

THE HEAT IS ON:

DUURZAME IT IS GEEN ILLUSIE!

– DOOR:

LAILA FETTAH

RONALD MEIJER

JAN SCHRAVESANDE

EDWIN VAN DER BURG

3E EDITIE



Coalitie
Duurzame
Digitalisering

ZIENSWIJZE OP DUURZAME IT

**DE REIS
VAN ONBEWUST
ONBEKWAAM
NAAR ONBEWUST
BEKWAAM**



**Coalitie
Duurzame
Digitalisering**

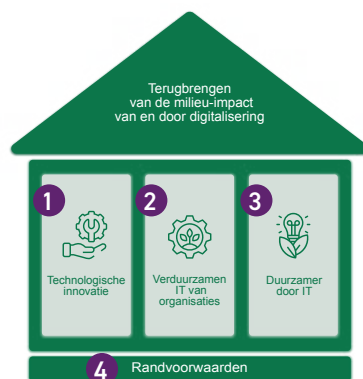
Voorwoord NCDD

Beste lezer,

Voor je ligt alweer de 3^e editie van '**Duurzame IT is geen Illusie**'. We zijn er trots op dat we deze versie vanuit de Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering (NCDD) aan jou kunnen aanbieden. In deze editie is ervoor gekozen om 'Duurzame IT is geen Illusie' te integreren in het Huis van Duurzame Digitalisering, het raamwerk waarin we binnen Nederland de *twin transition* handen en voeten geven. Het raamwerk bestaat uit vier programmalijnen:

1. Technologische innovatie
2. Verduurzamen van IT van organisaties
3. Duurzamer door IT
4. Randvoorwaarden

Duurzame IT is geen illusie heeft de focus op programmalijn 2 'Verduurzamen van IT van organisaties'. Het geeft achtergrond en praktische ideeën om aan de slag te gaan met de verduurzaming van de IT van jouw organisatie.



In dit boek worden ook duidelijke verbindingen gelegd met andere NCDD programmalijnen en werkgroepen. Dat helpt om de samenhang zichtbaar te maken tussen alle activiteiten die NCDD gezamenlijk onderneemt. De kennis en handvatten die uit deze werkgroepen en programmalijnen voortkomen, krijgen hun plek in de **Sustainable IT Impact Assessment (SIIA)**.

Deze SIIA is een toolbox, ontwikkeld door en voor *Duurzaam Digitaal Nederland*, bedoeld voor iedereen, van beginnende tot expert, vanuit elk perspectief, die de stap zet naar een duurzame digitale organisatie: <https://coalitieduurzamedigitalisering.nl/sustainable-it-impact-assessment-siia/>

Het boek dat je voor je hebt, helpt om de SIIA concreet te maken. Het biedt praktische aanwijzingen om activiteiten te bepalen die je kunt opnemen in jouw eigen *Sustainable IT Impact Assessment*. Twee van de auteurs, Jan Schraevesande en Ronald Meijer zijn zeer actief betrokken bij de NCDD werkgroep IT-Architectuur. Zij hebben ervoor gezorgd dat veel resultaten vanuit de werkgroep IT-Architectuur zijn opgenomen in deze derde editie.

Een van de onderwerpen waar de NCDD-werkgroep aan heeft gewerkt, is *Data Life Cycle Management*. Dit onderwerp is in dit boek opgenomen omdat het nauw aansluit bij *Responsible Data Usage*.

Deze publicatie draagt bij aan een compleet beeld van duurzame digitalisering en laat zien hoe je daar zelf mee aan de slag kunt. Daarbij wordt verwezen naar de resultaten van de verschillende NCDD-werkgroepen. De werkgroepen binnen programmalijn 2 zijn op het moment van schrijven de volgende:

Programmalijn 2: Verduurzamen IT van organisaties

Sustainable IT Impact Assessment (SIIA) werkgroep	Deze werkgroep richt zich op het doorontwikkelen van de SIIA, kennisontwikkeling en toepasbare handvatten en tools voor analyse van de duurzaamheid van IT en het verduurzamen van de ICT-bedrijfsvoering.
Duurzame IT-Architectuur	Deze werkgroep heeft als doel het incorporeren van duurzaamheid in de IT-architectuur praktijk, met name op uitstoot, hardware en energieverbruik. De focus ligt op het architectuur-domein, beginnend bij de organisatie-architectuur tot aan de 'solution'-architectuur, met een focus op applicaties, infrastructuur en data.



Duurzame IT-inkoop	Deze werkgroep richt zich op het bevorderen van duurzame IT-inkoop middels het dichten van de kenniskloof over digitalisering bij inkopers en ontwikkelt een ondersteunende tool zodat inkopers laagdrempelig de kennis en informatie kunnen vergaren die zij nodig hebben. Parallel werkt de werkgroep toe naar inventarisatie en ontwikkeling van standaarden voor duurzame IT-inkoop.
Duurzaam data-governance en management	Deze werkgroep richt zich op slim en duurzaam beheer van data, en kennisdeling en zichtbaarheid van oplossingen rond dit thema.
Circulaire IT & Digitale productpaspoorten	Deze werkgroep werkt aan de ontwikkeling van een <i>minimal viable product</i> gericht op <i>repair</i> in overeenstemming met de invoering van DPP's voor de productcategorie beeldschermen (2027) conform Europese wetgevingskaders (ESPR, EPREL, R2RD) en om invulling te geven aan actiepunt 1.b.1. 'prioritaire acties verhogen circulariteit eindgebruikersapparaten' uit de eerste versie van het actieplan duurzame digitalisering. Doel is om de transparantie over circulariteit van ICT-Producten te verbeteren, maar ook naar mogelijkheden en kansen van een DPP voor nieuwe circulaire business modellen zoals reparatie en <i>refurbishment</i> zichtbaar te maken en onder de aandacht te brengen.



Meten: op weg naar gezamenlijk inzicht	Deze werkgroep zet zich in voor gezamenlijk inzicht in de milieu-impact van ICT. Wat meten we en meten we hetzelfde? De werkgroep werkt toe naar overzicht en onderzoekt wat nodig is voor gezamenlijk inzicht.
Bewust datagebruik	Binnen deze NCDD werkgroep wordt bijgedragen aan bewustzijn over datagebruik en handvatten voor het bewust gebruik van data i.s.m. Platform Energie Bewustzijn, TNO en Milieu Centraal.

Bovenstaande onderwerpen komen ook in dit boek aan de orde. Voor meer informatie verwijzen we je graag naar de werkgroepen zelf, waar de NCDD-coalitiegenoten samenwerken aan de verdere uitwerking van deze onderwerpen.

Onder programmalijn 4: Randvoorwaarden, valt de werkgroep Kennis & Vaardigheden. We hebben contact gelegd met hogescholen en dit heeft ertoe geleid dat de Haagse Hogeschool afgelopen semester een minor Duurzame IT heeft ontwikkeld en uitgevoerd onder aansturing van Hans Peter. De studenten hebben de 2^e editie van dit boek ontvangen ter inspiratie.

We hopen dat dit boek ook jou inspireert en helpt om de organisatie waarbinnen jij werkzaam bent te verduurzamen. Misschien wil je iets toevoegen dat anderen kan helpen of heb je vragen. Schroom dan niet contact met ons op te nemen!

Groene groet namens de Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering (NCDD),

Hannah Boute
René Montenarie



Van de auteurs

Dit is alweer de derde editie van het boek Duurzame IT is geen illusie.

Wij hebben er bewust voor gekozen om dit boek onder de vlag van de NCDD uit te geven om zo gezamenlijk organisaties verder te helpen die aan de slag willen duurzame digitalisering. Ook in de vorige uitgave hebben we nadrukkelijk gezocht naar verbinding met de coalitiegenoten van de NCDD. We hebben een zorg als het gaat om milieu (energie, biodiversiteit en resource schaarste). De oplossing van dit probleem ligt in de samenwerking van (IT) bedrijven. We moeten onder ogen durven zien wat er aan de hand is en met oplossingen komen. Er zijn veel mogelijkheden en wij hopen dat organisaties het lef hebben om hun nek uit te steken om standaard patronen te doorbreken om duurzamer te gaan werken.

Hoewel het Responsible Computing raamwerk stevig staat gaan de ontwikkelingen snel en verschuiven de problemen. Daarom was het ook weer nodig om een derde druk uit te geven. De eerste en de tweede druk waren gefocust op bewustwording. In deze derde druk willen we je vooral tot actie aanzetten.

Wij nodigen je uit aan de slag te gaan! Gebruik het Sustainable IT Impact Assessment (SIIA)-raamwerk of speel het spel dat in dit boek beschreven staat.

Het is tijd voor actie!

Laila, Ronald, Jan en Edwin

Amsterdam, november 2025

Inhoudsopgave

Voorwoord NCDD	3
----------------	---

Van de auteurs	7
----------------	---

DE NEDERLANDSE CONTEXT 16

1. De Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering	18
1.1. Ambitie en focus	18
1.2. Verbinden, verbreden en versnellen	19
1.3. Word deelnemer	19
2. NLDigital	20

INTRODUCTIE VAN HET RAAMWERK 22

3. Inleiding	23
3.1. The Heat is On	25
3.2. Duurzame Technologie	27
3.3. En tot slot getallen	30
4. Introductie responsible computing	31
4.1. Responsible computing is duurzaam!	31
4.2. Responsible datacenter	32
4.3. Responsible infrastructure	33
4.4. Responsible code	33
4.5. Responsible data usage	34
4.6. Responsible systems	34
4.7. Responsible impact	34
4.8. Responsible Computing waarden	35
4.9. Aansprakelijkheid (accountability) geldt voor ieder RC domein	36

5.	De reis naarduurzaamheid	38
5.1.	Van onbewust onbekwaam naar onbewust bekwaam	38
5.2.	Promoveren	40
5.3.	Een praktische groei door het model	40
6.	GreenOps	43
7.	Strategie voor duurzame IT	47
7.1.	Aanleiding ontwikkeling model	48
7.2.	TWO-model (regulier)	48
7.3.	TWO Sustainability: integratie van duurzaamheid en IT	49
7.4.	TWO MODEL	50
7.5.	(Use case) Hoe werkt het?	50
7.6.	Samenwerking en Co-creatie	51
8.	Sustainable IT Impact Assessment (SIIA)	54
9.	Rapportages	57
9.1.	CSRD	57
9.2.	De energiebesparingsplicht	59

PEOPLE

61

10.	De IT Architect: Ontwerper van duurzaamheid	64
10.1.	Duurzaamheid als non-functional requirement	66
10.2.	Transparantie	67
10.3.	Energieverbruik	68
10.4.	Herbruikbaarheid	68
10.5.	Inclusiviteit	69
10.6.	Echtheid	70
10.7.	Prioriteren om te kunnen balanceren	71
10.8.	Architectuurdomeinen en het raamwerk	72
10.9.	Zes Enterprise Architectuur principes voor duurzaamheid	72

11. De IT Specialist: duurzaamheid in uitvoering	74
11.1. Het Manifesto van de Duurzame Specialist	75
11.2. Verbreden of verdiepen?	78
11.3. IT Specialist: De Programmeur	79
11.4. IT Specialist: De Data Scientist	80
11.5. IT specialist: infrastructuur specialist	82
12. De product owner: De bewaker van duurzaamheid	84
12.1. Brain Freeze: Complexiteit in de context van de economische situatie	85
12.2. Efficiënt Inzetten van teams	87
13. De chef	90
14. De medewerker	92

RESPONSIBLE DATACENTER 94

15. De systemen koelhouden	96
15.1. Lucht gebaseerde koeling	96
15.2. Vloeistof gebaseerde koeling	98
15.3. Het kiezen van de juiste oplossing	99
16. Power Supply	100
16.1. Zonder stroom geen datacenter	101
16.2. Datacenter gebouwen	101
17. Datacenters en hyperscalers	104
17.1. Hoe sustainable is Cloud?	105
17.2. Afschuiven naar de cloud	106

18. ODC als overheid strategie	108
18.1. Technologie platform	109
18.2. Data platform	110
18.3. Services platform	110

19. Een dagje baas van de ODC's	111
19.1. Werklast gedreven inrichting	111
19.2. Nu met de duurzaamheidsbril op	112

20. Code of conduct responsible datacenters	114
20.1. Responsible datacenter & responsible infrastructure	114

21. Responsible Datacenter Principles	115
--	------------

RESPONSIBLE INFRASTRUCTURE **116**

22. De eerste aspecten	118
22.1. Omdenken	118
22.2. Schaarste versus overvloed	120

23. Enterprise servers als duurzaam concept	124
--	------------

24. Opslag van data	126
24.1. Opslag van data: Duurzaam, Duurzamer, Duurzaamst	127
24.2. Data opslag in een reageerbuis: Innovatieve Onderzoeken door de Radboud Universiteit	129

25. Werklast Gedreven aka fit for purpose	132
25.1. Systemen	132
25.2. Nieuwe processor typen	139
25.3. De werkplek	142
25.4. Werklasten	143
25.5. OLED	146

26. Nog meer aspecten	147
26.1. Hoog beschikbaar als standaard	147
26.2. Innovatie: nano meter (nm) technologie	148
26.3. Technology push	149
26.4. Duurzame processen	150
26.5. Systemen afschrijven	151
27. Responsible Infrastructure Principles	152

RESPONSIBLE CODE **154**

28. Green Coding	156
28.1. Programmeer operating modellen	156
28.2. Software ontwikkeling	159
29. Architectuur	160
30. Design	162
30.1. Ontwerppatronen	162
30.2. Opsparen	163
30.3. Hergebruik	164
30.4. Organiseren	165
30.5. Opruimen	166
30.6. Anti-Patterns: Doorgeven	166
31. Coderen	168
31.1. Programmeertalen	168
31.2. Low Code en No code platforms	169
31.3. Definieren van Variabelen	170
31.4. De software ontwikkelstraat	170

32. Productie	172
32.1. Meten is weten	172
33. Kunstmatige Intelligentie Modellen	174
33.1. Model Training Services	174
33.2. Real-Time Geïntegreerde Analytics	175
34. Responsible Code Principles	176

RESPONSIBLE DATA USAGE 180

35. Inleiding	182
35.1. Verzamelwoede	184
36. Een duurzame data strategie als startpunt	186
37. De gereedschapskist	190
37.1. Verantwoorde technische tools	190
37.2. Aandachtspunten voor technische tools	191
38. Implementatie van een Duurzame Data lifecycle Strategie	199
38.1. Samenvatting van de Positioning Paper	199
38.2. Introductie	203
39. Responsible Data Usage Principles	206

RESPONSIBLE SYSTEMS

208

40.	Aspecten van een Responsible System	210
40.1.	Een aantal voorbeelden	213
41.	Blik in de toekomst	216
41.1.	Generative AI	217
42.	Cultuur en Governance (people en process)	222
43.	ESG als kapstok voor Responsible Systems	224
44.	Aanpak voor de ontwikkeling van responsible systems	226
45.	Responsible Systems Principles	228

RESPONSIBLE IMPACT

229

46.	De energietransitie	232
46.1.	Wanneer komt de energie transitie van de grond?	233
46.2.	De energietransitie volgens Hans Fugers	235
46.3.	De technische oplossingen	242
47.	Een mogelijke manier van (samen)werken	248
48.	Een milieu management systeem	250
49.	De Visma aanpak	252
50.	Mining cryptocurrency	255
51.	Sustainability Garage	256



CONCLUSIE **258**

52. De volgende stap	260
----------------------	-----

APPENDIXES **262**

53. Implementatie van een Duurzame Data Lifecycle Strategie	264
---	-----

53.1. Plan	264
------------	-----

53.2. Design phase	269
--------------------	-----

53.3. Create	274
--------------	-----

53.4. Store	276
-------------	-----

53.5. Use	281
-----------	-----

53.6. Enhance	284
---------------	-----

53.7. Dispose	286
---------------	-----

Afkortingen	290
-------------	-----

Over de schrijvers	298
--------------------	-----



DE NEDERLANDSE CONTEXT





Voordat we de inhoud ingaan willen we een tweetal organisaties onder de aandacht brengen die in Nederland actief zijn. Ten eerste de Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering (NCDD), daarover heb je al iets kunnen lezen in het voorwoord. Uit de naam van de organisatie blijkt al dat deze volledig is gericht op duurzaamheid.

Ten tweede de brancheorganisatie NLdigital waar veel technology bedrijven bij zijn aangesloten. Wat is het en waar houden zij zich zoal mee bezig?



**Coalitie
Duurzame
Digitalisering**



NLdigital





1. De Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering

Digitalisering biedt kansen voor economie en maatschappij, maar heeft ook een aanzienlijke impact op het milieu en klimaat. Duurzaam digitaliseren en het inzetten van digitalisering voor deze verduurzaming zijn daarmee cruciaal. Met het vraagstuk hoe we als samenleving verantwoordelijkheid kunnen nemen in deze zogenaamde twintransition waarbij we tegelijkertijd knelpunten kunnen minimaliseren, is sinds 2023 de Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering (NCDD) aan de slag. De coalitie is een pre-competitieve, publiek-private samenwerking voortgekomen uit het LEAP-initiatief van de Amsterdam Economic Board. Inmiddels is de NCDD hét platform waar diverse belanghebbenden elkaar vinden, kennis delen en awareness creëren rond duurzame digitale oplossingen.

1.1. Ambitie en focus

Nederland, als digitaal koploper met duurzame ambities en een goed ontwikkeld R&D- ecosysteem, streeft ernaar toonaangevend te zijn in de ontwikkeling van innovaties en oplossingen binnen een duurzaam digitaal systeem. In 2023 zijn de onderzoeken “Duurzamer door Digitalisering”¹ – Bijdrage van digitalisering aan emissiereductie (SEO) en “De Digitale voetafdruk” – Emissies van de digitale sector in Nederland in (toekomst) perspectief (Dialogic)² uitgevoerd. Deze onderzoeken vormen de inhoudelijke basis voor het integrale actieplan³ dat het Ministerie van Economische Zaken in de zomer van 2024 heeft gelanceerd en waaraan de NCDD bijdraagt als schakel tussen de overheid, marktpartijen en kennisinstellingen.

¹ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/09/28/seo-duurzamer-door-digitalisering-rapport-september-2023>

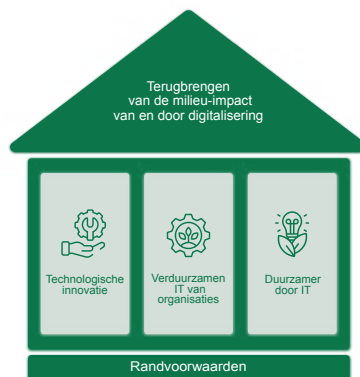
² <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/09/28/dialogic-de-digitale-voetafdruk-emissies-van-de-digitale-sector-in-nederland-in-toekomst-perspectief>

³ <https://coalitieduurzamedigitalisering.nl/wp-content/uploads/Actieplan-Duurzame-Digitalisering-2024-2025.pdf>



1.2. Verbinden, verbreden en versnellen

De Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering is hét platform waar duurzaam digitaal Nederland elkaar weet te vinden en werkt aan duurzame oplossingen voor het digitale systeem van morgen. Coalitiedeelnemers uit het bedrijfsleven, wetenschap en overheden werken samen in werk- en projectgroepen aan concrete projecten om duurzame digitalisering en de kennis daarover verder te brengen en te versnellen. Daarnaast is de coalitie actief in het bijeenbrengen van partijen en het verspreiden van bewustzijn en kennis middels meetings, webinars en evenementen. De programmalijnen binnen de NCDD zijn samengebracht in het 'Huis van de Duurzame Digitalisering'.



Producten en publicaties die uit deze programmalijnen voortkomen worden via het netwerk van de NCDD gedeeld met organisaties die hiervoor open staan, zonder de marktwerking te verstoren.

IT is de ruggengraat van onze informatiesamenleving en economie en speelt een cruciale rol in alle grote transitie van deze tijd, zoals de energietransitie, zorginnovatie en de inrichting van onze leefomgeving. Tegelijkertijd vraagt onze toenemende afhankelijkheid van IT om een duurzame benadering, want energie, apparatuur en grondstoffen worden steeds schaarser en duurder. Duurzame IT biedt niet alleen een oplossing voor deze uitdagingen, maar creëert tegelijk ook kansen voor innovatieve verdienmodellen, kostenbesparing en versterking van het concurrentievermogen en autonomie. Door IT te verduurzamen ontstaat er een krachtig vliegwiel voor een toekomstbestendige economie en samenleving. De vraag is niet óf, maar hoe je IT verduurzaamt.

1.3. Word deelnemer

Wil je ook bijdragen aan de transitie naar een duurzaam digitaal Nederland en lid worden van de NCDD? Neem contact op met secretaris@coalitieduurzamedigitalisering.nl om te verkennen op welke manier je betrokken kunt raken en schrijf je in voor de nieuwsbrief via Inschrijven nieuwsbrief NCDD.

⁴ https://forms.zohopublic.eu/ecpplatform/form/InschrijvenniewsbriefNCDD/formperma/_97pqpdLF1BQKjtJ9SrHeND4f5HskJq3Fg9XXHG6430



2. NLDigital

NLDigital is een collectief van bedrijven. Samen maken zij de digitale transformatie mogelijk. Van wereldwijde spelers tot start-ups op zolderkamers en alles er tussenin. NLDigital levert gezamenlijk de producten en diensten die andere bedrijven nodig hebben om te digitaliseren. Als het gaat om duurzaamheid dan laten we graag Jeroen van der Tang, Public Policy Manager Duurzaamheid bij NLDigital, aan het woord:

Dat er al zo snel een nieuwe druk ligt van dit boek over duurzame IT is geen illusie: the heat is on!

De belangstelling voor duurzame digitalisering bij bedrijven, kennisinstellingen en overheid is de laatste jaren sterk toegenomen. Bij de branchevereniging voor de digitale sector, NLDigital, staat duurzaamheid sinds eind vorige eeuw al hoog op de agenda. Eerst vanuit de producentenverantwoordelijkheid voor afgedankte ICT-apparatuur, daarna werd energieverbruik actueel. Aan de andere kant leveren ICT-oplossingen een grote bijdrage aan efficiency-verbetering, energie- en CO2-reductie.

Via structurele samenwerking met overheid en ketenpartners, zoals in MJA3-convenant, stichting OPEN, LEAP en in de Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering (NCDD) worden krachten gebundeld en duurzame impact gemaakt. IBM is binnen al deze facetten en initiatieven van duurzame digitalisering actief betrokken in de markt en bij de branche. Algemeen directeur Johan Heij is momenteel de Portefeuillehouder Duurzaamheid binnen het algemeen bestuur van NLDigital. De publicatie van deze nieuwe druk door diverse ervaringsdeskundigen van IBM is een nuttige bijdrage aan dit relevante thema.

Jeroen van der Tang





Een belangrijk thema van NLdigital is dus duurzaamheid. Niet alleen duurzame IT maar ook duurzaamheid door IT. Laat Johan Heij (zie voorwoord) nu de portefeuillehouder zijn van dit belangrijke onderwerp. De schrijvers van dit boek ondersteunen Johan in deze rol als een soort adviesorgaan. Er komen ongelooflijk veel onderwerpen voorbij waarbij af en toe de hulp van een expert nodig is om het onderwerp uit te diepen. We hebben Johan gevraagd om zijn belangrijkste ambities te verwoorden. Het is duidelijk dat hij wil dat we haast maken. **Het is tijd voor actie!**

Er liggen heel veel kansen voor het oprapen om de wereld duurzamer te maken. We kunnen dit doen door IT zelf te verduurzamen en ook door inzet van IT technologie processen efficiënter te maken. Dit kunnen en mogen we niet laten liggen.

We moeten onze verantwoordelijkheid pakken en ik zie vijf belangrijke gebieden:

- de energie transitie versnellen, wet en regelgeving zit misschien nog een beetje in de weg maar er zijn voldoende technische mogelijkheden om de transitie te versnellen,
- mobiliteit verduurzamen, inzet van IT oplossingen kan veel onnodig reisgedrag voorkomen. De workforce voorzien van middelen om optimaal samen te werken en ook productief te laten zijn zonder de traditionele kantooromgeving,
- grondstof gebruik reduceren, het massaal winnen van onze bodemschatten voorkomen door nieuwe en duurzame materialen te ontwikkelen en optimaal hergebruik van materialen stimuleren,
- landbouw- en water management optimaliseren, de waterkwaliteit in Nederland is de slechtste in de EU en dit heeft een directe relatie met onze landbouw en veeteelt. Meten is weten en door de inzet van IT kunnen we sneller data analyseren en gericht actie ondernemen,
- en natuurlijk datacenters groen maken, alle datacenters net-zero in 2030.

Johan Heij

Portefeuillehouder duurzaamheid NLdigital





INTRODUCTIE VAN HET RAAMWERK





3. Inleiding

Een vraag over duurzaamheid: waarom willen bedrijven en organisaties verduurzamen? Is dit omdat ze hiermee kunnen bezuinigen op energiekosten of is dit omdat men hiermee het imago van het bedrijf of de organisatie kan oppoetsen?

Of... is dit omdat we **echt willen** verduurzamen omdat we inzien dat de huidige manier van invulling van onze bedrijfsvoeringen op de lange termijn niet houdbaar is? Onze huidige bedrijfsvoering is vooral gericht op efficiency en (economische) groei: meer, sneller, beter, mooier, groter, en ga zo maar door. Is dit op de lange termijn wel verantwoord en duurzaam?

Het zit veelal in de argumentatie die wordt gebruikt als we een duurzaamheidsstrategie uitgelegd krijgen door een bedrijf of organisatie. "Wij willen bezuinigen op energie-gebruik" is een prima statement, maar de vraag is natuurlijk '**WAAROM?**' Als het alleen gaat om kostenverlaging of vanwege regelgeving, tsja, we will take it, maar het is niet de juiste motivatie voor dit statement. **Echt** verduurzamen werkt alleen als het verankerd is in het DNA van organisaties en bedrijven. Daar is een behoorlijke mutatie van het huidige DNA (lees cultuur) voor nodig. Wellicht ietwat zware kost voor een inleiding maar het zet hopelijk de gedachten ten aanzien van verduurzaming op scherp.

Het goede is dat je vraag en aanbod op het gebied van duurzaamheid ziet groeien. Overall om je heen zie je tekenen van duurzaamheid ontstaan. In ons dagelijkse leven wordt de roep om duurzaam gedrag en duurzame producten steeds groter en zien wij een bewuster gedrag bij zowel de consument als de producent ontstaan. Dit zal in de komende periode alleen maar toenemen waardoor met name bedrijven hun bedrijfsvoering en producten en diensten steeds meer een duurzaam karakter gaan krijgen. Je kunt je als bedrijf niet meer veroorloven om anti-duurzaam te zijn, en je kunt als consument ook het aanbod niet meer negeren.





Duurzaamheid wordt steeds meer waarneembaar

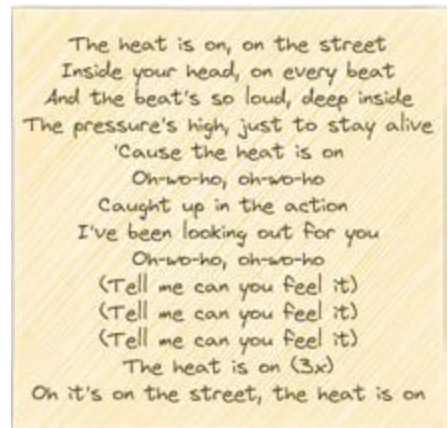
Een belangrijk onderdeel van de bedrijfsvoering is natuurlijk technologie. Technologie kan een grote impact hebben op de duurzaamheid van je organisatie. Duurzame technologie is een kreet die je overal om je heen hoort en menig tech bedrijf staat te dringen om aan te geven dat hun technologie bijdraagt aan duurzame oplossingen.

In dit boekje gaan wij in op de vraag of duurzame technologie echt bestaat en als dat zo is hoe kun je duurzaamheid onderdeel maken van een IT strategie? Wat wij verstaan onder duurzaamheid is niet alleen het milieu-aspect, maar ook het verantwoord omgaan met de inzet van technologie en de impact die het kan hebben. Denk hierbij bijvoorbeeld aan ethiek en privacy.

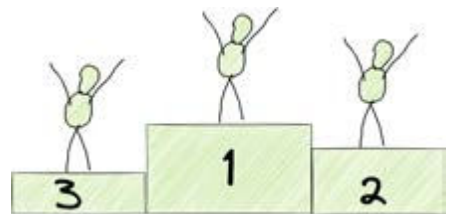
3.1. The Heat is On

Wat doen we tegenwoordig om iets te leren? Gamification! Een spel wat bedoeld is om iets te leren op een leuke manier. Daarom wordt dit ook wel 'serious gaming' genoemd. En duurzaamheid is een serieus onderwerp. We hebben een duurzaamheidsspel ontwikkeld met de naam: **The Heat is On**. Letterlijk vertaald: **'De Verwarming is Aan'**.

Met een knipoog naar de opwarming van de aarde die we met elkaar willen beperken tot 1,5 graad. The heat is on is een liedje geschreven door Glenn Frey. Het liedje geeft aan dat het om leven en dood gaat: "The pressure is high, just to stay alive". Dit staat in schril contrast met de realiteit. We nemen het nog steeds niet echt serieus met elkaar. Het doel van het boekje en ook het spel is om aan te geven dat het serieus is en dat het we het ons eigen moeten maken, het moet niet alleen in het hoofd zitten maar zakken naar het hart: *"Tell me can you feel it"*.



Het spel is erop gericht om de duurzaamheid van de IT van jouw bedrijf te verbeteren. Je werkt met je eigen multidisciplinair duurzaamheidsteam aan een plan. Vervolgens werk je dit plan uit en implementeer je het binnen jouw organisatie. In dit boek beschrijven we verschillende IT rollen die een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan de verduurzaming van IT. In de starter-kit voor dit spel zitten voorbeelden van opdrachten die deze rollen moeten uitvoeren om te promoveren naar het volgende level. De erkenning voor het volgende level wordt gedaan op basis van de implementatie van de plannen en niet alleen de papieren versie. De rol die de meeste impact heeft op het gebied van duurzaamheid wint, maar uiteindelijk is iedereen die een verbetering realiseert natuurlijk een winnaar!



Wij spraken laatst iemand die geconfronteerd werd met een behoorlijke verhoging van het maandbedrag van zijn energierekening. Hij had besloten om maar niet naar zijn verbruik te kijken, want dat gaf zo'n naar gevoel. Als het gaat om duurzaamheid dan is dat waarschijnlijk herkenbaar. Soms kun je het maar beter niet weten, dan voel je ook de verantwoordelijkheid niet om er wat aan te doen. Hoe zou je energiebesparing leuk kunnen maken? Je kunt er bijvoorbeeld een spelelement inbrengen, er een sport ervan



maken om zo min mogelijk energie te gebruiken. Het wordt een speurtocht om uit te zoeken wat de energievreters zijn. Wanneer je je verdiept in dit onderwerp dan blijken er heel veel mogelijkheden te zijn om te besparen. Soms met een kleine ingreep.

Wij hebben een spel bedacht dat bestaat uit vier levels:

in het **eerste level** van het spel gaat het vooral om bewustwording. Je krijgt informatie over mogelijkheden, over de duurzaamheidsaspecten van IT. Met elkaar bedenken jullie een plan hoe je bewuster kunt worden als organisatie. Een belangrijke eerste stap: meten is weten! Stop de thermometer in de IT omgeving en ga kijken welke duurzaamheidsparameters belangrijk zijn om in kaart te brengen. Denk hierbij aan elektriciteitsverbruik, maar ook hoe warm het is op de computerzaal. Dan gaat het niet om de techneuten die het mogelijk koud hebben, maar meer om de hoeveelheid warmte die systemen kunnen verdragen zonder instabiel te worden.

In het **tweede level** gaan jullie kijken naar oplossingen voor de mogelijke verbeteringen die ontdekt zijn bij de metingen in het eerste level. We denken nu na over kansen om te verduurzamen. We zijn nu bewust van onze tekortkomingen, dat is het meest pijnlijke level. Je wilt daarom zo snel mogelijk door naar level drie.

In **level drie** gaan jullie de verbeteringen daadwerkelijk realiseren. Jullie gaan je bekwaamen. Door dit leerproces word je steeds bekwaamer op het gebied van verduurzaming. Het gaat daarbij om alle aspecten van IT duurzaamheid, dus ook de ethische en culturele aspecten.

En ten slotte in **level vier** denken jullie na over het kwantificeren van de verbeteringen. Uiteindelijk willen jullie de behaalde successen zichtbaar maken. Goed voorbeeld doet goed volgen. Het moet in het DNA van jullie organisatie gaan landen.



Een aantal voorbeeldrollen die het spel kunnen spelen. In het hoofdstuk **People** staan nog meer rollen beschreven die in dit spel kunnen meedoen:



Verantwoordelijk voor het ontwerp van een IT-systeem dat voldoet aan de specificaties van de opdrachtgever, met inachtneming van "alle" eisen van andere belanghebbenden.



Verantwoordelijk om ook daadwerkelijk de gedefinieerde oplossing (het ontwerp) te realiseren.



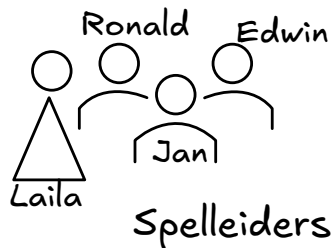
CSO

De CSO is verantwoordelijk voor het duurzaamheidsbeleid.



Product owner

Bewaker van het complete traject.



Opdracht: Doe mee met een aantal collega's en speel dit spel met ons. Zo leer je spelenderwijs duurzaamheid te omarmen!

3.2. Duurzame Technologie

Technologie is een wezenlijk onderdeel van ons bestaan. Wij gaan niet uitleggen wat de laatste twintig jaar ons heeft gebracht aan technologische vernieuwingen maar we doen wel even een uitstapje naar de vorige eeuw, midden in de twintigste eeuw zo een beetje. Technologie wordt enorm snel ontwikkeld en vooral ten dienste van de mens. Huishoudelijke apparatuur komt in groten getale op de markt, stereo en televisie worden toegankelijk voor iedereen en op deze manier wordt razendsnel een consumentenmarkt ontwikkeld.

Een reclamebeeld uit de jaren zeventig waarbij een pijp rokende vader in zijn luie fauteuil zit, met het gezin gezellig om hem heen, waarbij hij met een afstandsbediening de televisie bedient kunnen de meeste van ons zich nog wel voor de geest halen. Voor de nieuwkomers onder ons (generatie Y&Z) is dit plaatje minder bekend maar er zijn legio voorbeelden die hen wel aanspreken (CD speler, walkman, PC, smartphone, etc.).

Dit ideale plaatje zegt heel veel over hoe technologie een duidelijke stempel zet op onze beleveniswereld en hoe wij "het gemak dient de mens" graag adopteren. Het gemak gaat vaak ten koste van 'heel veel': ons sociaal gedrag (geen goed gesprek in de trein maar staren naar Whatsapp), het eisen van goedkope productie (gaat gepaard met afval en CO2 uitstoot), massaal gebruik van wegwerpproducten (we repareren of hergebruiken niet meer), plunderen van schaarse bronnen, en ga zo maar door, drukt een grote stempel op onze wereld!





Sinds de introductie van computer technologie in ons dagelijks bestaan is de automatiseringsdrang enorm toegenomen en is er eigenlijk geen grens aan deze drang te bekennen. Aan de andere kant, waar we IT kunnen inzetten als verduurzamende versneller zijn we terughoudend als we bijvoorbeeld kijken naar de 150.000.000 blauwe enveloppen die per jaar worden verstuurd door de Belastingdienst. Sinds 2014 heeft men plannen om het aantal blauwe enveloppen te verminderen door mensen te informeren middels de Berichten Box. Dit is een traag veranderingsproces en het lijkt er bijna op dat de politiek wacht tot dat de laatste digibeeft zijn of haar laatste adem heeft uitgeblazen. Tegelijkertijd moet je iedereen, ook digibeten, oprecht willen blijven bedienen. Hier kun je niet zomaar de papieren stekker uit trekken, maar het kan vast slimmer, met minder.

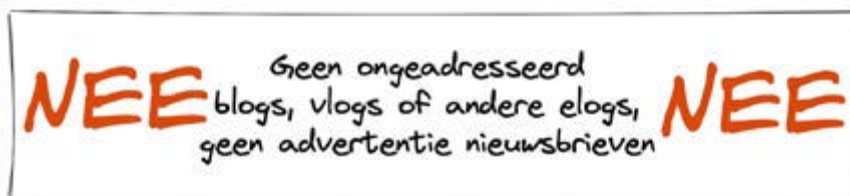
Dit is een voorbeeld uit de Nederlandse Overheid. Dat is het domein waar wij als architecten/schrijvers inzitten. Dat betekent niet dat de voorbeelden die wij geven niet gelden voor andere bedrijfstakken.

Met de milieuvraagstukken die de wereld beheersen en de energie crisis die wij in 2022 over ons heen hebben gekregen worden wij wel gedwongen om ons te bezinnen op ons gedrag, zowel consument als producent, zowel burger als overheid.

Wij zijn ervan overtuigd dat duurzame IT maar één ding kan betekenen: IT waar het moet en niet omdat het kan! Wat bedoelen we hiermee?

Neem een eenvoudig voorbeeld als digitale nieuwsbrieven, blogs, vlogs en andere e-logs. Het is zo eenvoudig om je hierop te abonneren maar je moet wel heel erg savvy zijn om dit soort abonnementen op te zeggen. Twintig keer klikken, niet weten waar je op moet klikken en dan met een zucht denken "ach laat ook maar".

Dit is een voorbeeld van IT omdat het kan. Een simpele manier om een boodschap, aanbod of wat dan ook direct aan de man te brengen en de verantwoordelijkheid ook direct bij de ontvanger te leggen. Er bestaat nog niet zoiets als een digitale sticker op de mailbox met: **NEE, geen ongeadresseerd reclaimedrukwerk, NEE, geen huis aan huis bladen.** Het feit dat je de blogs, vlogs of andere e-logs toch niet leest verandert hier niks aan.





En nu hoor ik je denken *“het is maar een berichtje”*. Dat is precies het probleem. Op deze manier denken zit verankerd in de cultuur. Opa zag een dubbeltje (dat is een muntje van 10 cent) op straat. Hij pakte het op, stopte het zorgvuldig weg in zijn 'knip' (zo noemde je dat) en zei: “zo dat is het begin van een miljoen”.

Wij zien een overheid IT bedrijven als ware het commerciële bedrijven. Door IT in te zetten als onderscheidend vermogen zien wij sommige overheidsinstanties concurreren in plaats van maximaal samen te werken. Het credo “de burger staat centraal” wordt vaak gebruikt als excuus om de noodzaak van een bepaald IT project te onderbouwen terwijl er in veel gevallen het alleen om technologische vernieuwing gaat. Daarnaast is het ook een excuus om een nieuw technisch snufje te introduceren. Denk bijvoorbeeld aan een mobiele app die gebouwd moet worden om een uitkeringsaanvraag te doen. Een voorbeeld van ‘IT omdat het kan en niet omdat het moet’.

De burger centraal zou betekenen dat het aanbod wordt ontwikkeld op basis van de wens c.q. eis van de burger. Dat zou een mooie gedachte zijn ware het niet dat de wet bepaalt hoe een burger zich moet gedragen en zich moet conformeren aan de wet!

Een gedachte waarbij de overheid zich volledig inzet op een maximale informatiepositie van de burger en een IT dienstverlening baseert op deze informatiepositie levert best wel een wenkend perspectief (en daardoor duurzaam). Hierbij zijn duurzaamheidsaspecten als transparantie, voorkomen van fouten, beperken van fysieke interactie met de overheid van belang en zal de privacy van burgers verbeteren.

Uiteraard kunnen wij organisaties en bedrijven niet veranderen door een boekje te schrijven. We kunnen wel proberen om op basis van een aantal duurzaamheidsprincipes te helpen met eenvoudige ingrepen om kleine stappen te maken die er toe bijdragen om onze IT middelen op verantwoorde wijze in te zetten. Hiervoor hebben wij het raamwerk van ‘Responsible Computing’ (RC) gebruikt en hanteren wij de domeinen van RC om een verdieping te maken op het gebied van verduurzaming

Schrijven over dit onderwerp in het licht van IT oplossingen is best lastig. Wij hebben ons best gedaan om in ieder geval het denkproces in gang te zetten. Er stromen nog heel veel bits door de cat 6 kabel voordat ieder bedrijf duurzaamheid als leidend principe heeft geadopteerd!



Ook voor dit boekje geldt dat wij geen experts zijn op het gebied van verduurzamingsvraagstukken (maar wel op het gebied van IT!). Door ons te verdiepen in de materie omdat klanten dit van ons vragen en soms eisen hebben wij wel een mening over dit onderwerp ontwikkeld. Wij hopen dat deze zienswijze gaat helpen bij mogelijke aanpakken en bij de gehele digitale transformatie waarbij **“sustainable by design”** wordt geadopteerd als superprincipe.

3.3. En tot slot getallen

Wat zeggen getallen? Door dit boekje heen gebruiken we regelmatig getallen. Als het gaat om duurzaamheid dan worden er allerlei artikelen gepubliceerd en in die artikelen vind je getallen terug vanuit een bepaalde context. Het bedrijf **“duurzaam_tot_op_het_bot”** zal het dik aanzetten. De **“vervuiler_tegen_wil_en_dank”** zal het juist rooskleurig voorstellen en het hooguit ‘compenseren’. De getallen die we geven zijn vooral bedoeld als indicatie. In jouw organisatie, op jouw gebied zal het beter zijn omdat je binnen een voor jou bekende context werkt. Jij bent niet in staat die context weg te nemen, maar anderen in de organisatie wellicht wel.

Het gaat ons erom dat we een gevoel krijgen van de omvang van de problematiek, maar ook dat we een gevoel krijgen van mogelijke verbeteringen. Laat je niet verleiden tot cijfermatige details, maar pak de essentie op en ga daarmee aan de slag. De getallen die wij gebruiken zijn soms feitelijk en soms interpretaties. Vergeet niet, dit is een point of view/zienswijze waar wij ‘soms’ onze eigen mening ventileren.

Dit boekje is op een logische manier geordend, je hoeft het niet van kapt tot kapt te lezen, maar je kunt het ook gebruiken als naslagwerk.

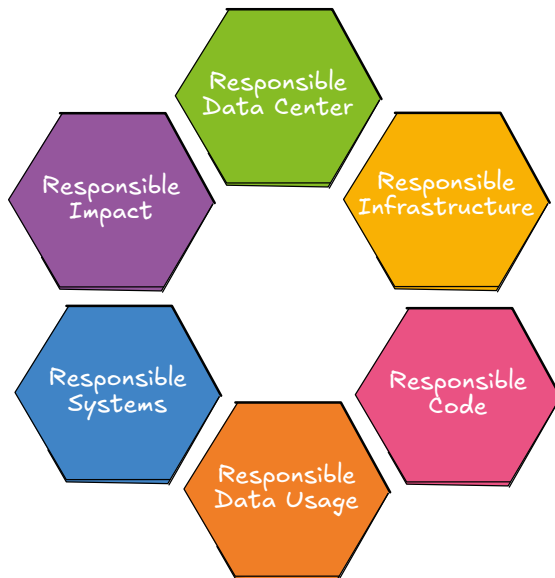




4. Introductie responsible computing

4.1. Responsible computing is duurzaam!

In deze editie van het oranje boekje concentreren wij ons op duurzame IT. Niet omdat het een trend is, of het beter zou "verkoppen" (ook al is dit boekje gratis), maar omdat het nodig is.



Responsible Computing Domeinen

We hebben de kaders van Responsible Computing als uitgangspunt genomen. Dit raamwerk helpt ons de juiste focus te leggen op de onderwerpen mensen, processen en technologie in context van IT.



Hoewel een organisatie in staat zou moeten zijn om de Sustainable Development Goals (SDG's) van de Verenigde Naties te ondersteunen, vinden wij dit eigenlijk een te groot en complex onderwerp en daarom beperken wij ons tot de reikwijdte van onze IT expertise. Anders wordt dit al snel het koken van de oceaan en... nou ja als we zo doorgaan gebeurt dat vanzelf.

Responsible Computing bevat 6 domeinen:

- Responsible Datacenters
- Responsible Infrastructure
- Responsible Code
- Responsible Data Usage
- Responsible Systems
- Responsible Impact

Al deze domeinen zijn belangrijk, want veel organisaties zijn IT-intensieve organisaties. We bespreken hoe deze organisaties op elk van die domeinen hun verantwoordelijkheid kunnen nemen en (schaarse) middelen op een verantwoorde manier kunnen inzetten.

De eerste drie domeinen zijn technisch. Hierin zul je zien dat de focus ligt op een optimaal gebruik van schaarse middelen zoals elektriciteit en water. Dat is dus duurzaam! Bij de andere drie domeinen betreft de definitie duurzaamheid veel meer het verantwoord omgaan met IT. In dit hoofdstuk geven we een kort overzicht van de zes domeinen en later gaan we hier in meer detail op in.

4.2. Responsible datacenter

Als we praten over het datacenter dan hebben we het over het fysieke gebouw en de faciliteiten die je nodig hebt om een datacenter te huisvesten. Denk aan stroom, koeling, noodstroom voorziening, bekabeling enzovoort.

Datacenter leveranciers meten hun duurzaamheid aan de hand van Power Usage Effectiveness (PUE) en Water Usage Effectiveness (WUE). PUE is de verhouding tussen de gebruikte stroom door de computer apparatuur en het hele datacenter. WUE is de hoeveelheid water gedeeld door de hoeveelheid gebruikte stroom van de computer apparatuur. Het meten van de efficiëntie van een datacenter is heel goed te doen en de meeste grote datacenters doen dit. Wat meestal niet gebeurt is de berekening van de kosten van de bouw van een datacenter. Transportkosten van bouwmaterialen en de materialen zelf (veelal beton) zorgen voor veel CO2 uitstoot.



4.3. Responsible infrastructure

IT infrastructuur bestaat uit computers, opslag media en netwerkkapparatuur. Het zijn de applicaties die de eisen stellen aan deze infrastructuur en uiteindelijk bepalen hoe groot, hoe zwaar en hoe snel de infrastructuur moet zijn.

In 1969 stuurden we de Apollo 11 inclusief bemanning naar de maan en zorgden we voor een veilige terugreis. Dit alles met behulp van een computer die zorgde voor de berekening van de juiste koers en het bijstellen van de koers. Deze computer bestond uit een processor met een kloksnelheid van 12 microseconden en 72 Kb geheugen. Dit systeem is vergelijkbaar met de kracht van een Commodore 64!

Een gemiddelde smartphone vandaag heeft meer computer power dan heel NASA in 1969 bij elkaar kon brengen! En toch hebben we nog steeds te weinig computer power!

4.4. Responsible code

Om applicaties efficiënt te kunnen draaien is efficiënte infrastructuur vereist die weer draait in een efficiënt datacenter. Maar de code die geschreven wordt om de applicatie zijn werk te laten doen heeft een nog grotere impact. Met het efficiënt bouwen van een datacenter kunnen we 10-20% besparen, met efficiëntere infrastructuur kunnen we 60-90% besparen maar met de juiste code kunnen we soms wel tot een factor 2 besparen. Of moeten we het omkeren? Als je verkeerd programmeert dan kan het zo maar 2x zoveel computer power kosten. Rechtsom of linksom, Responsible Code is een belangrijk domein dat moet aangeven of code duurzaam is of niet.

Binnen dat domein zijn AI en Big Data nog eens grote stroomverbruikers. Veelgebruikte programmeertalen binnen AI zoals Python en R zijn typische voorbeelden van "dure" talen (voor zover het CPU-gebruik wordt beschouwd). Voldoende dus om hier de tanden eens in te zetten. Hoe zorgen we nu voor duurzame code? Duurzame code, ook wel "green coding" genoemd deed enkele van ons denken aan de oude mainframe terminals.



Green Screen



4.5. Responsible data usage

In een data-gedreven project zorgen we ervoor dat de data veilig is. We respecteren de gegevens van de klant, burger of ander bedrijf. We beschrijven duidelijk hoe we het gebruiken, en we gebruiken het alleen voor het doel waarvoor toestemming is gegeven.

We hebben een goede data governance ingericht voor data en data gebruik: We weten precies waar welke data is en wat het is; We weten ook waar de gegevens vandaan komen, hoe de gegevens zijn samengesteld en wie wanneer veranderingen heeft aangebracht aan de data; De data wordt op een duurzame wijze opgeslagen.

4.6. Responsible systems

Een Responsible System is een systeem wat zorgt draagt voor een 'correcte' inzet. Dit betreft zowel de objecten of personen waar het invloed op heeft, maar ook de omgeving.

Wat verder belangrijk is, is by design na te denken over non-functionals die van belang zijn, zodat een correcte implementatie kan plaatsvinden.

4.7. Responsible impact

Stel je voor: wij bouwen systemen met de beste bedoelingen voor de samenleving. We maken de wereld een beetje beter met onze systemen. We kunnen bijvoorbeeld een 'woningnoodstelsel' bouwen dat een lijst met beschikbare woningen vergelijkt met een lijst met woningzoekenden. Of we bouwen een systeem dat agressie op straat detecteert en we zorgen ervoor dat de politie direct ter plekke is om escalatie te voorkomen.

Hoe zal het systeem dat jij ontwerpt en bouwt het verschil maken voor de samenleving? Welke van de United Nations SDG's (UNSDG) wordt door jouw project aangepakt?



4.8. Responsible Computing waarden

Naast deze zes domeinen kent het raamwerk zes principes. Deze principes zijn eerder waarden dan architectuur principes zoals we die kennen binnen de IT professie. Omdat wij in dit boekje een aantal architectuur principes definiëren zullen we deze zes principes van Responsible Computing voortaan waarden noemen. Deze waarden kun je grofweg indelen in waarden die terugkomen als kwaliteitseisen (randvoorwaarden) voor het systeem en waarden die vooral gaan over de cultuur. Openheid, authenticiteit en accountability moeten culturele waarden zijn van een duurzame organisatie.



De volgende waarden worden binnen dit raamwerk gedefinieerd:

- **Duurzaamheid.** Duurzaamheid in het kader van de UNSDG is heel breed. Bij duurzaamheid gaan wij daarom vooral uit van de milieu aspecten, met de nadruk op het energiegebruik en de daaraan gekoppelde CO2 uitstoot.
- **Inclusiviteit.** Het gaat erom dat systemen door iedereen gebruikt kunnen worden en er voor iedereen zijn, iedereen kan zo meedoen. Inclusiviteit betekent ook aandacht voor de minderheidsgroeperingen, het individu.
- **Circulariteit.** Binnen de IT gaat het over herbruikbaarheid en modulariteit. Denk bijvoorbeeld aan het hergebruik van kostbare metalen die in de elektronica van de computer zitten zoals goud. Deze materialen zijn bekend als 3TG (Tantalum, Tin, Tungsten en Gold) ofwel Tantaal, Tin, Wolfram en Goud. Tantaal is een sterk en buigzaam metaal met een hoge smelttemperatuur en werd ook gebruikt voor gloeilampen. Nu wordt het gebruikt voor onder andere condensatoren, dit zijn belangrijke componenten in de elektronica-industrie.
- **Openheid.** Openheid, authenticiteit en het nemen van verantwoordelijkheid gaan verder dan randvoorwaarden die we aan onze systemen stellen. Het gaat hier over het gedrag van een organisatie die vervolgens weer bestaat uit personen. Openheid, transparantie laat zien waar je staat ten aanzien van het verantwoord computergebruik. Het is een kwetsbare opstelling die niet alleen maar laat zien wat er goed gaat, maar ook waar de problemen zitten en hoe je die problemen opgelost hebt. Het vraagt een leerbare openstelling om je te laten adviseren door anderen.



- **Authentiek.** Wil je het echt? Meen je het oprecht? Is Responsible Computing meer dan alleen een verplichting die voortkomt uit rapportageverplichtingen of uit een rationeel besef dat we iets moeten doen aan de opwarming van de aarde en het opraken van schaarse resources?
- **Accountable.** Accountable laat zich slecht vertalen in het Nederlands omdat het hier gaat over meer dan verantwoordelijkheid nemen, n.l. over verantwoording afleggen. Het is veel meer eigenaar worden van het probleem en hier aansprakelijk voor zijn. In de latere beschrijving van de verschillende rollen binnen de IT staat accountability centraal. Ben jij bereid aansprakelijk te zijn voor het domein waar jij over gaat? Sta je op als beslissingen ten koste gaan van de duurzaamheidsprincipes en winstmarges omhoog moeten ten koste van alles en iedereen?

4.9. Aansprakelijkheid (accountability) geldt voor ieder RC domein

Wanneer we de waarden loslaten op de domeinen dan zien we dat niet alle waarden even relevant zijn voor alle domeinen. Hieronder een overzicht van de relevantie van de waarden gerelateerd aan de domeinen. Ongeacht het domein is "accountability", aansprakelijk zijn, altijd relevant. In de hoofdstukken over de rollen zoals de IT architect, de IT specialist, de product owner en de CSO benadrukken we de relevantie van accountability in die rollen.

Domeinen Principes	Data center	Infra- structuur	Code	Data Gebruik	Systems	Impact
Duurzaamheid ihkv energie	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Inclusiviteit			✓	✓	✓	✓
Circulariteit	✓	✓	✓			✓
Openheid			✓	✓	✓	✓
Authentiek				✓	✓	✓
Accountable	✓	✓	✓	✓	✓	✓



Duurzaamheid, inclusiviteit en circulariteit zijn heel goed meetbaar te maken en kunnen worden gebruikt om Responsible Computing domeinen van verschillende bedrijven te vergelijken.

Openheid, authenticiteit en accountability zijn minder makkelijk meetbaar te maken omdat eigenlijk hiermee het '*duurzaamheids-DNA*' van het bedrijf wordt bedoeld.

Als we het hebben over DNA dan hebben we het over mensen. Dat klopt want de DNA wordt door mensen gecreëerd middels principes en ethische normen! Met andere woorden het is mensenwerk!

Wij hanteren in (business en IT) architectuur zogenaamde principes. Deze sets aan principes vormen de kaders voor de Enterprise Architectuur. Mochten er tegenstellingen bij het hanteren van deze principes ontstaan dan gelden **de 'superprincipes'**. Deze overstijgen alle andere principes.' Net zoals '**Secure by Design**' zou je ook het superprincipe '**Sustainable by Design**' moeten implementeren.





5. De reis naar duurzaamheid

5.1. Van onbewust onbekwaam naar onbewust bekwaam

We spraken over het DNA (de cultuur) van een organisatie. Wat we hiermee bedoelen zijn gedragspatronen, identiteit. Als je over straat loopt en je eet een Mars dan doe je de verpakking automatisch terug in je zak om het later in de afvalbak te gooien. Daar denk je niet over na, je vraagt je niet af waarom, dat zit erin. Een mooi voorbeeld is dat van de Japanners: als zij een bioscoop of stadion verlaten nemen ze hun rommel mee en ziet het er weer keurig uit. Deze ingeslepen patronen kosten geen energie. Het is een vanzelfsprekendheid. Je bent dan onbewust bekwaam.

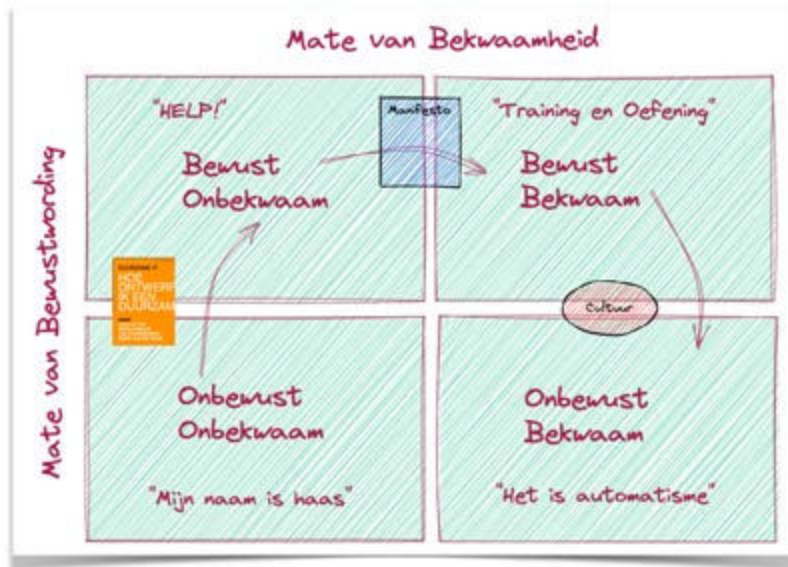
Als we het hebben over onbewust onbekwaam dan gaat het over dingen die we (nog) niet weten of onvoldoende realiseren. Met dit boekje willen we je bewust maken van de impact van IT op duurzaamheid en de impact van duurzaamheid op IT. Dat doet een beetje zeer, want het is soms heerlijk om van niets te weten. Maar daar willen we het niet bij laten want we willen je ook handvatten (principes) geven om iets te doen om IT juist op een duurzame manier in te zetten. En we hopen natuurlijk dat het een automatisme wordt. Iets waar je niet meer over nadenkt, maar wat volkomen logisch is. Dan is het onderdeel van je DNA.

Een paar voorbeelden:

- » **Onbewust onbekwaam:** te hard rijden doen we allemaal want het gaspedaal kan nog verder naar beneden. En tijd is geld, maar wat is het effect op het milieu? Wij weten zeker dat je daar niet over nadenkt op het moment dat je even extra gas geeft om op tijd op je afspraak te komen (wist je dat de hoeveelheid brandstof die je extra gebruikt evenredig is aan de extra hoeveelheid CO2 uitstoot).

De cloud is ook zo'n verleider om ongeremd IT resources te gebruiken. Het is goedkoop, het is voorhanden dus gebruiken... Duurzaamheid is hun probleem toch?





Van onbewust onbekwaam naar onbewust bekwaam

- » **Bewust onbekwaam:** de rekening van de cloud provider ligt op de mat. Hoe kan het nou dat die zo hoog is? Moeten wij als bedrijf geen overzicht hebben van wat waarvoor gebruikt wordt en richtlijnen maken hoe om te gaan met IT resources? Het bedrijf begrijpt dat het noodzakelijk wordt om bewustwording te introduceren om bekwaam gebruik van resources te stimuleren.
- » **Bewust bekwaam:** ontwerpers en ontwikkelaars zijn gehouden aan duurzaamheidsprincipes waardoor er geen overmatig gebruik wordt gemaakt van IT resources maar er bewust wordt omgegaan met middelen vanuit een schaarsheid-principe. De kwaliteitsborging wordt geïmplementeerd in processen om de duurzaamheid van IT resources te garanderen.
- » **Onbewust bekwaam:** iedereen in het bedrijf houdt zich onbewust aan duurzaamheid principes omdat het normaal is. Men is intrinsiek gemotiveerd om zich aan deze principes te houden. Het zit in het DNA van het bedrijf!



5.2. Promoveren

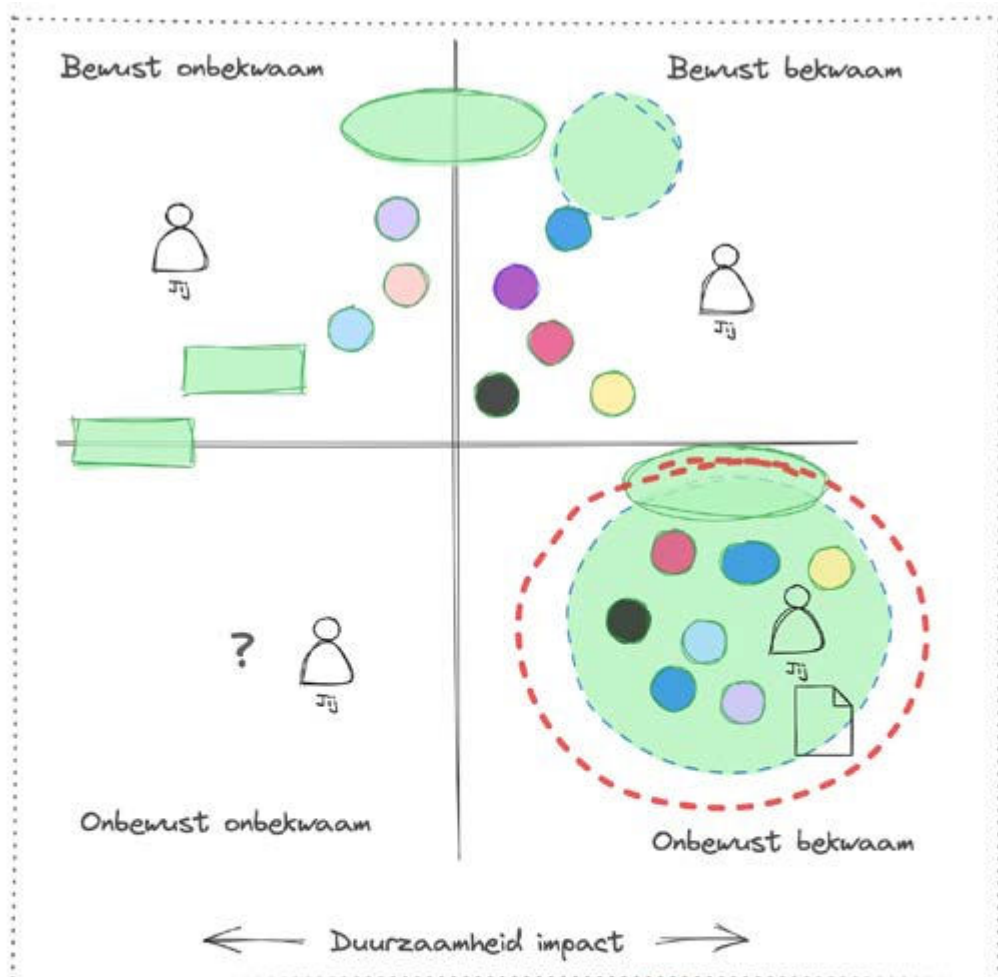
Als voorbeeld hebben we in het bekwaamheidsmodel de voorwaarden voor promotie door het model gezet.

- **Van onbewust onbekwaam naar bewust onbekwaam:** lees dit boekje.
- **Van bewust onbekwaam naar bewust bekwaam:** Een belangrijke stap waarbij de strategie voor duurzaamheid wordt ontwikkeld. Meer hierover in het hoofdstuk **Strategie voor duurzame IT** van Maaike Maranus van Conclusion. Verder implementeren we een gedragsmanifest en ontwerpen architectuur principes. Voorbeelden hiervan beschrijven we verderop in dit boekje en door het uitvoeren van de opdracht in het hoofdstuk 'vervolgstappen' word je getraind in het definiëren van de architectuur kaders voor een duurzame oplossing. Maar hoe implementeer je dit nu? De Sustainability IT Impact Assessment (SIIA) kun je gebruiken om een overzicht te maken van je acties en deze ook volgen. Hierover meer in het hoofdstuk verderop over de SIIA.
- **Van bewust bekwaam naar onbewust bekwaam:** onderga een cultuur verandering. Op het moment dat je elkaar binnen een organisatie kan aanspreken op het maken van duurzame keuzes ontstaat een zelfcorrigerend vermogen. Want we weten wel wat goede keuzes zijn, maar we zijn gemakzuchtig en vinden het lastig en te veel energie kosten om ons gedrag te veranderen.

5.3. Een praktische groei door het model

Vaak zie je dat in de bewustwording cyclus mensen gaan experimenteren en zich verder gaan verdiepen in de materie. En wat helemaal mooi is om te zien is dat onze duurzaamheid prospects al beginnen met een aantal voorzichtige maatregelen en oplossingen. Een ontwikkelaar die een stukje code toevoegt om duurzaamheid verbeteringen te identificeren of een infrastructuur specialist die begint met meten van energieverbruik van de servers....







Waarschijnlijk ben je al (onbewust) bezig met een aantal maatregelen. Alleen diegene die nog volledig onbewust bekwaam zijn weten nog van niets. Maar na het lezen van dit boek ben je bewust geworden van jouw verantwoordelijkheid als duurzame IT'er.

Je ziet dat in de verschillende stadia van het diagram al initiatieven genomen worden. Zo ben je na het lezen van dit boek meer gaan lezen over duurzame IT en neem je bewust al wat maatregelen zoals het uitzetten van je computer in het weekend of de files die je niet meer gebruikt gooi je weg...

Voordat je het weet ben je al bewust bekwaam bezig met het definiëren van architectuur principes voor jouw domein en worden de contouren voor een strategie voor duurzame IT al helder. In dit stadium ga je ook kijken naar tooling om je te helpen om meer inzichten te krijgen in het gedrag van je nieuw ontworpen applicatie. Hoeveel energie gebuikt deze eigenlijk en aan welke 'knopjes' kun je draaien om hier invloed op te hebben?

Als laatste stadium is de organisatie intrinsiek gemotiveerd en is het voor iedereen de normaalste zaak van de wereld om **sustainable by design** te hanteren.





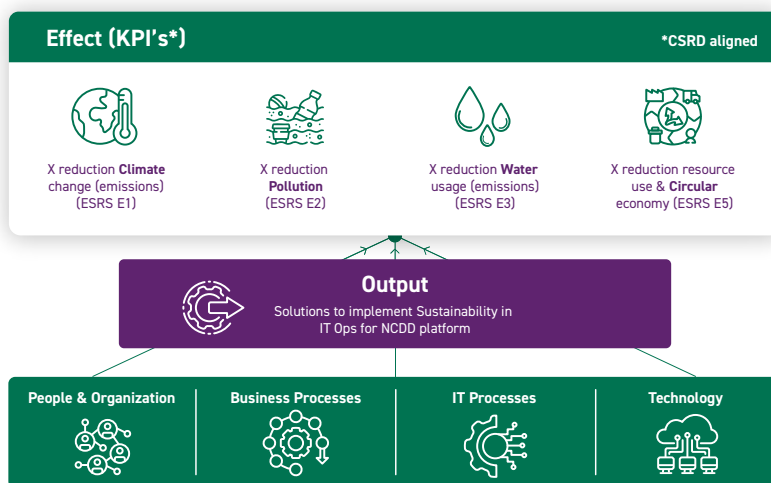
6. GreenOps

GreenOps, of 'Green Operations' kun je zien als een aanpak om de impact **van IT** op het milieu te verminderen. Vincent van Vliet (ABN AMRO Bank) definieert GreenOps als volgt:

"GreenOps is een bedrijfsmodel waarbij u de milieu-impact van uw informatie-technologieën beheert, inclusief de operaties om ze te ontwikkelen en te onderhouden."

Vincent van Vliet

De NCDD GreenOps werkgroep hanteert in het model drie dimensies: **People, process en technology**. In dit boek richten wij ons primair op de technologie, maar wij beschrijven ook de rol van de mens en zijn verantwoordelijkheden (people) en adresseren wij processen die randvoorwaardelijk zijn om duurzame IT ook daadwerkelijk te implementeren. Hetzelfde maar dan met andere woorden: Techniek wordt ontwikkeld en gebruikt door mensen binnen de context van de processen die gebruikt worden binnen de organisatie. Het is dus van belang om al deze aspecten mee te nemen.





Aan de onderkant van het model⁵ hebben we het over mensen en organisatie, bedrijfsprocessen, IT processen en technologie.

Om succesvol te verduurzamen zullen we deze 4 aspecten holistisch moeten benaderen. Je kunt bijvoorbeeld zeggen dat medewerkers ook een Chromeboek kunnen kiezen als werkplek (Chromebook is vele malen duurzamer dan een laptop), maar als de organisatie hier verder niet op ingericht is dan heb je er niets aan.

Een ander voorbeeld is een richtlijn om applicaties in containers te draaien, maar als de mensen geen tools krijgen en educatie gaat het niet werken.

Dat is waar het om gaat als we het hebben over de implementatie van GreenOps. In GreenOps is meten van duurzaamheids KPI's belangrijk. Je rapportages moeten transparant zijn en je wil deze gebruiken om te kunnen sturen op verduurzaming.

Het NCDD GreenOps Framework: Een routekaart naar Duurzamer IT

Het adopteren van een nieuw bedrijfsmodel zoals GreenOps kan voor veel organisaties een omvangrijke en complexe uitdaging zijn. Om te bepalen welk pad naar verandering het beste past bij jouw organisatie, is het noodzakelijk om een compleet beeld te hebben van de drie dimensies: **Mensen, Processen en Technologie**. Hier komt het GreenOps Framework in beeld, ontwikkeld in samenwerking tussen Conclusion, IBM en ABN AMRO. Dit framework fungeert als een wereldkaart die de volledige scope van GreenOps inzichtelijk maakt.

Het GreenOps Framework is gebaseerd op een veranderingsmodel dat beproefd is en dat een helder overzicht biedt van de componenten waaruit een IT-organisatie bestaat. Dit model is gecombineerd met de milieueffecten zoals beschreven in de *European Sustainability Reporting Standards (ESRS)*. Deze standaarden worden gebruikt binnen de *Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)*. Door deze elementen te integreren, ontstaat een overzichtelijke aanpak waarbij de milieu-impact van IT-operaties inzichtelijk worden.

⁵ <https://wiki.coalitieduurzamedigitalisering.nl/index.php/GreenOps>





Per ESRS zul je ten aanzien van je IT onder andere de volgende informatie moeten vastleggen:

- **ESRS E1: Klimaatverandering**
 - » Energiegebruik
 - » CO2 uitstoot
 - » Ecologische impact
- **ESRS E2: Pollution**
 - » Hardware scrapping
 - » Datacenter gebouw
- **ESRS E3: Water gebruik**
 - » WUE factor in het datacenter
- **ESRS E5: Reduction Resource use & circular economy:**
 - » Herinzetten van hardware (R-ladder)

Er dienen sleutelmomenten van besluitvorming over milieu-impact te worden ingebed in IT- en bedrijfsprocessen. Dit zorgt ervoor dat milieuoverwegingen niet worden overgeslagen, maar op het juiste moment (dus niet achteraf maar al van te voren) worden meegenomen in de besluitvorming. Om besluitvorming effectief te maken is het essentieel om medewerkers te mandateren om deze beslissingen door te kunnen voeren.

Een voorbeeld hiervan is het inzichtelijk maken van de klimaatimpact, zoals CO2-uitstoot, van een CRM SaaS-applicatie. Hiervoor moet worden gezorgd dat deze impact wordt meegenomen in de besluitvorming binnen het CRM bedrijfsproces onder welke voorwaarden deze applicatie al dan niet wordt geoperationaliseerd. Bijvoorbeeld wel of niet 7x24 uur beschikbaar.

Stel dat je besluit om de applicatie alleen gedurende kantooruren beschikbaar te stellen dan heeft dit impact op andere bedrijfsprocessen, denk aan CRM rapportages, beschikbaarheid van het call-center alleen tijdens kantooruren, etc.

Dergelijke keuzes hebben impact op IT-architectuur, inkoop- en DevOps-processen. Eenmaal ingebed in deze processen, is het belangrijk dat de medewerkers die hiermee werken over de juiste kennis, vaardigheden, gelegenheid en tools beschikken om de besluitvorming in de praktijk te brengen.





Er zijn echter nog veel meer routes en mogelijkheden te overwegen. De werkgroep NCDD GreenOps blijft werken aan het verder specificeren van deze routes, welke beschikbaar zullen worden gesteld via de NCDD WIKI.

Het GreenOps Framework is ontwikkeld door:

Jan Schraevesande – IBM

Maaïke Maranus - van de Vrande – Conclusion

Vincent van Vliet – ABN AMRO Bank

Rutger van IJendoorn – Conclusion

Claudia Hovius – Conclusion

Met het GreenOps Framework biedt NCDD een waardevolle gids voor IT-organisaties die hun ecologische voetafdruk willen verkleinen en duurzaamheidsdoelen willen verwezenlijken.

Voor meer informatie over GreenOps verwijzen we naar de wiki van de NCDD⁶.

⁶ <https://wiki.coalitieduurzamedigitalisering.nl/index.php/GreenOps>





7. Strategie voor duurzame IT

Wij zeggen wel heel makkelijk in het boek 'je moet een duurzaamheidsstrategie ontwikkelen voor IT', maar hoe doe je dat nu?

Tijdens een sessie van de NCDD (Nationale Coalitie voor Duurzame Digitalisering) waar wij als organisaties allebei deelnemer van zijn, ontmoetten wij Maaïke Maranus. Maaïke is Director Sustainability bij het bedrijf Conclusion, dat zich richt op digitale transformatie en IT dienstverlening en vanuit de duurzaamheidsstrategie een duidelijke focus op de twin transition⁷. Om het gesprek over een duurzame IT strategie te vereenvoudigen, ontwikkelden zij een sustainable IT model. Enorm waardevol, want dit is een mooi handvat om te gebruiken bij het zetten van de eerste stappen tot het vormen van een strategie voor duurzame IT.



⁷ <https://www.weforum.org/agenda/2022/10/twin-transition-playbook-3-phases-to-accelerate-sustainable-digitization/>





7.1. Aanleiding ontwikkeling model

Maaik aan het woord:

'Duurzaam ondernemen heeft een solide plek in de bedrijfsstrategie van Conclusion en een steeds prominenter plek in al onze bedrijfsprocessen. Niet omdat het moet maar omdat het bij ons past en we overtuigd zijn dat dit de enige manier is om relevant te blijven, nu en in de toekomst. En dus zijn we actief bezig met de duurzaamheidstransformatie. Van onszelf en ook die van onze klanten. We zien daarbij dat IT essentieel is bij het realiseren van duurzaamheidsdoelstellingen en – vraagstukken. Tegelijk zien we dat IT zelf negatieve impact heeft op mens en milieu. En dat deze impact kleiner kan en moet worden.

Daar gaat onze duurzaamheidsmissie en -visie over: de inzet van digitalisering en technische innovaties om een positieve bijdrage te leveren aan duurzaamheidsdoelen. Waarbij we ook de verantwoordelijkheid nemen om de IT zelf te verduurzamen. Dat is soms heel technisch en complex en soms kinderlijk eenvoudig. Tegelijk is IT een omvangrijk begrip. De 'IT' bij een bedrijf bevat hardware, applicaties, tools, dataopslag etc. Daarnaast is technologie lang niet de enige factor bij een transformatie, er spelen vele andere zaken mee, denk aan gedragsverandering, aanpassingen van bedrijfsstrategie, businessmodellen, processen en ga zo maar door. Ook raakt een transformatie meerdere 'lagen' van de organisatie. Hoe blijf je weerbaar, wendbaar en onderscheidend?

7.2. TWO-model (regulier)

Om te begrijpen waar de kracht van het Sustainable TWO-model ligt is het belangrijk om eerst te kijken naar het Conclusion TWO-model. Dit model ontwikkelde Conclusion vier jaar geleden om een raamwerk te kunnen bieden voor een digitale transformatie van complexe IT-landschappen van organisaties.

Kernelementen van het model zijn de drie pijlers van **Technologie, Werkwijze, en Organisatie (TWO) op de ene as**. Die pijlers zijn onlosmakelijk verbonden in het spectrum van verandering en digitalisering. Technologie effectief laten functioneren rust ook op de inrichting van je organisatie, de skills van je mensen en de cultuur die de verandering gaat dragen. **Mens, technologie en organisatie** sluiten op elkaar aan en versterken elkaar.





Op de andere as staan de **Weerbaarheid, Wendbaarheid en het Onderscheidende vermogen** van het bedrijf centraal. De weerbaarheidslaag analyseert de technologische basis van de organisatie, zoals de kritieke kern, de migratie naar de cloud, en de governance van de organisatie. Een wendbare organisatie is in staat om flexibel en snel processen om te schakelen om in te spelen op de veranderende markt, vaak met focus op data-gedreven werken en het behouden van een personeelsbestand dat aansluit op de toekomst van het bedrijf. Het onderscheidend vermogen van een bedrijf brengt het TWO-model in kaart door naar de activiteiten van organisaties te kijken die bijdragen aan innoveren en vernieuwen, bijvoorbeeld door nieuwe technologieën te verkennen en het hebben van een digitale strategie die goed aansluit bij de behoeften van de organisatie.

Op basis van de drie pijlers en drie assen zijn we in staat om een organisatie in negen onderdelen te verdelen, en daarmee een groot deel van de organisatie in kaart te brengen. De onderlinge afhankelijkheden tussen de onderdelen kunnen uiteindelijk ook het succes van een organisatie bepalen. Naast deze verdeling staat TWO ook voor 'samen'. Of anders gezegd, **'It takes two to tango'!**

Daaraan ligt de gedachte ten grondslag dat je als individu of team niet alles in huis kunt hebben voor de uitdagingen van vandaag en morgen. De permanent veranderende kennis en mogelijkheden maken dat bovendien onrealistisch. Transitie is altijd een samenspel van facetten, waarbij het vertrekpunt van iedere 'reis' anders kan zijn. Het TWO model omarmt dit ook.

7.3. TWO Sustainability: integratie van duurzaamheid en IT

Toen wij als Conclusion een mogelijkheid zagen om organisaties en bedrijven te helpen bij het transformeren naar Sustainable IT, was het dus geen moeilijk beslissing om dat op basis van het TWO-model te doen, maar dan specifiek gericht op de integratie van duurzaamheid binnen het IT-landschap.

Het Sustainable TWO-model dient dus als een raamwerk voor bedrijven die hun IT-operaties willen afstemmen op duurzamere praktijken. Het model helpt niet alleen bij het identificeren van 'laaghangend fruit'—eenvoudige, snel te implementeren acties die onmiddellijke voordelen bieden voor zowel de organisatie als het milieu, maar dient ook als overzichtelijk vertrekpunt voor een grotere IT-duurzaamheidsstrategie.





Want waar begin je als je de digitale transformatie wilt combineren met de duurzaamheidstransformatie? Wat is duurzame IT eigenlijk? En waar liggen de kansen? En misschien nog wel belangrijker: In hoeverre staat duurzaamheid binnen een bedrijf al op de IT agenda? Het wordt al heel snel een complex speelveld om te overzien.

Om de kansen van IT maximaal te benutten en om de IT zelf te verduurzamen, is het belangrijk eerst vast te stellen waar we het eigenlijk over hebben. Zodat de duurzaamheidsprofessionals en de IT professionals dezelfde taal te spreken. Het Conclusion Sustainable TWO- model structureert en versterkt de dialoog over duurzaamheid binnen IT-processen en -praktijken en creëert een gedeelde taal tussen duurzaamheidsspecialisten, de IT-afdelingen, en de business. Iedereen spreekt dus dezelfde taal, en dat stelt organisaties in staat om veel slagkracht te realiseren.

7.4. TWO MODEL

Een van de belangrijkste elementen van het TWO model is dat het omarmt dat een transformatie vaak niet bij A begint en via een logische roadmap naar B wordt gebracht. Een transformatie kan overal starten. Daarom maakt het niet uit waar je in het model begint. Ieder punt is goed. Het model helpt wel om het vertrekpunt in het grotere geheel te plaatsten. Dat maakt het kiezen van logische vervolgstappen makkelijker.

7.5. (Use case) Hoe werkt het?

Maar hoe werk je dan met het Sustainable TWO-model. Stel je voor dat jouw organisatie ambieert om over te gaan naar duurzame IT-infrastructuur. Je eerste stap is om 'demand based resource usage' (onderdeel van vlak 1 van het Sustainable TWO-model) te gaan toepassen. In plaats van altijd je IT-systemen op 100% capaciteit te draaien, schakel je over naar een capaciteitsplanning waarbij wordt gekeken naar het verbruik, en op basis daarvan worden middelen ter beschikking gesteld. Dit bespaart energie, wat zowel efficiënt als duurzaam is. Daarna wil je doorpakken op dit succes en een grotere transformatie begaan. Maar zo'n transformatie vraagt de nodige kennis en capaciteiten van een organisatie, en raakt vaak vlakken die niet altijd meteen duidelijk zijn. In een workshop kunnen dan mensen vanuit de business, het duurzaamheidsteam, en het IT-team samen met onze experts in kaart brengen wat de impact is van de verandering, en welke afhankelijkheden er spelen op basis van het Conclusion Sustainable TWO-model.





Je werkwijze moet bijvoorbeeld flexibel genoeg zijn om snel in te spelen op veranderende resource behoeften. Dit betekent dat je processen (vak 5) moet hebben die adaptief zijn en snel kunnen reageren op fluctuaties in de vraag. Daarnaast valt of staat het succes van je implementatie met een cultuur die innovatie en duurzaamheid ondersteunt (vak 6). Dit betekent dat medewerkers moeten worden opgeleid en gemotiveerd om op een nieuwe manier te gaan werken, en continu te blijven verbeteren, verduurzamen en innoveren. Bovendien moet er een duidelijke governance-structuur zijn die deze initiatieven ondersteunt (vak 3). Als er tijdens een transitie aspecten vergeten worden, dan kan dat leiden tot een verminderd succes van de transitie, hogere kosten, en verloren tijd.

Ook dan biedt het Sustainable TWO-model mogelijkheden door te identificeren waar de blokkades en kansen liggen. Samen kunnen we een gedetailleerde analyse maken van waar de blockers en boosters zitten. We onderzoeken of IT-projecten de nodige ondersteuning krijgen en of de huidige werkwijzen en processen aansluiten bij de duurzaamheidsdoelstellingen. Past de implementatie van 'demand based resource usage' bijvoorbeeld binnen de duurzaamheidsstrategie van het bedrijf (vak 9)? En is de IT-infrastructuur van het bedrijf wel klaar voor deze transitie (vak 1)? Of kan er beter eerst gekeken worden naar circulaire hardware, bijvoorbeeld van de laptops en telefoons die ter beschikking worden gesteld aan medewerkers?

Met het Sustainable TWO-model kunnen we niet alleen knelpunten identificeren, maar ook strategieën ontwikkelen om deze aan te pakken, zodat jouw organisatie succesvol kan overschakelen naar een duurzame IT-infrastructuur. We leveren na een grondige analyse dan ook concrete handvatten op, die alle betrokkenen herkennen en begrijpen. We hebben namelijk gezamenlijk het vetrekpunt gedefinieerd en snappen de afhankelijkheden.

7.6. Samenwerking en Co-creatie

Zoals het motto 'It takes two to tango' al suggereert, vereist succesvolle transformatie naar en implementatie van duurzame IT een gezamenlijke inspanning. Het Sustainable TWO-model faciliteert dit proces door verschillende onderdelen binnen een organisatie samen te brengen, waardoor een holistische benadering van duurzaamheid wordt gewaarborgd die verder gaat dan alleen technologische upgrades. Het fungeert als een brug tussen duurzaamheidsambities en technologische transformaties, essentieel voor elke vooruitstrevende organisatie die streeft naar een duurzame toekomst.'





We ontwikkelden dit niet om voor onszelf te houden.
Hopelijk helpt het vele bedrijven om duurzame IT te integreren in hun digitale strategie.
Dat is ook een duurzame gedachte!

Graag verwijst ik naar ons gepubliceerde duurzaamheidsverslag voor meer inzichten⁸.

SUSTAINABLE IT ROADMAP		TECHNOLOGY AS THE BOOSTER
C - DISTINCTIVE SUSTAINABLE INNOVATION		7. GENERATE SUSTAINABLE VALUE THROUGH INNOVATIVE TECHNOLOGY • Sustainable IT radar & partner ecosystem • Adopt sustainable IT via lean -start up and MVP development process • Twin transition: tap in innovative technology and data tot boost sustainability goals • Enable sustainable business models & platforms with emerging technology STATUS: ☐ To do ☐ Doing ☐ Done
	B - AGILE SUSTAINABLE BUSINESS TRANSITION	4. CREATE FACT -BASED SUSTAINABILITY INSIGHTS • Connect, integrate & automate ESG data sources for ESG performance management • Fact -based value chain ESG insights • Generate actionable insights in energy usage of IT landscape incl. renewable energy availability STATUS: ☐ To do ☐ Doing ☐ Done
	A - RESILIENT SUSTAINABLE FUNDAMENT	1. MIGRATE TO SUSTAINABLE IT INFRASTRUCTURE • Responsible architecture & design • Demand based resource usage • Sustainable cloud strategy • Application and data rationalisation, standardization & reduction • Sustainable IT hardware management STATUS: ☐ To do ☐ Doing ☐ Done

⁸ <https://www.conclusion.nl/confidential/nieuws/conclusion-duurzaamheidsverslag-2023>





WAY OF WORKING AS THE ACCELERATOR

8. INFUSE SUSTAINABILITY IN INNOVATION CULTURE

- New sustainable IT adaption process
- Embed sustainability success factors in innovations and experiments
- Involve material stakeholders in MVP development process
- Excel innovation via hackathons & incubators

STATUS: ☐ To do ☐ Doing ☐ Done

5. ACCELERATE SUSTAINABLE BUSINESS WITH DATA & IT

- Improve Sustainability performance based on factbased & actionable ESG insights
- Green software development
- DevSecSusOps
- Fit for purpose IT workload & resources management

STATUS: ☐ To do ☐ Doing ☐ Done

2. EMBED SUSTAINABILITY IN CRITICAL CORE

- Actionable insights in energy usage and renewable energy availability
- Sustainability by design in processes
- ESG data fundament in ERP-system
- Application and data lifecycle management

STATUS: ☐ To do ☐ Doing ☐ Done

ORGANISATION AS THE REINFORCER

9. STRATEGIZE & INTEGRATE SUSTAINABILITY

- Strategize material sustainability topics & align and integrate in corporate strategy
- Cascade corporate strategy to business strategies incl. operations
- Build and/or participate in multi disciplinair and cross sectoral sustainable ecosystems

STATUS: ☐ To do ☐ Doing ☐ Done

6. FOSTER A SUSTAINABLE CULTURE

- Invest in employee understanding of sustainable business & drive behavioural change
- Aid bottom-up sustainability initiatives
- Stakeholder interaction and participation
- Workforce diversity, equity and inclusion

STATUS: ☐ To do ☐ Doing ☐ Done

3. GOVERN & FINANCE SUSTAINABLE BUSINESS

- Integrate sustainability KPI's in GRC framework & (Agile) project portfolio management
- Senior KPI ownership and allocate budget & resources based on business strategies
- Compliance with sustainability regulations
- Sustainable vendor management

STATUS: ☐ To do ☐ Doing ☐ Done





8. Sustainable IT Impact Assessment (SIIA)

De NCDD heeft in juni de Sustainable IT Impact Assessment (SIIA) geïntroduceerd. De SIIA is een uitstekend middel om de stap te maken van "Bewust Onbekwaam" naar "Bewust Bekwaam". De SIIA helpt om ideeën concreet te maken en te implementeren. We hebben de SIIA daarom opgenomen in ons maturity kwadrant.

De SIIA en dit boek zijn complementair. Dit boek is vooral bedoeld om IT professionals bewust te maken van de impact van IT op duurzaamheid. De SIIA helpt je om dit concreet te maken en stappen te zetten. De SIIA is een algemeen raamwerk en dit boek helpt om het raamwerk te vullen. Hoe werkt dit samen?

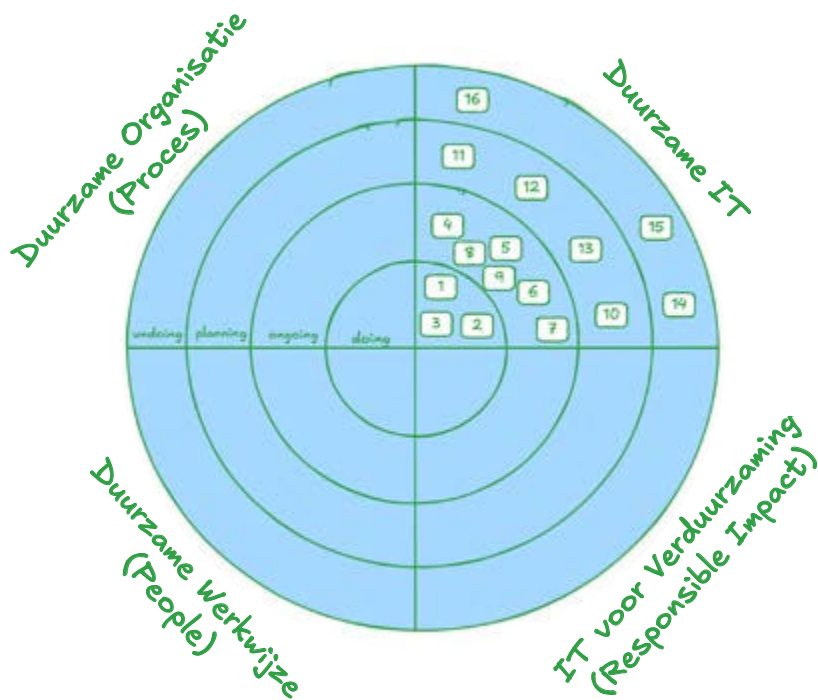
De SIIA kent een aantal tools, één daarvan is de SIIA-radar. De SIIA-radar kent 4 kwadranten:

1. **Duurzame Organisaties.** Lees hier het hoofdstuk "*Strategie voor duurzame IT*" van Conclusion (Maaïke Maranus).
2. **Duurzame IT.** Daar gaat dit boek over en werken we als een voorbeeld uit in de radar.
3. **IT voor verduurzaming.** Dit is het hoofdstuk "*Responsible Impact*". Wij hebben ons daarin beperkt tot een paar voorbeelden.
4. **Duurzame werkwijze.** In het hoofdstuk over "*People*" gaan wij hier op in. Je zult daar zeker ideeën kunnen vinden.

Onze focus is op de Duurzame IT. Maar hoe bepaal je nu welke activiteiten je daarin opneemt? Hier komt dit boek als een mooi hulpmiddel. De focus voor dit boek ligt op Duurzame IT, het tweede kwadrant van de SIIA Radar. Dit boek zal je inspireren om mogelijke activiteiten te identificeren. De SIIA onderscheidt verder een aantal fasen:

- **DOING**
- **ONGOING**
- **PLANNING**
- **UNDOING**





De activiteiten die nu in de SIIA staan zijn een voorbeeld van een specifiek bedrijf en zeggen je mogelijk niet zo veel. Om je te helpen starten geven we hier een aantal ideeën op basis van de voorbeelden uit ons boek. Omdat we deze voorbeelden hebben beschreven heb je gelijk de context van de activiteit. Dit is **stap 1** van de SIIA: *Maak een lijst van activiteiten die nodig zijn om te verduurzamen en plaats ze in de SIIA-Radar.*

Het onderscheid tussen Doing, Planning en Ongoing is in ons voorbeeld wat minder relevant. Maar Undoing is een mooie aanvulling. Het is verstandig om te stoppen met een aantal zaken.

DOING

1. Meten van energieverbruik
2. Implementeren van Applicatie Resource Management
3. Duurzame laptops op basis van RISC technologie ondersteunen (MacBook/Chrome)





ONGOING

4. Overgaan naar cloud native container technologie om de applicatie fotoprint te verkleinen. Bij voorkeur serverless.
5. Implementatie van lichtgewicht applicatie servers en VMs
6. Code validaties invoeren op basis van duurzaamheid (waar onder toegankelijkheid)
7. Retentie toepassen op alle file repositories
8. Clean-up day organiseren
9. Server bus concept implementeren

PLANNING

10. Duurzame architectuur principes selecteren en onderbrengen in het standaard governance proces
11. Analyse op de duurzaamheid van AI modellen uitvoeren
12. Batch scheduling implementeren voor het genereren van AI modellen
13. Auto scaling aanzetten voor applicaties

UNDOING

14. Stoppen met de virtuele werkplek
15. Stoppen met "Always on". Zowel voor servers als voor laptops.
16. Stoppen met SLA Gold als de default

Als je dit gedaan hebt volgt **stap 2: *Ga bij elke activiteit na hoe deze bijdraagt aan de verduurzaming en definieer KPI's.***

Stap 3: *Plan de activiteit.*

Stap 4: *Meet en documenteer de voortgang en update de Radar.*

In de voorbeeld casus die wij hebben gedefinieerd hebben we ook **stap 5** toegevoegd: *Vier en deel je succes!*

Een tweede aspect dat opvalt in de SIIA is de alignment met de ESRS standaarden (European Sustainability Reporting Standards). Dit zijn de standaarden die binnen de CSRD gerapporteerd moeten worden. De ESRS standaarden gaat veel breder dan de verduurzaming van IT alleen. Wij vullen dit alleen in voor het gedeelte rondom de verduurzaming van IT.

Om te starten met de SIIA kun je het best beginnen met het downloaden van het boekje: **Handreiking Sustainable IT Impact Assessment van de NCDD⁹.**

⁹ <https://coalitieduurzamedigitalisering.nl/sustainable-it-impact-assessment-siia>





9. Rapportages

In plaats van rapportages hebben we het vaak ook over rapportageverplichtingen. Rapportages worden nu eenmaal vaak als een verplichting ervaren. En verplichtingen daar houden we niet van. Het zet aan tot recalcitrant gedrag. Als het goed is bevatten de rapporten feitelijke informatie en de behoefte daaraan is groot. Want alleen op basis van deze feiten kunnen we de juiste maatregelen nemen om te sturen en daarmee data-gedreven te worden. Dit hebben we uitgebreid beschreven in ons boek.

We bespreken de CSRD en de Energiebesparingsplicht.

9.1. CSRD

CSRD staat voor Corporate Sustainability Reporting Directive. Het gaat erover dat bedrijven moeten rapporteren over hun duurzaamheidsdoelstellingen en resultaten. Dat gaat niet slechts over IT, maar over de hele bedrijfsvoering. Als je de rapporten leest dan zijn deze heel verschillend en je kunt ze niet met elkaar vergelijken. Hoe weet je nu of je samenwerkt met het meest duurzame bedrijf of niet?

Er komt dus standaardisatie aan (2026) om vergelijkingen mogelijk te maken en bedrijven ertoe aan te zetten duurzaamheid onderdeel van de bedrijfsvoering te maken.

Aan deze rapporten zitten twee IT aspecten:

De data waarover gerapporteerd wordt en de rapporten die gemaakt worden, worden meestal gedaan met behulp van IT systemen. Een voorbeeld van een rapportage tool die veel gebruikt wordt is Envizi.

De data *waarover* gerapporteerd wordt omvat ook IT. Bijvoorbeeld het stroomverbruik van datacenters. Daarover hebben we al voldoende geschreven in dit boek. Meten is weten, dat inzicht gaat helpen om steeds duurzamer te worden.



Uit onderzoek van KPMG¹⁰ blijkt dat meer dan 2000 bedrijven in Nederland en 49.000 in de EU vallen onder de CSRD richtlijn. Alle kans dat er ook voor jouw bedrijf werk aan de winkel is¹¹.

Wij zijn een klein beetje in de CSRD richtlijnen gedoken omdat dit wellicht voor jouw bedrijf een opstap kan zijn naar duurzame IT. Dit kan werken als katalysator voor Responsible Computing.

Materialiteit is een woord dat in het kader van rapportages veel terugkomt en wanneer je niet thuis bent in de auditing en accounting wereld heb je waarschijnlijk een heel ander beeld bij materialiteit dan wat er in rapportages wordt bedoeld. Bij ESG rapportages gaat het erom dat je rapporteert over de belangrijkste zaken (those that matter). Er wordt daarbij ook gesproken over dubbele materialiteit: de relevante impact van duurzaamheid op jouw organisatie en de relevante impact van jouw organisatie op duurzaamheid in de samenleving.

Er zijn een aantal standaarden aangegeven waarover je moet rapporteren. Deze standaarden zijn gegroepeerd rondom de ESG thema's. Het valt daarbij op dat het niet alleen over de environmental aspecten gaat, maar ook over sociale aspecten.

Ten aanzien van **Milieu** zijn de volgende rapportages vereist:

- **Klimaatverandering.** Hier geef je aan welke energie je gebruikt.
- **Vervuiling.** Denk hierbij aan lucht en watervervuiling. Een apart onderwerp waar aandacht voor is zijn microplastics.
- **Water.** Hoeveel water wordt er gebruikt. In Nederland hebben we meestal wel genoeg, maar dat geldt lang niet overal.
- **Biodiversiteit en ecosystemen.** Wat is de impact op het ecosysteem en tasten we bijvoorbeeld de natuur aan.
- **Materiaalgebruik en circulaire economie.** Dit gaat over de materialen die we binnen krijgen, verwerken en weer verkopen. Denk hierbij aan het gebruik van goud (3TG) voor het maken van computer chips.

¹⁰ <https://home.kpmg/nl/nl/home/topics/environmental-social-governance/corporate-sustainability-reporting-directive.html>

¹¹ <https://www.mvonderland.nl/wat-is-de-csrd-wet-en-hoe-ga-je-ermee-aan-de-slag/>





Ten aanzien van het **sociale** thema:

- **Eigen werknemers.** Wat zijn de werkomstandigheden van jouw medewerkers. Fysiek maar ook emotioneel.
- **De werknemers in de waardeketen.** Datzelfde maar nu voor de medewerkers in de hele keten.
- **Invloed op gemeenschappen.** Welke invloed heeft jouw bedrijf op de samenleving.
- **Klanten en eindgebruikers.** Denk hierbij aan privacy.

Op het gebied van **governance** gaat het over business conduct.

Naast deze drie thema's zijn er nog twee overstijgende rapportages:

- **Algemene eisen.** Deze bevatten de richtlijnen voor de rapportage. Hierbij moet je denken aan de identificatie van de stakeholders, de tijdslijn waarover gerapporteerd wordt, de identificatie van de waardeketen en nog een hele lijst meer.
- **Algemene toelichtingen.** Waar de algemene eisen vooral ingaan op hoe je moet gaan rapporteren, gaan de toelichtingen vooral over wat je moet rapporteren. Je moet bijvoorbeeld aangeven wie de belanghebbenden zijn. Dit kan de CSO zijn.

Er is veel informatie beschikbaar over de rapportages en wat erin moet komen te staan, maar het is een berg werk en vereist veel tijd en aandacht om tot een goed rapport te komen. We bevelen daarom ook aan om hiervoor mensen te betrekken die er echt verstand van hebben, hoe je dit allemaal kan opzetten. Er komt ook heel veel data bij kijken. Het is zaak om je informatiehuishouding (ja, dus ook je gestructureerde data) goed op orde te hebben! Maar als je deze informatie verzamelt en rapporteert kun je daar zelf ook een enorm voordeel bij hebben. Het kan leiden tot maatregelen om te verduurzamen! Dat is dan een mooie inleiding tot de energiebesparingsplicht.

9.2. De energiebesparingsplicht

De energiebesparingsplicht is de verplichting om energiebesparende maatregelen uit te voeren die een terugverdientijd van 5 jaar of minder hebben. Wanneer je je CSRD goed op orde hebt en inzicht hebt in de rapportages ten aanzien van klimaatverandering kun je ook beter inschatten welke maatregelen voor jou van toepassing zijn. Eens in de vier jaar moet je verplicht rapporteren. Nu bestaat er iets dat heet "Erkende Maatregelen Lijst (EML)¹²". Hier hadden we tot voor kort nog niet over gehoord, maar aangezien er nu een verplichting is wordt dit voor veel bedrijven plotseling relevant. Toch jammer dat er eerst een wet moet komen voordat we wat gaan doen. In die lijst staat bijvoorbeeld wat

¹² <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2023-11/erkende-maatregelenlijst-eml-2023-v-1-3.pdf>





een natlak spuitcabine kan doen. Nu hebben we ons nooit verdiept in natlak spuitcabines, maar ook drogen wordt genoemd. Dat kan ik snappen want mijn droger thuis kost best wel veel energie, misschien moeten we toch aan een warmtepompdroger. Maar ja een warmtepompdroger doet er 2-3 keer zo lang over, voor mij maakt het niet uit, maar als je je geld ermee verdient...

Terug naar de EML. Daar staan twee onderwerpen in die onze speciale aandacht hebben: **Serverruimte** en **Datacentrum**.

Serverruimte

Pas virtualisatie en consolidatie toe bij servers.

Stel geautomatiseerd energiebeheer in op servers.

Neem een laagbelaste Uninterrupted Power Supply (UPS) uit bedrijf.

Pas een buitenluchtklep toe voor koeling van de serverruimte.

Pas een energiezuinige koelinstallatie toe voor de koeling van serverruimten.

Breng een scheiding aan tussen de koude aanvoerlucht en de warme afvoerlucht in de datazaal.

Datacentrum

Stel een hogere koeltemperatuur in voor de koeling van servers.

Pas een frequentieregelaar toe om het vermogen van de zaalkoelers te beperken.

Pas vrije koeling toe bij de koelinstallatie in het datacentrum.

Opdracht: Zijn deze erkende maatregelen als constraints opgenomen in je architectuur of zou je deze kunnen omzetten naar architectuurprincipes?



PEOPLE



Duurzame IT technologie bestaat niet! Het is de mens die bepaalt hoe deze technologie wordt ingezet. Past hij/zij duurzame patronen toe of niet.....?

Er zijn veel rollen in de IT organisaties maar voor dit boekje hebben we er een aantal specifiek uitgelicht. Dit zijn rollen die mogelijk een grote impact kunnen hebben op het duurzaamheidsdossier. In dit hoofdstuk bespreken we daarom de rol van de IT Architect, de specialist, de product owner of product manager, de strategische rol van de Chief Sustainability Officer (CSO) en de medewerker. De IT specialist hebben we gesplitst in drie rollen: **de programmeur, de data scientist en de infrastructuur specialist.**

Het eerstvolgende plaatje is slechts een model dat weergeeft waar de focus ligt voor de verschillende rollen. Het is bedoeld om de discussie te starten betreffende de zwaartepunten van de aansprakelijkheid (accountability) van de verschillende rollen in onderstaand diagram. Dit kan helpen bij het opstellen van de profielen van medewerkers en hen bewust te maken van het belang van duurzaamheidsprincipes.

Deze verschillende rollen bepalen in grote mate de implementatie en realisatie van de duurzaamheidsaspecten met betrekking tot openheid, authenticiteit en accountability. Zij moeten dus het DNA al hebben om deze vervolgens als een olievlek in de organisatie te verspreiden. Jammer dat het woord 'openheid' niet met een 'a' begint dan hadden we er 3A van kunnen maken. De 3A's van het DNA, mooie titel.

De medewerkers worden als doelgroep wel beschreven in dit boek maar staan niet in de tabel. Zij zijn de gebruikers van de systemen. Zijn dit gelukkige gebruikers of neemt de ver doorgevoerde automatisering hun werkvreugde weg? Welke verantwoordelijkheid hebben bedrijven ten aanzien van hun medewerkers (gebruikers) bij het ontwikkelen van IT systemen. Is werkvreugde een onderwerp waarnaar gekeken wordt of wordt er alleen gekeken naar efficiency?





Domeinen Rollen	Data center	Infra- structuur	Code	Data Gebruik	Systems	Impact
Architect: Business						
Architect: Applicatie						
Architect: Infrastructuur						
IT Specialist: Programmeur						
IT Specialist: Data Scientist						
IT Specialist: Infrastructuur						
Product Owner						
CSO						

Jullie, wij allemaal....we moeten onze verantwoordelijkheid nemen en onze talenten inzetten om IT duurzamer te maken. Als IT professional kun je grote impact maken.





10. De IT Architect: Ontwerper van duurzaamheid

Dit boek is geschreven door IT-architecten. Diegene die ons 'verdacht' vinden zullen denken dat we voor eigen parochie spreken en dan bespreken we deze rol ook nog eens als eerste in dit hoofdstuk! Je zou ook kunnen denken dat wij als architecten aansprakelijkheid willen accepteren in het ontwerpen van IT-systemen die duurzaamheid by design meenemen.

Het is maar hoe je ernaar kijkt, maar wij vinden dat architecten een sleutelpositie hebben als het gaat om het adresseren en ontwerpen van duurzaamheid als kwaliteitsaspect van IT-systemen. We hebben samen met Pim van Asch, sustainability manager bij Conclusion ook een podcast¹³ opgenomen over de rol van de architect.

Voor diegene die geen IT-architect zijn en voor die architecten die moeite hebben om hun rol uit te leggen, wat is de rol van een IT-architect? In deze rol ben je er verantwoordelijk voor dat een IT-systeem voldoet aan de specificaties van de opdrachtgever, met inachtneming van "alle" eisen van andere belanghebbenden.

Wat bedoelen we hiermee? Een opdrachtgever wil een systeem laten bouwen dat moet voldoen aan een aantal functionele specificaties. Verder zal de opdrachtgever (hopelijk) ook nog een aantal non-functional requirements hebben. Denk hierbij aan beschikbaarheid van het systeem of de snelheid. Daarnaast zijn er nog andere belanghebbenden, bijvoorbeeld de beheer organisatie, security en een data privacy officer. Een architect is een persoon die het geheel overziet en de balans zoekt tussen de eisen van de verschillende belanghebbenden. Die eisen kunnen tegenstrijdig zijn. Bijvoorbeeld het systeem moet eenvoudig te bedienen zijn maar ook veilig. Een architect schrijft de mogelijke keuzes op en neemt een beslissing met een motivatie (de zogenaamde architectuur beslissing) en laat deze bekrachtigen door een architectuurboard.

¹³ <https://youtu.be/e4GhNMLV-PY>





Een tegenstrijdigheid zou ook in lange termijn doelstellingen vanuit een bedrijfsstrategie versus de korte termijn doelstellingen van een project kunnen zitten. Denk aan de bedrijfsstrategie om in 2025 CO2 neutraal te willen zijn versus een project dat zoekt naar een zo goedkoop mogelijke vervanging van het wagenpark. Een architect heeft veel oog voor die lange termijn doelstellingen en wordt daarom wel eens ervaren als een “pain in the ass” als er snel even iets gebouwd moet worden. Helaas zijn er heel wat situaties bekend van bedrijven die hadden gewild dat ze beter hadden geluisterd naar de architect met die lange termijn doelstelling.

Het middel dat gebruikt wordt om bedrijfsdoelstellingen te borgen zijn de architectuur principes. Deze principes zijn een afgeleide van de bedrijfsstrategie en zorgen ervoor dat het IT-systeem dat gerealiseerd wordt ook op langere termijn past in de doelstellingen van het bedrijf en op het gebied van technologische ontwikkelingen.

Waarschijnlijk voel je het nu wel aankomen: duurzaamheid is onderdeel van de bedrijfsstrategie of zou dat moeten zijn, maar wij observeren dat er op project niveau niet of nauwelijks eisen worden gesteld aan het op te leveren product op het gebied van duurzaamheid.

Dus architect, maak je borst maar nat, de duurzaamheidsprincipes resulteren in nog meer eisen waar het systeem aan moet voldoen!

Als we bovenstaande taken koppelen aan de zes waarden die genoemd worden in het Responsible Computing raamwerk dan vraagt dat nogal wat van de instelling, de mindset en de betrokkenheid van de architect. De architect moet rekening houden met inclusiviteit, circulariteit, openheid en daarnaast authentiek zijn en aansprakelijkheid accepteren. Zijn of haar rol als trusted advisor is hiermee belangrijker geworden dan ooit.

Verder vereist het ontwerpen van een duurzaam systeem een brede kennis over de werking van software, hardware, netwerken en datacenters om ervoor te zorgen dat de totaaloplossing duurzaam is. Daarnaast moet het systeem voldoen aan wet- en regelgeving zodat er een systeem gemaakt wordt dat ook ethisch verantwoord is. Voor iedere rol, maar zeker voor die van de architect een ware uitdaging!

Het doel van dit hoofdstuk is om duurzaamheid concreet te maken voor de architect.

10.1. Duurzaamheid als non-functional requirement

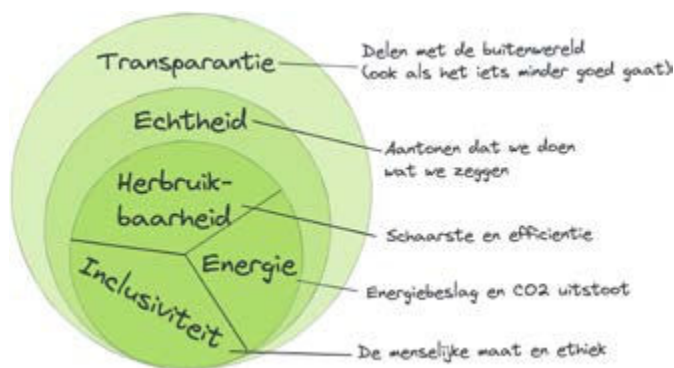
Er zijn diverse standaarden als het gaat om het in kaart brengen van de kwaliteitseisen van een IT systeem. ISO9126 is één van de bekendere, maar deze zien wij niet vaak toegepast, waarschijnlijk omdat deze wat minder toegankelijk is.

IEEE 830-1993 geeft ook een lijst met non-functional requirements. Binnen jouw bedrijf wordt er mogelijk een andere standaard gehanteerd. Zo zien we bijvoorbeeld binnen de Nederlandse overheid het gebruik van NORA (Nederlandse Overheid Referentie Architectuur) met een eigen begrippenkader en definitie van kwaliteitseisen.

Binnen deze standaarden zijn diverse categorieën die impliciet duurzaamheidsprincipes ondersteunen. ISO9126 kent bijvoorbeeld usability als kwaliteitsaspect. Usability zou ook inclusiviteit moeten bevatten. Wat betreft Nora, is 'Duurzaam' één van de doelen:

"Overheidsdienstverlening levert zo min mogelijk belasting op het milieu en onze leefomgeving. Dit leidt tot lagere emissies, minder verbruik van grondstoffen, energie en een positieve bijdrage aan de leefomgeving"¹⁴.

We hebben ervoor gekozen om de kwalitatieve duurzaamheidsaspecten los van een raamwerk te benoemen. Onze suggestie is om de aspecten die we noemen mee te nemen en een plek te geven binnen het raamwerk dat jouw organisatie gebruikt. We zien dat deze kwaliteitseisen een afgeleide zijn van de (principes) waarden die in onze optiek ieder bedrijf zou moeten hebben. Verder hebben we niet de illusie compleet te zijn met deze lijst, maar wel bijna.



Vijf kwaliteitsaspecten in het kader van duurzaamheid

¹⁴ [https://www.noraonline.nl/wiki/Duurzaam_\(Doel\)](https://www.noraonline.nl/wiki/Duurzaam_(Doel))



10.2. Transparantie

Bij transparantie gaat het erom dat wij van tevoren bepalen welke informatie we *naar buiten moeten brengen* zodat onze belanghebbenden een eerlijk beeld krijgen van de duurzaamheid van ons gerealiseerde systeem. We kennen de uitdrukking: “Wie eerlijk is heeft niets te verbergen”. Bij transparantie gaat het er ook om dat je laat zien wat belanghebbenden nodig hebben om te beoordelen of je hebt waargemaakt wat je hebt beloofd of niet. Transparantie is een kwetsbare en leerbare opstelling. Waarom is het niet gelukt? Wat kunnen we ervan leren? Wat moet de volgende keer anders?

Het gaat daarbij niet alleen om het resultaat, maar ook de manier waarop. Stel je bouwt een energiezuinig stadion en je haalt de doelstellingen, ben je dan transparant? Wat is de prijs op het gebied van duurzaamheid die betaald is met de bouw?

Wanneer we een systeem ontwerpen moeten we transparantie meenemen en niet achteraf toevoegen. Een transparant systeem levert informatie aan de buitenwereld. Dit kan monitoring informatie zijn over het energiegebruik. Dit kunnen de datasets en algoritmen zijn die zijn toegepast in het systeem. Transparantie geldt ook voor de gebieden waar je nog niet bent maar waar je in de toekomst zou willen staan. Transparantie geldt ook voor de gebieden waarover je niet transparant wilt of kunt zijn.

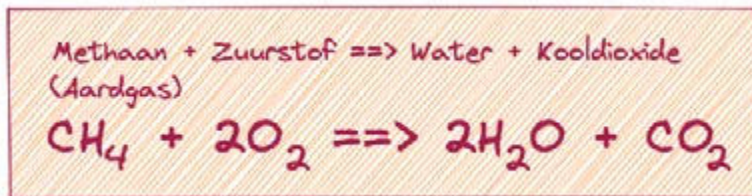
Dit zou kunnen leiden tot de volgende set aan requirements:

- **Duidelijkheid waarvoor een applicatie bedoeld is en liefst zonder bijbedoelingen.**
Als je op Google zoekt naar schoenen en je krijgt vervolgens allemaal ads over schoenen dan is zoeken op het Internet niet het (enige) doel van Google. De opzet van GDPR is om de gegevens van gebruikers te beschermen en alleen daarvoor te gebruiken waarvoor ze bedoeld zijn. Je geeft “consent” op het gebruik. We zien helaas veel toepassingen waar je eerst consent moet geven, voordat je toegang tot informatie krijgt of sites waar je persoonsgegevens achter moet laten om een document op te halen zodat ze je later kunnen spammen met diverse reclames.
- **Meten is weten!** Onderbrengen van monitoring data die gerelateerd is aan duurzaamheid. Er is vaak veel systeeminformatie op te halen over het gebruik van hardware en software.
- **Een ander goed voorbeeld is het verzamelen van doorlooptijden van je toolchain.**
Er is een relatie te leggen tussen de duur van je compilatie en het testen en de efficiëntie van je applicatie.
- **Ethisch gebruik van AI.** Zoals beschreven in ons vorige oranje boekje kun je AI gebruiken om beslissingen te nemen die consequenties kunnen hebben op het leven van mensen. Je zult je moeten verantwoorden over het hoe en waarom van de keuzes. Hierover meer in het hoofdstuk **Responsible Systems**.



10.3. Energieverbruik

Het mooie van IT is dat het op elektriciteit draait en dus in de operatie geen fossiele brandstoffen nodig heeft... Toch is elektriciteit grotendeels evenredig met CO2 uitstoot.



Het grootste gedeelte van de energiecentrales in Nederland draait namelijk op gas. Nu kun je je datacenter op groene stroom draaien, maar uiteindelijk is van de opgewekte energie ruim 10% groen en de rest is grijs. Dus die 10% is schaars en moeten we uiteindelijk ook met z'n allen delen. Dus rechtsom of linksom, energie is een kostbaar iets waar je zuinig mee om moet gaan. De volgende requirements kunnen we hieraan toekennen:

- efficiëntie van de hardware
- productie van hardware
- efficiëntie van het datacenter
- efficiëntie van code

Tot slot willen we hier nog schaalbaarheid noemen. Als het gaat over schaalbaarheid als non-functional requirement dan bedoelen we daarmee dat bij een fluctuerend aantal gebruikers of verzoeken het systeem dit aan kan door horizontaal of verticaal mee te schalen. Als het gaat om energieverbruik bedoelen we juist afschalen en uitzetten van systemen die minder of niet meer gebruikt worden.

10.4. Herbruikbaarheid

De cyclische economie, wellicht beter bekend als het Cradle 2 Cradle (C2C) concept¹⁵. Het concept beschrijft de manier om een product te ontwikkelen dat hergebruikt kan worden eventueel in een ander toepassingsgebied. Stel je eens voor dat een computersysteem dermate modulair is opgebouwd dat de kast, de voeding en bekabeling hergebruikt kunnen worden. Dat het moederboard ook de volgende generaties CPU's

¹⁵ Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things, Michael Braungart en William McDonough



aankan en dat de oude datacenter CPU's zeer geschikt zijn om te gebruiken in de auto-industrie (die momenteel te maken heeft met een chip tekort). Het lastige voor ons als architecten is dat wij die computer niet ontwerpen, want daar begint het. De computer moet ontworpen worden met herbruikbaarheid als basis.

Toch kunnen we bij de selectie van hardware minimaal kijken naar herbruikbaarheid daarvan en er zijn wel degelijk leveranciers die niet de hele computer vervangen maar uitsluitend de processoren.

- Kies infrastructuur die hergebruikt kan worden.
- Koop alleen van leveranciers die geleverde apparatuur weer innemen en verantwoord verwerken.
- Maak gebruik van modulaire code. Code schrijven en produceren kost ook energie. Code die hergebruikt wordt, hoeft niet meer gebouwd te worden. De besparing zou je bijvoorbeeld kunnen inzetten om de code te optimaliseren.

10.5. Inclusiviteit

In het begin van het hoofdstuk hebben we het al even genoemd. We moeten rekening houden met de gebruikers van de systemen die we als architect ontwerpen. We houden wellicht nog rekening met mensen die een lichamelijke beperking hebben zoals mensen met een gehoorbeschadiging of slechtzienden, maar te vaak gaan we ervan uit dat de gebruiker comfortabel is met een computer en applicaties.

Binnen de overheid hebben we te maken met een tegenstrijdigheid: mensen die recht hebben en gebruik maken van diverse toeslagen kunnen dit aanvragen via Internet sites. Maar de mensen die gebruik maken van die toeslagen zijn veelal mensen die juist moeite hebben om om te gaan met deze moderne middelen.



Inclusiviteit speelt ook een belangrijke rol bij de implementatie van geautomatiseerde processen waarin beslissingen genomen worden op basis van bedrijfsregels of AI modellen. Hoe gaan we om met de uitzonderlijke situatie die net niet binnen de regel valt? Hebben we voldoende data om ons model te trainen? Om iedereen gelijk te behandelen stelt de overheid wetten op. Die wetten zijn vaak heel goed voor het gemiddelde, maar niemand is gemiddeld, ook niet de mensen die we in het voorbeeld noemden die recht hebben op toeslagen.





10.6. Echtheid

Wanneer we een business case maken om een project te verantwoorden dan zien we over het algemeen twee dingen gebeuren. Ten eerste is de business case rooskleuriger dan de werkelijkheid. We denken dat het nieuwe product dat we op de markt zetten 100.000 keer verkocht gaat worden. Meestal is het minder, soms meer. We denken dat de kosten om het product te maken 1 Mio is. Meestal is het meer, eigenlijk nooit minder. Het tweede dat we zien is dat een business case achteraf niet of nauwelijks gebruikt wordt om te controleren of onze berekening klopte. Gedane zaken nemen geen keer. Maar kunnen we er dan wel van leren?

Als het gaat om echtheid als non-functional requirements dan gaat het erom dat we aantonen dat we waarmaken wat we beloofd hebben. Een definitie voor echtheid in deze context is het op een *holistische manier aantonen door te meten*. Echtheid (authenticiteit) is een begrip dat juist in de context van duurzaamheid gebruikt wordt omdat het een cultuuraspect weergeeft. We moeten daarbij van tevoren nadenken over de meetbaarheid van duurzaamheid om deze ook achteraf aan te tonen.

Bijvoorbeeld:

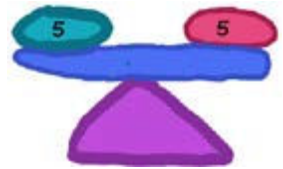
- we hebben gebruik gemaakt van een AI Model en we moeten aan kunnen tonen dat we de juiste data gebruikt hebben, welk algoritme toegepast is en hoe dat algoritme tot resultaten komt.
- iedere keer dat we in productie gaan met een nieuwe release gebruikt de applicatie 5% minder stroom. Dat betekent bijvoorbeeld dat bij Agile Development in de laatste sprint een analyse en optimalisatie wordt gedaan op stroomverbruik.
- bij het lifecycle management van onze storage moet het energieverbruik van de nieuwe storage 15% lager zijn.

Het kan zijn dat je ondanks het stellen van meetbare criteria het niet lukt om deze te halen. Met echtheid gaat het er vooral om dat je eerlijk rapporteert over deze doelstellingen en het niet mooier maakt dan het echt is. Echtheid en transparantie hebben veel met elkaar te maken. Waar transparantie aangeeft wat er gedeeld moet worden geeft echtheid de juistheid daarvan weer.



10.7. Prioriteren om te kunnen balanceren

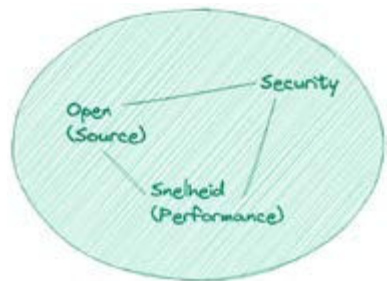
Als architect moet je keuzes maken. De non-functional requirements matrix is een hulpmiddel waarbij de requirements worden geprioriteerd. Je doet dit samen met al je stakeholders. Je geeft aan met een factor tussen 0 en 10 hoe belangrijk een requirement is. De prioritering helpt met het maken van keuzes. Interessant om te zien hoe hoog duurzaamheid scoort!



Het is niet altijd zo dat de non-functional requirements tegenover elkaar staan. Juist in het kader van duurzaamheid zien we drie non-functional requirements die elkaar juist versterken:

- open source
- security
- performance

Open(source) systemen zijn modulair opgezet en het gevolg is dat de modules efficiënt zijn. Ze doen wat ze moeten doen. Dus de minimale code zorgt voor maximale performance en daarmee verhoogde duurzaamheid.



Minimale systemen die alleen doen wat ze moeten doen zijn daardoor ook minder kwetsbaar voor 'tampering'. Een voorbeeld hiervan is container technologie. Docker is een bekende container technologie omgeving die zowel voorziet in applicatie "build" alsmede het draaien van de applicaties ("run"). Door de "build" en de "run" omgevingen uit elkaar te trekken krijg je twee kleinere omgevingen met één specifieke taak die efficiënter en veiliger is.

Een klein voorbeeldje. Red Hat heeft ervoor gekozen om binnen OpenShift niet Docker maar CRI-O als container technologie te gebruiken. Met Docker bouw je en run je applicaties. CRI-O kan alleen maar runnen. De runtime is dus efficiënter, maar ook minder kwetsbaar want build commando's bestaan niet waardoor er niet mee 'gerotzoid' kan worden (tampering).



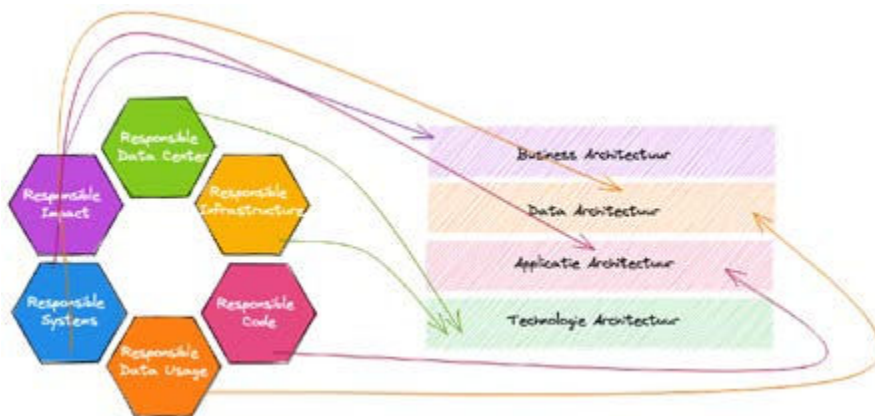
10.8. Architectuurdomeinen en het raamwerk

In het Responsible Computing raamwerk zijn zes domeinen gedefinieerd. Vanuit TOGAF en architectuur rollen onderscheiden we een viertal hoofddomeinen:

1. Business Architectuur
2. Data Architectuur
3. Applicatie Architectuur
4. Technologie Architectuur

De zes Responsible Computing domeinen zijn goed te relateren aan de TOGAF-architectuur domeinen. Dit kan enerzijds helpen om je duurzaamheidsverantwoordelijkheden binnen je rol af te bakenen. Anderzijds kan het helpen om de zes Responsible Computing domeinen beter te positioneren. De Enterprise Architect is verantwoordelijk voor de consistentie tussen domeinen.

We zien de mapping als volgt:



10.9. Zes Enterprise Architectuur principes voor duurzaamheid

Architecten werken graag en veel met architectuurprincipes. Deze zijn afgeleid van de bedrijfsstrategie en zetten de kaders voor oplossingen. Binnen de NCDD is een werkgroep actief die zes Enterprise Architectuur (EA) principes heeft gedefinieerd die wellicht ook voor jouw organisatie behulpzaam kunnen zijn.



Deze zijn:

1. Duurzaamheid kan en mag hogere kosten rechtvaardigen;
2. Bekijk IT duurzaamheid vanuit het perspectief van de volledige levenscyclus;
3. Zorg voor continue verbetering van de omvang van de infrastructuur en streef naar optimale resource-efficiëntie;
4. Erken verschillende impacts en statistieken van datacenters;
5. Duurzaamheid kan innovaties stimuleren en zelfs vereisen;
6. Gedegen software(ontwerp) zorgt voor resource-efficiëntie en energie-optimalisatie.

Deze principes zijn gezamenlijk ontwikkeld door domeinexperts om praktische, uitvoerbare richtlijnen te bieden voor het integreren van milieu-, sociale en economische duurzaamheidsoverwegingen in strategische IT-besluitvorming. Elk principe is gestructureerd volgens het standaard TOGAF format, bestaande uit

- naam,
- verklaring,
- onderbouwing,
- implicaties en
- referenties

Dit maakt het herkenbaar en daarmee eenvoudiger om te implementeren binnen jouw Enterprise Architectuur. Voor meer informatie, lees het Position Paper – Enterprise Architecture Principles for Sustainability¹⁶.

Auteurs:

Mohamed Ali - VodafoneZiggo

Markus Funke- VU Amsterdam

Joost van Lier - Highberg

Wiebren van der Zee – ABN AMRO Bank

Jules van den Berg - Highberg

Bij de diverse domeinen vind je ook voorbeelden van domein principes. Deze kunnen afgeleiden zijn van de hiervoor genoemde EA principes.

¹⁶ <https://coalitieduurzamedigitalisering.nl/wp-content/uploads/Position-Paper---Enterprise-Architecture-Principles-for-Sustainability.pdf>





11. De IT Specialist: duurzaamheid in uitvoering

Een collega van ons heeft eens gezegd dat iedere IT specialist assembler moet kunnen schrijven, alleen zo kan je doordringen tot het hart van de computer, deze echt begrijpen en alle resources optimaal gebruiken.

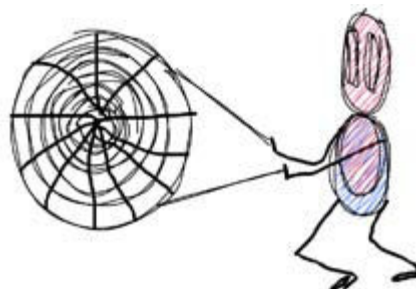
```
BBIT2 BIT 2,A
JR NZ, END
LD A,#F0
LD BC, (#0C14)
LD HL, (#0C16)
CALL LINKS
LD (#0C14), BC
JP BEGIN
NCP
```

Daar waar de architect verantwoordelijk is op het toezien dat duurzaamheidseisen expliciet worden gedefinieerd voor een systeem, is de specialist verantwoordelijk om ook daadwerkelijk de gedefinieerde oplossing te realiseren. Het gaat verder: de specialist is niet alleen verantwoordelijk om deze specificaties te realiseren, hij of zij is ook verantwoordelijk voor de *manier waarop* de oplossing gerealiseerd wordt.

Het is vergelijkbaar met de woningbouw. De architect geeft aan welke materialen en bouwblokken er gebruikt worden om de woning optimaal te isoleren en deze zo energiezuinig mogelijk te maken. Hij maakt detailtekeningen van bijvoorbeeld koudebruggen waarin staat hoe deze voorkomen of geminimaliseerd kunnen worden. Een koudebrug, ook wel thermische brug genoemd, ontstaat doordat er een onderbreking is in de isolatielaag van de woning. Maar als het op dit detail aankomt is de praktische ervaring van de aannemer onontbeerlijk. Kan wat de architect bedacht heeft wel gerealiseerd worden? De aannemer bouwt, hij heeft het gereedschap in handen.

Specialisten hebben, net als beheerders veel macht op hun terrein. In de film Spiderman zegt oom Ben tegen Peter Parker (Spiderman):

“With great power comes
great responsibility”.





Het is soms een dunne lijn tussen het misbruiken of juist goed gebruiken van die machtspositie. Toch vinden wij dat wanneer een bedrijf onethische systemen bouwt de specialisten geen struisvogels mogen zijn!

Ook wanneer een bedrijf schaarse resources verkwanselt MOET de specialist zijn of haar accountability (lees aansprakelijkheid) accepteren.

11.1. Het Manifesto van de Duurzame Specialist

We zien dus dat de verantwoordelijkheden van de specialist verbreden. Naast de bestaande verantwoordelijkheden is de specialist verantwoordelijk om een duurzaam systeem te bouwen en het systeem duurzaam te bouwen. We hebben daarom een gedragsmanifesto opgesteld waar de duurzame specialist zich in zal herkennen:

- **Ik eis duurzaamheidsrequirements.** Een specialist wil weten hoe hij zo duurzaam mogelijk kan bouwen. De oplossing moet ethisch verantwoord zijn en efficiënt met schaarse resources omgaan.
- **Ik volg duurzaamheidsprincipes.** De architect definieert samen met de business duurzaamheidsprincipes die de doelstellingen van het bedrijf ondersteunen in de context van de organisatiecultuur. De specialist zal deze principes volgen, ook als druk vanuit de operatie toeneemt om wegen af te snijden en gevraagd wordt om principes niet te strak te hanteren maar meer als richtlijnen te beschouwen. Naar de geest van de wet zeg maar...



Manifesto van de duurzame IT Specialist





- **Ik bouw op een duurzame manier.** Duurzaamheid toepassen op de manier waarop gebouwd wordt. Vergelijk bijvoorbeeld de bouw van een datacenter. Deze zijn veelal van beton en esthetisch niet om over naar huis te schrijven. Er bestaan echter alternatieven voor beton en waarom zou je ook niet aandacht geven aan de buitenkant van een pand om bijvoorbeeld horizonvervuiling te voorkomen? De manier waarop een infrastructuur of een applicatie wordt gebouwd wordt door specialisten voortaan duurzaam gedaan.
- **Ik lever een duurzaam systeem.** Het actief managen van duurzaamheidsrequirements vanuit de business tot een succesvolle implementatie van het systeem. Specialist weten ook wat de uiteindelijke bedoeling is van het systeem. *"Mijn naam is haas, en ik weet nergens van"* doen we niet aan. Zij zijn aansprakelijk.

In een duurzame wereld wordt de verantwoordelijkheid voor de specialist dus groter. Om duurzaamheidskeuzes te maken, heb je meer kennis nodig dan alleen programmeren, modellen bouwen of infrastructuur realiseren. Waar de specialist eerst de gebruiker was van een omgeving, wordt hij nu mede-eigenaar. Laten we een voorbeeld geven om dit te verduidelijken.

Je hebt de mogelijkheid om een auto te leasen of zelf aan te schaffen. Als we generaliserend naar het verschil tussen eigenaar en gebruiker kijken zien we het volgende gedrag:

Eigenaar van de auto (privé)	Gebruiker van de auto (lease)
Rijdt efficiënt (de eco stand en meest economische route).	Staat altijd in de sportieve stand. Rijdt net iets harder dan toegestaan. Tijd is geld.
Zet in waar nodig.	Zet in waar mogelijk.
De fiets is een optie.	Heeft geen fiets.
Tanken kost geld.	Tanken kost tijd maar levert wel spaarpunten op!
Onderhoud verlengt de levensduur.	Onderhoud is verplicht door de leasemaatschappij.





Eigenaar van de auto (privé)	Gebruiker van de auto (lease)
Kilometers verkorten de levensduur.	Kilometers geven eerder zicht op een nieuwe auto.
Vermijdt iedere schade.	Vermijdt meer dan één schade per jaar.
De auto moet efficiënt zijn en zuinig rijden.	De auto moet mooi zijn.
Weet hoe de auto werkt.	Weet hoe je de auto bedient.
Bij warm weer: ARKO (Alle Ramen Kunnen Open).	Als het heet is ga ik in de auto zitten en zet de airco aan.
Wast de auto regelmatig en houdt de banden op spanning.	Wast de leaseauto bij inleveren.

Hoewel dit natuurlijk wat overdreven is, zit er een duidelijke boodschap in; de eigenaar voelt zich veel meer betrokken bij de auto zelf, de eigenaar wil begrijpen wat er onder de motorkap gebeurt om de juiste beslissingen te nemen. De duurzame specialist begrijpt wat de impact is van de code op de processor of de impact van de keuze tussen een router en een switch.

De Responsible Computing waarden gaan over authenticiteit en accountability. Dat is precies waar dit ook over gaat. Van de moderne specialist mag worden verwacht dat deze aansprakelijkheid (eigenaarschap) accepteert voor zijn code, infrastructuur en modellen en de duurzaamheidsprincipes ter harte neemt.

De huidige specialisten opleidingen zijn veelal ingericht op een manier waarop de leaserijder zijn auto gebruikt. Opleidingen moeten aandacht besteden aan de gevolgen van de keuzes die specialisten maken bijvoorbeeld ten aanzien van het gebruik van de hardware.

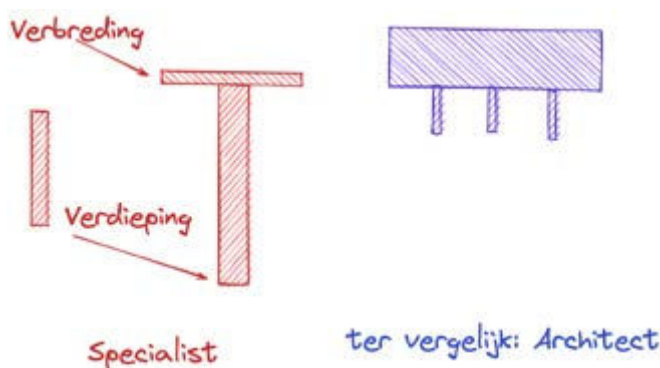
11.2. Verbreden of verdiepen?

Het is langer een trend dat specialisten die net van school komen een brede kennis hebben van verschillende programmeertalen en computersystemen. Zij kunnen in principe in iedere taal ontwikkelen op elk systeem en deze brede ervaring zorgt ervoor dat zij ook makkelijk kunnen switchen van omgeving a naar b. Na verloop van tijd zien we dat zij specialist worden op één of enkele omgevingen. Dat heeft het voordeel dat zij binnen die omgeving resources optimaal kunnen inzetten. Het grote nadeel is dat ieder nieuw systeem op die ene omgeving landt. We noemen dat het golden hammer anti-pattern. Ieder systeem is voor die specialist een spijker.

Als het gaat om duurzaamheid moet de specialist zich verbreden en wordt dus iets minder specialistisch. Deze trend zien we al langer, denk bijvoorbeeld aan SRE teams, hyper converged systems etc. Toch zit de waarde van de specialist in zijn specialisme. Het is goed om een huisarts te hebben, maar toch ook fijn als er specialisten in het ziekenhuis werken die heel veel verstand hebben van bijvoorbeeld het hart. We spreken hier van een T-Shape profiel.

Het plaatje laat zien dat de duurzame specialist zich zowel in diepgang als in breedte moet ontwikkelen. Ter vergelijking de architect, die van nature die brede kennis heeft waar duurzaamheid aan is toegevoegd.

We gaan nu in op een aantal specifieke specialisten-rollen. We kiezen de meest voorkomende. Uiteraard staat het vrij om specialisten toe te voegen dit lijstje die voor jouw organisatie van belang zijn.



T-Shape profiel van de Specialist



11.3. IT Specialist: De Programmeur

De programmeur is de IT specialist die zich toegelegd heeft op het schrijven van software. In het hoofdstuk over **Responsible Code** staat de nodige informatie over duurzaam coderen (green coding) die voor de programmeur zeer relevant is.

Laten we het gedragsmanifesto van de duurzame IT specialist eens projecteren op de programmeur.

- **Ik eis duurzaamheidsrequirements**

De programmeur ontwikkelt de software op basis van requirements. Deze requirements worden veelal weergegeven in de vorm van use-cases, business scenario's en non-functional requirements. Met de introductie van DevOps is het idee achterhaald dat een programmeur een programmaatje maakt en het vervolgens 'over de schutting gooit' om te worden opgepakt door Operations. Daarna werd Security belangrijk om in het ontwikkelproces mee te nemen en werd het DevSecOps.

- **SusDevSecOps**

SusDevSecOps is de practice die wij voorstellen om de programmeur niet alleen te laten ontwikkelen of ontwikkelen en beheren, maar ook om ervoor te zorgen dat ontwikkeling en beheer op een duurzame manier gebeurt. Van nu af aan accepteert de programmeur geen opdracht meer waarbij de duurzaamheidseisen niet duidelijk gesteld zijn.

- **Ik volg duurzaamheidsprincipes**

De architect heeft principes ten aanzien van duurzaamheid opgesteld. Het idee van principes is dat ze de bedrijfsstrategie op duurzame manier ondersteunen. Urgentie, druk vanuit de business, die veelal veroorzaakt wordt door druk vanuit de markt zet deze principes regelmatig onder druk. De specialist bezwijkt niet onder druk maar houdt vast aan de principes.

- **Ik bouw op een duurzame manier**

In het kader van *SusDevSecOps* ontwikkelt de programmeur op een duurzame manier en denkt dus na over zijn toolchain met tools en of dit een duurzame aanpak is. Onder tools verstaan we zowel programmeertalen, compilers, patterns en frameworks maar ook testscripts die code valideren.



- **Ik lever een duurzaam systeem**

SusDevSecOps vereist ook dat de operatie op een duurzame manier gebeurt.

De applicatie moet voldoen aan de daarvoor geldende ethische normen, energieverbruik en CO2 uitstoot en moet niet ingaan tegen de UNSDGs. Dit laatste is veel gevraagd, maar als je weet dat een gedeelte van de applicatie gebouwd wordt in China, door programmeurs die werken in erbarmelijke omstandigheden, dan zou je in beweging moeten komen.

Moet je als programmeur breed inzetbaar zijn of juist specialist zijn?

Als je de Java programmeur vraagt om een oplossing te bouwen dan weet je één ding zeker: het wordt een (efficiënte) oplossing in Java geschreven. Zou het niet mooi zijn als de programmeur in staat is om de juiste programmeertaal te selecteren voor de vraagstelling en wellicht een nog efficiëntere oplossing te bouwen!

In het hoofdstuk over **Responsible Code** geven we een aantal operating modellen weer waarvoor gecodeerd kan worden. Een embedded programmeur is waarschijnlijk gebaat bij een diepgaande kennis van bijvoorbeeld Lua of C. Dat zelfde geldt voor een programmeur in de gaming- of filmindustrie die gebruik maakt van 3D tools als Blenders. Als we kijken naar onze primaire doelgroep van algemeen programmeren en AI dan hebben we waarschijnlijk het meeste baat bij ontwikkelaars die breed inzetbaar zijn.

In dit hoofdstuk bespreken we ook verschillende codeerpatronen. Deze patronen zijn gebaseerd op fundamentele principes zoals wachtrijtheorie, sorteeralgoritmen, caching. Het is van belang dat de programmeur op de hoogte is van deze patronen.

11.4. IT Specialist: De Data Scientist

In de context van dit hoofdstuk beperken we de rol van de data scientist tot die van modellenbouwer. In de praktijk heeft de data scientist veelal ook een programmeerrol. Als we kijken naar het gedragsmanifesto en we maken de vertaling naar de data scientist kunnen we daar een aantal dingen over zeggen:

- **Ik eis duurzaamheidsrequirements**

Ten aanzien van de duurzaamheidsrequirements zal de data scientist vooral op zoek gaan naar de ethische en compliance gerelateerde requirements. In het hoofdstuk over **Responsible Data Usage** en **Responsible Systems** kun je daar het nodige over vinden.



- **Ik volg duurzaamheidsprincipes**

Ten aanzien van de duurzaamheidsprincipes geldt hetzelfde als voor de andere specialisten. Laat je de kop niet gek maken onder druk of vanwege zogenaamde urgente business belangen. Afhankelijk van de toepassing kan een model enorme impact hebben in een beslissingsproces. Die impact moet voor de data scientist duidelijk zijn voordat hij of zij aan het bouwen van het model begint. Mag de data gebruikt worden voor het maken van het model is een andere vraag dan of de data wel beschikbaar is. Echter zijn er ook situaties genoeg waarin het wel beschikbaar is maar niet voor die toepassing gebruikt mag worden.

- **Ik bouw op een duurzame manier**

De data is er, de privacy keurig op orde en nu het model bouwen! De GPU cycles vliegen je om de oren en als de knop ingedrukt wordt om het model te genereren dan gaan de lampen in het kantoor zachter branden, het datacenter wordt 5 graden warmer en de airco's maken overuren. Er zijn artikelen¹⁷ waarin het gebruik van AI gekoppeld wordt aan een ecologische ramp. Toe maar, je zult maar data scientist zijn, nog even en je bent niet meer welkom op feestjes en je wordt op straat met de nek aangekeken!

In het artikel wordt ook verwezen naar codecarbon, een lichtgewicht pakketje dat je aan je code toevoegt om CO2 uitstoot te meten en ook hoe je verbeteringen door kan voeren. Helaas wordt er dan ook verwezen naar locaties waar je de code kan uitvoeren omdat daar providers zitten die groene stroom gebruiken. Dat voelt niet alleen als afkopen, maar dat is het ook.

- **Ik lever een duurzaam systeem**

Tot slot wil je ook dat je model gebruikt wordt ten behoeve van het goede voor de mensheid. Dat kan lastig zijn omdat het model maar een heel klein stukje is uit een bedrijfsketen.

¹⁷ https://datanews.knack.be/ict/nieuws/hoe-vermijden-we-dat-ai-uitdraait-in-een-ecologische-ramp/article-opinion-1865833.html?cookie_check=1670936753





11.5. IT specialist: infrastructuur specialist

Infraspecialisten in het kort, kunnen een grote stempel drukken op de duurzaamheid van IT omgevingen. Zij bepalen in grote mate hoe de datacenter voorzieningen worden ingezet en welke infrastructuur voorzieningen worden gebruikt in het datacenter. Vaak zijn zij ook betrokken bij capaciteitsvraagstukken en staan zij aan de voet van beslissingen rond opslag. Tevens is de infraspecialist degene die nieuwe technologie beproeft en deze introduceert in het IT landschap. Hoe deze infrastructuur componenten worden geconfigureerd om optimaal te presteren ligt in de handen van deze specialist.

Als er een eis vanuit de business komt voor een bepaalde beschikbaarheid van een systeem dan is de infraspecialist degene die bedenkt hoe dit requirement wordt ingevuld. En wees eerlijk, de infraspecialist heeft zijn of haar zaakjes vaak prima op orde. Uiteindelijk moet er voorkomen worden dat bij iedere calamiteit hij of zij uit bed gebeld wordt om het probleem op te lossen. Een beter motivatie om problemen te voorkomen is er niet!

Laten we deze rol in de IT organisatie eens volgen aan de hand van het gedragsmanifesto.

- **Ik eis duurzaamheidsrequirements**

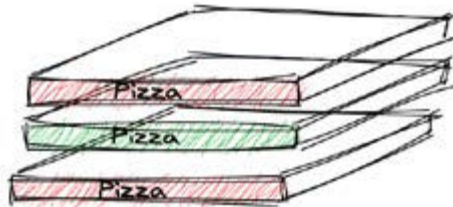
Net als bij security bepaalt de zwakste schakel de kracht van het beleid. De infraspecialist is in staat om het beleid voor duurzaamheid te vertalen naar zijn of haar werkomgeving. Dit kan betrekking hebben op technologie waarbij de specialist in veel gevallen een machtige positie heeft qua systeem rechten en daarom bij informatie kan die gevoelig is. Of zelfs het onvolledig of verkeerd documenteren van technische oplossingen zodat zijn of haar rol onmisbaar is en blijft (niet lachen dit gebeurt echt). Dit gaat natuurlijk over ethiek, maar iets eenvoudiger is het duurzaam adviseren over technologie en deze alleen vervangen/verversen als het echt nodig is.

De infraspecialist heeft requirements nodig om de keten voor duurzaamheid compleet te maken. Daarin moet de infraspecialist een actieve rol spelen.





Met actief bedoelen we: als de requirements ontbreken dan ga je ze ophalen. Bij implementatie van systemen wordt nog te weinig gekeken naar de duurzaamheid van de technologie keuze. Gebruiken we voor niet-actieve data het tape medium als opslag of slaan we dit op harde schijven op zodat (gemak dient de mens) de informatie altijd direct beschikbaar is.



Overwegen we applicaties met identieke karakteristieken (werklasten) te consolideren op enterprise servers of blijven we doorgaan met massale uitbreiding van 'pizzadozen' omdat we dat nou eenmaal gewend zijn?

- **Ik volg duurzaamheidsprincipes**

In het voortbrengingsproces zitten alle handelingen die nodig zijn om een omgeving te bouwen en te testen.

Hierin heeft de infraspecialist invloed op duurzame keuzes. Implementeren we nieuwe toepassingen alleen gebaseerd op technische specificaties of nemen we duurzaamheidsrequirements in acht? Laten we de testomgevingen actief doordraaien tot bij navraag blijkt dat deze niet meer nodig zijn of worden er vooraf afspraken gemaakt over de beschikbaarheid van de testomgevingen?

- **Ik bouw op een duurzame manier**

Een infraspecialist begrijpt heel goed voor welke toepassing een omgeving gebouwd moet worden. Naast de functionele aspecten van de toepassing is de specialist goed geïnformeerd over de non-functional requirements. De specialist beveiligd de systemen tegen ongeoorloofd gebruik en zorgt dat de data beveiligd is tegen intern of extern misbruik. Om ethisch gedrag in de organisatie te monitoren implementeert de specialist technologie om te voorkomen dat medewerkers ongeoorloofd websites bezoeken die door het bedrijf als niet gewenst of onethisch bestempeld zijn. De specialist is in staat om middels archief data informatie te achterhalen bij klachten over onethisch gedrag tussen medewerkers.

- **Ik lever een duurzaam systeem**

Een systeem bestaat uit meer dan infrastructuur componenten. Het is een keten van business functionaliteit, applicaties, data en infrastructuur. De infraspecialist heeft als laatste schakel in de keten oog voor de duurzaamheid van de complete keten.





12. De product owner: De bewaker van duurzaamheid

We hebben de architect als de persoon die duurzame oplossingen ontwerpt en de programmeur die ze bouwt beschreven. Nu volgt de rol van de Product Owner of de Project Manager die verantwoordelijk is voor het bewaken ervan. Ten eerste willen we kijken naar de complexiteit en reikwijdte van het onderwerp duurzaamheid en hoe je hiermee om kan gaan als Product Owner. We zullen aantonen dat we leven in een tijd die zo onzeker is dat je er niet vanuit kunt gaan dat je van te voren een plan maakt en dat plan vervolgens stap voor stap uitvoert. Als Product Owner heb je ook te maken met culturele aspecten en veranderende behoeften. We doen een eerste poging om projecten op een zo duurzaam mogelijke manier te ontwikkelen. Het is goed mogelijk om een groot gedeelte van het werk vanuit huis te doen zodat niet naar het werk gereden hoeft te worden. Anderzijds is er behoefte vanuit mensen om elkaar te ontmoeten. Dit sociale aspect leidt tot meer plezier in het werk en een betere kwaliteit. Op basis van social distance denken we na over de meest efficiënte vormen van vergaderen en samenwerken. Het agile manifesto stelt:

“The most efficient and effective method of conveying information to and within a development team is face-to-face conversation”.



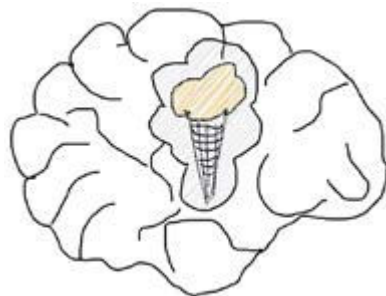


Hoewel dit een waar statement is heb je er niet zo veel aan omdat de praktijk anders is. Je moet kijken wat er wel en niet nodig is om informatie uit te wisselen.

12.1. Brain Freeze: Complexiteit in de context van de economische situatie

Je kent het wel. Het is heerlijk warm, je hebt een lekker koud ijsje en na de 5^e gulzige hap bevroren je hersenen. Je kan even niets meer. Gelukkig is het na een paar seconden weg en je besluit, nu in een gematigder tempo je ijsje naar binnen te werken. Zo kan het ook wel zijn met het onderwerp duurzaamheid. Het is soms zoveel dat je hersenen bevriezen, gezien alle afwegingen als Product Owner, je kunt niets meer. Waar moet je beginnen? Mocht je dat gevoel nog niet hebben dan heeft deze paragraaf tot doel om je op dat gevoel voor te bereiden.

Wat helpt is je gebied af te bakenen tot een gebied dat wel behapbaar is. Een vriend zei eens, toen we het hadden over het geven aan goede doelen en of het geld dan wel goed terecht komt: het is mijn verantwoordelijkheid om te geven, en aan de organisatie om ervoor te zorgen dat het goed terecht komt. Dat is één van de doelen die we met dit boekje willen bereiken: **neem verantwoordelijkheid op het gebied waar jij invloed op hebt.**



We zitten met elkaar in een "perfect storm", allerlei factoren (milieu, sociaal, economisch, politiek, enz.) zijn in beweging en daarnaast beïnvloeden ze elkaar ook. De factoren kunnen elkaar versterken of juist compenseren, dat weten we niet. Het is onvoorspelbaar en onzeker hoe de komende jaren eruit zullen zien. Wat moet je nu als Product Owner doen?

1. Zorg dat je flexibel en veerkrachtig bent. Dwight Eisenhower geeft hier een mooi voorbeeld van: *"In preparing for battle I have always found that plans are useless, but planning is indispensable"*. Hij zegt dat het gaat om het proces van plannen, de uitkomsten kunnen per dag verschillen, maar als je het proces onder controle hebt dan kun je meebewegen met de omstandigheden.





Als Product Owner moet je zorgen voor een agile of iteratieve aanpak. In het boek Agile Managen¹⁸ geeft de schrijver Mike Hoogveld een goed inzicht in de noodzaak van een flexibele en veerkrachtige aanpak en een manier om dit te doen.

2. Het tweede is: neem **non-regrettable stappen**. Onafhankelijk van de omstandigheden zijn er stappen die altijd inherent goed zijn. Stappen die niet afhankelijk zijn van de context maar gekoppeld zijn aan universele waarden. Een voorbeeld van een non-regrettable stap is het omlaag brengen van je energieverbruik. Een verkeerde stap is het overstappen van gas naar elektriciteit. Het eerste is altijd goed, het tweede is afhankelijk van de context. Het zelfde geldt bijvoorbeeld voor elektrisch rijden. Waar het eerst financieel interessant was (kosten per km) ten opzichte van brandstof is door de 400% verhoging van elektriciteit dit business model binnen één jaar 180 graden gedraaid. Een non-regrettable stap zou het minderen van transport zijn (kortere afstanden, minder frequent, zie ook ons idee hiervoor bij Responsible Impact).

Wat wij hier beschrijven zijn non-regrettable stappen. Ze zijn altijd goed en onafhankelijk van de context. Een druppel op de gloeiende plaat? Een mooie uitdrukking, maar niet erg bemoedigend. Maar als jij één druppel bent en we druppelen met zijn alle op die gloeiende plaat, dan koelt hij (letterlijk) af. 1,5 graad is het doel, dat is blijven staan tijdens het COP27 overleg.

¹⁸ <https://www.managementboek.nl/boek/9789089653185/agile-managen-mike-hoogveld>





12.2. Efficient Inzetten van teams

We hebben nu twee belangrijke principes gedefinieerd voor de Product Owner. Vervolgens willen we kijken hoe de teams zo efficiënt mogelijk kunnen worden ingezet. Met efficiëntie bedoelen we niet het maximaal 'uitbuiten' van de medewerker, maar juist het optimaal laten floreren van de medewerker zodat deze tot optimale prestaties komt. Daarom een klein stukje onderzoek dat gedaan is naar de behoefte van mensen.

Proxemics¹⁹ is een studie naar het menselijk gebruik van ruimte. Hierin wordt onderscheid gemaakt in:

- De intieme ruimte
- De persoonlijke ruimte
- De sociale ruimte
- De publieke ruimte

Deze ruimtes zijn in de studie van Proxemics fysiek bepaald, maar dit is ook verder te trekken naar een sociale context.

Persoonlijke Ruimte	Afstand	Relaties		Omvang
Intiem	Tot 50 cm	Partners	Core Family	2-5
Persoonlijk	0,5 - 1 meter	Vrienden	Extended Family	10
Sociaal	1 - 4 meter	Kennissen	Collega's	150
Publiek	Meer dan 4 meter	Onbekenden	Voorbijganger	> 250

¹⁹ <https://en.wikipedia.org/wiki/Proxemics>



Met de sociale context bedoelen we dat deze ruimtes ook allemaal een doel hebben. Als Product Owner heeft je team bepaalde behoeftes, hoe kom je daar nu het beste aan tegemoet? De intimiteit van een team is daarbij cruciaal.

Stilstaan is achteruitgaan. Traditioneel zien we een beweging naar groei om efficiëntie en invloed te vergroten. Dit betekent grotere organisaties, meer specialisme en complexere communicatiestructuren. Zo beschrijft Eckart Wintzen zijn organisatorische concept voor de organisatie BSO²⁰, een zeer wendbare organisatie die veelal geografisch bepaald werd. Denk eens na over het type ruimte waarin je werkt en de behoefte die je daarbinnen hebt:

Persoonlijke Ruimte	Behoefte	Rol	Ontmoetingen
Intiem	Delen persoonlijke gevoelens in de context van werk	Maatje	Dagelijkse ontmoeting
Persoonlijk	Resultaat / Loyaliteit	Team / Mentor / Coach	Wekelijks ontmoeten
Sociaal	Kennisdeling / Belangrijkheid /	Afdeling / Kennisgroep	Maandelijks ontmoeten
Publiek	Trots / Bijhoren	Bedrijf	Jaarlijks ontmoeten

²⁰ Bureau voor Systeem Ontwikkeling





Wintzen vindt het belangrijk dat mensen zich een onderdeel voelen van de afdeling, niet van het bedrijf. Voor bedrijven groter dan 150 mensen zou dit een goed model kunnen zijn. Geografisch groeperen, daar ligt je betrokkenheid. Daarmee is er geen noodzaak meer om grote fysieke bedrijfsontmoetingen te regelen, dat kan prima middels een virtuele meeting.

Bedenk dus als Product Owner dat je team opereert in de persoonlijke ruimte. Dat je dus ruimte maakt voor die wekelijkse ontmoeting. Dat mensen hun maatjes hebben binnen dat team of net erbuiten, dat je onderdeel bent van een afdeling of kennisgroep waarbij je maandelijkse betrokkenheid stimuleert. En ten slotte is ook ieder teamlid onderdeel van het grote bedrijf, dat staat voor duurzame normen en waarde.

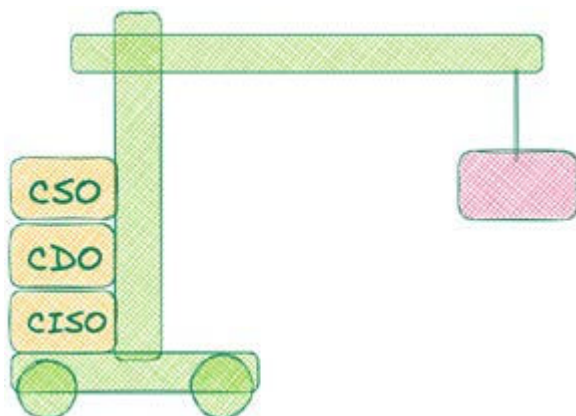
In het hoofdstuk over **Responsible Impact** geven we een voorbeeld over de inzet van IT om duurzaam samen te werken.

13. De chef

De chef officier duurzaamheid is de letterlijke vertaling van de "Chief Sustainability Officer". Nou het klinkt wel even anders! Daar zitten wel twee salarisschalen tussen. Laten we het daarom maar hebben over de CSO. De CSO is de functionaris die zich bezig houdt met het opstellen en uitvoeren van het duurzaamheidsbeleid van het bedrijf. Een nieuwe rol die in het leven is geroepen om meer en beter focus te krijgen op de duurzaamheidsaspecten. Waarschijnlijk zal deze persoon zich het eerst bekommeren over de verplichte rapportages (ESG) die moeten worden opgeleverd. Zie daarvoor ook de sectie in het hoofdstuk **Responsible Data Usage**. Daarnaast is ook het duurzaamheidsimago van het bedrijf belangrijk.

Afhankelijk van de industrie zal de CSO zich in meer of mindere mate bezig houden met IT. In de transportsector zal dit minder zijn, in de financiële sector meer, eenvoudigweg omdat financiële instellingen bijna IT bedrijven zijn en IT nauwelijks nog een secundair proces te noemen is.

De CSO zal vanuit zijn of haar rol ook veel samenwerken met andere chiefs: de Chief Data Officer (CDO) als het gaat om data privacy en eigenaarschap en de Chief Information Security Officer (CISO) als het gaat om veiligheid.



CSO, CDO en CISO zijn belangrijk voor de balans



Je hebt hele hoge en lange hijskranen die bouwmaterialen verplaatsen. Als dat materiaal aan het uiteinde van de hijskraan hangt dan is er een enorme hefboomwerking. Dat materiaal is te vergelijken met de kwartaaldoelstellingen van het bedrijf, de verwachtingen van aandeelhouders of beloften van ministers. De kraan kan alleen blijven staan door de contragewichten. De CSO, CDO en CISO zijn de contragewichten van de organisatie. Ze zorgen voor de perfecte balans.



De triage voor balans





14. De medewerker

We hebben het over het verantwoord gebruik van IT systemen. Veel van deze systemen zijn bedoeld om het leven van de medewerker te vergemakkelijken, toch? We maken een systeem dat ervoor zorgt dat eenvoudige vragen door een chatbot afgehandeld worden. We bouwen case management systemen zodat werk toebedeeld wordt aan de juiste medewerker zodat hij of zij zich efficiënt kan inzetten. We willen het proces zo optimaal mogelijk laten verlopen dus we gaan meten: wat is de doorlooptijd, waar liggen bottlenecks? Voor je het weet is er een afrekencultuur op basis van prestaties. Is dit duurzaam, waar liggen de grenzen, wanneer voel je je gecontroleerd?

Een persoonlijk verhaal. Op een goede dag verdiepte ik mij in de mogelijkheden van het automatisch laten scannen van documenten. Ik zag mooie besparingsmogelijkheden en ging met een business case naar de directeur. Besparen op tien mensen a 125k per jaar is toch 1,25 mio per jaar! Zet daar een investering tegenover van 1 mio en een ROI binnen 1 jaar is een no-brainer.

De directeur keek me aan, zei niets en bracht me naar de afdeling waar het scannen van deze document plaatsvond. Je kent het misschien wel, in de buurt van de postkamer, diep in de krochten van het gebouw waar mannen en vrouwen bezig zijn met hun werk. Toegewijd, serieus en met aandacht voor elkaar. Ze kwamen 's ochtends op de fiets met hun broodtrommel, want eten in de kantine was te duur. Ze kosten zeker geen 125k per jaar. Dit was hun werk, dit was waarom ze iedere dag uit hun bed kwamen. Dit was hun bestaan.

Daar vertrok ik, in mijn leaseauto op naar een lunch in een restaurant. Het voorstel ging in de prullenbak, wel of geen business case was niet meer interessant. Het gaat om veel meer dan dat. Dankbaar voor deze directeur en een levensles wijzer. Het is natuurlijk geen eenvoudig dilemma, maar er zijn grenzen aan het continue verhogen van productiviteit. Een duurzame organisatie gaat op duurzame wijze om met haar medewerkers.



Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van AI kunnen wel impact hebben op de medewerker van nu maar zeker voor de medewerker van de toekomst. In de eeuwige zoektocht naar optimalisatie van bedrijfsprocessen wordt door bedrijven gekeken of met name secundaire processen uitgevoerd kunnen worden door AI. Denk hierbij aan HR activiteiten zoals ziek of beter melden, het aanvragen van een werkgeversverklaring maar ook bijvoorbeeld carrière advies of educatie advies.

Het is vrijwel onvermijdelijk dat AI technologie een groot gedeelte van 'mensen taken' gaat overnemen. Een belangrijke uitspraak uit een documentaire over de opkomst van de Chinese economie: 'Wij leiden nu mensen op voor beroepen die straks niet meer bestaan'. Normaal gesproken word je geacht zo rond je twaalfde al een keus te maken voor de toekomst en anders wordt die keuze wel voor je gemaakt.

Een baan voor het leven komt vrijwel niet meer voor. Dat werd altijd beloond:

- 10 jaar jubileum, bloemetje en speldje
- 25 jaar jubileum, extra maand salaris en een etentje/receptie
- 40 jaar jubileum, nog meer en de grote baas komt bij je thuis de hand schudden

Ook moet je gedurende je werkende leven continue bijscholen om de ontwikkelingen in de markt bij te houden. Wij als architecten doen gemiddeld 80-100 uur educatie per jaar. Er komt vast en zeker AI technologie in de nabije toekomst die in staat is om de architect te vervangen :-).



RESPONSIBLE DATACENTER





Datacenters worden gebruikt om de fysieke infrastructuur onder de juiste condities te huizen. Er moet voldoende stroomaanvoer zijn en voldoende koeling om de infrastructuur optimaal te laten functioneren.

Naast de aanvoer van stroom en de koeling levert het datacenter ook een backup indien de stroom van het net uitvalt. Bij de opkomst van datacenters was koeling altijd een grote uitdaging omdat de computersystemen 'los' op de vloer stonden, veelal gegroepeerd in type systemen. Het mainframe, de gedistribueerde systemen zoals UNIX en Windows bij elkaar en de periferie apparatuur (printers, tape units) stonden ook veelal gegroepeerd in een bepaalde hoek. Door beperkingen in datacommunicatie werd vaak apparatuur decentraal op afdelingen geplaatst in zogenaamde Satellite Equipment Rooms (SER's). Het centrale datacenter stond bekend onder de naam Main Equipment Room (MER).

De restricties in datacommunicatie hebben we door de introductie van moderne communicatietechnieken niet meer. Alle informatiesystemen staan nu centraal in het datacenter. Dat kan natuurlijk een datacenter binnen de eigen muren (on-premise) zijn maar uiteraard ook een cloud datacenter.





15. De systemen koel houden

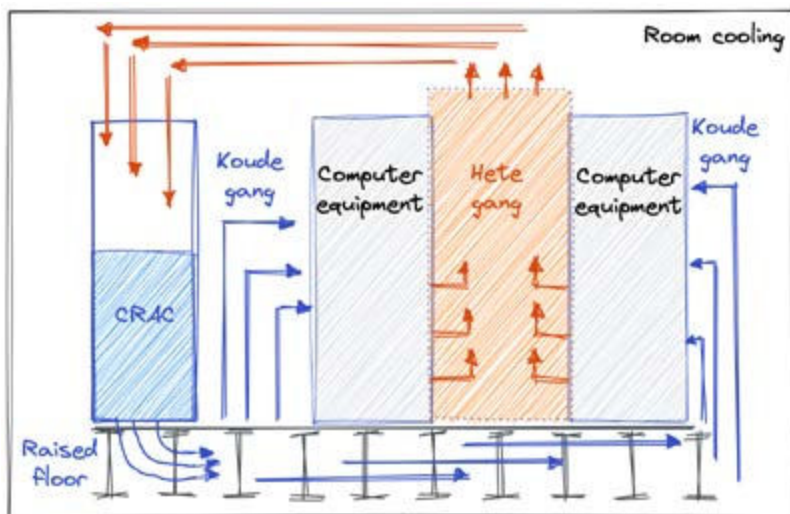
Koeling van systemen is altijd een uitdaging geweest in een datacenter. Traditioneel werd dat met grote airco units gedaan die in de afgesloten ruimte van het datacenter stonden opgesteld. Tegenwoordig worden de servers opgesteld in afgesloten 'gangen' die optimaal gekoeld kunnen worden. Deze techniek werkt veel efficiënter dan de losse units die traditioneel op vloer van het datacenter stonden. De techniek van koelen is erg geavanceerd geworden. De traditionele 'airco's' die gekoelde lucht uitblazen zijn uitgebreid met watergekoelde systemen die op het precieze niveau van CPU, GPU of geheugenkaarten koeling kunnen aanbrengen.

15.1. Lucht gebaseerde koeling

Het basisprincipe van luchtkoeling is vrij simpel. Koude lucht wordt de ruimte ingeblazen waarbij de warmte in de ruimte wordt 'afgebroken' door deze te vermengen met koude lucht. Er zijn wel verschillende manieren hoe luchtkoeling systemen worden toegepast:

- room cooling
- row cooling
- rack cooling

Room cooling: het koelen van de ruimte komt tot stand door koude lucht de ruimte in te blazen (CRAC - Computer Room Air Conditioning). Dit kan worden gedaan door de lucht te circuleren of via de verhoogde computervloer bij de systemen te brengen. Tegenwoordig wordt er veel gebruik gemaakt van warme en koude gangen zodat de lucht circulatie beter beheersbaar is en de koude lucht op de gewenste plaats gebracht kan worden. Dit scheelt in de portemonnee.



Room cooling Principe

Row cooling: rij-gekoelde oplossingen zijn preciezer dan ruimte gebaseerde koeling systemen. Elke rij heeft 'eigen' units waarbij de lucht circulatie met grotere precisie in de rij kan worden gebracht. Deze techniek is efficiënter en daardoor energie zuiniger.

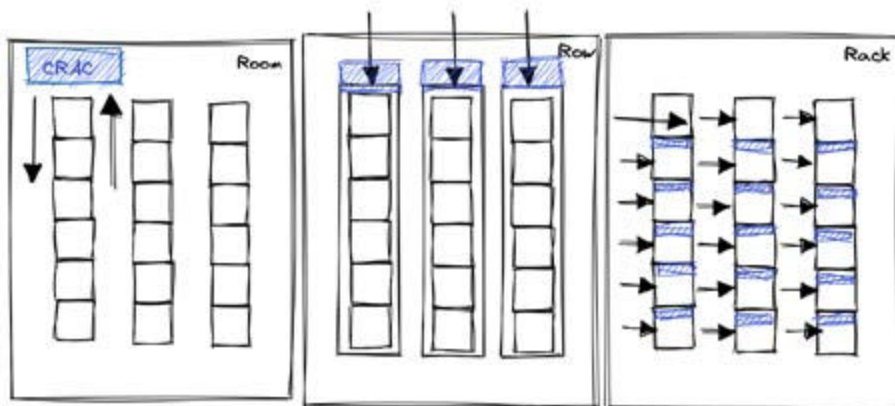
Rack cooling: deze vorm van koeling is nog efficiënter waarbij de koeling tot op rack (kast) niveau wordt gebracht. De units worden op of in het rack geplaatst zodat de koeling capaciteit kan worden aangepast aan de situatie van een specifiek rack waar bijvoorbeeld CPU of GPU intensieve werklasten draaien.

Nadelen van luchtgekoelde oplossingen

Er zijn wel wat uitdagingen met luchtgekoelde oplossingen. De werklasten worden steeds meer CPU en GPU intensiever. Dit vraagt om veel koel capaciteit. Lucht is in veel gevallen niet meer toereikend om de gevraagde koel capaciteit te leveren. De kosten (vanwege de energie) zijn enorm hoog en deze vertegenwoordigen een groot gedeelte van het budget om een datacenter te runnen.

Naast deze financiële tegenvaller is het ook niet echt goed voor de gezondheid van je collega's die regelmatig op de computerzaal moeten werken. Het geluid die de units produceren kunnen een gehoorbeschadiging opleveren.





Lucht gekoelde oplossingen

15.2. Vloeistof gebaseerde koeling

Vloeistof gebaseerde koeling wordt steeds breder toegepast dan alleen voor mainframes en supercomputers. Vloeistoffen zijn wel 50 tot 1000 keer efficiënter dan lucht! Systemen stellen door de 'zware' applicaties meer eisen ten aanzien van koeling. Vloeistof koeling belooft in veel gevallen een oplossing te bieden aan de uitdaging van computer concentratie en zware werklasten.

Generaliserend zijn er drie belangrijke vloeistof gebaseerde koeltechnieken:

- direct-to-chip cooling/direct-to-plate cooling
- rear-door heat exchangers
- immersion cooling

Direct-to-chip cooling: brengt het koelsysteem helemaal binnen het computer chassis. Koude vloeistof wordt direct geleid naar koude plaatjes die vlak naast de warmte gevoelige componenten zijn geplaatst (CPU, GPU, memory). Gekoelde vloeistof wordt direct naar deze plaatjes geleid die vervolgens de warmte absorberen van deze componenten. De warme vloeistof wordt vervolgens weer afgevoerd naar een koel mechanisme. Zodra de vloeistof is afgekoeld wordt deze weer naar de plaatjes geleid.





Rear-door heat exchangers: een vergelijkbaar concept kun je op rack niveau toepassen. De achterdeur wordt vervangen door een warmtewisselaar en de warme lucht van de server ventilatoren wordt door de wisselaar geblazen waarbij de lucht weer wordt afgekoeld. De warmte van de warmtewisselaar wordt vervolgens naar buiten afgevoerd door een gesloten circuit.

Immersion cooling: een veel nieuwere technologie waarbij de interne server componenten worden ondergedompeld in een niet-geleidende vloeistof. De componenten en de vloeistof worden vervolgens ingepakt in afgesloten containers zodat deze niet gaan lekken. De hitte van de componenten wordt op deze manier naar de koelvloeistof getransporteerd. Dit proces vergt veel minder energie dan andere manieren van koelen.

Nadelen van vloeistof gekoelde oplossingen

Water en elektronica gaan niet echt goed samen. Het risico op lekkage is voor veel IT professionals een heet hangijzer, vooral bij de methode direct-to chip koeling. Als deze oplossing begint te lekken dan is de schade enorm!

Daarnaast vergen dit soort oplossingen specifieke skills van de datacenter operators en specifieke management frameworks om deze units te configureren en te beheren. Dit is geen sinecure en heeft een aardig prijskaartje.

15.3. Het kiezen van de juiste oplossing

In veel gevallen wordt de Total Cost of Ownership (TCO) als meetlat gehanteerd. Het is best wel complex om deze berekening goed te maken en te vergelijken met elkaar. Hoe efficiënter en preciezer de koeling wordt ingezet hoe hoger het prijskaartje zal zijn. Aan de andere kant is het energieverbruik en waterverbruik van een op vloeistof gebaseerde koeling vele malen minder. Dit komt in een TCO vergelijking dan weer positief naar voren omdat bij vloeistof koeling meer computercapaciteit per m2 kan worden geconcentreerd.

Wij hopen natuurlijk dat datacenters duurzaamheid hoog in het vaandel hebben. Zeker als je als duurzaam bedrijf een eigen datacenter hebt.

Stel bij het kiezen van een cloud provider de vraag naar Power Usage Effectiveness (PUE) en Water Usage Effectiveness (WUE) als een van de selectiecriteria. Of je er invloed op hebt of niet, die vraag moet je stellen om duidelijk te maken dat duurzaamheid voor jou belangrijk is!

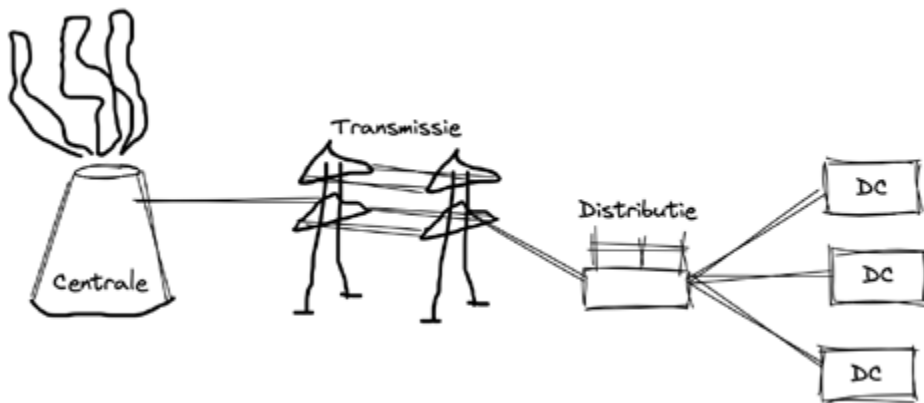


16. Power Supply

Laten we maar meteen met de deur in huis vallen. Servers die op USB-C technologie draaien zijn voor ons een sub-optimale duurzame oplossing. Nog steeds heb je stroom en een adapter (transformator) nodig om deze technologie om te kunnen zetten in 5, 9, 12 of 15 volt.

Er zitten tegenwoordig overal adapters tussen. Bij je telefoon, laptop, maar ook in keuken apparatuur, hifi, en ga zo maar door.

Deze stroom conversies zorgen voor veel energie verlies. Iedere conversie stap is weer een stukje energieverlies. Op onderstaand plaatje is de energieketen geschetst. Van hoogspanning tot spanning die we in ons huishouden gebruiken. Hier treedt ook energieverlies op. Daarna treedt er ook weer verlies op, de standaard 230 volt dient voor de meeste apparatuur naar het gangbare 5 of 12 volt omgezet worden.



Energieketen en conversiepunten

Zonnecellen kunnen 12 en 5 volt leveren. Als je de opgewekte energie (spanning) direct de computer kan invoeren heb je geen conversie nodig (en dus geen energie verlies).

Een zonnecel levert ongeveer 1,1 volt. Dus 5 zonnecelletjes voor de componenten die op 5 volt draaien en 12 zonnecelletjes die 12 volt nodig hebben. Het is maar een gedachte...

16.1. Zonder stroom geen datacenter

Uiteraard hebben datacenters stroom nodig, veel stroom. De kritische systemen worden vaak uitgerust met dubbele voedingen (power supply units) en hangen daarnaast ook aan de noodstroom voorziening, de Uninterrupted Power Supply System (UPS) mocht de stroom levering vanuit het grid haperen. Deze houden het ongeveer 5 minuten vol zodat de generatoren (meestal diesel) de noodstroomvoorziening kunnen overnemen.

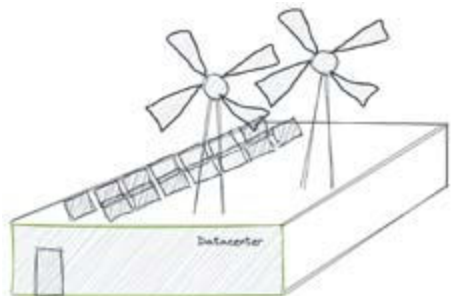
De stroomvoorziening voor datacenters wordt meestal direct uit het grid afgenomen. Wereldwijd gebruiken de datacenters 1 - 1,3% van alle stroom, maar in Nederland is dat maar liefst ongeveer 2,8%! Dit is omgerekend 3,2 miljard kilowattuur²¹. Logisch dat de politiek zich is gaan bemoeien met de vestigingsstrategie van grote datacenters.

16.2. Datacenter gebouwen

'Beauty is in the eye of the beholder', maar er zullen weinig mensen zijn die worden geroerd door de bekoorlijke eigenschappen van een datacenter gebouw. Grijs, beton, vierkant, allemaal elementen die een datacenter kenmerken.

Uiteraard valt hier vanuit een duurzaamheidsgedachte nog veel te winnen. Waarom blijven we bouwen en waarom hergebruiken we bestaande gebouwen niet? Platte daken die geduldig wachten om vol gelegd te worden met zonnepanelen voor het datacenter of voor de omwonenden.

Ook esthetisch gezien kunnen we verduurzamen. Als de daken niet met zonnecellen worden vol gelegd dan maar met groen. Naast een manier om de bio diversiteit te stimuleren is dit ook nog eens geweldige isolatie tegen de warmte.



²¹ <https://www.dutchdatacenters.nl/cijfers/>



Werklast	Omschrijving	Karakteristieken
Collaboratie omgeving	Omgeving waarin medewerkers en ecosystemen met elkaar samenwerken, communiceren en informatie uitwisselen.	Veel parallele processen. Gemiddelde eisen aan performance. Netwerk snelheid belangrijk.
Transactie-verwerkende systemen	Systemen die transacties verwerken zoals betalingen, beurskoersen, bestellingen, uitkeringen, prolongaties.	Serieel proces met veel load en daardoor IO dat geprocessed moet worden.
Operationele systemen	Systemen die direct de operatie ondersteunen. Dit kan een IT-systeem zijn dat verantwoordelijk is voor het mobiele telefoonnetwerk, een omgeving die walsen aanstuurt voor het maken van staal, of de lopende band bij een fabriek.	Systemen die dicht tegen de operatie aanzitten. Veelal realtime behoeften. Communicatie met periferie. Zeer hoge betrouwbaarheidseisen. Security vaak door ontkoppeling van bedrijfsnetwerk.
Rapportages	Omgeving die standaard of ad-hoc rapporten maakt. Data wordt gehaald uit een data warehouse.	Queries op veelal gestructureerde data. Processor intensief, maar een rapport maken mag even duren.
Informatievoorziening (websites/self-service)	Internet sites die veel gelijktijdige gebruikers verzoeken af moeten handelen.	Veel gelijktijdig gebruik. Hoge mate van parallelisatie mogelijk. Grillig gebruik. Horizontale schaalbaarheid van belang.





Werklast	Omschrijving	Karakteristieken
Data analytics	Analyses die gedaan worden op grote hoeveelheden data.	Analyse op data is CPU/ GPU-intensief. Mogelijk ook ad-hoc of (near) real-time. Kan zeer hoge eisen stellen aan systemen. Bijvoorbeeld uitvoeren op real-time data.
Content beheer	Omgevingen voor het opslaan van grote hoeveelheden ongestructureerde data zoals documenten, video's en foto's.	Nadruk ligt op efficiënte opslag. Niet zozeer afhankelijk van CPU. Kan goed parallel werken en heeft baat bij horizontale schaalbaarheid.
Ontwikkel-platformen	Platformen voor ontwikkelaars van systemen.	Gaat vooral om de snelheid waarmee het platform beschikbaar is en de behoefte aan snelle processoren en veel memory.
Innovatie-omgeving	Omgevingen om iets uit te proberen, te testen en prototypes te bouwen.	Uitprobeeromgeving. Vergelijkbaar met het ontwikkelplatform, maar CPU snelheid is vaak minder relevant. Isolatie van productie kan een voordeel zijn.
Eindgebruikers-omgevingen (burgers en bedrijven)	De werkplek. In een aantal gevallen virtueel.	In sommige gevallen wordt gebruikgemaakt van een virtuele werkplek, bijvoorbeeld op basis van VDI.





17. Datacenters en hyperscalers

Wellicht zou je het terugdringen van het aantal M2 van het datacenter als principe willen implementeren. Hoe minder 'floorspace' hoe minder elektriciteit, koeling, UPS'en en andere basisvoorzieningen nodig zijn.

De hoeveelheid servers wordt voor veel datacenters een probleem.

De keuze voor distributed systemen (pizzadozen) is ooit gemaakt omwille van horizontale schaalbaarheid. De keuze voor enterprise servers zou een goede oplossing zijn om de computer dichtheid te vergroten.

Een datacenter dat geheel of gedeeltelijk direct gevoed kan worden vanuit renewable energiebronnen, zoals zon en wind levert een mooie gedachte op.

Grote datacenters zijn een gevolg van een strategie om centrale controle te hebben over de datacenter diensten en om maximale consolidatie van software (middleware en apps) en data te kunnen realiseren. Datacenters waar enorme hoeveelheden servers draaien (5000 of meer) en daarmee groot in omvang en oppervlakte zijn noemen we hyperscale datacenters. Denk hierbij aan de datacenters die door bedrijven zoals Amazone, Google en Microsoft worden gebruikt; centralisatie to the max is nu het principe.

Onlangs was er een brede maatschappelijke discussie rond de vestiging van een nieuw META (Facebook) datacenter in Zeewolde. Van techniek naar politiek. Zelf hebben wij tot een recent verleden nog nooit discussies gehoord of Tweede Kamer debatten gezien in het licht van datacenter locaties. De begrippen Main Equipment Room (MER) en Satellite Equipment Room (SER) zijn vervangen door datacenter of hyperscale datacenters. Maar een datacenter dat net zoveel energie verbruikt als 460.000 huishoudens?

Vandaag de dag kan het niet zo zijn dat een modern datacenter zoveel energie vanuit het netwerk opeist. Datacenters zouden meer autonoom moeten zijn op het gebied van energievoorziening. Meer over dit onderwerp in het volgende hoofdstukje over **cloud**.



Denk nog even terug aan de inleiding van dit boekje waarbij het voorbeeldje van 'gemak dient de mens' een illustratie geeft van hoe wij worden gevoed met technologie en hoe graag en gemakkelijk we deze adopteren en consumeren. Er zit een groeimodel in onze vraag naar technologie die oneindig lijkt. IT uit de muur leek 20 jaar geleden nog een sprookje. Kijk eens om je heen en tel het aantal IT systemen (telefoon, laptop, horloge, TV, radio, oven, wasmachine...) binnen handbereik, waar je onbewust niet eens meer bij stil staat dat het IT systemen betreft. Houdt dit nog eens op?

Het is altijd gevaarlijk om steeds te praten over 'vroeger', maar 'vroeger' blijft onze referentie. Het plaatje van de vader in zijn luie stoel die de TV kan bedienen met een afstandsbediening met een beperkt aantal kanalen is inmiddels een plaatje van keuzestress geworden. De TV is een 'one stop shop' geworden van streaming diensten, informatie en nieuwszenders en alles wat je hebt gemist kun je alsnog bekijken.

Geen platen of CD's meer in de kamer en geen kast vol met videotapes, DVD's of Blue Ray's. Soms heeft nieuwe technologie ook voordelen :-).

Het is een feit dat diensten voor film en muziek streaming datacenters nodig hebben. Evenals cloud providers die een plek nodig hebben om hun diensten aan te bieden.

17.1. Hoe sustainable is Cloud?

Kortweg: cloud is vele malen meer duurzaam dan on-premise datacenters. In de Microsoft cloud carbon study 2018²² staan veel interessante cijfers. Zo staat beschreven dat de Microsoft cloud tussen de 22% en 93% meer energie efficiënt is dan traditionele datacenters, maar ook dat de CO2 efficiency tussen de 72% en 98% beter scoort.

Veel bedrijven gebruiken inmiddels technologie uit de cloud. In Amerika gebruiken de datacenters gezamenlijk zo'n 75 miljard kWh. Dat is per jaar dezelfde hoeveelheid als zo'n slordige 6 miljoen Amerikaanse huishoudens volgens een studie van Berkeley National Laboratory (voor de Europese datacenters was het 100 miljard kWh in 2020 volgens ingewijden). Dit gebruiksgetal zou vele malen hoger zijn zonder de inzet van commerciële datacenters (cloud).

Uiteraard zijn naast Microsoft ook de andere grote cloud spelers actief op het gebied van sustainability.

²² <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=56950>





AWS is naar eigen zeggen 88% meer efficiënt wat betreft CO2 footprint dan traditionele datacenters. Onder andere door gebruik te maken van specifieke chip technologie in de computers. De Graviton3 (vergelijkbaar met de chips in de telefoon, namelijk ARM) gebruikt 60% minder energie dan andere general purpose chip technologieën.

AWS, Google en Microsoft zijn allemaal druk bezig met duurzaamheid.

Wel een kritische noot: er wordt door deze partijen veel gewerkt met opgekochte emissie rechten maar over het geheel lijkt de cloud nog altijd duurzamer dan on-premise datacenters.



17.2. Afschuiven naar de cloud

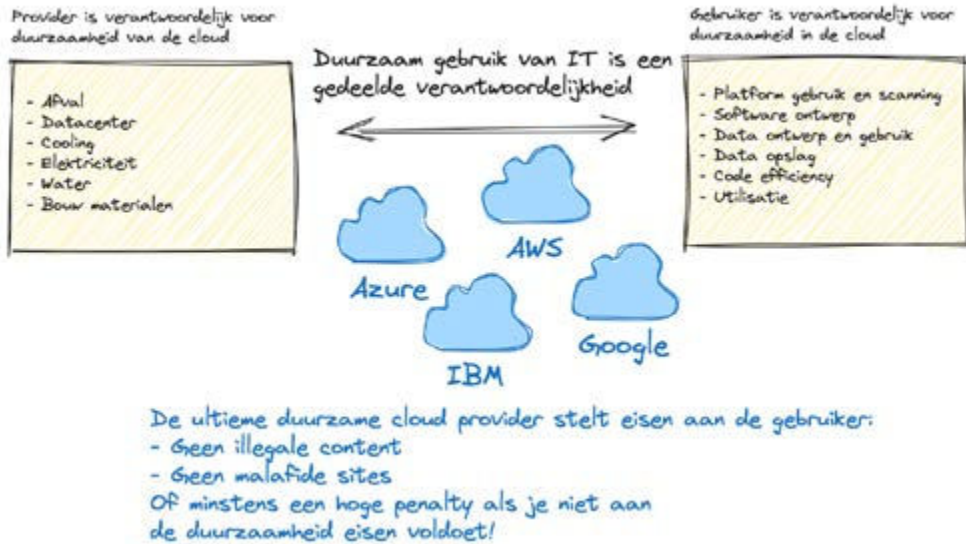
We horen het regelmatig: 'We hebben onze IT in de cloud draaien dus daarmee ligt de verantwoordelijkheid bij de cloud provider'. Niklas Sundberg heeft hier een mooie theorie rond ontwikkeld en ondergebracht in een Sustainable IT raamwerk²³. Verantwoordelijkheid *van* de cloud versus verantwoordelijkheid *in* de cloud. Uiteindelijk bepaal jij hoe de IT middelen worden ingezet. Spin je een omgeving op en laat je die vervolgens 365 dagen per jaar actief omdat het toch bijna niets kost. Of denk je goed na over het gebruik van IT middelen in de cloud?

Het is een gedeelde verantwoordelijkheid.

In het volgende plaatje hebben we aangegeven wat de verantwoordelijkheden zijn voor de (cloud) provider. Afhankelijk van de diensten die worden aangeboden kan dit verschillen. In dit geval kijken we naar een Infrastructuur provider. Als de provider ook een platform of een software dienst levert dan brengt dit meer verantwoordelijkheden met zich mee.

²³ <https://www.linkedin.com/pulse/review-sustainable-playbook-tom-moran/>





Voor de afnemer geldt dat de manier waarop gebruik gemaakt wordt van de infrastructuur bepalend is voor de hoeveelheid energie die gebruikt wordt. Het is niet veel anders als bij de afname van elektriciteit. We zijn gewend om te betalen voor gemak.

We hebben nog een extra gedachte toegevoegd. In hoeverre is de cloudprovider verantwoordelijk voor de toepassingen die draaien op de cloud? Zijn die wel duurzaam? Platformen als Facebook en X moeten hun verantwoordelijkheid nemen voor de manier waarop mensen hun platform gebruiken. Bepaalde content wordt niet toegelaten. Waarom geldt dat niet voor een cloudprovider? Banken moeten controleren of transacties wel legaal zijn, en cloudproviders dan?

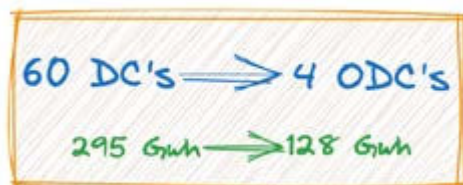
18. ODC als overheid strategie

Aangezien wij architecten zijn in het overheidsdomein kijken we ook naar wat hier gebeurt op het gebied van datacenters. Onze overheid heeft een centralisatie van de datacenters gerealiseerd middels een overheidsdatacenter (ODC) strategie; van de circa zestig datacenters naar vier ODC's. Hiermee is een serieuze besparing op energie behaald. Zou een vervolg traject van de ODC's een echt duurzaam ODC kunnen opleveren?

Op dit moment worden de ODC's met name gebruikt voor housing en hosting maar er zijn nog niet veel diensten die worden aangeboden vanuit ODC's die overheids-breed worden gebruikt. Hier zou wellicht nog een grote slag gemaakt kunnen worden. Zoals een generieke

voorziening voor werkplekken, die bestaat overigens al! Maar waarom wordt deze niet door iedereen gebruikt? Daarnaast hebben uitvoeringsorganisaties als SVB en UWV een 'eigen' datacenter strategie die niet aansluit op de ODC strategie.

Wij hebben een stukje opgenomen in het volgende hoofdstuk waarbij een wenkend perspectief wordt geschetst voor de ODC's.



Wellicht dat een eenvoudig model kan helpen bij deze discussie?

18.1. Technologie platform

De ODC's leveren op dit moment voornamelijk een technologie platform; draai je toepassingen bij ons in het datacenter en je hoeft geen zorgen meer te hebben over de voorzieningen voor je platform. Op zichzelf al een mooie stap, maar zou het niet interessant zijn om een dienstenportfolio te ontwikkelen vanuit de ODC's dat gericht is op de eigenschappen van de werklasten zodat platform en applicatie als een generieke voorziening kunnen worden geleverd. Zo zou je kunnen bedenken dat mainframe werklasten van de SVB prima zouden kunnen worden ondergebracht in ODC Belastingdienst.

Deze werklasten kenmerken zich als applicaties met hoge transactie volumes ontworpen om op een mainframe te draaien.

De technische kennis en kunde (I-vakmanschap) rond dit platform is aanwezig in ODC Belastingdienst, maar tevens de kennis en kunde om deze applicaties te moderniseren en door te ontwikkelen naar moderne applicaties in functionele blokken in plaats van de traditionele 'stovepipe' applicaties.



Leveringsmodel



18.2. Data platform

Hosten van applicaties is al een goede stap maar het wordt nog interessanter als je ketendata, data die tussen verschillende overheidsorganisaties wordt uitgewisseld kan hosten als dienst. Bij een dergelijk data platform wordt data uit verschillende bronnen en voor verschillende doeleinden 'bij elkaar gebracht' en als dienst aangeboden aan de verschillende organisaties. Zo ontstaat er één overheids-data platform dat door verschillende organisaties kan worden gebruikt. Op basis van deze centraal opgeslagen data kunnen datadiensten ontwikkeld worden die helpen voorkomen dat deze data door het hele landschap heen moet reizen (uiteraard mits organisaties hiertoe rechten hebben). Denk aan data virtualisatie technologie en storage virtualisatie; moderne technologie om de data footprint te reduceren.

Naast centrale platformen zouden er ook domein specifieke datadiensten gehost kunnen worden. Deze diensten worden ontwikkeld door de domeinen (werkgebieden) en kunnen indien autorisaties dit toe staan, worden gebruikt door andere organisaties.

18.3. Services platform

Bovenop het data platform kunnen uiteindelijk diensten worden ontwikkeld en aangeboden. In de overheid wel bekend als generieke voorzieningen. Denk hierbij aan voorzieningen die door vrijwel alle departementen worden gebruikt maar die in veel gevallen op een eigen specifieke manier zijn ontwikkeld. Hierdoor wordt hergebruik vaak niet mogelijk en dat is toch jammer.

Voorbeelden hiervan zijn: werkplekdiensten, archiveringsdiensten en ontwikkelomgevingen.





19. Een dagje baas van de ODC's

Stel je voor dat wij een dagje de baas konden zijn over de ODC's. Hoe zouden wij deze kans aangrijpen om een invulling te geven aan de ODC's? Uiteraard doen we dit primair vanuit een duurzaamheidsgedachte en een veiligheidsgedachte. De superprincipes sustainable by design en secure by design staan bij ons voorop!

19.1. Werklast gedreven inrichting

Als we de vier locaties nu eens indelen en inrichten op basis van type werklasten (werklasten, toepassingen, applicaties) dan krijgen we een hele andere strategie. Namelijk, bepaalde type werklasten worden geconsolideerd en gecentraliseerd en daarmee zou je de onderliggende infrastructuur ook kunnen inrichten conform deze type werklasten.

Je zou bijvoorbeeld onderscheid kunnen maken in informatiesystemen die worden gebruikt door kenniswerkers op het gebied van beleidsvorming, dossier verwerking bij uitvoeringsorganisaties en systemen ter ondersteuning van de WOO. Voor WOO verzoeken wordt zeer geavanceerde software gebruikt die op basis van AI modellen de WOO specialist moet ondersteunen. Om deze systemen goed te gebruiken moet je ongeveer zijn afgestudeerd als astronaut.

Aan de andere kant heb je systemen die specifiek zijn gericht op werklasten met grote transactievolumes. Denk aan uitvoeringsorganisaties als UWV, SVB, Douane en Belastingdienst.





Dit zijn systemen waar de meeste transacties (aangiftes, WW uitkering, AOW of Kinderbijslag) zonder menselijke interventie worden uitgevoerd. Alleen de afgekeurde transacties (aangifte met fouten, onvolledigheid, etc) worden 'uit het proces geworpen' en worden als dossiers verder behandeld door de kantoor/kennis medewerkers. De transacties die zonder menselijke interventie worden afgewerkt noemen we 'straight through processing'. De systemen die dit soort grote volumes verwerken zijn over het algemeen grotere enterprise systemen zoals een mainframe.

Vervolgens kun je denken aan een ODC dat specifiek is ingericht voor applicatie ontwikkeling en testing. Hier heb je een mogelijkheid om systemen in te zetten bij calamiteiten in de productie omgeving en nieuwe versies van middleware of applicaties te testen en ketentesten uit te voeren.

Systemen voor analytische doeleinden mogen natuurlijk niet in dit rijtje ontbreken. Hiervoor zou je ook een ODC kunnen inrichten waarbij modellen worden getraind en getest op basis van data, lakehouses worden gebruikt voor analytische data en rapportage en waar partijen zoals CBS data kunnen gebruiken voor statistische informatie.

19.2. Nu met de duurzaamheidsbril op

Door systemen in te richten op basis van type werklasten ontstaat er een grote mate van standaardisatie. De systeem kenmerken worden immers voor een groot deel bepaald door de non-functional requirements van de bovenliggende applicatielaag. Door deze standaardisatie ontstaat ook de mogelijkheid tot massale consolidatie. Deze type werklasten kunnen overheidsbreed worden aangeboden vanuit één locatie op éénduidige wijze. Uiteraard kun je nog onderscheid maken in type gebruikers waarbij een beleidsmedewerker een andere werkwijze volgt (proces) dan een kantoormedewerker in een uitvoeringsorganisatie. Het grote voordeel kan ook worden gevonden in het functioneel gebruik van dit soort toepassingen. Door processtandaardisatie wordt de informatie ook op éénduidige wijze in beheer genomen en (centraal) opgeslagen. Door bijvoorbeeld metadata (beschrijving van de data) te standaardiseren voor specifieke gebruikersgroepen wordt het indien gewenst ook weer gemakkelijker om te voldoen aan WOO verzoeken omdat deze op metadata niveau kan worden teruggevonden.



Het resultaat is minder diverse systemen (lees werklasten) en daardoor minder infrastructuur footprint zoals servers. Daarnaast wordt het lifecycle management (nieuwe versies van systemen) beter beheersbaar en kun je de specialistische kennis van deze systemen concentreren.

Het ODC waar de ontwikkelomgevingen staan wordt een absoluut voorbeeld van duurzaamheid. Wij hebben jarenlang principes als on-demand, always-on en andere 'gemak dient de mens' omarmd met het oog op flexibiliteit. Maar flexibiliteit heeft een prijs. Stel je voor dat we technologie inzetten om te scannen (meten) of systemen worden gebruikt door ontwikkelaars in het datacenter.

Zodra er geen activiteit is geweest het laatste uur wordt het systeem gedeactiveerd en uitgezet. Zodra de omgeving weer gewenst is kan deze weer worden geactiveerd.

Het zijn natuurlijk maar losse ideeën, maar als hier serieus naar zou worden gekeken dan zouden de ODC's een geweldige voorbeeldfunctie kunnen vervullen op het gebied van duurzame IT.



20. Code of conduct responsible datacenters

Er is een code of conduct opgesteld voor datacenters door de EU. Organisaties kunnen hier vrijwillig aan meedoen. Deze gedragscode is in het leven geroepen als antwoord op het enorme energieverbruik. Deelnemers aan dit initiatief kunnen zelfs in aanmerking komen voor een jaarlijkse EU Data Centres Code of Conduct Awards. Meer informatie is te vinden op de website: e3p.jrc.ec.europa.eu/en/publications/2023-best-practice-guidelines-eu-code-conduct-data-centre-energy-efficiency

20.1. Responsible datacenter & responsible infrastructure

Uiteraard zijn deze onderwerpen nauw met elkaar vervlochten. In het volgende hoofdstuk kijken we naar infrastructuur, maar af en toe zie je dat er verwezen wordt naar datacenter voorzieningen vanuit infra of andersom vanuit datacenter naar infra voorzieningen.

In het onderwerp over rapportages bespreken we de verplichting voor energie besparing van datacenters.





21. Responsible Datacenter Principles

In dit hoofdstuk worden een aantal voorbeeld principes beschreven die kunnen helpen bij verduurzaming van de datacenters. We gebruiken hiervoor een template uit TOGAF²⁴, een architecturaanpak die door veel bedrijven wordt gebruikt.

Maak gebruik van de meeste efficiënte koeling techniek	
Principle RD1	
Statement	Kies voor het datacenter een koeling techniek die recht doet aan de eisen van de infrastructuur.
Rationale	Door de juiste koeling techniek toe te passen voorkom je dat deze op hun tenen moeten draaien om voldoende te koelen. Bij servers waar CPU's en GPU's zwaar worden gebruikt is een andere techniek nodig dan servers waar alleen I/O op plaats vindt.
Implicaties	Bij de inrichting van het datacenter kunnen werklasten met een bepaalde eigenschap worden geconsolideerd zodat de meest efficiënte koeltechniek kan worden toegepast.

Maak datacenters zelfvoorzienend in hun energie behoefte (net zero)	
Principle RD2	
Statement	Datacenters dienen hun energie behoefte zoveel mogelijk te halen uit renewable energie die zichzelf opwekken.
Rationale	Door datacenters maximaal te voorzien van zonnecollectoren, windturbines en andere energiebronnen wordt de druk op de lokale energie centrales minder en worden de datacenters groener.
Implicaties	De groene energievoorziening dient onderdeel te zijn van het ontwerp van datacenters.

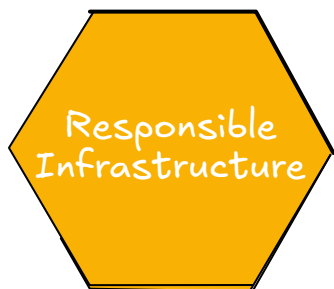
²⁴ The Open Group Architecture Framework: <https://www.opengroup.org/togaf>





RESPONSIBLE INFRASTRUCTURE





In dit hoofdstuk beschrijven we infrastructuur vanuit een duurzaamheids-perspectief. Onze infrastructuur is modulair opgebouwd en zo is het ook met dit hoofdstuk gesteld. Vanuit verschillende aspecten wordt de infrastructuur beschouwd. Als klap op de vuurpijl (niet zo duurzaam) gaan we een dagje de baas spelen over de ODC's.

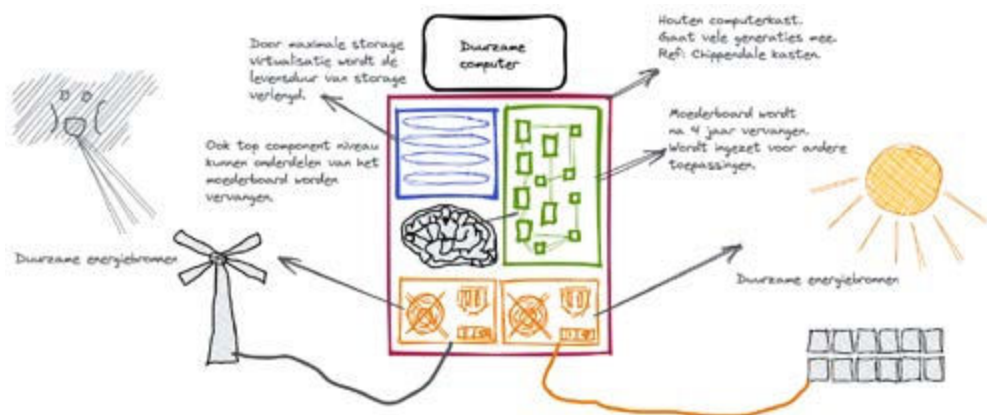
22. De eerste aspecten

22.1. Omdenken

Stel je voor je zou een computer bouwen puur vanuit een duurzame gedachte... Om te beginnen bouw je natuurlijk waar mogelijk op basis van duurzame onderdelen.

We beginnen met de kast van de computer. Waarom moet deze vervangen worden als de technische of economische levensduur ten einde komt. De kast zelf is nog prima en kan nog jaren mee. Wat dacht je van een kast gemaakt van hout?

Thomas Chippendale (1718-1779) maakte kasten die vandaag de dag nog steeds pronken in musea of bij mensen thuis.



Duurzame computer

Uiteraard wordt de computer dan gevoed vanuit duurzame energiebronnen. De voedingen zijn modulair en kunnen bij gebreken als gevolg van leeftijd vervangen worden. Nog sterker, als je geen hoge beschikbaarheidseisen hebt voor een dergelijke computer dan zijn de voedingen niet op basis van active-active geconfigureerd maar op basis van active-standby.



Dit levert de volgende keuze mogelijkheden:

- zon en wind, je kunt kiezen welke voeding actief is
- alleen zon, kies voor de rechter voeding
- alleen wind, kies voor de linker voeding
- geen wind en geen zon, schakel over op traditionele energievoorziening

Het moederboard bevat de intelligentie van de computer. Vaak worden computers vervangen op basis van economische afschrijving en niet zozeer omdat de computer technisch versleten is. Het tijdperk van de 'Wet van Moore' (het aantal transistors in een geïntegreerde schakeling elk twee jaar verdubbelen) is geëindigd. Dus de vernieuwing vanwege significante verbetering is niet echt meer geldig.

Het moederboard zou je dus kunnen vervangen als er echt sprake is van technische verbetering of omdat je andere technologie nodig hebt. Bijvoorbeeld naast CPU capaciteit ook GPU capaciteit voor specifieke analytische toepassingen.

Dit geldt ook voor het intern geheugen. Als er meer capaciteit nodig is of als er sneller intern geheugen nodig is, is memory als modulair component te vervangen.

En in het kader van cradle-to-cradle denken zou je de verouderde componenten kunnen hergebruiken in toepassingen die geen hoge eisen stellen aan de technologie. Denk hierbij aan de inzet van processoren in bijvoorbeeld auto's, huishoudelijke apparatuur of andere laagdrempelige technologie.

Het is **natuurlijk geen serieus voorstel** maar hopelijk zal het je als lezer prikkelen om eens anders te kijken naar computersystemen in plaats van op de traditionele manier.

Als we dan toch bezig zijn, laten we onze duurzaamheidsbril nog eens opzetten. Wij zien een aantal onderwerpen die de moeite waard zijn om eens tegen het licht te houden in het kader van datacenters en infrastructuur:

- hoe duurzaam is onze technologie?
- hoe duurzaam zijn onze processoren?
- hoe duurzaam is cloud?
- vernieuwen om te vernieuwen?



22.2. Schaarste versus overvloed

Door de jaren heen hebben wij als IT'ers leren omgaan met schaarste en overvloed van IT resources. In de beginjaren van de IT industrie ('70 en '80) waren capaciteit en middelen schaars en duur. Een RS2-32 kabeltje kostte maar liefst Fl 350,- en dus was de business case bij het bedrijf waar ik voor werkte al snel gemaakt. De aanschaf van een soldeer apparaat was in een handomdraai terugverdiend. Deze schaarste gold ook voor de ontwikkelaars. De programmatuur zo efficiënt mogelijk laten draaien zodat de impact op middelen wordt beperkt

Jaren '70 en '80

- Computer capaciteit is schaars en duur
 - optimaliseren OS voor optimaal gebruik van resources
 - Optimaliseren software voor optimaal gebruik van resources
 - Maximal benutten van de capaciteit
 - Doorbelasten om kosten inzichtelijk te maken en te beleggen.

Jaren '90 - 2020

- Computer capaciteit is in ruime mate beschikbaar (bijv. Cloud)
 - Steeds goedkoper en sneller
 - Performance realisatie door 'meer'
 - Snelheid boven efficiency
 - Elektriciteit goedkoop in gebruik

Nu

- Chip schaarste
- Materialen worden 'kostbaar'
- Energie wordt duurder
- Wet van Moore ten einde
- Duurzaamheid wordt geëist

Schaarsheid IT door de jaren

Kun je je dit nog voorstellen: een gebruiker van het mainframe (in dit geval een Bull L66) zag direct bij het aanloggen hoeveel geld hij of zij had verbruikt op het mainframe. Omdat de centrale computer gedeeld moest worden door veel gebruikers was 'timesharing' een prima oplossing. Hierbij had je een centrale computer die werd gedeeld door zogenaamde terminal gebruikers. Een goede oplossing voor ontwikkelaars die veel code moesten editen en vervolgens kleine testruns konden doen.



By the way dit was ook de periode dat nog lang niet iedereen een telefoon op het bureau had staan. Was toen ook nog een beetje een status symbool.

In de jaren '90 werd de computer schaarste overwonnen door de introductie van personal computers. Opeens had iedereen een 'mainframe-pje' ter beschikking. Er ontstond een enorme dynamiek in de ontwikkeling van nieuwe technologie. In plaats van hard wired point-to-point verbindingen van terminals naar mainframe werd de local area netwerk topologie geïntroduceerd. Men kon resources delen in kleinere communities en de printer van zo'n community stond lekker makkelijk op de afdeling in plaats van in de centrale computerruimte (tot men er achter kwam dat een printer ook niet echt gezond was op de afdeling).

Client server technologie zorgde voor een behoorlijke modernisatie van programmeren waarbij deels de logica op de PC draaide en deels op de centrale computer. Het ging schoorvoetend; eerst de afdelingsmanagers een PC, later de IT'ers (lang niet iedereen). Na de massale introductie van PC's kwam het dilemma van email. Wie mag email gebruiken en wie heeft dit absoluut niet nodig voor het werk...

De technologie werd in razend tempo doorontwikkeld en met name kennis was schaars. De middelen waren door het grote aanbod redelijk betaalbaar maar door gebrek aan standaardisatie in de markt ook zeer complex in gebruik.

Dit had tot gevolg dat IT in roerig vaarwater kwam. Veel verstoringen en instabiele omgevingen. En dit terwijl bedrijven en organisaties steeds afhankelijker werden van de IT voorzieningen.

Wellicht dat de outsourcing golf enigszins heeft geholpen bij het weer normaliseren van de inzet van IT middelen. Er was plotseling een partij die de IT diensten leverde op basis van een strak kosten model (service center) in plaats van een interne IT organisatie (cost center) die de kosten vaak uit de hand liet lopen. Voor iedere handeling wordt betaald en bovendien worden de prijzen marktconform en transparant gehouden wat bij een 'eigen' IT organisatie nog weleens kon ontsporen. De broodjes van de overwerkers in het weekend werden bijvoorbeeld doorbelast in de firewalls als gemeenschappelijke voorziening.



Energie was totaal geen issue. Dit ging pas een rol spelen op het einde van het eerste decennium in de 21e eeuw: green datacenters! Dit was een allereerste poging om datacenters met energieslurpende systemen bewust te maken van het energiegedrag. Dit waren met name op faciliteiten (airco, ups, verbruik van koelwater) gerichte oplossingen. Het was even een hype maar dit verdween op de achtergrond bij de grote financiële crisis die rond 2008 begon. Alle investeringen op het gebied van IT kwamen min of meer tot stilstand. Laat staan dat bedrijven oog hadden voor een milieubewust IT beleid.

Wat is het vandaag de dag toch anders. Schaarste is weer de norm. Gebrek aan grondstof om computerchips te maken, energieprijzen zijn torenhoog en de consumenten eisen dat bedrijven duurzaamheid omarmen. Dat betekent overigens niet dat daarmee de grote duurzaamheid transformatie een feit is!

Bezuinigen op energie is niet hetzelfde als verduurzamen:





We hebben het veel over energiebezuiniging. Daar is niets mis mee, maar is dit nu de juiste motivatie voor verduurzaming?

Indien je energie bezuinigt vanuit een economisch aspect dan is de kans heel groot dat je weer in oude gewoontes vervalt als de energieprijzen weer normaliseren. Dan drukt de hoge energieprijs niet meer op de winst en zijn we weer terug bij 'business as usual'.

Gelukkig hebben we voor zeer zware toepassingen timesharing weer van de plank gehaald. Met de introductie van Quantum technologie kunnen we er rustig vanuit gaan dat dit fenomeen niet een Personal Quantum Computer (PQC) variant gaat krijgen. Gebruikers moeten dus op basis van gedeelde resources gebruik maken van deze technologie.

Wij denken dat verduurzaming moet voortkomen vanuit een intrinsieke motivatie. Dan heb je ook geen Chief Sustainability Officer nodig die wanhopig probeert uit te leggen aan de buitenwereld hoe het bedrijf bezig is met verduurzaming en aan alle kanten probeert te voorkomen dat de markt het bedrijf verdenkt van 'greenwashing'. Het is dus voor een groot gedeelte cultuur!

Alleen vanuit een 'onbewust bekwaam' modus ontstaat deze intrinsieke motivatie voor verduurzaming.



23. Enterprise servers als duurzaam concept

We zijn Intel dankbaar voor het gemak waarmee we onze infrastructuur modulair konden opschalen naar gewenste capaciteit om onze applicaties te draaien. Net zoals ontwikkelaars gemakkelijk konden worden voorzien van de gewenste capaciteit door eenvoudig op een paar knoppen te drukken.

Herkent u dit ook: *“deze server is van onze afdeling. Hij is aangeschaft vanuit ons projectbudget dus we gaan hem niet delen met een andere afdeling”.*

Een klein voorbeeldje hoe dit in het verleden ging (maar wij weten vrijwel zeker dat dit nog steeds gebeurt) waardoor systemen sub-optimaal werden gebruikt. Denk alleen al eens aan de fysieke ruimte die deze modulaire oplossing gebruikt: x86 gebruikt voor 'workload x' circa 43 m² terwijl een enterprise server voor 'workload x' slechts iets meer dan 6 m² nodig heeft. En dan vooral het energie gebruik: binnen een Aziatisch verzekeringsbedrijf werd 890 kWh aan X86 vervangen door een enterprise server die niet meer dan 335 kWh nodig had om dezelfde prestaties te leveren. Dat is maar liefst 62% besparing op energie en 86% op floorspace. Dit soort cijfers zijn erg interessant voor bedrijven en organisaties die bewust bezig zijn met hun CO₂ footprint.

Kijk, je moet een dergelijke enterprise server niet overwegen als je deze ook niet volledig kan benutten. Het mooie is dat dit soort systemen het meest nuttig zijn als je ze voor de volle 100% kan benutten. Wanneer ontstaat het kantelpunt om te overwegen of een dergelijk systeem aantrekkelijk is voor jouw bedrijf of organisatie?

Vergelijk het eens met een bedrijf dat medewerkers voorziet in vervoer om van kantoor naar een andere werklocatie te rijden. Bij 15 medewerkers is het best nog wel interessant om een wagenpark aan te schaffen met kleine personenauto's en deze door de medewerkers te laten gebruiken om van locatie A naar B te rijden. Met drie of vier medewerkers per auto kom je zo makkelijk op een klein wagenpark van vier auto's. Dat kun je nog steeds uitbreiden naar 20 medewerkers maar ergens houdt het op. Dan is het economische voordeel van de aanschaf van kleine auto's niet rendabel meer als je kijkt naar aanschaf, afschrijving, onderhoud verzekering, brandstof, enzovoorts. Dan zou je als

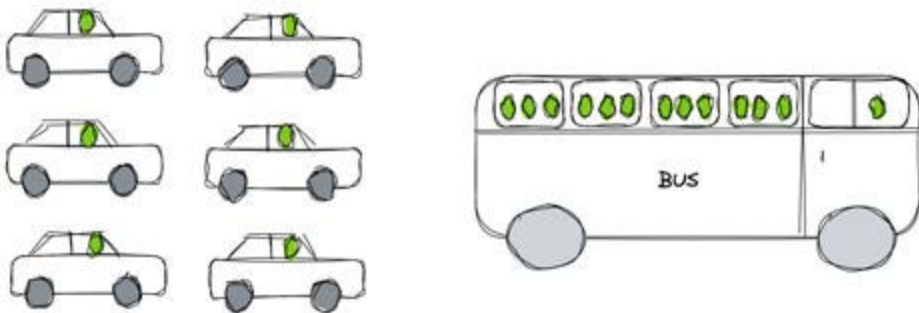




bedrijf kunnen overwegen om een bus te aan te schaffen en het personeel daarin te vervoeren! Aanschaf is wel hoger maar als je de prijs per stoel uitrekent dan valt de aanschafwaarde weg tegenover het gebruik.

Als je de bus kan vullen dan maak je optimaal gebruik van het **busconcept!**

Er is kennelijk altijd een soort stammenstrijd gaande tussen gedistribueerde systemen en Enterprise systemen. Wij zien het zo: kies het juiste systeem wat bij je past. Niet distributed omdat het moet, maar hanteer een aantal principes waarop je de juiste keuze kan baseren!



Het busconcept

24. Opslag van data

Gegevens vereisen ook veel opslagruimte. Overweeg het gebruik van tape indien mogelijk, want tape technologie is een zeer duurzaam medium. Op de een of andere manier is tape verdwenen uit het IT landschap. Misschien omdat men het ouderwets vindt of omdat het niet voldoet aan een waarschijnlijk niet-bestaande eis (non-functional requirement) dat de data binnen een 'split second' beschikbaar moet zijn. Als het gaat om archiefdata bijvoorbeeld, dan kan de kenniswerker ook wel even 17 seconden (data retrieval tijd voor tape) wachten tot de gegevens van het opgeslagen dossier beschikbaar zijn. Zeker als je alleen al naar de hoeveelheden kijkt binnen de overheid en de wettelijke bewaartermijnen. Ook compressietechnologie kan erg handig zijn om de benodigde hoeveelheid opslagruimte te verminderen.

Uiteraard zijn oplossingen als data virtualisatie ook belangrijke ontwikkelingen om de storage footprint terug te dringen. We kopiëren ons een slag in de rondte als het gaat om data. Kopie van kopie wordt opgeslagen om te gebruiken in testomgevingen, voor machine learning, BI, backups en ga zo maar door.

Met technologie als data virtualisatie maar ook een data fabric concept (zie uitleg in het boekje 'how to build an architecture blueprint for a data-driven organisation') wordt onnodig data 'heen en weer gesleept' en kopiëren teruggedrongen. Door veel meer data processing bij de bron te doen en alleen relevante data uit bronnen te ontsluiten voorkom je dat complete datasets continue moeten worden gekopieerd om te gebruiken bij andere processen.



24.1. Opslag van data: Duurzaam, Duurzamer, Duurzaamst

Onlangs hadden we een boeiend gesprek over duurzaamheid met een storage productmanager. Hoewel we best wel het een en ander over opslag van data weten had zij toch een paar interessante observaties die kunnen helpen om het storage landschap verder te verduurzamen.

Als het gaat om duurzame opslag zijn er twee mogelijkheden: Solid state disks (SSDs) of tape. Spinning disks daarentegen zijn goedkoop maar niet duurzaam. Ook al laat je je disk met een lagere snelheid draaien, het blijft zowel qua energieverbruik als circulariteit de minste van de drie opslagmogelijkheden. SSDs zijn prijzig, bevatten veel schaarse materialen, maar zijn wel razendsnel. Tapes zijn goedkoop, voor 99% recyclebaar plastic, gaan lang mee, maar zijn niet heel snel. Maar wat is niet snel?

Duurzaam: Solid State Disks

Over de solid state disk (SSD), ook wel flash storage genoemd want er komt geen disk aan te pas, had de productmanager interessante informatie. De "disks" zijn energiezuinig omdat de spanning verlaagd wordt wanneer de disks niet actief gebruikt worden. Maar tot onze grote verbazing heeft dat een geweldig bijeffect, namelijk dat de "disks" 2x zo lang meegaan! Twee keer! Dus geen 4 maar 8 jaar! Dat is financieel ook heel interessant en met de wetenschap dat in technische apparaten zo'n 80% van de CO2 uitstoot zit in de productie en het transport dan is dat in dit geval 40%. Nou dat scheelt enorm. Verder wist zij te vermelden dat de compressie en encryptie op de storage devices zelf plaatsvinden en niet in de controller, dat ontlast de controller en in de flash storage is dat veel efficiënter waardoor encryptie en compressie sneller is en minder energie verbruikt. We vonden het briljant, je moet er maar opkomen.

Duurzamer: Tape als *active archive*

Vervolgens kijken we naar de tape library, in de wandelgangen noemen we dat de tape robot, maar een library klinkt een stuk intelligenter. Officieel is de library het gedeelte waar de tapes zijn opgeslagen en de robot is de arm die de tapes ophaalt en weer terugzet. Wist je dat het laden van een tape, maar ongeveer 10 seconden in beslag neemt? We noemen dit de *robotic mount time*. Dan moet de tape nog naar de juiste plaats spoelen, de drive load time, dat duurt ongeveer 8 seconden²⁵. Het lezen van de data gaat vervolgens razendsnel (400MB/s) dus met een goede 20 seconden heb je

²⁵ <https://www.backupworks.com/tape-performance-accelerates-access-time-and-throughput.aspx>





dat bestand terug of die film. 400 MB/s haalt jouw harde schijf overigens niet. Kon je maar ook zo snel de juiste informatie in een papieren archief op zolder terug vinden. Tape is een ideaal opslagmiddel voor e-mails, documenten, images en video's, in de praktijk worden die weinig tot niet gebruikt. Dat is zo'n 80-90% van al je data. Dus alle documenten op je harde schijf die langer dan 1 maand niet geraadpleegd zijn kunnen met gemak op tape. En uiteraard maak je je back-up op tape, hoe vaak heb jij ooit een back-up teruggezet? En toch, *air-gapped* tape heeft menig bedrijf gered bijvoorbeeld na een ransomware aanval. Daarnaast is tape ook goedkoop en zeer duurzaam. Een tape drive gaat 2x zo lang mee als een harde schijf. Het installeren van een tape robot is heel simpel. Je hebt ze al in een rack formaat en je koppelt ze aan je virtuele storage en storage tiering software regelt automatisch de opslag.

Maar, hoeveel CO2 uitstoot bespaar je nu?

Storage devices zijn niet de grootse energieverbruikers in je datacenter, maar ook niet verwaarloosbaar²⁶. Opvallend is dat de hoeveelheid storage enorm groeit, maar het energieverbruik gelijk blijft. Is dat eindig? Waarschijnlijk kunnen we nog wel even vooruit omdat de dichtheid van technologie nog wel wat vooruit kan, maar net als bij CPU's gaan we binnen een paar jaar tegen grenzen aanlopen.

Het vergelijken van verschillende storage type en CO2 uitstoot is complex. Je moet rekening moet houden met de performance (IOPs) en workload (veel of weinig schrijffactiviteit, gebruik over 24 uur, type schijven die je gebruikt, etc.) Mocht jij concrete informatie hebben, dan houden we ons aanbevolen. Iets voor de volgende nieuwsbrief?

Duurzaamst

We hebben het gehad over manieren om de data die je hebt op een duurzame manier op te slaan. Wat natuurlijk het duurzaamst is, is om de data die je moet opslaan te beperken tot datgene wat je werkelijk gebruikt of dat van waarde is voor je bedrijf. Een hele goede informatie huishouding helpt hierbij!

Zeker als je je realiseert dat:

- 65% van de opgeslagen data niet meer wordt gebruikt²⁷
- 70% van de data haar waarde is verloren na één uur

Dus wat wel relevant is, is beperkt.

²⁶ <https://blog.huawei.com/2023/08/03/advice-for-cios-green-data-storage-net-zero-data-centers>

²⁷ Dit getal is een indicatie, soms worden er veel hogere getallen genoemd, b.v. deze blog over "dark data": <https://frsteigen.com/blog/dark-data-use-it-or-lose-it/>





Bewaak de levenscyclus van je data goed. Als het niet meer relevant is of niet meer van waarde... vernietigen. Dat klinkt natuurlijk heel eng maar het is absoluut noodzakelijk om de databerg te beperken. We hebben nu eenmaal een niet te stillen honger ontwikkelt voor data en met AI is deze honger alleen maar groter geworden.

Wil je het dan toch langer bewaren voor de 'zekerheid' en mag je dat wel? Sla het dan op tape op!

24.2. Data opslag in een reageerbuis: Innovatieve Onderzoeken door de Radboud Universiteit

Naast de traditionele technologieën wordt er ook veel onderzoek gedaan naar nieuwe manieren van data opslag.

Hieronder volgt een interview met **Bernard van Gastel, Universitair Docent Duurzame Digitalisering.**

De Radboud Universiteit is ook lid van de Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering. Waarom is de RU zo betrokken bij het onderwerp duurzaamheid?

"Deze vraag krijg ik vaak en is makkelijk te beantwoorden. De RU heeft als doelstelling om verbinding met de maatschappij te leggen. Duurzaamheid geeft die verbinding en daarom hebben we een krachtige zienswijze ontwikkeld op duurzaamheid. Dit heeft geleid tot nieuwe vakken die zijn toegevoegd, extra certificaten die kunnen worden gehaald en functies die zijn gecreëerd, zoals die van mij.

Daarnaast heeft de universiteit een katholieke achtergrond en daar hoort reflectie bij op je gedrag en op je positie (beziinning). De integrale zienswijze bij duurzaamheid past daarmee ook naadloos in de historie van de universiteit."

Jullie doen veel onderzoek naar oplossingen voor duurzame IT technologie.

Welke faculteiten zijn hierbij betrokken?

"We hebben één beta faculteit waarin natuurkunde, scheikunde en Informatica zijn ondergebracht. Hierbinnen hebben we een onderzoeksprogramma: **Groene IT.** Dit programma kijkt naar IT om deze groener te maken. Dat gaat vooral over energie. ►

Naast de beta faculteit hebben we ook onderzoeksafdelingen filosofie, rechten en bijvoorbeeld bedrijfskunde. Aan alle kanten is interesse voor digitalisering en ook zij zijn er rechtsom of linksom wel mee bezig. Daarbij wordt ook gekeken naar de positieve en negatieve ethische kant. Onze management faculteit kijkt bijvoorbeeld weer naar het onder controle houden van IT projecten.

Je ziet dus dat de RU de brede definitie van duurzaamheid hanteert. Niet allen maar over groen, wij vinden de integrale zienswijze belangrijk, dus ook de sociale kant."

Als we kijken in het domein van data opslag dan zijn er best wel interessante onderzoeken naar innovatieve technologieën te noemen. Kun je een paar voorbeelden noemen?

"Wij onderzoeken een tweetal mogelijkheden. De eerste betreft de opslag met lasertechnologie. Het is vastgesteld dat lasers ook magnetisme beïnvloeden. Lasers zijn veel preciezer dan de magnetische koppen op de huidige harde schijven. Deze koppen beïnvloeden namelijk ook de naastliggende materialen. Met lasers heb je hier geen last van. Je kunt dus een veel hogere dichtheid halen. Daarnaast zijn lasers energiezuiniger dan magnetische koppen. Dit werk wordt vooral vanuit de natuurkunde gedaan.

Het tweede betreft de opslag in polymeren. Een polymeer is een keten van moleculen. We slaan dat op in een reageerbuisje. Door de data als polymeer op te slaan kun je data heel lang bewaren. Dat kan een goede oplossing zijn als je data heel lang wil bewaren. Met de huidige technologie moet je data één keer per zoveel jaar verversen. Waar we nog tegenaan lopen is de tijd die het kost om een polymeer weer uit te lezen. Dat gaat heel langzaam."



Hoe zorgen jullie ervoor dat dit soort onderzoekresultaten door de markt worden opgepakt om door te ontwikkelen tot producten? Hoe werkt dat?

"In de meeste gevallen worden de onderzoeken gedaan met publiek geld en het onderzoek is daarmee ook openbaar. Als het gebeurt in combinatie met een bedrijf dan ligt dat soms anders.

In de campus zijn ook veel spin-offs die kijken hoe technologie naar de markt gebracht kan worden. Het is ook afhankelijk van de soort technologie. Sommige zijn meer commercieel, andere meer maatschappelijk.

Als je kijkt naar de Technology Readiness Levels zie je dat wij vooral op de onderste lagen bezig zijn. Andere bedrijven zoals TNO zijn er voor tussenliggende levels."



Doen jullie naast onderzoek naar data opslag ook nog andere onderzoeken die baanbrekend kunnen zijn op het gebied van duurzame IT?

"Jazeker. De toekomstverwachting is dat computers steeds gedifferentieerder worden (fit for purpose red.) Dat geldt voor opslag technologie maar ook voor Compute: de xPU wereld (CPU, DPU, QPU, GPU....). Hoe zorg je er nu voor dat je al deze xPU's makkelijk kan programmeren. Eén enkele taal naar verschillende targets. Het is gebleken dat we te veel detail gebruiken in onze programma's. Daardoor kunnen optimalisaties niet worden gedaan. Door details weg te laten kunnen we beschrijven wat we willen bereiken en niet hoe.

Dit gaat over het gebruik van de meest optimale technologie. Daarnaast is ook nog de vraag op welk tijdstip van de dag en op welke lokatie zodat je de CO2 uitstoot kan reduceren. En om het nog complexer te maken wille we dat kunnen doen terwijl de applicatie zijn berekeningen doet. Dus terwijl de berekening aan de gang is wil ik automatisch kunnen switchen van datacenter.

Dit experiment doen we met Single Assignment C (SA-C). SA-C is een variatie op de programmeertaal C en werkt ook met een compiler. Elke variabele kan maar één keer assigned worden. De keuze op welke xPU je gaat draaien moet heel snel gebeuren en wordt al tijdens het compileren gemaakt.

Verder hebben we ook nog een grote afdeling die zich bezig houdt met testen, hoe maak je betrouwbare IT systemen. Ook dat is een belangrijk aspect van duurzaamheid."

Bernhard, dank je wel voor deze inzichten! Ontzettend boeiend en leerzaam om te horen dat er op deze wijze aan duurzaamheid van IT gewerkt wordt binnen de academische wereld. ●



25. Werklast Gedreven aka fit for purpose

Wij geloven in werklast gedreven datacenters. Datacenters die zich specialiseren in technologie voor bepaalde werklasten om deze zo optimaal (lees efficiënt) mogelijk in te zetten. Een "fit for purpose" en niet een "one size fits all". Overigens past die "one size fits all" kleding nooit, te lange mouwen of juist te kort, maar dat terzijde. We willen hier een poging doen om werklasten te mappen op de infrastructuur die hiervoor het meest geschikt is. Het meest geschikt betekent in dit geval ook het meest efficiënt, het meest duurzaam.

25.1. Systemen

Grofweg zijn er vijf soorten servers te onderscheiden, waarbij de eerste twee weer een paar varianten kennen:

- CISC gebaseerde servers
 - » Single Servers (ook wel bekend als "pizza dozen")
 - » Blades
 - » High end
- RISC gebaseerde servers
 - » Single Servers
 - » High end
- GPU gebaseerde servers
- Mainframes
- Quantum computers
- Nieuwe processor typen





CISC en RISC gebaseerde servers

CISC en RISC zijn processor architecturen. CISC staat voor Complex Instruction Set en RISC voor Reduced Instruction Set.

RISC processoren zijn ontworpen met duurzaamheid als design principe! RISC processoren zijn efficiënter en zuiniger en worden daarom toegepast in telefoons, tablets, huishoudelijke apparaten en zien we ook veel terug in communicatie apparatuur in datacenters. Tot voor kort was CISC de meest populaire processor in datacenters, we zien vooral bij de hyperscalers een enorme toename van het gebruik van RISC processoren.

Doordat je bij hyperscalers gebruik maakt van services is het als gebruiker niet relevant om te weten op wat voor infrastructuur deze service draait. Bijvoorbeeld de eerder genoemde Graviton3 processor van AWS. Windows draait alleen op CISC en dat is de reden dat er nog veel CISC processoren worden toegepast. Voor het gebruik van een RISC processor ben je aangewezen op een Unix variant van een Operating System.

Dit verschil is fundamenteel voor een duurzaamheidsdiscussie omdat RISC veel zuiniger is, maar veelal niet de huidige standaard. De strategische keus is volgens de experts gemaakt, maar hoe ga je hiermee om in jouw datacenter?²⁸

GPU gebaseerde servers

GPU staat voor Graphics Processing Unit. Ooit ontworpen om snel 3D processing te doen. Een GPU is in staat om heel veel berekeningen parallel uit te voeren, ideaal als je het volgende plaatje op je scherm moet tonen. Iedere pixel op je scherm wordt gelijktijdig berekend en gelijktijdig getoond. Deze servers zijn daarmee ook uitermate geschikt voor het gebruiken van een neurale netwerk voor AI modellen. We noemen het GPU gebaseerd omdat er allerlei varianten zijn ontwikkeld, bijvoorbeeld de Tensor Processing Unit van Google.

Mainframes

Mainframes zijn flinke servers die bekend staan om hun betrouwbaarheid, veiligheid en snelheid in het verwerken van transacties. Dit komt doordat bij een mainframe server de componenten in hoge mate geïntegreerd zijn. In het hoofdstuk over architectuur zagen we dat hoge mate van integratie goed is voor energieverbruik maar minder goed

²⁸ <https://blog.huawei.com/2023/08/03/advice-for-cios-green-data-storage-net-zero-data-centers>



voor modulariteit. Dat is precies de afweging die je hier ook moet maken. Bij veel grote bedrijven draaien de belangrijkste bedrijfsprocessen op deze servers. Het beeld kan zijn dat een mainframe groot en duur is maar mainframes zijn er in diverse smaken en prijsklasse. Een Linux mainframe is niet veel duurder dan een flinke high-end server. Dus afhankelijk van de omvang van je organisatie en je duurzaamheidsstrategie kan een Linux mainframe een optie zijn.

Quantum computers

Een onmogelijke opgave, is dat het eerste wat bij je opkomt als je naar deze formule kijkt? Hierbij een spoiler, we kunnen het pasklare antwoord niet geven, zo zwart-wit is het Quantum domein niet. Het is goed om eens stil te staan bij de huidige ontwikkelingen en mogelijke toepassingen alsook de fysieke kant van Quantum Computers.



Duurzaamheid + Quantum: Een onmogelijke opgave?

In het hoofdstuk **Responsible Impact** hebben we een vraagstuk rondom het afspreken van collega's die verspreid over Nederland wonen geschetst. Een aantal wonen in het oosten, zowaar een enkele in de kosmos Amsterdam en nog een paar in de polder. In het kader van duurzaamheid; op welke locatie spreken we af of is er mogelijk toch een hybride oplossing noodzakelijk?

Het werd uiteindelijk op basis van een aantal factoren een hybride overleg waarbij de Amsterdamse collega gaat inbellen. Nu leeft die ene collega in Amsterdam al best in haar 'eigen' wereldje en willen we als team elkaar fysiek zien dan is het simpelweg niet zo handig om één collega onbedoeld het gevoel te geven dat zij minder onderdeel is van het team (uit divers onderzoek blijkt dat elkaar fysiek ontmoeten veel voordelen heeft). Dus doorzoeken tot we de meest optimale locatie hebben gevonden!



Enfin, op zoek naar een geschikte locatie voor een vergadering. Een aantal factoren die we willen meenemen:

- zo kort mogelijke afstand voor eenieder, maar wel rekening houdend met verwachte files begin en eind van de dag
- onbeperkt budget voor een locatie voor een werkdag
- elektrische rijders die het idealiter op 1 laadbeurt kunnen redden
- een locatie waar vervolgens bij aankomst weer bijgeladen kan worden
- glutenvrije lunch mogelijkheden

Dagelijks maken we zelf tal van dit soort optimalisatie keuzes intuïtief. Wordt het complexer, dan kunnen we de hulp inschakelen van een 'klassieke' computer door middel van een optimalisatie algoritme. In de praktijk zijn de meeste optimalisatie vraagstukken vele malen complexer dan het hierboven geschetste voorbeeld en kan het rekenen, zelfs met brute kracht van een klassieke computer, eindeloos duren en/of ontzettend kostbaar zijn. Denk bijvoorbeeld aan moleculair ontwerp, chemische processen, supply chain planning, het kraken van encryptie (met Quantum een fluitje van een cent).

Toepassingen voor quantum

Zoals de term 'optimalisatie vraagstuk' al doet vermoeden bestaat er geen eenvoudige formule waarmee een dergelijk probleem kan worden opgelost. De klassieke computer berekent eerst allerlei mogelijkheden om deze vervolgens te vergelijken en de beste eruit te halen. Naarmate er meer variabelen zijn, hebben we het in de volksmond al gauw over een onbeperkt aantal mogelijkheden. De klassieke computer analyseert alle mogelijkheden één voor één en stopt er na verloop van tijd ook mee onder het motto "goed is goed genoeg". Een Quantum Computer is in staat om een grote hoeveelheid van deze berekeningen parallel uit te voeren. Dat betekent twee dingen: het gaat vele malen sneller en het kan ook meer berekeningen uitvoeren waardoor het resultaat nauwkeuriger wordt.

Ondanks de potentie van Quantum Computers zal het niet helemaal dat fluitje van een cent zijn, maar zou het wel een stuk sneller en misschien ook beter kunnen. Want wellicht komen we wel tot betere oplossingen/antwoorden doordat er verder doorgerekend kan worden. Daarmee hebben we niet alleen versnelling maar ook een verbetering van de kwaliteit van de uitkomst.



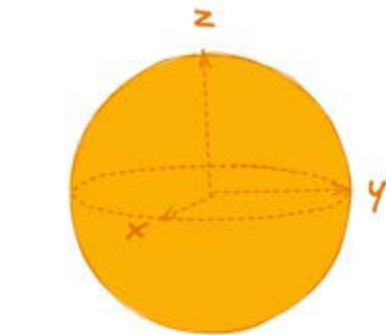


Dit neemt overigens niet weg dat er geen rol meer is voor de klassieke computer. Denk hierbij aan een hybride aanpak waarbij je een deel van de berekening op onze vertrouwde klassieke omgeving uitvoert en vervolgens de circuits van een Quantum Computer aanspreekt en het resultaat weer terugstuurt naar de 'vertrouwde klassieke omgeving' om hier verder mee te werken.

Zou het niet mooi zijn als er een manier is om te bepalen wanneer dat moment aanbreekt, een soort van cut-off point (kantelpunt) op basis van bijvoorbeeld de hoeveelheid variabelen of de grootte van de dataset, et cetera? Dat zou betekenen dat je alleen bij bepaalde use cases direct de Quantum Computer inzet, waar het duidelijk is dat het geen zin heeft om klassieke optimalisatie algoritmen in te zetten. Scheelt verspilling (het stampen van de computer zonder resultaat) en je komt met betere antwoorden.

Er zijn al stappen genomen om een klassiek optimalisatie algoritme te vergelijken met een Quantum algoritme. Binnen Qiskit (toolkit voor Quantum toepassingen)²⁹ zijn er Quantum algoritmen beschikbaar die je zou kunnen vergelijken met bijvoorbeeld een klassiek Cplex algoritme (tool voor traditionele optimalisatie algoritmes).

Dit biedt de mogelijkheid om benchmarks te kunnen uitvoeren om op korte termijn veel concreter te kunnen gaan testen en vergelijken.



Quantum bit

Fysieke aspecten

Is daarmee de Quantum Computer een duurzame optie bij bijvoorbeeld de uitvoering van complexe optimalisatie algoritmen? Zo simpel is het niet! Er speelt nog veel meer bij het gebruik van Quantum Computers. Ook de fysieke infrastructuur is van belang en niet slechts de algoritmen. Een van de bijzondere factoren hierbij is de koeling. Laten we eens door een duurzaamheidsbril kijken naar de koeling aspecten van een Quantum computer.

Koeling is essentieel voor de, op dit moment, meest geavanceerde Quantum computers die gebruik maken van "Superconducting Qubits". Hierbij wordt de supergeleiding en stabiliteit gerealiseerd middels een



²⁹ <https://www.ibm.com/Quantum/qiskit>



cryogene (koudmakende) omgeving van pakweg 15 millikelvin (een slordige-273.13500 Celsius).

Tijdens het schrijven van dit stuk konden we genieten van een aangename temperatuur. Er waren zelfs een aantal dagen dat het boven de 30 graden was. Zat je toen op kantoor lekker in de airco of in je koele werkkamer thuis? Gelukkig doet de laptop gewoon zijn werk en heeft het geen last van de warmte.

De koeling van Quantum Computers verschilt echter fundamenteel ten opzichte van wat een traditioneel datacenter kan bieden. De energie die nodig is om te koelen is substantieel groter dan voor klassieke computers. Dat is voor klassieke computers 2-20% van het totale energiegebruik³⁰.

Daarnaast zijn Qubits mega gevoelig voor warmte (in Quantum termen “decoherence”) wat de performance en betrouwbaarheid beïnvloed. Het is daarom belangrijk dat thermische ruis (zo wordt dat genoemd) zo laag mogelijk gehouden wordt; andere componenten die warmte creëren mogen de stabiliteit van de Qubits niet beïnvloeden, omdat dit ten koste gaat van de berekeningen.

Al met al een schone taak voor de cryogene apparatuur die ontwikkeld wordt die nodig is om a) voldoende te koelen (tot millikelvin) en b) de benodigde schaal te kunnen realiseren.

Momenteel zijn de ontwikkelingen rond de thermische aspecten van Quantum Computers in volle gang. Zo zijn er specialistische partijen die cryogene oplossingen ontwikkelen:

- Apparatuur die door middel van vloeibaar helium snel en effectief koelt
- Oplossingen om de Quantum processoren te scheiden van de andere componenten om ‘ruis’ te voorkomen
- Cryogene kabels om inefficiënte te voorkomen.

Er zijn ondernemingen die zich volop hebben gestort op deze markt van cryostatens, zoals bijvoorbeeld Bluefors.

Er is op dit ogenblik nog niet echt een Quantum Computing technologie die allesoverheersend is. Naast de verschillende Quantum technieken, zoals supergeleiding, ionen, neutrale atomen en nog andere, zijn er ook nog grote verschillen op het vlak van energieverbruik.

³⁰ <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/77200.pdf>





Onderzoekers bleven echter niet bij de pakken zitten en verdiepten zich al in de materie^{31 32}. Algemene conclusies trekken is momenteel nog een risico en te voorbarig, maar er is sprake van verschillende use cases waar Quantum Computing opmerkelijk milieuvriendelijker is dan klassieke Computing voor het oplossen van hetzelfde probleem.

Kortom, boeiende materie, want wat betekent massale inzet van deze technologie bijvoorbeeld voor onze nationale energieconsumptie of zelfs op globaal niveau? Nu is het energie verbruik van datacenters nog gemiddelde 1,3% (in NL ongeveer 2,8%).

Tot slot, maar niet in het minst, ligt er ook een hele berg hoop bij Quantum Computing voor het ontwerpen van duurzame oplossingen. Denk bijvoorbeeld maar aan “carbon capture” technologie (opslag van CO₂), het ontwikkelen van batterijen die een langere levensduur hebben en uit minder schadelijke stoffen bestaan, of beter uitgekende aerodynamica (dmv Computational Fluid Dynamics), om het bij een handvol voorbeelden te houden³³.

Met dank aan onze collega Eric Michiels voor zijn quantum sense, om alle onzin uit dit stuk te halen en ons begrip voor Quantum technologie een niveautje hoger te tillen. Zeg maar gerust bewust onbekwaam.

³¹ <https://arxiv.org/abs/2205.12092>

³² <https://arxiv.org/abs/2408.05679>

³³ <https://arxiv.org/abs/2310.09162>





25.2. Nieuwe processor typen

Wist je dat er een groot verschil in energieverbruik is tussen de verschillende systeem hardware?

Vooral voor AI is behoorlijk wat rekenkracht nodig. Intelligent gebruik van CPU- en GPU-werklasten kan een aanzienlijke energie besparing opleveren. In tegenstelling tot wat je in de naam zou verwachten, biedt het OpenPower-consortium een technische oplossing die niet alleen open is, maar ook een andere processor architectuur gebruikt. Deze gebruikt slechts 1/3 van de energie in vergelijking met traditionele processoren (Intel).

Ontwikkeling van processors

Op het gebied van de ontwikkeling van processoren is heel wat gaande. Zoals eerder aangegeven is de wet van Moore ten einde, maar dat betekent allerminst dat de ontwikkelingen van processoren stopt. Integendeel, de processor markt is volop in ontwikkeling. In dit hoofdstuk willen we daar het een en ander over schrijven. De belangrijkste afdrank is dat wanneer je met deze technologie wil werken op het moment dat deze beschikbaar komt, je ervoor moet zorgen dat je gebruik maakt van open standaarden en open technologieën. Denk daarbij aan een operating system als Linux en een programmeertaal zoals bijvoorbeeld Java. Omdat deze technologieën massaal worden ingezet zullen deze naar alle waarschijnlijkheid ook als eerste gebruik kunnen maken van de nieuwe processor technologieën die we momenteel zien verschijnen.

De huidige processoren zijn gebouwd onder de "von Neumann" architectuur op basis van transistor technologie. Von Neumann onderscheidt:

- de rekeneenheid,
- het memory en de
- in- en output.

Data wordt opgehaald, verwerkt door de rekeneenheid om vervolgens weer te worden opgeslagen. De transistortechnologie werkt binair. De transistor laat of stroom door (1) of niet (0) dus alle informatie wordt omgezet in 1-en en 0-en. Deze taal van 1-en en 0-en hebben we de digi taal genoemd ofwel digitaal. Deze technologie werkt uitstekend, maar heeft een aantal randvoorwaarden die beperkingen met zich meebrengen:

onze wereld is analoog. Een snaar op een gitaar brengt een toon voort. Als we deze toon willen vastleggen in een computer dan converteren we deze naar een digitaal formaat. Hoe exacter we het willen vastleggen, hoe meer bytes. Als we vervolgens het geluid weer



willen afspelen, pakken we een digitaal formaat op en converteren we het weer naar analoog, dan kunnen we het tenminste weer horen. Die LP van vinyl was misschien zo gek nog niet?

De precisie van het getal dat de computer kan verwerken wordt bepaald door het aantal bits. De 'normale' standaard is een 64bit computer. Een getal dat wordt weergegeven in 64bits wordt een double precision floating point genoemd. Ook wel DOUBLE of FLOAT. Nu schijnt dat een FLOAT een 64-bit benadering is van een werkelijk getal. Meestal is deze benadering, gelukkig, wel goed genoeg.

Transistoren werken met elektronen. De snelheid van een elektron is 2.200 km/s. Dat wordt een flinke boete, maar wellicht dat je voorbij de flitspaal bent voordat de camera de foto neemt. Alles is relatief maar datatransport kost tijd. Veel transport kost meer tijd en gigantisch veel transport kost significant wat tijd. In een chip zit meer dan 100km aan koperen geleiding.

Het transport kost ook energie en bij die energie komt warmte vrij. Dat is buitengewoon vervelend want dat moet weer gekoeld worden en dat kost ook weer energie.

Om processoren efficiënter te maken, worden ze steeds kleiner en stoppen we er meer op 1 vierkante MM. Inmiddels wordt er gekeken naar 1nm. Hoewel het eerder gezegd is dat het einde in zicht is blijft er toch doorontwikkeld worden. De verwachting is echter dat quantum tunneling een bottleneck gaat zijn. Dat wil zeggen dat elektronen uit de box springen omdat de box niet meer hoog genoeg is. Zoiets als een kruiwagen met kikkers.

Er zijn nu verschillende technieken die sommige van deze problemen proberen op te lossen. Veel is echter nog in de experimentele fase. Dus denk nu niet, ik ga lekker door met mijn applicaties bouwen en de "sky is the limit", het wordt wel voor mij opgelost. Het is belangrijk om te snappen wat er gebeurt en ervoor te zorgen dat jouw applicaties klaar zijn om gebruik te kunnen maken van deze toekomstige ontwikkelingen.

Analoge processoren

Het voordeel van analogen processoren is dat ze een analoog signaal niet hoeven om te zetten in een digitaal signaal. Een voorbeeld. Een digitaal signaal is van 0-1,5 Volt een 0 en tussen 2,5 en 6 volt een 1 (daarboven is er brand). Wat gebeurt er bij het optellen van de twee spanningen 1,7 en 4,5. Analoog komt er direct 6,2 uit. Echter digitaal, converteert eerst 1,7 naar een digitaal formaat, dan converteert 4,5, die worden bij elkaar opgeteld en het resultaat converteert weer terug naar analoog, en komt daarmee uit op (ongeveer) 6,2.



De hoeveelheid energie van de analoge processor blijkt een stuk minder te zijn. Nu is het zeer waarschijnlijk dat een analoge processor niet zonder digitale kan. Er wordt met name gekeken naar edge computing om analoge processoren toe te passen. De analoge processor kun je programmeren en deze kan bijvoorbeeld een videobeeld lezen. Ter illustratie met videobeelden, pas als er een dief gesignaleerd wordt geeft deze het door aan de digitale processor en die zal een proces opstarten waarbij de beelden digitaal worden doorgestuurd naar de politie en worden vastgelegd op storage.

Doordat de processor weinig energie kost kan deze ook makkelijk in de edge worden toegepast en door data aan de bron te verwerken voorkom je ook weer onnodig data transport.

Neuromorphic processors

Het von Neumann principe is gebaseerd op het binnenhalen van data en die wordt verwerkt. Het proces staat centraal. Een neurale netwerk moet veel berekeningen parallel kunnen uitvoeren. Daarom is het handig als de data en de verwerking dicht bij elkaar staan. Een neuromorphic processor is een processor die de verwerking op deze manier doet. Maar stel dat je hele simpele berekeningen moet maken zoals in een neurale netwerk, dat is eigenlijk alleen maar een eenvoudige vermenigvuldiging (dat is heel makkelijk in een processor, vermenigvuldigen met 2 is shift left in het register, delen door 2 is binair shift right). Een neuromorphic processor is factoren sneller en bespaart enorm veel energie. Een voorbeeld is Northpole van IBM³⁴. Als je echt een nerd bent dan is de paper misschien interessant voor je. Het gaat ons boven de pet.

Photonic Processors

Zoals aangegeven werken de huidige processoren met elektronen. Maar stel dat je met licht zou kunnen werken. Dat is in ieder geval al 100x zo snel en er komt veel minder warmte bij vrij. 299.792 km/s vs 2.200km/s. Voor elektronen transport wordt silicium gebruikt en voor licht wordt er gekeken naar lithium niobate. Wij hadden er tot voor kort nog nooit van gehoord. Het concept komt overeen. Je maakt alleen lichtbanen i.p.v. elektrische geleiders. Het klinkt best simpel, toch? Geen licht is 0, licht is 1. Maar hoe sla je dat nu op? Frodo Ballings had een flesje van Galadriel gekregen met het Licht van Eärendil, misschien een idee?

³⁴ <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.adh1174>





Er wordt momenteel behoorlijk ingezet op al deze technologieën en meest waarschijnlijk achten wij de “fit for purpose” oplossingen. Analoge processoren in de wereld van IoT, Neuromorphic voor AI toepassingen en wellicht zijn de Photonic processoren een goede general purpose processor. Je ziet ook een mix ontstaan. Je zou ook een optie kunnen inbouwen in een standaard processor om proximity computing te doen. Wellicht niet handig voor bancaire transacties, maar voor document verwerking prima toepasbaar.

25.3. De werkplek

We gaan in ons boekje nauwelijks in op de werkplek. Steeds vaker zien we een Bring Your Own (BYO) beleid. Neem mee wat je zelf prettig vindt. Er wordt dan een virtuele werkplek geboden. Eenvoudig uitgelegd installeer je een applicatie op je eigen device dat toegang geeft tot een werkplek die draait op een server in een datacenter. Het voordeel is dat dit veilig is en je niet allerlei devices hoeft te ondersteunen en bij te werken. Wel één groot nadeel: je hebt een computer op je bureau staan die energie kost en je hebt een werkplek draaien in een datacenter die energie kost. Niet efficiënt dus.

Het tweede aspect is de keuze van het device zelf. Een nieuwe M1 (RISC) gebaseerde Apple is 3x zo zuinig ten opzichte van een nieuwe Intel/AMD (CISC) gebaseerd systeem. Wat doe je met die wetenschap? Datzelfde geldt voor Chromebooks, als je toch in de cloud werkt...

Een laptop gebruikt tussen 150 en 300 kWh per jaar. Een Macbook ongeveer 1/3, dat is 50 tot 100kWh, dat scheelt dus 100 - 200 kWh. Heb je 20 medewerkers dan hebben we het hier over het stroomverbruik van één huishouden. En als je nu denkt, maar dat hoeft ik toch niet te betalen als bedrijf, ga dan terug naar bladzijde één van dit boekje en begin opnieuw met lezen.

Tja... nu je dit weet moet je er toch wel even over nadenken als je een bedrijf hebt met een flink aantal medewerkers.

Het NCDD heeft een boekje uitgegeven met de titel “Op weg naar een Emissieloze Online Thuiswerkplek”³⁵. In dit boekje worden een aantal aanbevelingen gedaan voor de medewerker, de werkgever en de leverancier. Op zich zijn de meeste aanbevelingen niet specifiek voor de werkplek. Eén willen we er toch even noemen:



³⁵ <https://coalitieduurzamedigitalisering.nl/wp-content/uploads/Handleiding-Emissieloze-Online-Thuiswerkplek-2023.pdf>





“Wees zuinig op je spullen”. We waren te gast bij Reinoudt Klokke van Reuzado (ook een coalitiegenoot van de NCDD) die druk bezig zijn om hergebruik van IT apparatuur te bevorderen. Het verschil tussen Piet die zijn laptop na 4 jaar inlevert waarvan je je afvraagt **of** hij hem wel gebruikt heeft en Klaas waarbij je je afvraagt **waarvoor** hij hem gebruikt heeft is enorm groot. Vergis je niet, als jij je laptop netjes inlevert maak jij er weer iemand anders blij mee.

25.4. Werklasten

Wat we verder nog zien is dat er steeds meer combinaties van technologieën op de markt komen. Een integratie van CPU en GPU bijvoorbeeld. Maar voor het denkproces trekken we dit even los.

Het kan goed zijn dat je voor jezelf een werklast definieert die optimaal gebruik kan maken van zo'n combinatie.

Voor al voor grote organisaties is het lonend om onderscheid te maken in de werklasten die er zijn. Wat zijn relevante karakteristieken voor een server die bepalen welke werklast hier het best op kan draaien? Relevant voor servers zijn eigenlijk maar een paar eigenschappen.

1. De verwerkingscapaciteit van de CPU. Hoe snel kunnen instructies (parallel) worden uitgevoerd? We hebben hierin ook een prijs/prestatie aspect meegenomen.
2. De snelheid waarmee externe data opgehaald kan worden om door die CPU verwerkt te kunnen worden.
3. De connectiviteit van de CPU met externe CPU's. High end servers zijn wat we noemen channel attached. Door deze te koppelen kunnen zeer krachtige systemen gebouwd worden. Supercomputers zijn hier een voorbeeld van.

In de volgende tabel zijn voorbeelden opgenomen van veelvoorkomende werklasten met de bijbehorende karakteristieken. Per bedrijfstak kan er meer of minder focus liggen op bepaalde werklasten.

Uiteraard geeft deze tabel maar een indicatie. Een werklast die gebaat is bij verticale schaalbaarheid zal vooral kijken naar high-end RISC servers of een mainframe. Als daarnaast I/O belangrijk is dan past het mainframe beter. Is CPU snelheid belangrijk dan is het RISC of CISC systeem de betere keuze.



Server	CPU Capaciteit	IO – Bandbreedte	CPU Koppelingen	Energie
CISC – Single	++ (16 cores, 3,7 Ghz) (AMD Ryzen)	--	--	--
CISC – Blades	++	-	-	-
CISC – High End	++	+/-	--	+
RISC – Single	++ (16 cores, > 4 Ghz) (Power 10)	+/-	++	++
RISC – High End	++ (Tot 480 cores)	+/-	++	++
GPU	-	-	++	+/-
Mainframe	+ (8 cores, >5 Ghz) (Telum)	++	++	+





Werklust	Voorbeeld Systeem
Ontwikkelpplatformen Innovatieomgeving Afgeschermd server in security zone	Lenovo ThinkSystem SR630 7X02
Collaboratie omgeving Eindgebruikersomgevingen VDI	HPE Blade System c7000
Operationele systemen Informatievoorziening (Web sites / Self Service) ERP Systems Content beheer	Atos Bullion Servers
Ontwikkelpplatformen Firewall, Routers, Switches Appliances	ARM Server
Operationele systemen Rapportages Data warehouses Content beheer	IBM Power E1080
Data analytics AI Model Calculation, Graphics	Nvidia
Transactieverwerkende systemen	IBM Z16

25.5. OLED

Het zit 'm vaak in kleine dingen. Heb je als ontwerper van websites wel eens stil gestaan bij de impact die jouw kleurrijke ontwerp heeft op het energieverbruik?

De nieuwe technologie voor beeldschermen, OLED technologie (organisch light-emitting diode), zorgt voor prachtige weergaven en is al heel populair in de televisie wereld. De wereld van beeldschermen voor desktops en laptops zal deze technologie vast en zeker gaan omarmen.

Het voordeel van OLED is dat het in tegenstelling tot LED geen backlight nodig heeft omdat ieder pixeltje een eigen lichtbron is. Dat heeft een voordeel want zwart betekent gewoon geen licht!

Echter, gebruik van bepaalde kleuren heeft wel impact op energie verbruik. Wat dacht je van de kleur blauw die 25% meer energie gebruikt dan bijvoorbeeld rood of groen. Dus denk goed na welke kleuren je gaat gebruiken. By the way, denk niet 'dan maar geen kleur'. Wit gebruikt de meeste energie!

Je zult maar een bedrijf zijn met een blauw logo. Hoewel groen ook niet heel veel beter is. Wellicht moet daar in de toekomst dan iets aan veranderd worden...





26. Nog meer aspecten

26.1. Hoog beschikbaar als standaard

Het gemak waarmee wordt omgesprongen met onze IT middelen is soms wel verontrustend. Vaak wordt vanuit beheersgemak patronen toegepast die helemaal niet nodig zijn. Een organisatie heeft een twin datacenter en een prachtige IT-inrichting die er voor zorgt dat het bedrijf 24/7 operationeel beschikbaar is.

Bij het inrichten van de omgeving voor een nieuwe applicatie van de afdeling A heeft de IT afdeling begrepen dat het om een belangrijke applicatie gaat. Deze wordt dus (want IT'ers hebben het beste voor met het bedrijf) als hoog beschikbaar ingericht. In IT termen active-active. Met andere woorden als bij het ene datacenter problemen ontstaan dan draait de omgeving zonder enige verstoring door in het andere datacenter. Er is vanuit gegaan dat men absoluut geen data mag verliezen en dat de operatie ook niet verstoord mag worden. In IT noemen we dit RPO = 0 (data verlies is 0) en de RTO = 0 (tijd om operationeel te worden is 0).

En ja, het gaat om een echt belangrijke business applicatie en niet om de verzamelde recepten van de hobby kookclub van de afdeling marketing.

In een zeldzame sessie tussen de business owner en het team en de IT dienstverlener blijken deze beschikbaarheidsaannames helemaal niet te kloppen. Nog sterker de applicatie mag er wel een dagje uit liggen en de business weet precies van wie de data de laatste 24 uur is verwerkt. Dus kunnen we makkelijk vragen om het nog een keer op te sturen...

Wij als IT'ers weten dat dit natuurlijk geen optimale oplossing is en dat er prima oplossingen zijn om deze data te bufferen om later te verwerken, maar toch!

Het laat zien dat we soms gemakshalve (met de beste bedoelingen) een enorm beslag leggen op IT middelen. De consequentie voor ons duurzaamheidsbeleid komt op deze manier aardig op de tocht te staan.





Maar wees eens eerlijk: hoe vaak gebruiken IT organisaties bepaalde patroneren omdat dit lekker makkelijk en vertrouwd is vanuit een beheer aspect? Hier valt nog veel te winnen!

Als we naar de toekomst van IT kijken dan gloort er wel een wenkend perspectief. Applicaties zijn cloud native ontwikkeld en draaien in containers. De infrastructuur is slim genoeg om te bepalen waar een applicatie moet draaien, de beschikbaarheid is op applicatie niveau geregeld en de capaciteit wordt automatisch op- en afgeschaald.

Dit vraagstuk is dan vrijwel geheel opgelost!

26.2. Innovatie: nano meter (nm) technologie

2nm zijn maar twee letters en een cijfer. Het lijkt niets en het is nog minder. 2nm staat voor twee nanometer. Dat is klein, héél erg pieklein.

Tijdens de Covid-19 pandemie heeft het research en development centers van chipfabrikanten niet stilgezeten. Zij hebben een chip ontwikkeld die 45% betere performance levert terwijl deze technologie maar liefst 75% minder energie verbruikt. Kortom de levensduur van je smartphone verviervoudigen! Wat dacht je van één keer in de vier dagen je smartphone nog maar opladen?

De energie winst zit hem in de grootte (eigenlijk 'kleinte') van de chip. Alle transistors bij elkaar, zo'n 50 miljard transistors op een chip ter grootte van een nagel, zitten heel erg dicht op elkaar. Zo kan de verwerking van elektrische stroompjes supersnel worden verwerkt. Geen 'lange' afstanden tussen de verschillende transistoren. Afstand is natuurlijk een relatief begrip in deze context!

Wij gaan niet in detail uitleggen hoe deze technologie werkt, maar het spreekt voor zich dat dit soort ontwikkelingen enorm bijdragen aan het duurzaamheidsdossier in IT.





26.3. Technology push

Naast het verdwijnen van tape uit het IT-landschap zien wij ook steeds vaker dat de IT'ers van vandaag af willen van batch processing. Real-time verwerking van informatie is natuurlijk veel leuker, spannender en moderner dan het verwerken in batches. Maar is dit ook altijd nodig vanuit een bedrijfsvoering perspectief?

Je kunt prachtige oplossingen bedenken waarbij ieder stukje informatie wordt opgepakt en automatisch op georkestreerde wijze door het IT-landschap wordt geloosd. Dit in plaats van informatie verzamelen en verwerken op het moment dat er weinig bedrijfsactiviteiten zijn, meestal 's nachts.

Zoals beschreven in het onderdeel schaarste versus overvloed was batch processing ten tijde van schaarste een geweldige oplossing. Overdag raadplegen van systemen en invoer nieuwe data door de gebruikers en 's nachts verwerken, in plaats van naast elkaar.

Op deze manier hoef je niet alle systemen te schalen op piekbelasting maar meer op continue belasting, en dat kost veel minder energie.



26.4. Duurzame processen

Wie kent ze niet: de architectuur principes *'always on' en toegang tot systemen op basis van 'anytime anyplace anywhere'*? De impact van dit soort principes op een duurzaam IT beleid is groot. Wellicht dat het goed is om iets genuanceerder te kijken naar dit soort principes en te starten met het maken van onderscheid tussen systemen die **ECHT** altijd aan moeten staan en systemen die helemaal niet altijd aan hoeven te staan.

Denk hierbij aan systemen waar ontwikkelaars mee werken. Ontwikkel omgevingen, test omgevingen, acceptatie omgevingen, etc, maar ook systemen die worden gebruikt voor machine learning en analytics doeleinden.

Deze systemen staan 24/7 ter beschikking van ontwikkelaars en projecten maar ze worden vaak niet gebruikt na kantooruren. Ze kunnen dus ook uitgezet worden en 's morgens weer opgestart zodat ze weer klaar staan voor gebruik wanneer de mensen overdag weer aan het werk gaan. Het zijn vaak kleine dingen die ertoe kunnen bijdragen dat gedrag en bewustzijn over duurzaamheid een stap in de goede richting kunnen betekenen in het **'bewust-bekwaam'** worden.



De tekst op deze foto is bedoeld voor veiligheidsredenen maar bij duurzaamheid krijgt het een andere betekenis.

Het meten van systeem activiteit is met huidige technologie zeer gemakkelijk. Daarnaast kun je scripts activeren die een power down doet van deze systemen bij inactiviteit. Een timer zorgt dat 's morgens een script wordt geactiveerd om de systemen weer op te starten.



26.5. Systemen afschrijven

Vaak wordt een standaard afschrijving gehanteerd van 4 jaar. Dan is de technologie zowel technisch als financieel afgeschreven. Is dat wel nodig? In ieder geval zou je kunnen overwegen om de technologie langer te gebruiken in bijvoorbeeld niet-kritische omgevingen.

In de Engelse taal is duurzaamheid sustainability. In de muziek wordt de term sustain ook gebruikt. Het is het effect om te zorgen dat de noot nog doorklinkt nadat de snaar is 'getokkeld' of de toets op de piano is aangeslagen. Doorklinken dus eigenlijk of langer duren.

Dat is precies wat wij voor ogen hebben als we kijken naar gebruik van infrastructuur. Langer gebruik maken van de technologie omdat deze nog prima functioneert. De vervanging werd in het verleden vaak gedaan omdat na deze periode kans op verstoringen gingen ontstaan. De harde schijf was niet meer vooruit te branden of het systeem werd onbetrouwbaar. Eigenlijk zijn dat klachten en zorgen die bijna niet meer voorkomen.

Systemen zijn ongelooflijk betrouwbaar en gaan zelden of nooit stuk.





27. Responsible Infrastructure Principles

Hieronder staan een aantal voorbeeld principes voor infrastructuur.

Principle RI1 Consolideer werklasten waar mogelijk	
Statement	Consolideer werklasten met dezelfde eigenschappen op enterprise servers en standaardiseer de onderliggende infrastructuur.
Rationale	Door werklasten te identificeren met hetzelfde karakter creëren we patronen voor standaardisatie. Door de werklasten te consolideren op enterprise servers reduceren we het aantal fysieke servers die sub-optimaal worden benut.
Implicaties	Een keuze zal moeten worden gemaakt bij de investeringsronde voor server technologie. Er komt een ander investeringsplaatje kijken bij enterprise servers.

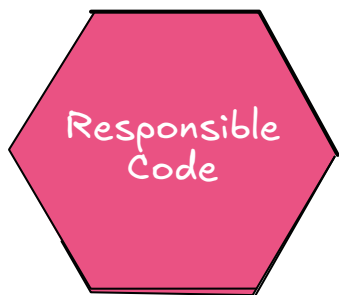
Principle RI2 Always off is de standaard	
Statement	Zet systemen die niet worden gebruikt uit en bespaar onnodig energieverbruik.
Rationale	Systemen zijn altijd beschikbaar terwijl deze soms helemaal niet worden gebruikt. Door werklastconsolidatie op een slimme manier te doen worden systemen doelgebonden ingezet. Hierbij kunnen keuzes als continue gebruik of gebruik op aanvraag een rol spelen.
Implicaties	Systemen worden beschikbaar gemaakt op basis van vraag. Inactieve systemen worden uitgezet en zodra deze weer beschikbaar zijn voor gebruik worden de activiteiten gemeten. Zodra de systemen weer inactief zijn worden deze uitgezet.



Principle RI3 Verleng de technische levensduur van de infrastructuur	
Statement	Door werklasten te consolideren op enterprise systemen wordt het aantal m2 en stroomverbruik sterk gereduceerd.
Rationale	Tijdens de ontwerpfase wordt er nagedacht over duurzaamheidsaspecten van componenten. Per component wordt er iets gezegd over de herbruikbaarheid en de energieconsumptie.
Implicaties	Het verdient extra aandacht om een applicatie onafhankelijk van de onderliggende technologie te bouwen.



RESPONSIBLE CODE



Duurzaam programmeren is ook bekend onder de naam "green coding". Toen we dit voor het eerst hoorden keken we elkaar aan met grote vraagtekens en nog grotere ogen. Gaan we hier het verschil mee maken? Wanneer we het hebben over duurzaam programmeren dan hebben we het over het voortbrengingsproces van de code (het schrijven en bouwen van de applicatie zelf) en het draaien van de applicatie in productie. Het gaat niet over de toepassing van de applicatie (of de applicatie duurzaam wordt ingezet) dat wordt beschreven in het hoofdstuk Responsible Systems.





28. Green Coding

Het gaat bij “**green coding**” vooral over resource gebruik, energieconsumptie. Door code (applicaties) te hergebruiken kunnen we de energie besparen die nodig is voor het ontwikkelen van een applicatie.

Het programmeren heeft ook een ethisch aspect, dit wordt beschreven in het hoofdstuk **Responsible Systems**. Programmeren heeft ook te maken met dataprivacy, wat wordt beschreven in het hoofdstuk **Responsible Data Usage**. De focus van dit domein ligt op het gebruik van computers als schaarse resource en de energie die we gebruiken voor het ontwikkelen en testen van applicaties en de efficiëntie van applicaties in productie.

Nu valt het in de praktijk niet mee om het energieverbruik van software te meten. Er zijn wel diverse initiatieven en oplossingen bedacht, maar die zijn veelal experimenteel. Ons advies is om op een pragmatische manier te meten en je in eerste instantie vooral te richten op verhoudingen tussen applicaties en niet per se op de absolute getallen.

Een tweede manier om energieverbruik te beoordelen is het meten van de applicatie performance. Applicaties die sneller informatie verwerken zijn over het algemeen efficiënter in het gebruik van resources in vergelijking met tragere applicaties. Deze twee kwaliteitseisen zijn dus niet tegengesteld, maar werken bijna altijd dezelfde kant op.

28.1. Programmeer operating modellen

Grofweg zouden we programmeren in een aantal operating modellen kunnen splitsen:

1. **Embedded programmeren.** Dit is het programmeren van koelkasten, koffiezetapparaten, auto's, etc. We noemen dit het Internet of Things (IoT). Sensoren aan de rand (edge) van het Internet die informatie genereren. Dit kan bijvoorbeeld een sensor zijn die de waterstand meet. Sensoren met kleine computertjes die het moeten hebben van een batterij en weinig bandbreedte. Deze moeten heel efficiënt met hun resources omgaan. Dit is een uitstekend voorbeeld voor andere operating modellen als het gaat om minimalistisch gebruik van resources.



- 2. Gaming, Mining, Movies, VR and 3D modelering.** Deze modellen zijn enorm CPU en GPU intensief. Enerzijds zit hier een belangrijk educatief element in. Dit is zeker voor bedrijven en scholen interessant (gamification). Anderzijds betreft dit ook de ontspanningsindustrie. Dit is een op zichzelf staand business model. Je zou dit kunnen vergelijken met een vliegreis voor een vakantie of een marketing campagne. We kunnen in principe zonder dit businessmodel en deze toepassingen hebben een negatieve impact op het milieu. Het vraagt daarom een andere benadering. De druk op het milieu van deze activiteiten zou als milieubelasting in rekening moeten worden gebracht. Bijvoorbeeld het afkopen van CO2 uitstoot bij vliegreizen, nu nog vrijwillig, maar waarom niet verplichten? Of bij het gebruik van een (online) game komt een milieuposlag.
- 3. Applications and apps development.** We hebben het hier over het bouwen van applicaties die de bedrijfsvoering ondersteunen. Anders dan bij het vorige voorbeeld kun je applicaties bouwen die juist milieu-doelstellingen ondersteunen. Denk bijvoorbeeld aan het aanvragen van een vergunning. Wanneer je dit digitaal kan afhandelen bespaar je papier, gebouwen en reiskosten.
- 4. Software development.** Hier gaat het om het ontwikkelen van software pakketten voor een grote markt. Bijvoorbeeld SAP, IBM WebSphere, Salesforce, etc. We zullen niet expliciet naar deze modellen kijken maar er is overlap met het derde operating model. Omdat het over pakketten gaat waarbij herbruikbaarheid belangrijk is zien we dat veel van deze pakketten focus hebben op performance. Jaar over jaar is de performance van WebSphere verbeterd om op deze manier de concurrentie voor te blijven. Deze concurrentie zorgt voor een steeds duurzamer product.
- 5. AI development.** Steeds vaker wordt AI ingezet en het ontwikkelen van een AI model is echt anders dan de ontwikkeling van applicaties. In ons vorige boek³⁶ gaan we kort in op ModelOps. Het voortbrengingsproces van AI modellen.
- 6. Quantum development.** Quantum is een andere tak van sport. De ontwikkelingen gaan razendsnel, maar vooralsnog is deze ontwikkeling vooral interessant voor bepaalde domeinen. We gaan in op de modellen 3 en 5. Dit zijn de meest voorkomende modellen die in het alledaagse leven gebruikt worden binnen bedrijven. Model 4 zal veel weg hebben van modellen 3 en 5. De andere modellen zijn vrij specifiek.

³⁶ How to: Develop a blueprint for a Data-Driven Enterprise Architecture





Operating model		Impact	Mindset	Opmerkingen
1	Embedded programmeren	Zeer kleine CPU footprint Veel devices	Energie efficiëntie is noodzakelijk part of the design	Wat kunnen we hiervan leren?
2	Gaming, Mining, Movies, VR and 3D modelering	Grote CPU/ GPU footprint	Focus op resolutie en performance is noodzakelijk	
3	Applications and apps development	Medium CPU footprint	Focus on functionality	
4	Software development	Medium footprint	Inherent focus on performance, security and footprint	
5	AI development	Large CPU/ GPU footprint	Focus on functionality	Maakt gebruik van relatief dure ontwikkelingen
6	Quantum development	Large power footprint Some devices	Focus on applicability	Grote koelinstallaties noodzakelijk





28.2. Software ontwikkeling



Algemene aanpak software ontwikkeling

Software ontwikkeling ziet er grofweg uit zoals we dat in het bovenstaande plaatje hebben weergegeven. Stel, we hebben het programma van eisen gekregen van de business en gaan de architectuur ontwikkelen om vervolgens het design te maken, te coderen, te testen om tenslotte de applicatie in productie te brengen. Dus alles wat zich in en om de SusDevSecOps pipeline afspeelt. De architect en de programmeur spelen hierbij een essentiële rol. Naast een hoofdstuk over de architect als ontwerper van duurzaamheid hebben we daarom een hoofdstuk toegevoegd over de programmeur. De programmeur moet een applicatie bouwen op een duurzame manier. In de volgende hoofdstukken gaan we in op wat er gedaan moet worden door de architect en de programmeur gedurende de verschillende fasen van het software ontwikkeltraject. We zullen achtereenvolgens ingaan op wat er in de architectuurfase gedaan moet worden, wat belangrijk is in de design fase, waar rekening mee moet worden gehouden met coderen en testen (de ontwikkelstraat) en wat er mogelijk is aan verduurzaming in productie.

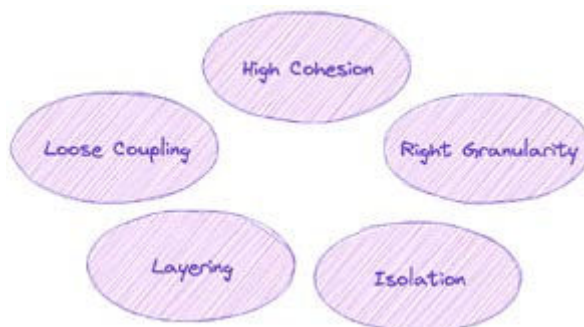


29. Architectuur

Wanneer de business haar eisen heeft vastgesteld voor de software die gebouwd gaat worden zal de applicatie architect een componentenmodel gaan maken. Een componentenmodel beschrijft de componenten waaruit de applicatie is opgebouwd. Dit proces bestaat uit een drietal fasen: de eerste fase bestaat uit het identificeren van de componenten. Vaak wordt dit gedaan op basis van referentie architecturen. In de tweede fase worden de componenten en de verbindingen tussen de componenten gespecificeerd. De derde fase is om te bepalen hoe componenten gerealiseerd zullen gaan worden. Wordt er gekocht of wordt er iets zelf gebouwd?

Tijdens dit proces van component modelering worden er vijf principes gehanteerd.

1. **Loosely coupled** – de componenten zijn zoveel mogelijk autonoom en de communicatie is zo los mogelijk.
2. **High cohesion** – Er is logische samenhang van de functies binnen één component
3. **Layering** – Er is duidelijk sprake van generieke componenten (die makkelijk gekocht of hergebruikt kunnen worden) en specifieke componenten, vooral bedoeld voor de specifieke toepassing.
4. **Granularity** – De componenten hebben een juiste vorm van fijnmazigheid. Zijn ze allemaal even groot?
5. **Isolation** – Technische afhankelijkheden brengen we onder in aparte component zodat de component niet afhankelijk zijn van specifieke technologieën en daardoor beter hergebruikt kunnen worden.





Als je deze vijf principes op je in laat werken is het duidelijk dat het modelleren vooral bedoeld is om een complex systeem in stukjes op te hakken op een zodanige manier dat de componenten waaruit dit systeem wordt opgebouwd **hergebruikt** kunnen worden. Nu is herbruikbaarheid in het kader van duurzaamheid een goed principe. Tegelijkertijd zien we dat herbruikbare componenten een communicatie overhead introduceren die qua energieverbruik juist weer extra kosten met zich meebrengt. Vergelijk de “monoliet” met een microservices architectuur. De REST API calls tussen de individuele microservices zijn veel minder efficiënt dan de interne calls in de monoliet. De keuze van communicatie tussen componenten is in het kader van duurzaamheid een relevant vraagstuk.

Hoewel 80% van de (externe) communicatie via REST API's wordt afgehandeld en de data in JSON (tekst) formaat wordt gecommuniceerd is dit zeker niet de meest efficiënte manier. Als er sprake is van een client-server situatie is gRPC³⁷ een betere keuze. Voor lokale communicatie kunnen ook interne (LPC) calls gebruikt worden, maar zorg altijd wel voor een loosely coupled interface design, ook als de implementatie resulteert in het samenvoegen van diverse componenten in één applicatie!

Deel je applicaties op in de juiste componenten en zorg ervoor dat je gebruik maakt van primaire argument types om te communiceren tussen de componenten. Ga geen complexe structuren of objecten doorgeven. Tijdens het modelleren van componenten moet duurzaamheid (energieconsumptie en herbruikbaarheid) meegenomen worden als eis.

In de laatste stap van “component modeling” wordt de vraag gesteld of een component (of een groep van componenten) gekocht moet worden of zelf gebouwd. Deze stap is meestal gebaseerd op een Total Cost of Ownership (TCO) voor dat component, waarbij in de praktijk de TCO van zelfbouw te positief wordt ingeschat. Vandaar dat het principe “Buy before Build” is geïntroduceerd, maar dat terzijde. Waar het ons om gaat is dat bij de keuze duurzaamheid moet worden meegenomen. Wat zijn de voordelen als het gaat om duurzaamheid in Buy vs Build?

Bij de keuze Buy vs Build moeten de energiekosten van zowel het bouwen als het runnen van een applicatie meegenomen worden.

Voordat een applicatie gebouwd gaat worden wordt er per applicatiecomponent een design gemaakt. Het design maakt gebruik van ontwerp-patronen. In het volgende hoofdstuk bespreken we een aantal duurzame en minder duurzame patronen.

³⁷ <https://www.wallarm.com/what/the-concept-of-grpc>





30. Design

Een goed ontwerp is vol van patronen. Met betrekking tot code- en ontwerp-patronen is het zeer aan te bevelen om notie te nemen van het initiatief van Prof. Dr. Patricia Lago (Vrije Universiteit Amsterdam) waarin zij verschillende artikelen publiceerde over software en duurzaamheid³⁸.

30.1. Ontwerppatronen

Software ontwikkelaars maken veel gebruik van patronen. Patronen zijn een oplossing voor een veel voorkomend probleem in een (specifieke) context. Het is niet de bedoeling om alle patronen te evalueren maar wel om bewust te worden van duurzame en minder duurzame patronen en voorkomen dat je losse flodders gebruikt!

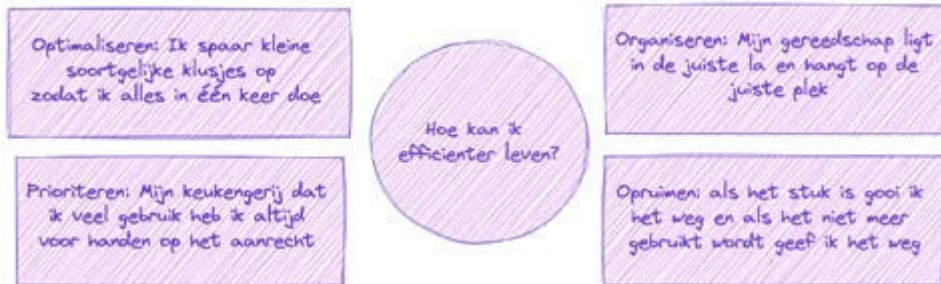


We bespreken vier categorieën van ontwerp-patronen die de efficiëntie van software kunnen verhogen:

1. opsparen
2. hergebruiken
3. organiseren
4. opruimen

³⁸ <http://patricialago.nl>





Ontwerppatronen helpen ook in het dagelijkse leven

Overigens gelden deze categorieën niet alleen voor software ontwikkeling, maar je kunt ze ook prima in je dagelijkse leven toepassen.

5. Tot slot nog één anti-pattern: **'alsmaar doorgeven'**.

30.2. Opsparen

Als je de afwas doet ga je niet 1 kopje afwassen. Je spaart op tot het de moeite is (bij studenten vaak als er geen servies meer is, een enkeling begint al als het aanrecht vol staat, maar dat is een uitzondering). Applicaties kunnen gebruik maken van verschillende patronen in de categorie opsparen:

- batch verwerking
- asynchrone communicatie
- queuing





Batch is Back

We dachten misschien dat dit iets is waar we juist vanaf willen. Maar in het kader van duurzaamheid is niets minder waar! Batch verwerking is enorm efficiënt wanneer we dit bijvoorbeeld vergelijken met Service Oriented Architecture of een microservices architectuur waar iedere transactie de aanroep van één of een aantal services betekent. Bij batch verwerking worden er met één call honderden of duizenden transacties in één keer achter elkaar verwerkt. Daarnaast is batch veel eenvoudiger in de uitvoering omdat het een serie van sequentiële voorspelbare stappen is. En je hoeft echt niet te wachten tot het nacht is voor het uitvoeren van je batch processen. Je kunt ook 1 keer per uur je batch proces laten lopen.

Asynchrone communicatie

We maken als mens zelf ook heel veel gebruik van deze manier van communiceren. Denk aan de post, de email, aan SMS of Whatsapp berichten, allemaal asynchrone communicatiemiddelen. Dat is prettig want je stuurt iets weg op jouw moment en op een tijdstip dat jou uitkomt lees je de reactie. Maar als je haast hebt pak je gewoon de telefoon, om te bellen, die andere diensten moeten maar even wachten. Een computersysteem werkt hetzelfde. Bij asynchrone communicatie wordt een bericht verstuurd en er komt vanzelf een trigger met een antwoord. Ga dus niet zitten wachten, maar reageer pas op het moment dat het jou uitkomt!

Queuing

Wanneer je alweer in de verkeerde rij voor de kassa staat dan ben je misschien minder gelukkig met dit patroon, maar vanuit de kassière's gezien is het wel efficiënt. Overigens is het mechanisme in Amerika: 1 rij en meer kassa's, niet één rij per kassa. En voor de "gold customer" is er natuurlijk die aparte kassa!

30.3. Hergebruik

Caching

Normaal gesproken is opruimen een heel goed idee. Zeker als je het efficiënt doet. Toch, soms, als je iets heel veel gebruikt, denk bijvoorbeeld aan je telefoon dan ruim je deze niet op maar hou je die altijd bij je. Dat is in essentie caching, niet opruimen maar altijd voorhanden hebben als je het nodig hebt.





Delen

In het kader van de deeleconomie een goed idee. Een voorbeeld hiervan is een patroon dat "connectie pooling" heet, helaas een verkeerde naam want het zou moeten zijn "connectie sharing". Het opzetten van een verbinding naar bijvoorbeeld een database of een server kost relatief vrij veel tijd. Als je de verbinding eenmaal hebt opgezet en de gegevens zijn uitgewisseld wordt de verbinding weer netjes afgesloten. Je kunt er ook voor kiezen om de verbinding niet af te sluiten maar weer vrij te geven zodat de volgende applicatie er gebruik van kan maken. Je kunt het zien als een vorm van caching, je ruimt dus niet netjes op.

30.4. Organiseren

Sorteren

Het behoeft nauwelijks aandacht, maar het is een heel relevant patroon. Je kunt op heel veel manieren sorteren. Er zijn veel verschillende algoritmen en het ene is nu eenmaal efficiënter dan het andere: Selection, Bubble, Merge, Heap en Quick zijn een aantal algoritmen en je kunt op het internet op diverse plaatsen informatie hierover vinden³⁹. Het beste sorteeralgoritme is niet altijd quicksort, het hangt af van jouw context en situatie.



Indexeren/sorteren

Als je een bibliotheek binnenkomt staan de boeken gelukkig op een bepaalde manier georganiseerd. Hierdoor kun je een boek snel terugvinden. Ook bij de supermarkt liggen producten bij elkaar. Dit is efficiënt en werkt in de IT net zo. Door op de juiste manier te organiseren kost het minder energie om iets terug te vinden. In onze publicatie: *How to: Develop a blueprint for a Data-Driven Enterprise Architecture* hebben we services opgenomen die hierbij helpen.

Hashing

Hashing zorgt ervoor dat een grote hoeveelheid data gereduceerd wordt tot een veel kleiner bereik. Als je de inhoud van de data zelf niet nodig hebt kan dit patroon je energie en ruimte besparen.

³⁹ Bijvoorbeeld: <https://www.toptal.com/developers/sorting-algorithms>





30.5. Opruimen

Garbage collection is een typisch patroon in software ontwikkeling dat na verloop van tijd kijkt of geheugen dat niet wordt gebruikt vrijgegeven kan worden omdat deze bezet blijft door objecten die niet meer door de applicatie aangeroepen zullen worden.



Dit kun je ook breder trekken door als programmeur ervoor te zorgen dat je bijvoorbeeld tijdelijke data in de database weer weggooit, je logging opschoont en niet langer bewaart dan nodig.

Data cleansing (lifecycle management) is een onderwerp dat we in het domein Responsible Data Usage bespreken.

30.6. Anti-Patterns: Doorgeven

Naast de bovenstaande goede patronen, zijn er ook patronen die een duurzaamheidsrisico met zich meebrengen. Je moet deze patronen niet gedachteloos implementeren maar goed nadenken over de gevolgen voor het energieverbruik. De onderstaande patronen gaan over het doorgeven van informatie van de ene module naar een andere module die het weer doorgeeft naar de volgende en zo verder.

Client Server / Application Tiering

Wanneer we het hebben over client server of application tiering (gelaagdheid) dan hebben we het over een applicatie die verdeeld is over twee of meer servers. In het domein Responsible Infrastructure gaan we in op de kosten van communicatie infrastructuur. Client server en multi-tier applicaties hebben een communicatie overhead. De reden voor dit patroon is dat de applicatie modulair is opgezet waardoor hergebruik beter mogelijk is. De kunst is om de juiste balans te vinden samen met het meest efficiënte communicatie protocol.



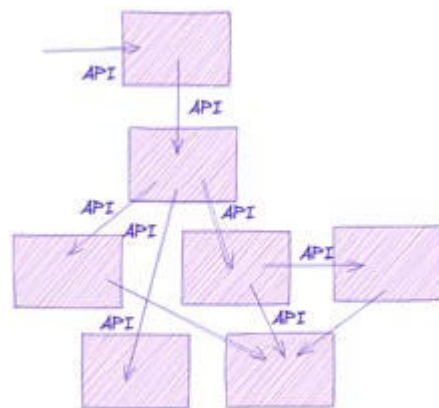


SOA en Microservices

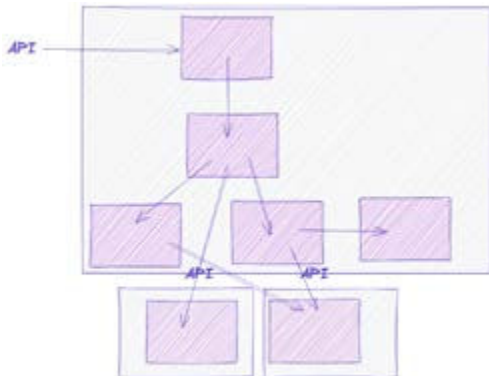
Het opbreken van een applicatie in componenten is een must.

De manier waarop die componenten vervolgens met elkaar communiceren maakt een groot verschil. Service Oriented Architecture (SOA) services hebben een lagere granulariteit ten opzichte van microservices. Concepten als miniservices of macroservices kunnen een goed compromis zijn. Het op de juiste wijze componentiseren van de applicatie is essentieel om de communicatiekosten en ook de performance te bewaken.

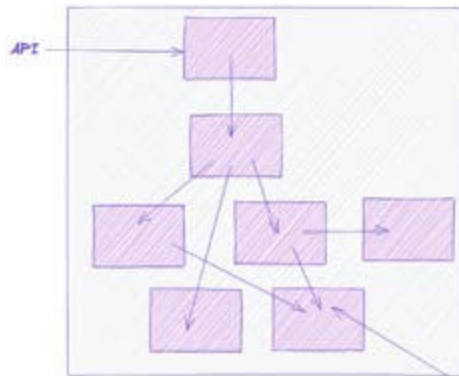
Het gebruik van patronen zegt iets over de senioriteit en vakbekwaamheid van een programmeur. Bij goede programmeurs zien we massaal gebruik van patronen. Vaak is het beter om een patroon te gebruiken dat minder energie efficiënt is dan zelf code te schrijven omdat dit onder de streep minder duurzaam is.



Microservices: optimized for reuse, lots of interfaces



Macroservices: 80% optimized for performance, 80% reuse, 20% external interfaces



Monolith: optimized for performance, reuse with overhead, one external interfaces

Het tweede wat je ziet is dat duurzame patronen ook de performance van systemen positief beïnvloeden. Hierbij geldt wel een uitzondering. Een patroon dat er voor zorgt dat code niet parallel kan worden uitgevoerd kan duurzaam zijn maar meestal niet sneller.

Wij vinden dat patronen gemotiveerd gebruikt moeten worden, waarbij duurzaamheid één van de criteria moet zijn.



31. Coderen

31.1. Programmeertalen

Er is een tijd geleden een onderzoek gedaan naar de efficiëntie van programmeertalen⁴⁰. Interessant genoeg wordt er recentelijk veelvuldig naar deze studie gerefereerd. Helaas één van de weinige onderzoeken die gedaan is, maar het resultaat is onthutsend. Het verschil tussen C en Python of Perl in efficiëntie is volgens dit onderzoek een factor 75!

Grofweg kunnen programmeertalen in tweeën worden gedeeld:

- Gecompileerde talen
- Geïnterpreteerde talen

Bij gecompileerde talen wordt de code door een compiler gehaald en vertaald in een machinetaal module zodat het operating systeem de applicatie direct uitvoert. Deze machinetaal module kan alleen werken met het operating systeem waarvoor het gecompileerd is. Doordat de applicatie en de processor via het operating systeem direct met elkaar communiceren is een gecompileerde taal veel sneller dan een geïnterpreteerde taal. Bij een gecompileerde taal zijn de afhankelijkheden van andere software libraries van te voren bekend. De compiler zorgt ervoor dat alleen de gebruikte software libraries verpakt worden bij de gecompileerde module. De footprint van een gecompileerde applicatie is daardoor ook kleiner.

Bij geïnterpreteerde talen is er een "interpreter" die gekoppeld is aan het operating system en die op runtime de code vertaalt. Iedere keer dat de code wordt aangeroepen moet er opnieuw worden vertaald. Deze talen zijn daardoor minder efficiënt. Daartegenover staat dat dezelfde programma's op verschillende omgevingen kunnen worden uitgevoerd wat het hergebruik bevordert. De interpreter zorgt ervoor dat het operating system altijd de bedoeling van het programma begrijpt. De "prijs" is dat er altijd een runtime interpreter nodig is en daardoor altijd een extra vertaalslag uitgevoerd moet worden tussen de applicatie en het operating system.

⁴⁰ <https://greenlab.di.uminho.pt/wp-content/uploads/2017/10/sleFinal.pdf>



31.2. Low Code en No code platforms

Te pas en te onpas worden ze gebruikt, low en no code platforms. Het idee van deze platformen is dat de gebruiker van deze platformen geen of beperkte programmeer ervaring hoeft te hebben om zelf programma's te ontwikkelen. In een tijd van schaarste op de markt van goede programmeurs is dit een boodschap die we graag willen horen. De schaarste zorgt er ook nog eens voor dat er flink in de buidel getast moet worden om die programmeurs te betalen. Kunnen we inderdaad iedereen applicaties laten bouwen met deze platformen? We zijn zeker niet tegen het gebruik van low en no code platformen maar een waarschuwing is wel op zijn plaats. Als het te goed is om waar te zijn dan is het waarschijnlijk niet waar. Er zitten duurzaamheidsrisico's aan het gebruik, of moeten we dan zeggen misbruik van deze platformen. De "programmeurs" komen zo ver van de technologie te staan dat zij niet kunnen zien wat de impact van keuzes is op de efficiëntie van de gegenereerde code. Hoe bepaalt een low code platform de keuze van bijvoorbeeld een sorteeralgoritme? Niet voor niets vragen we aandacht voor het belang van kennis in het hoofdstuk over de programmeur.

Een tweede probleem bij low en no code platformen is de vendor lock in. Principe GC1 geeft aan dat de code moet kunnen draaien op het meest efficiënte platform. Het is dus zaak dat de gegenereerde code niet binnen een eigen omgeving draait maar bijvoorbeeld gedeployed moet kunnen worden op een container platform.

Nu vegen we hier no en low code even op één hoop, maar dat is niet terecht⁴¹. Hoewel er gemeenschappelijke impact is op duurzaamheid is er ook een verschil. Bij low code platformen is er de mogelijkheid om ook stukken te programmeren. Het geeft je dus de mogelijkheid om in te grijpen als het platform niet duurzame keuzes maakt. Bij no code word je "gedwongen" gebruik te maken van wat er is. Als er een development mogelijkheid aanwezig is dan wordt er vaak voor een gescripte taal gekozen en dat zijn niet de talen die bovenaan de lijst van meest efficiënte talen staan.

Alleen maar nadelen? Zeker niet! Het ontwikkelen op een low of no code platform gaat sneller. Je bespaart hier energie in de development omgeving. Er worden versnellingen tot wel 10x beloofd. Realiseer je dat de codeerfase ongeveer 30% is van een applicatie ontwikkeltraject. Het overige werk zit in het verzamelen van de eisen, het ontwerpen van de applicatie en ook het testen van een applicatie kost veel tijd. Dus ook al gaat het coderen 10x sneller dan assembler, de andere activiteiten moeten nog steeds gebeuren.

⁴¹ <https://www.ibm.com/cloud/blog/low-code-vs-no-code>



31.3. Definieren van Variabelen

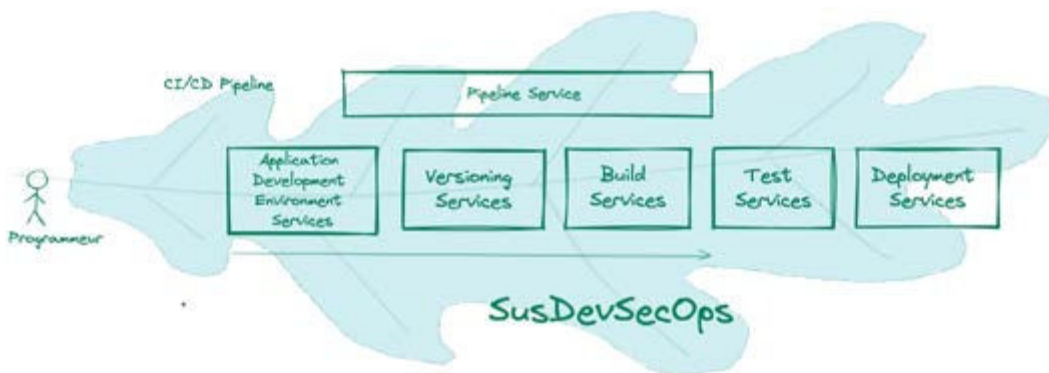
```
int    iCounter = 1;           // integer 4 (or 8 bytes)
short  iSustainableCounter = 1; // 2 bytes saves at least 50 of storage
```

Vele kleintjes maken één grote

In code definieer je variabelen zoals een integer, character string floating point, etc. Afhankelijk van deze definitie reserveert de computer een aantal bytes. Zorg ervoor dat je niet meer reserveert dan nodig is.

31.4. De software ontwikkelstraat

Een van de omgevingen die bijna nooit groot en snel genoeg is is de software ontwikkelstraat. Ontwikkelaars bouwen applicaties, compileren deze en testen, passen weer aan, snel compileren en wederom testen en dit tientallen malen per dag. En liefst snel want tijd is geld en wachten op een compilatie om te kunnen testen is irritant. Ontwikkelplatformen zijn energievreters. Hieronder hebben we een basis keten van tools geschetst:



SusDevSecOps

Als we kijken naar de duurzaamheidsaspecten van de toolchain kunnen we daar een aantal opmerkingen over maken.





Ten eerste de **pipeline services**. Deze service is de regisseur van de hele keten. Een duurzame regisseur is niet aanwezig als deze niet nodig is. De regisseur komt pas opdagen als deze nodig is en bouwt op dat moment de keten. Serverless is een concept dat gebruikt kan worden door een duurzame regisseur.

Vervolgens krijgen we de **applicatie ontwikkel omgeving**. Dit is de omgeving waarbinnen de ontwikkelaar zijn applicatie bouwt en unit tests uitvoert. De ontwikkelaar heeft liever 32 cores dan 16 en liever 128 Byte RAM dan 64. Als je de specs van een moderne development machine ziet dan is dat niet mis. Als er vervolgens een applicatie gebouwd wordt verandert de laptop of desktop in een verwarming, in de winter wel lekker, maar in de zomer wat minder. Deze kosten zijn vaak niet zichtbaar omdat de programmeur het liefst lokaal op zijn of haar computer werkt.

Als de programmeur tevreden is wordt de code in een **repository** gezet. Dat kost weinig CPU, enige bandbreedte en alles bij elkaar wel wat storage. Misschien goed om ook eens wat op te ruimen en niet eeuwig je oude code te bewaren?

Dan de **build service**. Alle code van alle developers wordt bij elkaar geharkt en vervolgens wordt er een build gedaan van het hele systeem. Ook dit tikt aan. Kun je dit misschien gedurende de nacht doen als de ontwikkelaars liggen te slapen. We kunnen dan schaarse resources gebruiken die we op dat moment niet nodig hebben.

Uiteraard wordt de code vervolgens **getest**. Een regressietest, maar er zijn ook andere testen mogelijk zoals performance testen. Ook vóór de build fase kunnen testen worden uitgevoerd. Denk hierbij aan geautomatiseerde code inspecties die controleren of applicaties veilig en efficiënt geprogrammeerd zijn. Vervolgens hebben we de **deployment service**. Deze zet de applicatie neer in de meest optimale omgeving!

Hoewel we niet ingaan op ieder detail en elke mogelijkheid om de pipeline te optimaliseren is de bedoeling duidelijk. En vooral in die pipeline geldt: **vele kleintjes maken één grote!**

Eén ding willen we nog noemen. Het is zeer goed om de hoeveelheid energiegebruik in de pipeline te meten. De meetresultaten hebben in eerste instantie misschien geen absolute betekenis, maar kunnen wel een trend aangeven of gebruikt worden om applicaties onderling te vergelijken. Wat als de bouwkosten van release 3 naar release 4 verdubbelen? We moeten dat kunnen uitleggen!

Het is ook mogelijk om relaties te leggen tussen energiegebruik in de bouw en in productie. Misschien een mooi ML modelletje van maken?



32. Productie

Het ontwikkelen van applicaties kost energie. Meestal is dit een activiteit die in een periode van een paar maanden tot een paar jaar plaatsvindt. Onder applicatieontwikkeling verstaan we ook het applicatieonderhoud. Het is ook de bedoeling dat de applicatie gebruikt gaat worden, hopelijk voor jaren en het liefst door zoveel mogelijk gebruikers. Dan gaat de energiemeter pas echt lopen.

32.1. Meten is weten

De beste manier om goede vergelijkingen te maken is het meten van het energieverbruik van een applicatie. Voor applicaties is dat echter nog niet zo eenvoudig. De oude rotten onder ons die nog op een mainframe gewerkt hebben weten het nog wel. Op het mainframe werd het gebruik per applicatie keurig gemeten en kon zo op afdelingsniveau doorbelast worden. Nog steeds heeft het mainframe een ingebouwd meetsysteem en geeft rapportages over het gebruik. Het resource gebruik van een mainframe wordt dan ook als kostbaar gezien. In het kader van duurzaamheid moeten we alle computers als kostbaar beschouwen.

Er komt gelukkig steeds meer aandacht voor het meten van de duurzaamheid van applicaties. Denk maar aan je smartphone die aangeeft hoeveel data een applicatie gebruikt of hoeveel intern geheugen. Waarom? Precies, als je databundel er doorheen is moet je extra betalen, het is kostbaar. Hoeveel mensen zijn in 2022 niet bezig geweest met het meten van hun energiegebruik? Heb je een MacBook, dan kun je in het "energy tab" van je "activity monitor" zien hoeveel een applicatie gebruikt en hoeveel het de afgelopen 12 uur heeft gebruikt.

Omdat het gebruik van AI libraries relatief duur is heeft huggingface een tool⁴² gemaakt die CO2 emissie meet en zij zijn niet de enige.

⁴² <https://huggingface.co/blog/carbon-emissions-on-the-hub>





Een andere tool is Turbonomic⁴³, deze tool meet in de operatie wat de CO2 uitstoot is, rapporteert dit en geeft ook de mogelijkheid om je applicatie te verhuizen naar een duurzamer platform. Dus zeker de moeite waard om hier afwegingen te maken. Wij verwachten dat het komende jaar de druk vanuit de CSO zal toenemen om energieverbruik van applicaties te gaan meten.

Een organisatie moet ervoor zorgen dat er een raamwerk gemaakt wordt waarlangs applicatiegebruik gemeten wordt. Op deze manier kan er gekeken worden waar de grootgebruikers zitten en door doelstellingen te definiëren kun je jaar over jaar bijvoorbeeld 5% besparen op CO2 uitstoot. Als je naar de cloud gaat moet je daar natuurlijk ook meten! Een typisch voorbeeld van een grootgebruiker kan bijvoorbeeld Active Directory zijn. Nu valt het niet mee om Active Directory op een andere omgeving te draaien dan Windows op X86 en daarmee worden gelijk restricties duidelijk die je moet voorkomen bij keuze van je applicaties en software.

⁴³ <https://www.turbonomic.com/sustainability-calculator/>





33. Kunstmatige Intelligentie Modellen

Het bouwen van AI modellen is een specifieke tak van sport. Voor het bouwen van modellen is een grote hoeveelheid energie nodig in vergelijking met de applicatie programmeur waar we het in de vorige hoofdstukken vooral over hadden.

Daarnaast hebben we bij de bouw van modellen te maken met de ethische aspecten van AI. Die gelden overigens ook voor de programmeur, maar bedrijfsregels zijn eenvoudiger herleidbaar dan een model dat getraind wordt met een bepaalde set van data. Data scientists zijn grootgebruikers van Python en R. Op het gebied van duurzaamheid de meest 'beroerde' talen, zagen we al eerder in dit hoofdstuk.

De duurzaamheidsaspecten die we in dit hoofdstuk beschreven hebben over het ontwikkelen van software gelden ook voor AI modellen.

In het hoofdstuk **Responsible Data Usage** beschrijven we onder andere hoe we omgaan met het respecteren van privacy. In Responsible Systems beschrijven we de ethische aspecten van systemen. We beperken ons daarom tot een paar onderwerpen die in deze hoofdstukken niet aan de orde komen maar in het kader van duurzaamheid wel relevant kunnen zijn.

33.1. Model Training Services

De model training service is een dienst die we ook in ons eerste oranje boekje beschrijven. Het is een implementatie van een batch proces waarbij het maken van een model als een batch job gescheduled worden om zo resources als GPU's optimaal te benutten. In het kader van duurzaamheid een aan te bevelen service.





33.2. Real-Time Geïntegreerde Analytics

Misschien een beetje een vreemde in het kader van duurzaamheid. Het idee van real time geïntegreerde analytics is dat tijdens transactieverwerking direct een analyse wordt uitgevoerd doordat GPU en CPU processing op 1 chip zitten. Het bekendste voorbeeld is de M1 Chip van Apple. Doordat GPU, CPU en memory op 1 chip zitten met een operating system dat daarvoor geoptimaliseerd is, is deze tot 3x sneller of zuiniger dan een traditionele Windows laptop. Windows laptops kunnen alleen draaien op X86 processortechnologie. Zoals je in de hoofdstukken over **Responsible Infrastructure** hebt kunnen lezen begint deze technologie qua duurzaamheid achterop te raken en zien we langzamerhand deze combinatie uit cloud datacenters verdwijnen. Hoewel real-time geïntegreerde analyse enorme winsten oplevert als het gaat om duurzaamheid heb je wel te maken met een verplichte combinatie van CPU, GPU, Memory, Operating System en AI Libraries. Optimale afstemming tussen al deze componenten wordt bereikt maar daarmee heb je wel te maken met een lock-in.





34. Responsible Code Principles

Hieronder geven we een aantal voorbeelden van principes. Sommige hiervan zijn tussen de regels al aangegeven en hieronder verder uitgewerkt op basis van het TOGAF principe template.

Principle GC1 Code moet op het meest efficiënte platform kunnen draaien	
Statement	Code die zelf ontwikkeld of aangekocht wordt werkt op ieder platform, bij voorkeur in containers.
Rationale	Applicaties zijn efficiënter op bijvoorbeeld een RISC platform dan op een traditioneel CICS platform. De applicatie moet platform onafhankelijk zijn om eenvoudig te kunnen verplaatsen naar het meest efficiënte platform. Het voorkomt ook vendor-lockin.
Implicaties	Het verdient extra aandacht om een applicatie onafhankelijk van de onderliggende technologie te bouwen.



Principle GC2 OTAP omgevingen zijn beschikbaar als code	
Statement	Of het nu om een ontwikkel, test, acceptatie of productie omgeving gaat, de omgevingen worden gedeployed vanuit code zodat deze na gebruik weer weggegooid kan worden.
Rationale	Omgevingen gebruiken schaarse middelen zoals CPU en memory. Omgevingen die als code beschikbaar zijn kunnen worden gebouwd, gebruikt en weer weggegooid. Het denken moet om. Omgevingen zijn tijdelijk en worden alleen gebouwd als het nodig is.
Implicaties	Dit betekent dat omgevingen ontwikkeld worden zoals code ontwikkeld wordt. "Infra as code" is een kreet die gebruikt wordt. Dit vraagt specifieke kennis van infrastructuur beheerders. Tools als Ansible kunnen hiervoor gebruikt worden.

Principle GC3 Voor ieder component wordt de duurzaamheidsfactor beschreven	
Statement	Tijdens het modelleren van componenten wordt duurzaamheid (energieconsumptie en herbruikbaarheid) meegenomen als eis.
Rationale	Tijdens de ontwerpfase wordt er nagedacht over duurzaamheidsaspecten van componenten. Per component wordt er iets gezegd over de herbruikbaarheid en de energieconsumptie.
Implicaties	Het verdient extra aandacht om een applicatie onafhankelijk van de onderliggende technologie te bouwen.





Een voorbeeld van de extra informatie van een componentbeschrijving zou er als volgt uit kunnen zien:

Component		Printing	
Non-Functional Requirement	Specification		
Hoe vaak wordt de module aangeroepen?	Generieke module die 100.000 keer per dag wordt aangeroepen.		
Hoe noodzakelijk is de data?	Gemiddeld		
Ontwikkeltaal	Java (compileren)		
Geïdentificeerd			
Patroon (Functie)	Voorgestelde Pattern		Commentaar
Sorteren gegevens	Quick Sort		Grote hoeveelheden random gegevens
Interface	API		Gebruik gRPC
Datatransport	Asynchroon, Batch		1 keer per 5 minuten delta's



Principle GC4 We meten energiegebruik	
Statement	Tijdens de bouw en de run van de applicatie wordt het CPU gebruik gemeten.
Rationale	Dit hoeven geen absolute getallen te zijn, maar mogen relatieve getallen zijn om een bewustwording te creëren en een cultuur die realiseert dat het bouwen en runnen van software energie kost.
Implicaties	Er moet extra code geschreven worden om het energieverbruik te meten. Een voorstel kan zijn om jaar over jaar 5% te besparen.

Principle GC5 Energie in afweging Build vs Buy vs Reuse meenemen	
Statement	Bij de keuze van Build vs Buy moet gekeken worden naar de TCO.
Rationale	Onderdeel van de TCO is energieverbruik. Applicaties die gekocht worden zijn over het algemeen energie efficiënter. Anderzijds kan de algemene inzet van een Buy applicatie juist een "overkill" aan ongebruikte functies met zich meenemen wat weer een negatieve impact op duurzaamheid kan hebben.
Implicaties	Leveranciers moet gevraagd worden naar de energie footprint van de geleverde applicatie. Leveranciers moeten beleid overhandigen hoe zij hun applicaties op een duurzame manier ontwikkelen.



RESPONSIBLE DATA USAGE



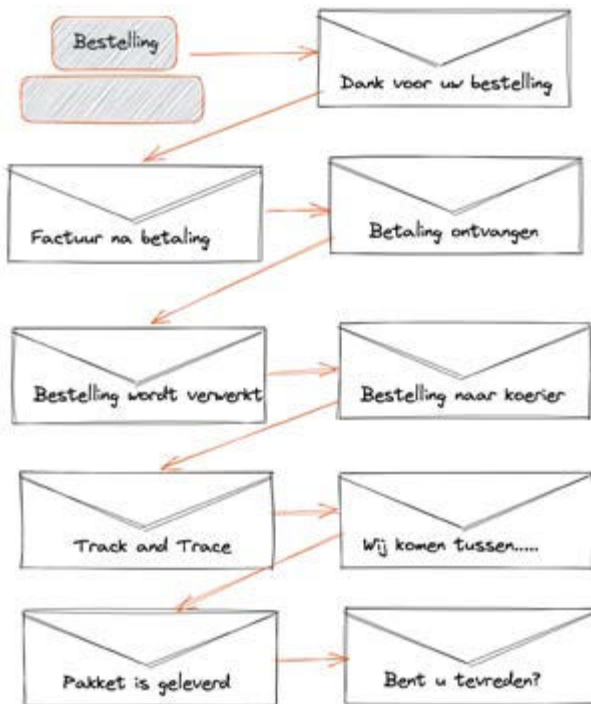
Verantwoord data gebruik gaat over het duurzaam en ethisch inzetten van data. Duurzaam betekent niet dat de data lang mee moet gaan maar dat we data inzetten voor duurzaam gebruik op een duurzame manier. Het gaat erom dat we een verantwoorde manier ontwikkelen voor het gebruik van data en de opslag van data. Dat kan alleen als we bewust zijn van wat voor data we verzamelen, produceren en welke data we (mogen) gebruiken.



35. Inleiding

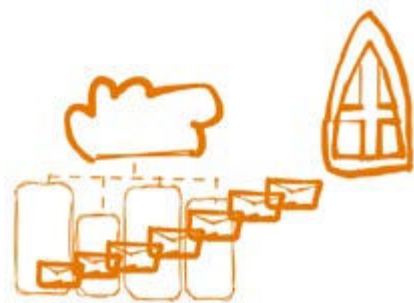
Een voorbeeldje uit de dagelijkse praktijk: Daar zit je dan, om half 9 achter je bureau met je eerste kop cappuccino met havermelk, om eerst maar eens je mailbox op te schonen. Voor velen van ons misschien een semi- automatische handeling? Of misschien een bewuste actie tijdens je eerste kop koffie op kantoor om door je mailbox te lopen, om zo even je hoofd te legen?

Er kunnen zomaar vijftig berichten in je mailbox zitten, hoeveel berichten bewaar of lees je serieus? Neem bijvoorbeeld een bestelling van een cadeautje voor Sinterklaas. Binnen korte tijd heb je negen e-mailtjes binnen met betrekking tot je bestelling.





Helaas ontvangen we met zijn allen wel vaker een aantal e-mails per bestelling. Gelukkig niet altijd 9 stuks. Maar ook al zijn het er maar een paar, met alle bestellingen die we met zijn allen plaatsen, loopt dit flink op. Bedenk ook eens wat er allemaal op de achtergrond gebeurt en wat voor data gegenereerd wordt en opgeslagen. Het hele logistieke proces erachter om mensen op de werkvloer in te roosteren (data), de workflow die ervoor nodig is om het bestelde product in een cadeautje te krijgen (data), de communicatie tussen koeriersbedrijf en leverancier (data), al die busjes (elektrisch of niet) die gepland worden (data), het verwerken van het pakketje (ook data). Tot slot de infrastructuur waar systemen draaien (on-premises en/of in de cloud)... Al deze activiteiten gebruiken IT systemen die op hun beurt weer stroom kosten en waarin data verwerkt moet worden op een verantwoorde manier.



Een simpele actie, met veel effect

Vervolgens kan al die data nog voor andere doeleinden gebruikt worden (mits daarvoor toestemming gegeven is). Bijvoorbeeld in de vorm van training datasets voor 'cross- en up sell' aanbiedingen, wat verantwoord dient te gebeuren, voor mail nummer tien, kerst komt er immers aan!

En dit is slechts 1 bestelling. Alleen al PostNL bezorgt gemiddeld zo een 1,1 miljoen pakketjes per dag. En rond de feestdagen (piekperiode) is dat 70% tot 100% meer⁴⁴. Stel je nou eens voor dat we de e-mail communicatie met 10% zouden kunnen verminderen...?

In 2020 werden 335 miljoen online orders geplaatst in Nederland. Als je het transactiepatroon zou volgen dan hebben deze transacties 1.6 miljard mailtjes tot gevolg. Niet omdat het moet, maar omdat het kan.

Het is maar een eenvoudig voorbeeld maar deze mailberichten worden bij de verzendende partij opgeslagen (de webshop) alsmede de ontvangende partij (de koper) dus 2x1.6 miljard!

Sinterklaas is inmiddels het land weer uit, maar hoe zit dat met de data in de systemen van al deze bestellingen? Wordt de data ook verwijderd of wordt deze data nog ingezet in allerlei cross- en up-sell acties?

⁴⁴ <https://www.transport-online.nl/site/148079/postnl-ziet-geen-afname-pakketbezorging-ondanks-hoge-inflatie/>



35.1. Verzamelwoede

We durven het statement wel te maken dat de meeste organisaties meer data verzamelen dan nodig is voor hun operatie. En ook, dat de meeste organisaties nog niet zover zijn in het verwijderen en vernietigen van data wanneer dat zou moeten.

Al met al zou je kunnen zeggen dat door simpelweg een minimalisme principe te hanteren, je niet alle data meer hoeft te verzamelen. Je bent dan per definitie duurzamer bezig bent en met minder data wordt ook het data beheer eenvoudiger. Maar helaas, zo simpel zit de wereld niet in elkaar. Want stel nou dat er tussen die enorme berg aan data iets magisch verstopt zit? Het is dus verleidelijk om zoveel mogelijk data te behouden. Hoe maak je de keuze tussen weggooien of bewaren?



Kop 'in de data' steken

Een aantal jaren geleden ontstond de term “dark data”. Gartner definieerde die als volgt:

“The information assets organisations collect, process and store during regular business activities, but generally fail to use for other purposes.”

In onze woorden: een enorme berg data die het licht nog nooit gezien heeft en ook zeer waarschijnlijk niet tot ‘verlichting’ zal leiden, ondanks alle mooie beloftes en pogingen ten spijt, en energie die ervoor verstoekt wordt om deze data beschikbaar te houden!

Wat als er dan interessante informatie tussen zit? Bijvoorbeeld door onderscheid te maken tussen verlengingen en aanvragen van rijbewijzen kan de dienstverlening sterk worden verbeterd. Een ander voorbeeld is dat er sneller oorzaken gevonden kunnen worden voor klapbanden die ontstaan op de ‘A-387’. Door de klapband meldingen van de ANWB te koppelen aan wegwerkzaamheden van Rijkswaterstaat kan snel de oorzaak worden gevonden en het gat in de weg worden gedicht.

Dit zijn hypothetische voorbeelden van data analyses. Maar betekent dit dat we massaal zoveel mogelijk data moeten verzamelen?

Heb het lef om data op te ruimen,
X jaar $\neq$ gebruikt = DELETE

Gooi eens wat weg!

Verantwoord data gebruik is sneller gezegd dan gedaan. Voor wat betreft dit domein gaan we eerst in op de aspecten van een data strategie en wat we hier moeten doen om Responsible Data Usage toe te passen. Vervolgens kijken we welke middelen we tot onze beschikking hebben om deze duurzame strategie uit te voeren. We noemen dit onze gereedschapskist. De strategie en de gereedschapskist zijn relevant voor alle data. In het hoofdstuk erna bespreken we een aantal aspecten van data die vooral met AI te maken hebben. We sluiten af met het onderwerp operationalisatie. Dit is een evaluatie van data projecten op het moment dat data analyses niet langer een speeltje zijn, maar dat de business er serieus gebruik van wil maken.

36. Een duurzame data strategie als startpunt

In dit hoofdstuk zullen niet alle aspecten van een goede datastrategie behandeld worden, daar is genoeg over geschreven. Er zal vooral aandacht gegeven worden aan de aspecten waar in onze ervaring meer aandacht voor moet zijn om **verantwoord** met data om te gaan. Dit is een belangrijk onderdeel in de evolutie van bewust onbekwaam naar bewust bekwaam in het kader van Responsible Computing.

Stap 1: het überhaupt hebben van een data strategie. En niet een paar abstracte slides over het belang van data en hoe die tot inzichten kan leiden of dat er geïnvesteerd wordt in het aannemen van data scientists etc. Nu zetten we het hier wel heel zwart wit neer, maar in de kern moet een data strategie er gewoon zijn voor elke organisatie en 'by design' breed gedragen en ontwikkeld worden, met de CDO aan het roer. In deze data strategie is Responsible Data Usage een belangrijk speerpunt. Een maturity model kan helpen bij het ontwikkelen van een data strategie⁴⁵.

Stap 2: de data strategie moet concreet zijn en breed gedragen worden om data als middel in de bedrijfsvoering in te kunnen zetten. Draagvlak kun je bereiken door een breed gremium te betrekken in de ontwikkeling van de data strategie. Juist door Responsible Data Usage te benadrukken win je het vertrouwen van de betrokkenen en voorkom je dat dit een feestje van de data strategen wordt. Door specialisten uit de operatie te betrekken voorkom je dat de data strategie te abstract blijft. Zo wordt bovendien duidelijk wat de impact van het gebruik van data is op bijvoorbeeld een proces of zelfs op iemands leven.

⁴⁵ https://ictworks.org/wp-content/uploads/2019/11/Responsible_Data_Maturity_Model_10-16-19.pdf



Stap 3: zorg voor een goed investeringsplan. Een strategie werkt alleen als daar ook resources (middelen en mensen) en eigenaren aan gekoppeld worden.

In het begin heeft de focus teveel gelegen op tooling voor het oplossen van data vraagstukken, en daarmee te weinig op het inrichten van data governance en data management.

Responsible Data Usage vraagt om het modelleren van data, toekenning van eigenaarschap, definiëren van kwaliteitseisen en bepalen van herkomst.

Stap 4: de data strategie moet breed omarmd worden door de organisatie zodat men zich realiseert wat het betekent om data in te zetten om beslissingen te nemen in bedrijfsprocessen. Men is zich ervan bewust en vertrouwt erop dat de data volgens specifieke ethische normen wordt gebruikt. Dit is wederom een stap van bewust onbekwaam naar bewust bekwaam.

Privacy aspect

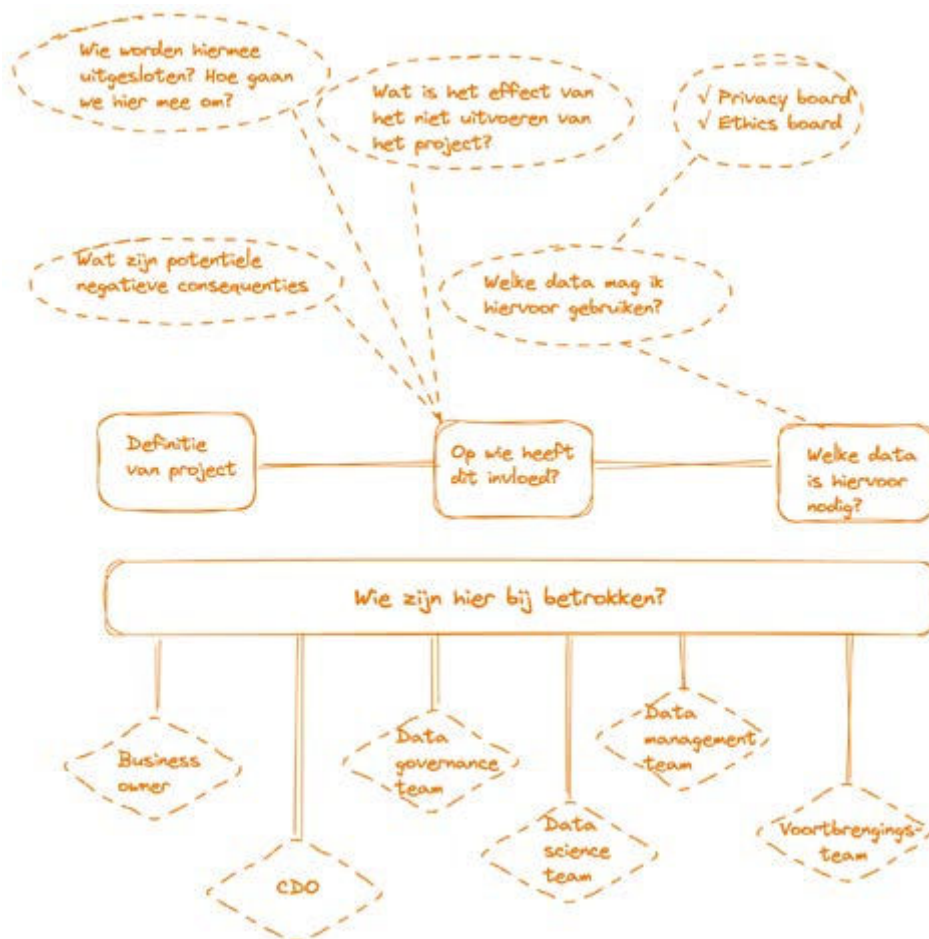
In relatie tot de AVG en daarmee de bescherming van persoonsgegevens wordt er in de overheid veel gesproken over doelbinding.

De definitie die de NORA hanteert:

“Data wordt verzameld en uiteindelijk verwerkt voor een welbepaald en uitdrukkelijk omschreven en gerechtvaardigd doel.”

Data gebruik binnen een proces, dient ethisch en transparant te gebeuren en op basis van toestemming van de data eigenaar. Hopelijk volgen er in de komende jaren dashboards of portalen waar je als klant in een oogopslag kunt zien wat een organisatie met jouw gegevens doet.





Een breed team en tal van vragen die we moeten stellen

Milieu aspect

Data heeft ook enorme impact op ons milieu. De juiste ontwerp keuzes binnen de data strategie zijn een grondslag voor het efficiënt opslaan, verwerken, terugvinden en vernietigen van data.

Er valt nog veel te winnen op dit gebied. Denk aan data opslag op tape, verminderen van data transport door virtualisatie, goed classificeren en metadateren van data waardoor het zoek en vind proces sneller gaat en natuurlijk een goed lifecycle management hanteren.



Impact van data (transport, opslag en verwerking) op het Milieu is onderbelicht terwijl de footprint onderschat wordt.

De voetafdruk van data

Checklist

Hier vind je een handige checklijst met vragen die als inspiratie kunnen dienen voor een duurzame datastrategie:

Mijn data checklist:

1. Over welke data beschik ik?
2. Welke data hiervan bevat sensitieve gegevens?
3. Voor welk doeleinde is de data verzameld?
4. Waar mag ik data voor gebruiken? Wie is de eigenaar van de data?
5. Wie mag er toegang hebben tot mijn data, en onder welke voorwaarden?
6. Hoe verzorg ik (self-service) toegang tot data?
7. Waar dient data opgeslagen te worden?
8. Hoe kan ik data benaderen?
9. Welke datakwaliteit is acceptabel?
10. Wat voor policies ...
11. Hoe monitor ik datagebruik en toegang?
12. Hoe wordt trainingsdata geselecteerd?
13. Hoe zorg ik ervoor dat er geen bias ontstaat in het ontwerpen van diensten?
14. Zijn analyses die wij draaien verenigbaar met onze waarden als organisatie?
15. Kan ik uitleggen hoe een beslissing tot stand is gekomen, vanuit de hele pipeline bekeken?
16. Aan welke wet-en regelgeving heb ik mij te houden?
17. Hebben we een stempel van goedkeuring van de privacy officer of een Ethics board (als je die überhaupt al hebt)?
18. Hoe kan ik duurzamer omgaan met de technologie in huis?

37. De gereedschapskist

Als we het hebben over onze gereedschapskist dan refereren we naar alle middelen die we tot onze beschikking hebben om data te gebruiken. Denk hierbij aan:

- technische tools zoals een rapportagetool, business intelligence tools maar ook opslag van data, bijvoorbeeld een SSD schijf of een tape.
- processen en procedures zoals Data Management en Data Governance. Data governance (de richtlijnen en procedures) en data management (de processen en de tools oftewel de uitvoering van data governance).

Dit is een brede definitie waarbij we onze gereedschapskist op een verantwoorde en duurzame manier willen inzetten. We willen enerzijds ethisch verantwoord met de data omgaan en anderzijds ook efficiënt als het gaat om energiegebruik en de CO2 footprint.

37.1. Verantwoorde technische tools

A fool with a tool is an even more dangerous fool!

Focus op het nieuwste van het nieuwste

Voor sommige van ons misschien wel herkenbaar; de fascinatie en focus van kinderen op nieuwe speeltjes in de speeltuin of thuis. Het nieuwste van het nieuwste is interessant om te gebruiken en dat levert dus ook onderling nog weleens strijd op. Want al neem je de zak van Sinterklaas vol nieuw speelgoed mee, dat andere speeltje waar die ander mee bezig is of het over heeft, wow.. Dat wil ik hebben, dat moet het antwoord zijn. Als specialist is het een gezonde eigenschap om geïnteresseerd te zijn in het nieuwste van het nieuwste. Dat geldt ook voor data specialisten. Data specialisten houden van data en nog meer van de tools die waarde uit data kunnen halen. Of het nu gaat om een rapportagetool, een BI tool of een AI tool. Nieuw is interessant, maar niet alles wat nieuw is is bruikbaar.



Hebben data specialisten een specifieke voorkeur voor een tool?

Data mensen hebben een gereedschapskist vol met tools. De één gebruikt bij voorkeur de schroevendraaier en schroef en de ander slaat er liever op los met een hamer en spijker. In beide gevallen zit het plankje vast maar de vraag is voor hoelang?

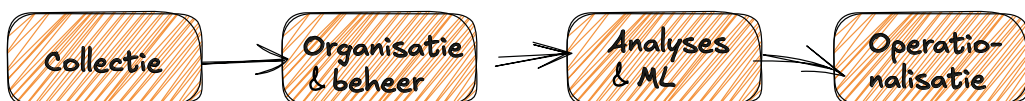
P.S. Er zijn er ook die een schroef met een hamer erin slaan, maar die categorie laten we even buiten beschouwing.

Er zijn genoeg tools ontwikkeld de afgelopen jaren, een aantal zijn beschreven in het eerste oranje boekje over data-gedreven organisaties (van data naar informatie tot inzichten). Strijd om tools heeft altijd al bestaan. De kunst is om de juiste tool voor het juiste probleem in te zetten. Dit betekent dat de tools niet leidend moeten zijn maar de resultaten die we willen boeken.

Samenvattend: een gereedschapskist om verantwoord om te gaan met data is zoveel meer dan de selectie van hamers en schroevendraaiers, maar bovenal waarvoor en hoe je die gebruikt.

37.2. Aandachtspunten voor technische tools

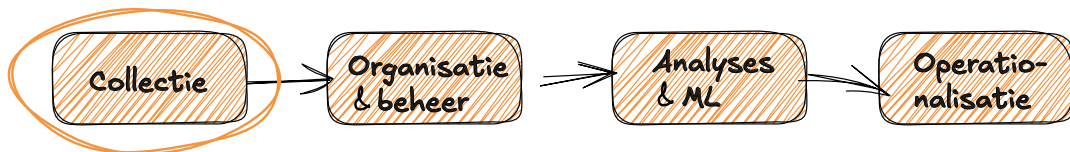
Hieronder zal een beperkt aantal aandachtspunten worden besproken om verantwoord en duurzaam gebruik te maken van al die mooie tools (anders hebben we een boekenkast vol nodig), aan de hand van een versimpeld data analyse proces.



Om überhaupt iets te kunnen doen, is er data nodig (collectie), daar hoort gedegen management bij (organisatie & beheer), het leuke werk mag vervolgens starten om analyses en modellen te ontwikkelen (analyses & machine learning), met de uiteindelijke operationalisatie als laatste stap.



Collectie



Hier staat bewust het zelfstandig naamwoord *collectie* en niet het werkwoord *collecteren* of in beter Nederlands *inzamelen*. Het refereert hiermee aan de eerdere paragraaf *verzamelwoede*.

Een data collectie is de totale verzameling data van een bedrijf of organisatie. Hieronder valt ook: welke data heb ik/heb ik toegang toe, welke data heb ik nodig en mag ik gebruiken, waar komt de data vandaan, voor welk doeleinde was deze data geproduceerd, wat betekenen de velden, hoe staat het met de datakwaliteit?

Dit kan aangevuld worden met het data principe:

Houd ik me aan het zo min mogelijk data te betrekken, door oprecht mijn collectie slechts uit te breiden met wat ik nodig heb?

Security

Daarnaast is voor de collectie een belangrijke taak weggelegd voor security oplossingen om data beschikbaar te stellen aan derden. Dit kan zijn voor een andere afdeling, een andere organisatie, of aan een klant; op basis van diens wensen en eisen wat kan leiden tot toestemming voor datagebruik. Hiervoor zijn acces management, encryptie en pseudonimisatie technieken om dit te realiseren.

Soms mag de ene afdeling wel bij bepaalde data, maar kan dat voor een andere afdeling niet gelden of zelfs voor een bepaalde persoon binnen een afdeling. Of misschien mag er gebruik gemaakt worden van data mits niet te herleiden is om wie het gaat in een analyse?

Een andere oplossing is homomorphic encryptie. Bij homomorphic encryptie vindt de bewerking van de data ook versleuteld plaats. Hierdoor hoeft de versleutelde brondata niet ontsleuteld te worden.





Duurzaam opslaan van data

Wat betreft duurzaamheid mogen diverse technische oplossingen rondom data opslag niet vergeten worden;

- deduplicatie, het hanteren van 1 waarheid en het elimineren van teveel data kopieën om data opslag capaciteit in de hand te houden
- auto-scaling, het dynamisch aanpassen van de omgeving op basis van de gewenste vraag (CPU, memory, network)
- storage tiering, een oplossing waarbij data over verschillende type storage devices wordt opgeslagen
- over-committing, het toekennen van meer virtuele capaciteit dan daadwerkelijk fysiek beschikbaar
- storage virtualisatie, verschillende opslag media virtueel bijeenbrengen als een enkel opslag medium
- compressie, het binden van je datasoep

Duurzaam beschikbaar stellen van data

Ook bij het beschikbaar stellen van data kunnen we gebruik maken van duurzame technologie:

- data virtualisatie, het virtueel samenbrengen van data uit verschillende bronnen
- remote data processing, verwerk data bij de bron en verstuur alleen de resultaten
- optimalisatie van queries, determineer de meest efficiënte manier om een query uit te voeren op relationele databases en andere databases (bijvoorbeeld NoSQL en graph databases)
- locatie van data inclusief analyse omgeving, wat het laatste betreft, zouden we veel kunnen leren van edge implementaties en data als het ware streamend analyseren

Data virtualisatie uitgelicht

Het gebruiken van data hoeft technisch en fysiek gezien niet te betekenen dat je het naar je toe kopieert of naar de afdeling die ermee aan de slag gaat.

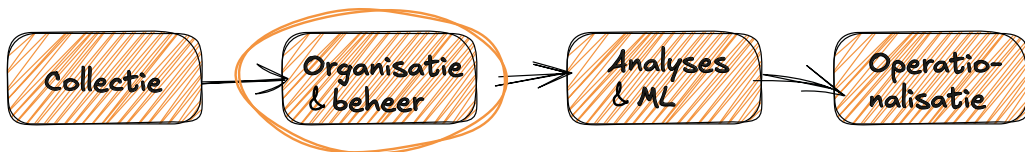
Wat een duurzaam en krachtig tool is om toegang tot data te verschaffen, is een relatief nieuwe, maar al wel veel gebruikte: data virtualisatie.

Dit maakt het mogelijk om data samen te brengen door het te ontsluiten, transformeren en integreren vanuit meerdere bronnen zonder het fysiek bij elkaar te brengen. En daarbij kun je gebruik maken van de capaciteit van de onderliggende technische bronnen.





Organisatie en beheer



Data catalogus

De kern van een catalogus is toegang te bieden tot data. Data die onder controle is van de organisatie. We weten wat voor data het is en hoe we het mogen gebruiken.

Data die vertrouwd kan worden en conformeert aan wet- en regelgeving door middel van voorgedefinieerde regels en policies. Het biedt duidelijkheid welke personen of systemen wel of geen toegang mogen hebben tot bepaalde data. De catalogus kan ook data maskeren afhankelijk van de gebruiker die de data opvraagt of de use case die de data gebruikt. Er is nog veel meer over te zeggen, maar daarvoor verwijzen we graag naar andere bronnen⁴⁶. Sorry, wij van WC-eend.

Dat betekent dat een catalogus zowel gestructureerde als ongestructureerde data kan beschrijven, maar ook machine learning modellen. Metadata, maakt het mogelijk om data te vinden, te profileren en te verrijken, door een samenspel van technische-, proces- en business metadata. Hiermee speelt het een belangrijke rol in compliancy en data kwaliteit, maar ook in het managen van de levenscyclus van data. Ook geeft het aan welke data niet meer relevant is of gebruikt mag worden.

Belangrijk blijft hierbij te realiseren dat technologie zoals een data catalogus niet genoeg is. Naast een data strategie zijn er degelijke interne processen nodig en is er een cultuur(verandering) nodig binnen een organisatie om data op een verantwoorde, ethische manier in te zetten.

Ongeacht hoe groot je team ook is, al heb je een leger aan data engineers en stewards, aan alle data verzoeken voldoen en dat verantwoord laten plaats vinden is een onmogelijke taak en daarbij ook nog eens inefficiënt, daar heb je echt tools voor nodig.

Daarom is self-service belangrijk. Om dit ook technisch mogelijk te maken is de data catalogus essentieel.

⁴⁶ <https://www.ibm.com/topics/data-catalog>

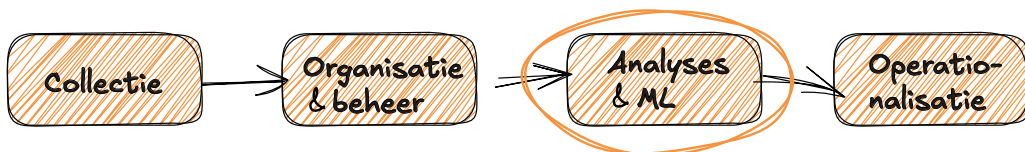




Monitoren en beheren van de Data Collectie

Een belangrijke taak is ook het monitoren van de data collectie en het gebruik. Dashboards die inzicht bieden in wat er bekeken en gebruikt wordt en door welke organisatieonderdelen en door wie. Dit geldt niet alleen voor de data, maar ook voor de modellen en de systemen die gebruik maken van de modellen.

Analyses & machine learning



Alles wat we tot nu toe hebben beschreven in het gedeelte over Responsible Data Usage gaat over willekeurig gebruik van data. Het maakt hierbij niet uit of de data gebruikt wordt voor het maken van een rapport of dat data gebruikt wordt voor het profileren van potentiële klanten voor marketing doeleinden. Ethisch verantwoord omgaan met data geldt voor alles en helemaal voor PII (Personal Identifiable Information). In dit hoofdstuk een paar AI toevoegingen.

Gedeelde verantwoordelijkheid

Stel dat we van het meest gunstige geval uitgaan: een volwassen organisatie die data governance en data management heeft ingericht. Data scientists hebben toegang tot data die zij voor hun analyse mogen gebruiken en zij kunnen erop vertrouwen dat de data kwaliteit in orde is. Hoe goed de data kwaliteit ook is het is altijd mogelijk dat velden in een database niet goed gevuld zijn of incompleet zijn. Het is van belang dat dit duidelijk is voor de data scientist zodat hij hier rekening mee kan houden met de invloed op de analyse.

Er ligt een belangrijke verantwoordelijkheid bij de data scientist om de data kwaliteit goed in de gaten te houden. Hierover hebben we ook het een en ander geschreven in het hoofdstuk over de duurzame specialist en het gedragsmanifest.





Ter illustratie, als er een veld tussen zit dat om ethische redenen of vanwege doelbinding mogelijk niet gebruikt mag worden dan moet er aan de bel getrokken worden. Of dat nou bij de data steward is, een data privacy officer of een ethics board, het is belangrijk dat er een proces voor is om dit te melden. Het is ook noodzakelijk om een plan te hebben als het onverhoopt toch mis gaat en blijkt dat er data oneigenlijk gebruikt is.

Als je informatie waar je geen toegang toe hebt toch kan afleiden door middel van combinaties van variabelen dan doe je er goed aan om dat niet te gebruiken. Een heel simpel voorbeeld: neem bijvoorbeeld geslacht, als je dat kan afleiden voor een deel van de bevolking omdat je een variabele hebt met zwangerschapsverlof, maar je geen onderscheid mag maken tussen mannen en vrouwen, dan gebruik je dit dus niet.

Transparantie in Data Transformaties

Data transformaties en manipulaties om een model te ontwikkelen moeten vastgelegd worden in het kader van transparantie. Dit kun je doen door gebruik te maken van een data catalogus of een AI Factsheet⁴⁷. Een AI Factsheet is als het ware een recept dat laat zien hoe tot een model gekomen is; de databronnen die gebruikt zijn, hoe de data getransformeerd is, de trainingsset, inclusief de locaties, de velden, het model zelf etc.

Duurzame Trainingsdata

Tot de juiste trainingsdata komen kan een karwei op zich zijn, zelfs als het data management op orde is. In het kader van duurzaamheid voegen we daar een taak aan toe: **daag de organisatie uit om zo spaarzaam mogelijk tot een dataset te komen.**

Gebruik een kleinere set, want dat scheelt in het gebruik van resources, en alle beetjes helpen. Ook bij een data scientist ligt zowel in aanpak als het gebruik van resources een verantwoordelijkheid, met als mooi voordeel soms ook performance winst, maar ook uitlegbaarheid van een model. Zeker wat betreft resource intensieve algoritmen.

Nu was het mooi geweest als we hier concrete handreikingen kunnen geven om tot een optimale dataset te komen, maar het is helaas niet zo eenvoudig.

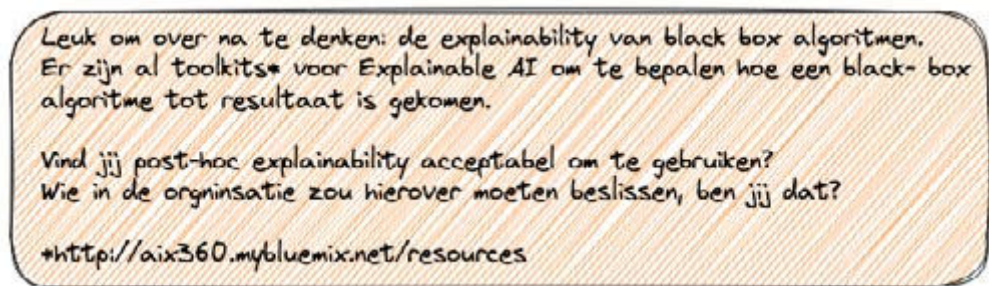
⁴⁷ <https://www.ibm.com/docs/en/software-hub/5.1.x?topic=services-ai-factsheets>



Explainability

Als je dan tot een goede trainingsset bent gekomen en het modelleren kan beginnen, hoe zorg je ervoor dat je de resultaten kan uitleggen? Immers, verantwoord omgaan met data, betekent ook dat resultaten uitlegbaar zijn. Er zijn tal van algoritmes die uitlegbaar zijn. Maar er zijn ook net zoveel die niet uitlegbaar zijn: black-box⁴⁸ algoritmen.

Afhankelijk van de case en het toepassingsgebied kan het wel of niet acceptabel zijn.



Explainability van black-box algoritmen

Naast Explainability, wat zorgt voor vertrouwen zijn er andere indicatoren die van belang zijn in het verantwoord gebruiken van data om naar inzichten en daarmee beslissingen te gaan.

Fairness

Bij Fairness gaat het erom zorg te dragen voor gelijke behandeling en het voorkomen van bias. Dit kan al dan niet bewust in de data verstopt zitten of in de algoritmen die gebruikt worden.

Het gaat hier niet alleen om de technisch aanpak voor het voorkomen van bias maar raakt ook de organisatie en het cultuuraspect. Een speciaal team, gespecialiseerd in diversiteit, kan bijvoorbeeld helpen in het ontwikkeltraject en kan helpen om te zorgen dat belanghebbenden worden betrokken in de ontwerp fase.

Ook hier zijn wat techniek betreft diverse algoritmen beschikbaar om te controleren of de trainingsdata en het model fair zijn.

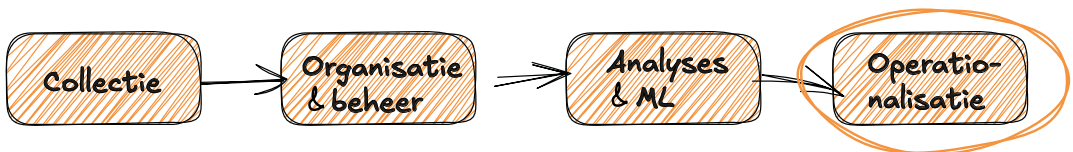
⁴⁸ De gebruiker kan niet zien wat de onderliggende redenering is van een algoritme. Slechts de input en output zijn bekend waardoor het niet te interpreteren is.



Robustness

Een andere tak van sport, is gericht op het 'hack proof' maken van algoritmen, waardoor de uitkomst niet veranderd kan worden door invloeden van buitenaf. Dit is van belang voor zowel de trainingsdata als de modellen zelf, zodat voorkomen kan worden dat er door manipulatie andere uitkomsten kunnen ontstaan.

Operationalisatie



Voor het echie

Dat zeiden we vroeger als we gingen knikkeren. Je had een nep potje, dan kreeg ieder zijn knikkers weer terug en een potje voor het echie, dan was je je knikkers kwijt als je had verloren of je kreeg die van de ander als je won.

Dat was heel spannend want dan stond er wat op het spel. Zo is het ook met het serieus gebruik van data. We hebben het in één keer over echte persoonsgegevens. Jan van Vliet uit Vlaardingen is niet langer een verzonnen virtuele persoon maar een persoon van vlees en bloed die echt bestaat en als je hem knijpt zegt ie "au". Dan wordt het spannend!

Organisaties die al langere tijd onderweg zijn met analyse werk, maar wellicht veel projecten hebben die maar niet verder komen dan de Proof of Concept fase met gesimuleerde data zullen meer tijd en energie moeten steken in data management. Data management is een vakgebied dat zich bezig houdt met het duurzaam gebruiken van data. Als je weet over welke data je het hebt kun je gaan spelen voor het echie. Het is randvoorwaardelijk om de experimentele fase waar de analisten en data scientists mee bezig zijn te brengen naar een productie waardig systeem. Dat kan praktisch gezien door van begin tot eind ook data management ondersteund door data governance voor het project mee te nemen.

Dan focus je niet alleen op de mooie modellen, maar word je gedwongen om eerst na te denken over wat het effect is van het (ethische) gebruik van de data en de non-functionals mee te nemen. Hierbij spelen eigenaarschap en verantwoordelijkheid een belangrijke rol. Met als mooi bijeffect een samenwerking met diverse lagen en rollen binnen een organisatie, wat hopelijk wel leidt tot een hoger succesratio van de promotie van PoC naar succesvolle productiefase.

38. Implementatie van een Duurzame Data lifecycle Strategie

De NCDD werkgroep IT-Architectuur heeft een uitgebreide positioning paper gepubliceerd onder de titel "implementatie van een duurzame data lifecycle strategie". We hebben de position paper vertaald in het Nederlands en in de context van dit boek geplaatst. In dit hoofdstuk vind je de samenvatting en de inleiding. In de appendix vind je de detailuitwerking. Er zit een klein beetje overlap in maar voor het grootste gedeelte vullen de eerder hoofdstukken uit "Responsible Data Usage" de onderwerpen in die we juist niet meenemen in de data lifecycle zoals strategie en monitoring.

38.1. Samenvatting van de Positioning Paper

De toenemende digitalisering van onze wereld heeft geleid tot een exponentiële groei in data. Om deze data op te slaan is technologie nodig. Om een backup te maken is technologie nodig. Om de data te verwerken zijn processoren nodig. Dit geldt voor zowel gestructureerde data, maar zeker ook voor de enorme hoeveelheden ongestructureerde data die we met elkaar produceren. Als we geluk hebben zijn het eenvoudige bewerkingen die met een CPU gedaan kunnen worden, maar met een beetje pech zijn het AI datamodellen die aangewezen zijn op het gebruik van stroomverslindende GPU's.

Deze datagroei gaat daardoor gepaard met een aanzienlijke impact op het milieu vanwege het energieverbruik van de toegepaste technologieën en de koelingsvereisten in de datacenters. Daarnaast zijn grondstoffen nodig om die technologieën te fabriceren. Een duurzame datamanagement strategie is cruciaal voor organisaties om de ecologische voetafdruk van hun dataopslag te verkleinen. Dat is overigens niet alleen belangrijk voor duurzaamheid maar ook als je een data-gedreven organisatie wil worden⁴⁹.

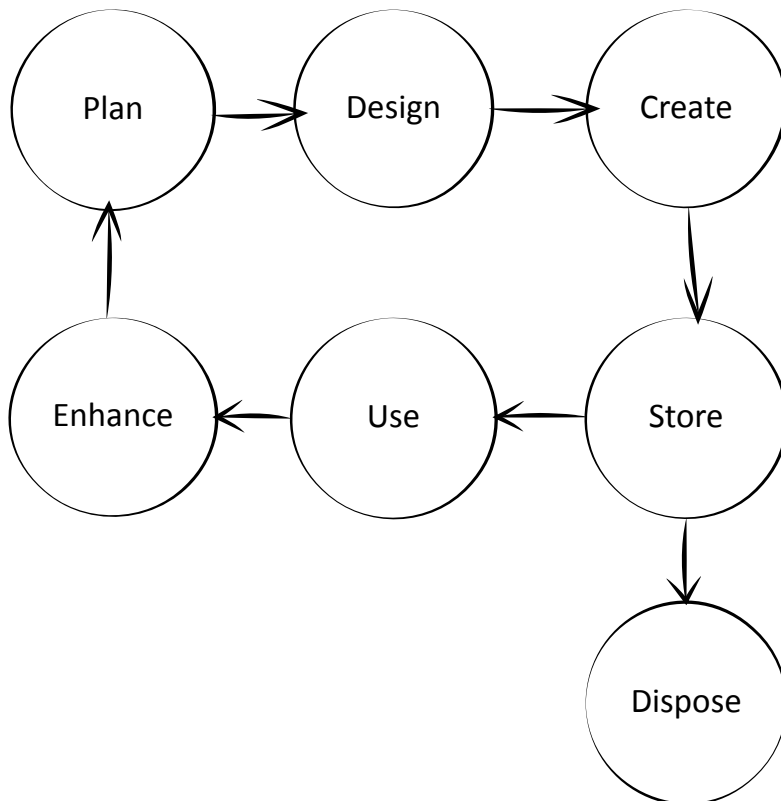
⁴⁹ Een data-gedreven organisatie is geen Illusie: <https://github.com/DataDrivenBlueprint/Downloads#readme>



Duurzaam datamanagement is niet alleen een technische of operationele kwestie maar moet ook op strategisch niveau worden geadresseerd. Uiteindelijk gaat het om een cultuurverandering die binnen de hele organisatie moet worden doorgevoerd.

In de wereld van datamanagement is DMBok (Data Management Body of Knowledge)⁵⁰ het de-facto raamwerk om de fasen en de daarbijbehorende processen van de data lifecycle te definiëren. In dit hoofdstuk worden de DMBok-fasen gebruikt om de duurzaamheidsaspecten van jouw data lifecycle te adresseren. Van planning en creatie tot en met de vernietiging van de data.

We geven hieronder een samenvatting, de complete uitleg wordt beschreven in de appendix en met voorbeelden geïllustreerd.



⁵⁰ DAMA-DMBok. DAMA-DMBok. Available at: <https://www.dama.org/>



Plan

- Creëer bewustzijn binnen jouw organisatie over de duurzaamheidsimpact van dataopslag en -gebruik.
- Denk na over het kopiëren van data binnen je organisatie. Gebruik één versie van de waarheid als centrale informatiebron.
- Schep randvoorwaarden om de meest optimale technologie te gebruiken voor dataverwerking.

Design

Gebruik de volgende duurzame design patterns:

- Comprimeren van gegevens.
- Vermijd in je ontwerp duplicatie van gegevens.
- Ontwerp voor het gebruik van een "tiered" dataopslag.
- Overweeg het gebruik van een zero-copy kloon oplossing als virtualisatie wanneer toegang tot de bron niet mogelijk is
- Modeleer je metadata.
- Neem het verwijderen van data mee in je ontwerp (als een use case).

Create

- Wanneer je gegevens op een gestructureerde manier (XML, JSON) kunt vastleggen in plaats van ongestructureerd, heeft dat de voorkeur.

Store

- Implementeer de meest optimale technologie voor het opslaan en ophalen van data. Bijvoorbeeld RDMS (Relational Database Management Systeem) voor relationele data.
- Implementeer de meest optimale storage tiers. Vergeet de tape technologie niet.
- Implementeer compressietechnologie (data-at-rest, archief).
- Zorg ervoor dat de data en de applicaties op de meest optimale manier met elkaar kunnen samenwerken.





Use

- Comprimeer de gegevens tijdens het transport en indien mogelijk zelfs tijdens verwerking.
- Laser focused datagebruik (granulariteit). Haal alleen de gegevens op die je nodig hebt, zowel wat betreft aantallen (rijen) als de attributen (kolommen).
- Het juiste gebruiksniveau: wanneer en waar heb je de data nodig?
- Gebruik "green coding" best practices om gegevens te verwerken.
- Gebruik geoptimaliseerde zoekalgoritmen voor gegevensverwerking.

Enhance

- Verwijder de oude versie(s) als je gegevens hebt bijgewerkt.
- Wanneer je geschiedenis moet bewaren, sla dan alleen de deltas op.
- Pas bewaarbeleid toe, zowel voor de nieuwe als de oude versie(s).
- Aggregeer gegevens wanneer je de details niet meer nodig hebt.

Dispose

- Regel het bewaarbeleid voor de data in.
- Voer het proces uit om jouw gegevens ook daadwerkelijk te verwijderen.
- Houdt je aan de archiveringsnormen en rapporteer hierover.

We begrijpen dat al deze maatregelen situationeel zijn. Ze zijn afhankelijk van jouw context en niet uitputtend. Het doel van deze 'checklist' is om duurzaam gegevensbeheer te bereiken door middel van een duurzame datastrategie en deze te implementeren gedurende de gehele levenscyclus van jouw data.



38.2. Introductie

De NCDD werkgroep IT-architectuur heeft zich gefocust op de impact op het milieu. In de positioning paper die de werkgroep heeft uitgebracht is de focus vooral daarop en andere duurzaamheidsaspecten zoals privacy en ethiek worden slechts terzijde aangestipt.

Onder milieu of met een moeilijk woord ecologische impact verstaan we het gebruik van energie (inclusief CO2 uitstoot), de aspecten van circulariteit, de daarmee samenhangende reductie van restafval en de impact op biodiversiteit.

Hoewel het misschien voor de hand ligt dat bedrijven een datastrategie zouden moeten hebben, doen veel bedrijven dat toch niet of nauwelijks. Ze beseffen wel dat data een belangrijke asset is en dat een datastrategie belangrijk is om de data te beheren. Het creëren van een goede datastrategie over de diverse afdelingen binnen een (grote) organisatie is een lastige opgave. Wetgeving benadrukt het belang van het opzetten van data lifecycle management om data proactief te beheren. Denk daarnaast eens aan het enorme potentieel van (Gen)AI, dat afhankelijk is van hoogwaardige data.

Een goede datastrategie is randvoorwaardelijk voor een data-gedreven organisatie die ook duurzaam met data om wil gaan.

Waarom is het belangrijk en waarom is het nu belangrijk?

Waarom is duurzaam databeheer belangrijk?

- 1. Regulatory Compliance en Rapportage:** Wetgeving zoals de AVG en de Europese Datawet hebben het belang van datamanagement vergroot. Organisaties moeten hun data actief beheren om te voldoen aan deze regelgeving en te rapporteren over hun milieu-, sociale en governance (ESG)-verplichtingen.
- 2. Kosten Efficiëntie:** Door duurzaam datamanagement te implementeren, kunnen bedrijven de kosten voor dataopslag, -verwerking en -transport aanzienlijk verlagen. Dit is niet alleen gunstig voor het milieu, maar ook voor de portemonnee.
- 3. Reputatie en Competitief voordeel:** Bedrijven die blijf geven van duurzaamheid kunnen hun reputatie versterken en een concurrentievoordeel in de markt behalen. Klanten en stakeholders hechten steeds meer waarde aan duurzaamheid.



Naarmate de hoeveelheid data blijft toenemen, zullen ook de energie, koeling (CO₂ uitstoot) en grondstoffen die nodig zijn om deze data op te slaan en te verwerken, toenemen. Volgens NetApp is de hoeveelheid wereldwijde broeikasgasemissies van datacenters (2,5%) groter dan die van de wereldwijde luchtvaartindustrie. Ze stellen in hun paper over de "Waste Index" dat de meeste opgeslagen data nooit gebruikt zal worden (>67%)⁵¹. Dit draagt bij aan onnodig energieverbruik en CO₂ uitstoot.

De reden dat wij data lifecycle management in dit hoofdstuk bespreken heeft alles te maken met ecologische duurzaamheid. Dataopslag, -verwerking en -transport verbruiken energie, en de apparaten die dit verwerken produceren afval. Dit hoofdstuk is bedoeld om je te helpen met de ecologische of wel milieu gerelateerde aspecten van je data lifecycle. En vergeet ook niet om hierover te rapporteren in je jaarlijkse ESG-rapport.

We willen geen nieuw raamwerk bedenken om de aspecten van ecologische duurzaamheid te beschrijven. Daarom gebruiken we als uitgangspunt de fasen van data lifecycle management van het DMBoK (Data Management Body of Knowledge) framework⁵².

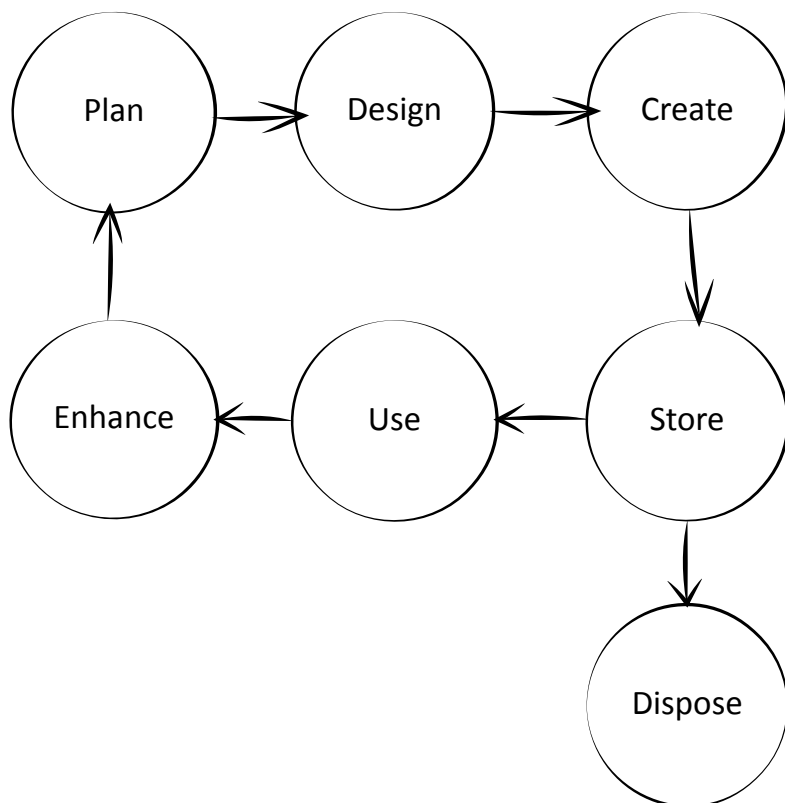
We bespreken per fase wat de *impact is op duurzaamheid*. Meer details over de fasen zijn te vinden in publicaties over DMBoK. Voor nu een eenvoudige samenvatting waarbij we ons *focussen op duurzaamheid*:

- **Plan:** De planning van de duurzaamheidsaspecten die relevant zijn en waarmee rekening gehouden moet worden in het project.
- **Design (& Enable):** Bij het nemen van ontwerpbeslissingen moet duurzaamheid als een (niet functionele) eis worden meegenomen.
- **Create (& Obtain):** Implementeer de meest duurzame manier om data te creëren of te gebruiken vanuit andere bronnen.
- **Store (& Maintain):** Implementeer de meest duurzame manier om data op te slaan.
- **Enhance:** Gebruik de meest duurzame manier om data te transformeren of te verrijken.
- **Dispose:** Zorg ervoor dat de data ook op een duurzame manier wordt verwijderd.

⁵¹ NetApp. Data Waste Index Research Analysis. Available at: https://www.netapp.com/media/83312-data_waste_research_report_final_for_submission.pdf

⁵² DAMA-DMBoK. DAMA-DMBoK. Available at: <https://www.dama.org/>





Voor de uitwerking van de fasen verwijzen we je naar de Appendix *"Implementatie van een Duurzame Data lifecycle Strategie"*.



39. Responsible Data Usage Principles

Principle RDU1 Data wordt benaderd en niet gekopieerd	
Statement	We halen data op bij de bron en gaan niet alles kopiëren.
Rationale	Het kopiëren van data heeft een aantal nadelen: • Data actualiteit. Een kopie loopt achter op de realiteit. • Transport en opslag. Een extra kopie is extra opslag en transport. • Risico op ondoorgroondelijke ketens. Wat als er een kopie van een andere kopie van de kopie gemaakt wordt?
Implicaties	De consequentie is dat we de data moeten virtualiseren en een verbinding naar de data moeten realiseren die voldoet aan eisen als security en latency. Een Data Mesh architectuur ondersteunt dit principe.

Principle RDU2 We conformeren ons aan de data strategie	
Statement	Er is een data strategie, deze is breed gedragen en we houden ons hieraan.
Rationale	We zorgen ervoor dat er een data strategie is die de duurzame bedrijfsbelangen behartigt en tegelijkertijd ook uitvoerbaar is. Individuele teams geven prioriteit aan algemeen belang boven individuele successen.
Implicaties	Voldoen aan een lange termijn strategie betekent meestal dat er extra investeringen gedaan moeten worden: • Inrichten van een Data Management team • Inrichten van een Data Governance board





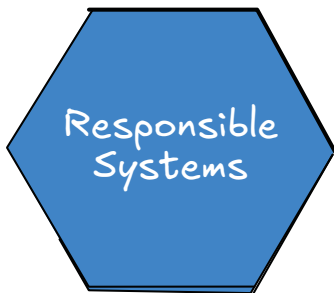
Principle RDU3 Data minimalisatie	
Statement	We houden er een principe op na om minimaal data op te slaan en vast te houden. Bij twijfel weggooien en niet bewaren.
Rationale	We herleiden de data die we willen bewaren vanuit onze data strategie. Als er dus geen strategische reden is om data te bewaren gooien we het weg.
Implicaties	Misschien gooien we teveel weg en missen we een kans om omzet te verhogen. Jammer dan, duurzaamheid gaat voor.

Principle RDU4 Alle data elementen hebben een eigenaar en staan in de corporate catalogus	
Statement	We zorgen ervoor dat de data waar we mee werken vastgelegd is in de corporate catalogus met alle informatie en eigenaarschap dat daarbij hoort.
Rationale	We hebben controle over de data waar we mee werken. We laten ons geen dingen overkomen maar sturen.
Implicaties	We hebben administratie en een tool nodig om ervoor te zorgen dat dit goed wordt uitgevoerd.





RESPONSIBLE SYSTEMS

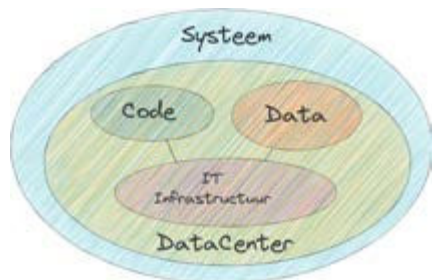


Wat verstaan wij onder Responsible Systems? Onder een systeem verstaan wij de inzet van technologie om gebruikers te ondersteunen. Die ondersteuning is er niet om bijvoorbeeld medewerkers meer vrije tijd te geven, maar juist om hun productiviteit te verhogen. Maar ook om klanten beter van dienst te zijn met informatievoorziening.

Een systeem bestaat uit code, uit data, uit middleware, uit infrastructuur en het draait veelal in een datacenter. Als we dit plat slaan in het woord applicatie dan kan een systeem bestaan uit meerdere applicaties. Deze applicaties waren traditioneel ondergebracht in één grote applicatie maar we zijn er inmiddels achter dat dit niet zo handig is in verband met onderhoud en life cycle management.

Code beschrijft hoe we input-data behandelen en controleren of bewerken en wegschrijven naar een output-bestand(en). We hebben het dus over workflow en rekenregels of bedrijfsregels. In IT taal zijn dit de business rules.

Bij Responsible Systems komen dus **alle voorgaande domeinen van Responsible Computing samen**. Dan is de grote vraag: hoe zetten we dit systeem in? Voor welk doeleinde, houden we rekening met het milieu, rekening met de menselijke maat, ethiek? Met andere woorden welke impact heeft ons systeem?



Responsible Systems



40. Aspecten van een Responsible System

Onder Responsible Systems verstaan we het verantwoord inzetten van de IT systemen. In het hoofdstuk over de medewerker gaven we een voorbeeld hoe de sociale aspecten een onderdeel zijn van een Responsible System. De opkomst van het Internet biedt de mogelijkheid om systemen te ontsluiten naar allerlei eindgebruikers. Houden we wel rekening met de diversiteit aan eindgebruikers? De menselijke maat is hierin belangrijk, zeker als je "verplicht" een systeem moet gebruiken. Met name voor de overheid geldt het gebruik van verplichte systemen. Denk daarbij aan het opgeven van je belasting of het aanvragen van een toeslag. Er zijn mensen met beperkingen, arbeidsmigranten die de taal niet machtig zijn, mensen die moeite hebben met leren en noem maar op.

Naast sociale aspecten kijken we ook naar de beveiliging van het systeem, zeker nu dat systeem via het Internet door "iedereen" te gebruiken is. Wat is de schade als het systeem misbruikt wordt? We kijken naar de impact van het IT systeem op het milieu. Hoe zit het met de energieconsumptie en CO2 uitstoot van dit systeem? In afgebeelde figuur (aspecten Responsible System) hebben we de verschillende aspecten van een Responsible System weergegeven.



Aspecten Responsible System

Daar komt nogal wat bij kijken:

- **Security.** Het systeem voldoet aan alle veiligheidseisen. Secure by design.
- **Transparantie.** Laat zien op basis van welke gegevens en rekenregels het systeem werkt. We hebben dit aspect in dit hoofdstuk als voorbeeld verder uitgewerkt.
- **Mens in control.** IT systemen verzetten bergen werk in een hoog tempo en zeer accuraat. Toch vinden we dat de mens beslissingen van IT systemen moet kunnen "ingrijpen". We hebben dit aspect in dit hoofdstuk als voorbeeld verder uitgewerkt.
- **Ethiek.** Ethiek wordt ook wel moraal filosofie genoemd. Wat vinden we acceptabel en wat niet. Ook deze werken we in dit hoofdstuk als voorbeeld verder uit.
- **Integriteit.** Een integer systeem is een betrouwbaar systeem. Dit systeem zorgt ervoor dat zaken tijdig en volledig behandeld worden en dat de persoon die mutaties uitvoert in het systeem hiervoor gemachtigd is.
- **Milieu.** Wat is de impact van ons IT systeem op het milieu? Je denkt al snel dat dit wel meevalt, maar hoe weet je dat? Heb je het gemeten en wat kun je doen om het systeem duurzamer te maken?



- **Privacy.** In acht nemen van de privacy wetgeving zoals vastgelegd in GDPR. Het gaat er vooral om dat gegevens van personen alleen met instemming van betreffende persoon gebruikt worden voor de doeleinden waar die persoon toestemming voor heeft gegeven.
- **Social.** De impact van ons systeem op de samenleving. Denk hierbij aan het gebruik van digitale videoconferenties. Dit bespaart brandstof en voorkomt daarmee CO2 uitstoot.
- **Robuustheid.** Zorg dat het systeem bestand is tegen manipulatie en zorg dat het systeem robuust genoeg is om in de evolutie van de IT technologie mee te gaan, voorkom technische schuld.
- **Werkethos.** Een Responsible System is ontworpen om rekening te houden met het plezier in het werk van de gebruiker. Deze werken we in dit hoofdstuk als voorbeeld verder uit.
- **Usability.** Een Responsible System is ontworpen om rekening te houden met de kwaliteiten en capaciteiten van de eindgebruiker. Systemen moeten intuïtief ontworpen zijn.
- **Compliance.** Het systeem voldoet aantoonbaar aan wet en regelgeving maar ook aan de eisen die door het bedrijf worden gesteld aan IT systemen. Denk hierbij aan alle aspecten die hiervoor beschreven zijn.



40.1. Een aantal voorbeelden

Transparantie

Voor traditionele systemen (applicaties) is dit vrij helder. Welke data en welk algoritme zijn gebruikt om een vergelijking of een calculatie te maken?

Tegenwoordig zijn er ook systemen die niet meer zo zwart/wit zijn (op basis van rekenregels) maar 'redeneren' op basis van door data getrainde modellen om een voorspelbaar antwoord geven op een vraag. Dit is een hele nieuwe categorie van applicaties die we samenvatten als Kunstmatige Intelligentie, beter bekend als Artificial Intelligence (AI) systemen.

Deze systemen zijn gebaseerd op slimme algoritmen (set instructies) die worden 'getraind' op basis van grote hoeveelheden data. Het algoritme leert patronen te herkennen waardoor er sneller en beter kan worden geanticipeerd op de uitkomst. Denk aan het ondersteunen van complexe processen waarbij veel informatie bij elkaar gehaald moet worden om bepaalde analyses te kunnen doen. Deze nieuwe typen systemen kunnen voor een versnelling zorgen in het oplossen van technische en maatschappelijke problemen, mits goed toegepast...

Als het gaat om systemen dan is er een belangrijk verschil tussen traditionele systemen en systemen die gebruik maken van kunstmatige intelligentie. Zoals eerder vermeld maken traditionele systemen gebruik van bedrijfsregels. Een voorbeeld van een bedrijfsregel is: als een klant jonger is dan 18 kan hij geen verzekering afsluiten. Deze regel is eenvoudig!

Bij het gebruik van complexe systemen is dat heel anders. Denk maar eens aan een schaakcomputer met duizenden rekenregels, alle zetten en combinaties van zetten hebben een voorspelbare uitkomst. Je kunt dus achteraf verantwoording afleggen over de beslissingen die zijn gemaakt tijdens dit schaakspel.

Maar nu systemen die gebruik maken van kunstmatige intelligentie. Deze werken anders. Stel, je gooit 100.000 plaatjes in een systeem. Bij elk plaatje is aangegeven of er een stoplicht op staat of niet. Je genereert een model op basis van deze informatie. Je implementeert dit model in een systeem dat je "Stoplichtenherkenner" hebt genoemd. Nu pak je een ander plaatje. Op dat plaatje liggen drie ballen, een rode een groene en een paarse en je voert dit plaatje aan het systeem. Het systeem geeft aan: **het is een stoplicht!** Waar baseert dit systeem zijn keuze op? Dat mag duidelijk zijn: de kleurencombinatie natuurlijk maar OEPS! het is niet de voorspelde uitkomst.

Hier wordt het dus wel een uitdaging als het gaat om een Responsible System.



Mens in control

Als wij praten over AI dan bestaat er natuurlijk een algemene uitleg voor dit acronym en dat is Artificial Intelligence. Verschillende, ethisch bewuste bedrijven, praten liever over AI als zijnde Augmented Intelligence. Dit betekent dat het systeem ter ondersteuning dient aan de mens. Het adviseert de mens bij beslissingen, het geeft de mogelijkheden om advies mee te nemen in de afweging, het laat de kans in percentages zien op een mogelijke fraude patroon. Het neemt geen autonome beslissingen.

Een systeem, of het nu AI is of traditioneel, is wellicht sneller, efficiënter en accurater dan een mens, maar het mist een paar hele belangrijke menselijke aspecten: gevoel, nuance en wat dacht je van empathie?

Middels ons duurzaamheidsfundament proberen we het systeem wel zo te ontwikkelen dat het voldoet aan de ethische normen die een bedrijf hanteert. Maar een systeem werkt, denkt, rekent en handelt binair.

We zijn nog niet in staat een systeem te ontwikkelen dat een fingerspitzengefühl heeft!

Als een systeem wordt ontwikkeld voor gezichtsherkenning en het wordt ingezet om vermiste kinderen op te sporen in grote mensenmassa's dan is dat een systeem dat voor nobele doeleinden wordt ingezet. Datzelfde systeem kan ook worden ingezet om in diezelfde mensenmassa individuen te profileren die voldoen aan een 'verdachte profiel' op basis van bijvoorbeeld uiterlijke kenmerken zonder dat ze ook maar ooit iets verkeerd hebben gedaan in hun leven.

Het is de mens die bepaalt of de inzet ethisch is.

Ethiek

Zou jij willen meewerken aan een app die stiekem op een telefoon van boeven, schurken, terroristen, etc wordt geïnstalleerd om vervolgens alle gesprekken en tekstberichten te kunnen volgen? Of zou je toch wel bedenkingen hebben over deze toepassing als het in de verkeerde handen valt?

Maar er zijn ook wel andere voorbeelden te noemen: je wordt gevraagd een systeem te ontwerpen dat het productieproces versnelt door het inpakken volledig te automatiseren. Hierbij wordt het verpakken in dozen door medewerkers vervangen door het automatisch verpakken in plastic. Grijp je dan terug op het duurzaamheidsfundament? Stel je voor dat deze niet bestaat. Eis je dan vanuit jouw rol als duurzame developer dat deze er komt? Uiteraard voordat je met dit ontwerp aan de slag gaat, een grote kans dat dit systeem nooit wordt gerealiseerd!



Is er nog iets positiefs te melden in dit kader? Jazeker, wat dacht je van systemen die ervoor zorgen dat de logistiek voor het transport zo optimaal mogelijk wordt berekend zodat de impact op het milieu wordt geminimaliseerd of een systeem dat er voor zorgt dat onze jaarlijkse belastingaangifte nog maar een fluitje van een cent is (voor de meeste van ons).

Werkethos

Meer gedaan krijgen in kortere tijd of betere kwaliteit leveren zodat de tevredenheid van de klanten beter wordt. Maar efficiëntie in je dagelijkse werk hoeft niet altijd leuker te zijn. Je voelt misschien al een beetje het spanningsveld, want is efficiënt werk ook altijd leuker werk?

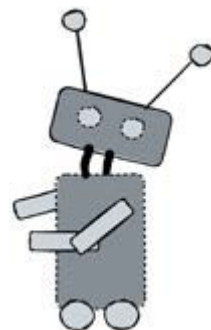
Een voorbeeld: als je alle makkelijke vragen bij een call center zou automatiseren dan ontnem je de kans van de call center medewerker om in klantencontacten direct een oplossing te kunnen geven. Door alleen de complexe en misschien wel vaak de geëscaleerde vragen naar een call center medewerker door te sturen dan is de kans op een leuke interactie met de klant kleiner.

Wordt het werk daar leuker van? Er moet een balans zitten tussen verhoogde productiviteit en werkvreugde. Een mooi woord hiervoor is werkethos.

41. Blick in de toekomst

IT systemen worden steeds geavanceerder. 40 jaar geleden moest je een verslag van school nog opschrijven met pen en papier, of als je een typemachine had dan was dat al heel wat. Vandaag de dag kun je via ChatGPT⁵³ je opstel laten samenstellen of een samenvatting van 200 woorden laten maken. Waar gaat het naar toe?

Waar het eerst om automatisering van eenvoudige handelingen ging is de IT in staat om menselijke intelligentie te simuleren door middel van kunstmatige intelligentie. Het beeld dat is ontstaan is dat computersystemen voor jou denken, interpreteren en eigenhandig conclusies trekken. In de jaren 80 maakte men zich grote zorgen over deze ontwikkelingen. De opkomst van de robotica versterkte dit nog eens en men was bang dat de mens zou worden vervangen door de robot en dat wij straks zouden worden bestuurd door robots.



Isaac Asimov, science fiction schrijver van het beroemde boek 'I Robot' (in 2004 verfilmd met Will Smith in de hoofdrol) kwam met drie wetten voor robotica⁵⁴:

- Een robot mag een mens geen letsel toebrengen of door niet te handelen toestaan dat een mens letsel oploopt.
- Een robot moet de bevelen uitvoeren die hem door mensen gegeven worden, behalve als die opdrachten in strijd zijn met de Eerste Wet.
- Een robot moet zijn eigen bestaan beschermen, voor zover die bescherming niet in strijd is met de Eerste of Tweede Wet.

Wij mensen hebben een geweten, een ethisch kader waarbinnen we handelen. We hebben gevoel, de meeste althans, zeker als het gaat om beslissingen die mensen aangaan. Op de één of andere manier willen we die robot of dat systeem ook ethiek bijbrengen en empathie. Maar r2d2 en c3po bestaan alleen in Star Wars. Wanneer systemen gebruik maken van AI dan wordt er een extra criterium toegevoegd aan een Responsible System: **ethiek**.

⁵³ <https://openai.com/blog/chatgpt/>

⁵⁴ https://nl.wikipedia.org/wiki/Drie_wetten_van_de_robotica



41.1. Generative AI

ChatGPT heeft het grote publiek bewust gemaakt van de geweldige hulp die generatieve AI kan bieden bij dagelijkse taken in ons professionele en persoonlijke leven. Van het maken van samenvattingen van artikelen en vergaderverslagen tot en met het helpen met het huiswerk van onze kinderen.

Maar dit geweldige fenomeen roept wel een aantal vragen op. Waar komt dit plotseling vandaan, kunnen we de diensten en antwoorden van dit fenomeen blind vertrouwen en hoe duurzaam is dit eigenlijk?

Zeker een onderwerp dat in dit hoofdstuk **“Responsible Systems”** enige aandacht verdient.

Waar komt het vandaan?

GPT staat voor ‘Generative Pre-trained Transformers’ en vele andere soortgelijke modellen zijn gebaseerd op het concept van generatieve AI. Generatief omdat het met behulp van AI uit het “niets” “iets” genereert. Dit worden ook wel Large Language Models (LLMs) genoemd.

Een LLM wordt ‘gevoed’ met heel veel data waardoor het taalpatronen leert herkennen en de relaties tussen woorden en zinnen. Met deze ‘kennis’ kan het zelf teksten genereren die voor mensen te begrijpen zijn.

Een LLM werkt door het voorspellen van het meest waarschijnlijke volgende woord (lekkere zin he?)

De applicatie ChatGPT heeft enorm veel betekent voor de adoptie van deze technologie door het grote publiek sneller dan welke andere technologie in de afgelopen eeuw.

Normaal gesproken zijn AI-algoritmen gemaakt en getraind voor één specifieke taak. Bijvoorbeeld het herkennen van nummerborden dmv beeldherkenning of het analyseren van sentiment op social media.





ChatGPT gebruikt een algoritme dat is getraind met grote hoeveelheden data zodat deze een breed spectrum van taken aankan. Door middel van 'prompting' zou je tekst kunnen vertalen, code kunnen genereren of vraag en antwoord taken kunnen vervullen (Prompting is het invoeren van opdrachten en commando's in een AI-tool, zodat deze de informatie geeft waar jij naar op zoek bent). GPT-4 is bijvoorbeeld getraind met meer dan 10 biljoen woorden en is daarmee waarschijnlijk het grootste LLM dat er bestaat.

Andere bekende LLM's zijn:

- Llama
- Granite
- Mistral
- ..

En wat mag het dan allemaal wel niet kosten?

In het kader van duurzaamheid is dit een zeer relevant onderwerp, want gevoelsmatig denk je al bij het trainen van zo'n model met meer dan 10 biljoen woorden aan het energieverbruik wat dit kost. Uit publicaties blijkt dat het trainen van GPT-4, 43 miljoen liter water heeft gekost en een energie uitstoot van meer dan 500 ton CO2. Het heeft ongeveer 1.5GWh verbruikt aan energie, te vergelijken met het jaarlijks energieverbruik van 30 tot 50 Nederlandse huishoudens.

Het toepassen van een GenAI algoritme is daarentegen minder intensief. Er is een verband tussen de grootte van het model (lees met hoeveel data het model is getraind) en het energieverbruik bij het toepassen van dat AI model. GPT-4 is qua omvang een factor 10 to 20 groter dan bijvoorbeeld Llama_2_70b. Daarmee is niet gezegd dat het energieverbruik ook lineair mee schaaft maar het is waarschijnlijk wel hoger.

Het is van belang om goed te overwegen of en hoe je AI inzet?

Is dit wel het juiste stuk gereedschap voor jouw vraagstuk? Kunnen 'oudere' technieken zoals traditionele machine learning net zo goed (of zelfs beter) toegepast worden om jouw vraagstuk op te lossen? Wanneer je AI toepast is het dus van belang om het juiste AI model te kiezen. Bijvoorbeeld is het noodzakelijk om een groot LLM als GPT-4 te gebruiken? of is het een overkill voor waar je het voor wil toepassen of kun je beter met een kleiner maar specifiek model aan de slag? Scheelt immers ook voor de energie en de algehele infrastructuur die je nodig hebt.





Hoeveel energie verbruikt nu AI op wereldwijde schaal?

Uit een onderzoek van een Nederlandse PHD kandidaat Alex de Vries⁵⁵ blijkt dat men verwacht dat de gehele AI sector in 2027 85-134 terawatt (TWh) aan energie verbruikt en dat datacenters naar verwachting 1000 terawatt verbruiken.

10% hiervan wordt gebruikt door Generative AI.

Ter vergelijking, in 2022 was het energieverbruik van datacenters wereld wijd 460 terawatt. Dus in 5 jaar zal dit met maar liefst 250% gaan groeien.

Tot zover het "slechte nieuws" vanuit een duurzaamheids- gezichtspunt. Vanuit diverse organisaties wordt er gekeken hoe het energieverbruik van het trainen en gebruiken van LLM's kan verminderen.

Hierbij zijn er met name 2 focus punten:

- **Kleinere modellen:** Trainen van LLM's met minder data. Niet elke LLM hoeft alles te kunnen zoals GPT-4. Je kan het model dus iets minder geavanceerd maken omdat het bedoeld is voor een specifiek spectrum van taken. Daarmee kun je de hoeveelheid trainingsdata significant verminderen. Zo is er bijvoorbeeld een model dat heet "Granite" dat getraind met 'slechts' 1 biljoen woorden. Het heeft dan ook een andere doelstellingen. Het wordt gebruikt door bedrijven als basis om het te kunnen trainen en door te ontwikkelen voor een specifieke context. Er zijn ook andere modellen beschikbaar die met minder data getraind zijn. Een kleiner model is niet alleen "goedkoper" om te trainen maar ook om te gebruiken. Trainen is een eenmalige actie, maar het gebruik bij een populair model kan flink oplopen!
- **Bij-trainen in plaats van opnieuw genereren:** Het toepassen van AI is zeker interessant voor bedrijven en het zou mooi zijn als je een model kan verrijken met data/informatie in de context van je eigen bedrijf. Anders gezegd je wil een model bij-trainen met een dataset die voor deze specifieke bedrijfstak relevant is. Tot voor kort moest het hele model met alle data opnieuw getraind worden.

⁵⁵ <https://www.bright.nl/nieuws/1181153/hoeveel-elektriciteit-verbruikt-kunstmatige-intelligentie.html>





Stel je eens voor: een Open Source maar dan voor AI modellen!

Een voorbeeld hiervan is InstructLab⁵⁶, een training methode ontwikkeld door Redhat, waarbij het model alleen met een nieuwe dataset bij-getraind hoeft te worden zodat dit kan dan worden toegevoegd aan het bestaande model.

Dus inplaats van opnieuw genereren met 1 biljoen woorden misschien 'slechts' met 100 miljoen woorden bij-traineren.

Deze techniek is gebruikt voor het bij-traineren van het Granite 13b versie 1 naar versie 2. Het heeft met "slechts" 13 miljard tokens hetzelfde bereikt als het Llama 2 model wat met 70 miljard tokens is getraind (een token is een woord, een deel van een woord of een letter).

Kan ik het vertrouwen?

Ok, dus we weten nu wat generative AI is, wat het kost in termen van duurzaamheid en wat de ontwikkelingen zijn om het energieverbruik te verminderen. In de context van Responsible Systems is het ook belangrijk om je af te vragen hoe betrouwbaar een model is en hoe je dat kan waarborgen?

Je wilt bijvoorbeeld ook niet op je vingers getikt worden voor het gebruik van data waar je niet voor gemachtigd ben?

Hoe zorg ik ervoor dat er geen rare of nare antwoorden ontstaan? Denk hierbij aan vooringenomenheid (bias), discriminatie of andere niet-ethische uitkomsten...

Dus welke maatregelen moeten er genomen worden om ervoor te zorgen dat een dergelijke toepassing op een verantwoorde manier wordt ingezet? Aan welke knoppen kun je draaien om in controle te blijven? Een heel belangrijk aspect is implementatie van een goede AI Governance!

Denk hierbij bijvoorbeeld aan aspecten als:

- Hoe betrouwbaar is mijn model en hoe kan ik dat waarborgen?
- Hoe weet ik of de data betrouwbaar is en of ik deze data mag gebruiken?
- Hoe meet ik de betrouwbaarheid meten end de uitkomst bijsturen?

⁵⁶ <https://www.forbes.com/sites/moorinsights/2024/06/17/ibms-instructlab-a-new-era-for-ai-model-creation-and-performance/>





Services zoals ChatGPT (OpenAI) en Gemini (Google) hebben gebruik gemaakt van publieke data waarmee de betrouwbaarheid van het model evenredig is met de kwaliteit waarmee het model getraind is (GIGO = garbage in garbage out).

Maar als er gebruik gemaakt wordt van LLM's binnen een eigen afgeschermd omgeving (private cloud/saas) dan kun je de trainingsdata controleren op kwaliteit!

Bewaken van auteursrechten of intellectueel eigendom

Er zijn leveranciers, die garanderen dat de trainingsdata geen gebruik maken van auteursrechten of intellectueel eigendom. Dat gaat zelfs zover dat jij als gebruiker wordt gevrijwaard van het gebruik van intellectueel eigendom⁵⁷.

Een geruststellende gedachte als je beseft dat er op dit moment veel gedoe over het gebruik van data om modellen te trainen waar de eigenaren en eigenaressen claims voor op tafel leggen...

⁵⁷ <https://newsroom.ibm.com/2023-09-28-IBM-Announces-Availability-of-watsonx-Granite-Model-Series,-Client-Protections-for-IBM-watsonx-Models>





42. Cultuur en Governance (people en process)

Systemen worden steeds vaker ingezet in de bedrijfsvoering en leveren organisaties ondersteuning bij het nemen van (belangrijke) beslissingen.

Organisaties moeten hiervan doordrongen zijn. Als systemen op een verkeerde manier worden ingezet dan kan het de reputatie van het bedrijf of de organisatie erg schaden. We lezen hier allerlei voorbeelden over in de pers.

Als organisatie dien je een aantal stappen te nemen om duurzaamheid onderdeel te maken van de bedrijfscultuur. Hiervoor gebruiken we het duurzaamheidsfundament. Daarnaast speelt het menselijk aspect een belangrijke rol, omdat zij bepalen hoe dit soort systemen worden ontwikkeld en voor welk doeleinde deze worden ingezet (lees de eerdergenoemde voorbeelden). Invoering dient dus zorgvuldig te gebeuren en vraagt dus ook om een duurzame transformatie van de organisatie.

Dit is ook een belangrijke stap in de evolutie van bewust onbekwaam naar bewust bekwaam.

Dit betreft in hoofdlijnen de volgende drie elementen:

- **Vertrouwen in proces.** Een eerste stap die gezet moet worden is het instellen van een Governance Board die kan beoordelen wat de eisen zijn voor het maken en gebruiken van Responsible Systems. Zo kan worden toegezien op inzet van systemen.
- **Vertrouwen in technologie.** Daarnaast zal je onder de gebruikers (de sceptici maar ook de goed gelovigen) draagvlak moeten creëren voor het toepassen van systemen. Dit geldt zowel voor traditionele systemen als AI systemen. Gebruikers moeten kritisch zijn en begrijpen hoe de systemen worden ingezet. Vertrouwen in de technologie is de basis voor acceptatie.





- **Vertrouwen in mensen.** Zoals zo vaak is dit een evolutie die stap voor stap genomen moet worden. Begin klein en schaal op zodra hier ruimte voor is. Cultuur kun je niet in een big-bang scenario aanpakken. Zo kun je er stapsgewijs voor zorgen dat met het gebruik van Responsible Systems de organisatie uitgroeit tot een betrouwbare data-gedreven organisatie.

Over cultuurverandering zou je een heel boek kunnen schrijven maar voor iedere organisatie vergt dit een unieke aanpak waar bovengenoemde stappen in kunnen worden uitgewerkt⁵⁸.

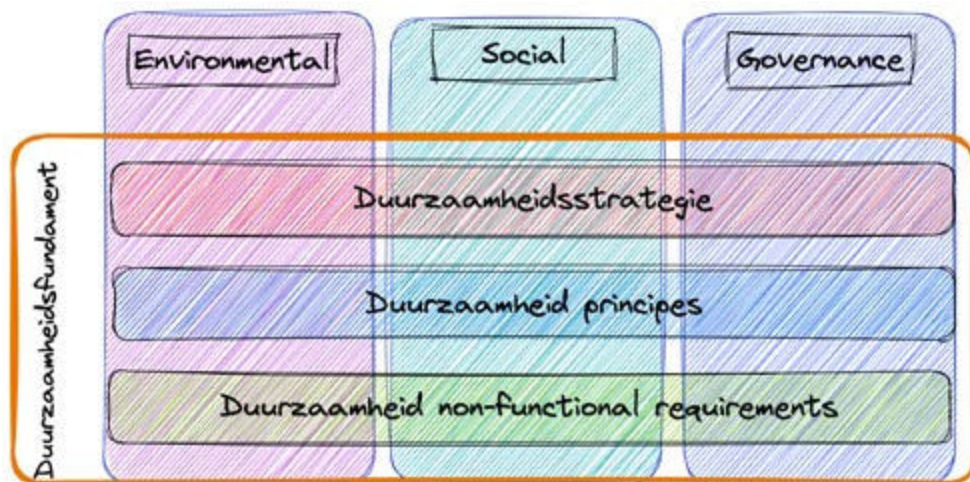
⁵⁸ Een interessante aanpak vanuit de DevSecOps praktijk is weergegeven in het boek Team Topologies (Matthew Skelton & Manuel Pais, 2019). Deze legt uit hoe je in een service-model autonome teams kan vormen in een zelflerende organisatie.



43. ESG als kapstok voor Responsible Systems

Wij gaan ervan uit dat bedrijven al een goed werkend besturingsmodel hanteren op het gebied van bedrijfsstrategie en IT strategie. Zo niet, dan lijkt het ons verstandig daar eerst eens flink gas op te geven. Als je het duurzaamheidsperspectief toevoegt aan een bedrijfsstrategie dan zou je bijvoorbeeld het ESG raamwerk (Environmental, Social & Governance) als kapstok kunnen gebruiken om deze drie belangrijke aspecten te beschrijven. Wij nemen aan dat veel bedrijven het ESG raamwerk⁵⁹ al kennen dus we beschrijven dit hieronder heel summier.

Het ESG raamwerk bevat drie pilaren:



ESG raamwerk als kapstok

⁵⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_social_and_corporate_governance



Environmental: hierbinnen worden onder andere de aspecten van het klimaat, gebruik van energie, emissie en watergebruik beschreven.

Social: dit beschrijft de ethische aspecten van het raamwerk. Hoe gaan we om met diversiteit, hoe behandelen we het personeel, hoe zorgen we voor een veilige werkplek, hoe bewaken we de privacy?

Governance: zorg voor een organisatie die toeziet op de strategische doelen en dat de waarden en normen van het bedrijf worden gehanteerd in de uitvoering.

Door een duurzaamheidsstrategie toe te voegen aan de bedrijfsstrategie, de duurzaamheidsprincipes te beschrijven en door het vastleggen van de non-functional duurzaamheidsrequirements ontstaat er al snel inzicht in de strategie en de manier waarop deze geïmplementeerd dient te worden.

Wij noemen deze drie factoren voor het schrijversgemak het duurzaamheidsfundament.

Uiteraard hebben we het hier nog steeds over duurzaamheid in de context van IT maar dit kun je natuurlijk ook gebruiken voor duurzaamheid in een breder perspectief.





44. Aanpak voor de ontwikkeling van responsible systems

De vraag is nu hoe je zonder in te leveren op de snelheid van levering (time to market) toch kan voldoen aan de uitgangspunten die worden benoemd in het ESG besturingsmodel:

- De omgevingsfactoren (klimaat, energie, CO2)
- De sociale factoren (ethiek, veiligheid en Social Responsibility)
- Het toezien op- en besturen van deze factoren

Voor traditionele applicatie ontwikkeling refereert men aan het DevSecOps ontwikkelproces waarbij je definieert hoe je iteratief met het betrekken van de juiste stakeholders tot een applicatie komt die voldoet aan de richtlijnen. Kan dit ook gebruikt worden voor het ontwikkelen van Responsible Systems? Procesmatig kan het zeker.

Echter in het DevSecOps proces zal het duurzaamheidsfundament moeten worden geïmplementeerd zodat het systeem dat ontwikkeld wordt voldoet aan alle duurzaamheidseisen. Wij hebben dit nu het SusDevSecOps proces genoemd.

Voor ontwerp, realisatie en in productie brengen van Responsible Systems hanteren we SusDevSecOps.



Is het bouwen van een verantwoord AI systeem nu zoveel anders als het bouwen van een verantwoord systeem dat bestaat uit code waarin bedrijfsregels worden gecodeerd? **Ja en nee.**

Nee. Principes en de waarden die gelden voor Responsible Systems gelden altijd, ongeacht of er gebruik gemaakt wordt van AI.

Ja. Het is toch anders. Bedrijfsregels hebben een logica, dat kan complex zijn, maar het is te volgen. AI modellen hebben ook een logica maar die is soms onnavolgbaar. Het gaat ons de pet te boven. We stoppen een hoeveelheid data in iets dat we een model noemen. Dit model peutert informatie uit de data en slaat het op in neuronen en vervolgens als we informatie invoeren dan wordt dit netwerk van neuronen gebruikt om die data te interpreteren. Daarom wordt dit een neuraal netwerk genoemd.

Daarnaast zijn bedrijfsregels, **regels** die in 'de regel' redelijk constant zijn, daarom heten deze regels regels (deze zin twee keer lezen, taalkundig is hij juist). Dat zou je misschien niet altijd zeggen want ik had een vriendje dat tijdens het eerder genoemde knikkeren steeds de **spelregels** veranderde. Dat is niet de bedoeling, het mag niet en is niet eerlijk. Dat(a) is in beweging. Vandaag is een liter benzine 1,75, vorige week was het 1,65 en een maand geleden nog 2,10. Een beetje beweging is niet erg, maar wordt het te gek dan zul je je model opnieuw moeten trainen, anders begrijpt hij het niet meer. Net als je oude opa die het heeft over het draaien van een telefoonnummer. Als ik mijn telefoon draai gaat het schermpje draaien maar gebeurt er verder niet veel.

Bij AI is het dus heel belangrijk welke data je gebruikt om een model te trainen en waarvoor je dat gaat gebruiken. Hoe goed jouw model werkt hangt af van de "kwaliteit" van je data.

Het verschil tussen het ontwikkelen van een applicatie en een model is dat een applicatie geprogrammeerd wordt (door een programmeur) en een model getraind wordt met data (door een data scientist). Wat DevOps is voor een programmeur noemen we ModelOps of MLOps voor een data scientist.



45. Responsible Systems Principles

Hierbij een tweetal voorbeelden:

Principle RS1	Stel principes op naar aanleiding van de diverse aspecten die relevant zijn voor een responsible system (superprincipe)
Statement	Vertaal de aspecten van responsible systems naar principes die passen bij jouw organisatie.
Rationale	Door na te denken over de beschreven aspecten in dit hoofdstuk, kun je bepalen wat voor jouw organisatie belangrijke punten zijn, om ervoor te zorgen dat een systeem verantwoord ontwikkeld en gebruikt wordt.
Implicaties	De ontwikkelde principes dienen gewaarborgd te worden binnen de organisatie, bijvoorbeeld door de Architecture Board of Design Authority.

Principle RS2	Maak de aspecten meetbaar, zodat je ze kunt valideren
Statement	De aspecten zitten op een conceptueel niveau, cq zijn vrij abstract. Deze dienen concreet gedefinieerd te worden binnen de context.
Rationale	Metten is weten! De enige manier om daadwerkelijk het uit te voeren is door er ook KPI's aan te hangen. Zo ontstaat er verantwoordelijkheid binnen de organisatie.
Implicaties	Bijvoorbeeld door de aspecten meetbaar te maken, zijn ze controleerbaar en eventueel ook te implementeren in testtools.





RESPONSIBLE IMPACT



Nadenken...? Wie heeft daar nou nog tijd voor? We worden gedreven door de waan van de dag en hebben soms nauwelijks tijd om goed na te denken hoe we technologie kunnen inzetten op een manier die duidelijk impact heeft op, en bijdraagt aan verduurzaming van onze omgeving.

Gelukkig zijn er in de afgelopen jaren mooie resultaten geboekt met technologische ontwikkelingen op diverse gebieden. Zo hebben we dankzij onderzoek en technologie een beter beeld van de staat van het klimaat en daarmee ook de urgentie om daar iets aan te doen. Het klimaat laat zien hoe we met zijn allen, van individu tot organisaties, van klein tot groot impact hebben op het reilen en zeilen van de wereld.





Een ander voorbeeld is de manier waarop we razendsnel medicijnen hebben ontwikkeld om de strijd tegen COVID aan te gaan. Zonder geavanceerde technologie had dit jaren geduurd.

Wat dacht je van een eenvoudige technologische toepassing van drones? Mensen hoeven geen gevaarlijke capriolen uit te halen om een dak-inspectie te doen. Dit gevaarlijke werk wordt nu al door drones uitgevoerd die makkelijk met losse handen gedetailleerde foto's kunnen maken van de staat van het dak.

Als we bij alles wat we doen de duurzaamheid knop zouden activeren en de afweging zouden maken wat de meest duurzame optie zou zijn bij onze keus dan zijn we al een heel eind op de goede weg. Het zou natuurlijk voor de hand liggen om een hele rij met duurzame afwegingen op te gaan sommen maar wij zijn er oprecht van overtuigd dat het intrinsiek moet voortkomen uit onszelf. Het moet je niet worden opgelegd maar zodra dit soort afwegingen uit je hart en je verstand komen dan maken we belangrijke stappen in de goede richting.

Dit betekent dat wij de verantwoordelijkheid hebben en de tijd moeten nemen om goed na te denken over de impact die we hebben met de inzet van IT.

- We beschrijven twee voorbeelden van projecten die bijdrage aan een duurzamere samenleving waarbij IT de sleutel is:
- Een mogelijke manier van (samen)werken
- Een milieu management systeem integreren in een Infrastructuur asset management systeem.

Vervolgens gaan we in op de Bitcoin, IT op zijn onvoordeligst, wat kunnen we daarvan leren.

En ten slotte nodigen we je uit om mee te denken en mee te dingen naar een gratis en vrijblijvende sustainability workshop!

46. De energietransitie

In de vele discussies over duurzaamheid komt het onderwerp energietransitie iedere keer weer terug. Het is een onderwerp dat bijna iedereen raakt en waar we op de een of andere manier bij betrokken zijn. Voor de een is dat de salderingsregeling van de zonnepanelen, voor de ander de dilemma's bij de aanschaf van een (elektrische) auto.

Hoewel dit een ander onderwerp is dan duurzame IT, raakt het elkaar in twee opzichten. Ten eerste hebben we geconstateerd dat IT een aanzienlijke consument is van elektriciteit, zeker in Nederland. Tegelijkertijd vormt de IT ook onderdeel van de oplossing om de energietransitie mogelijk te maken. In dit hoofdstuk willen we de hoofdzaak van de energietransitie bespreken en welke oplossingen automatisering kan bieden om de energietransitie te ondersteunen.

Doordat we met z'n allen aan het verduurzamen zijn is er een transitie gaande van het energieverbruik en de energielevering. Omdat elektriciteit in potentie een zeer duurzame energiebron kan zijn, zien we dat we meer en meer elektrificeren. Aan de ene kant worden meer apparaten omgezet naar elektriciteit en aan de andere kant wordt ook meer zelf opgewekt door middel van zonnepanelen en windmolens.

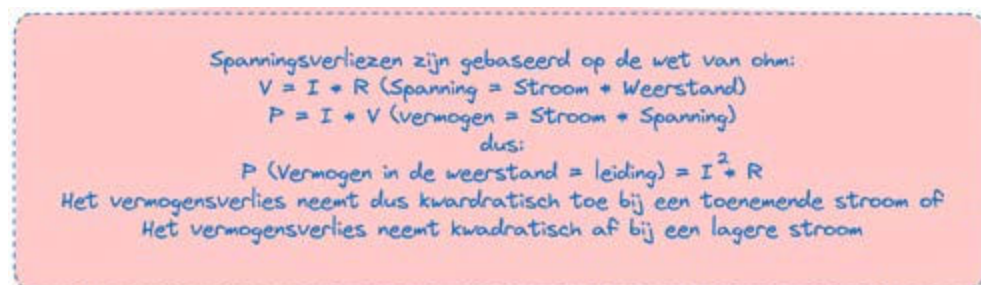
Prachtig dus! Maar dit brengt een paar problemen met zich mee: wanneer we alles omgezet hebben naar elektriciteit (auto's, machines, verwarming) dan hebben we 7x zoveel capaciteit nodig op het netwerk. De huidige infrastructuur kan wel zwaarder belast worden maar 7x is te veel. Dan veranderen de onderdelen in elektrische kachels en gaan stuk.

Het tweede probleem is dat de opwekking van energie heel grillig is. Als de zon schijnt en het waait dan kunnen we het meeste af met onze natuurlijke bronnen, maar wat als het een regenachtige windstille dag is, waar halen we dan zo gauw de elektriciteit vandaan?

We bespraken deze problemen met twee deskundigen op dit gebied. Hans Fugers en Jos Roling. Voordat we met hen in gesprek gaan is het handig om wat achtergrondinformatie te hebben.



In Nederland wordt het hoogspanningsnetwerk (dus die masten) beheerd door Tennet. Er zijn twee netwerken: een van 220kVolt in Noord-Nederland en die van 380kVolt in Midden- en Zuid-Nederland.



Het economisch en strategisch belang van dit netwerk wordt alleen maar groter naarmate onze afhankelijkheid daarvan toeneemt. Het netwerk is dan ook dubbel uitgevoerd en ook gekoppeld met het buitenland. Hoe hoger de spanning is hoe lager de stroom die nodig is om dezelfde hoeveelheid energie te transporteren. Het is de stroom die de verliezen veroorzaakt. Het tussen- en middenspanningsnet (50kVolt en lager) wordt beheerd door Liander, Stedin, Enexis en een aantal kleinere bedrijven. Deze bedrijven, ook wel netbeheerders genoemd hebben een monopoliepositie en mogen daarom geen commerciële activiteiten ontplooiën. De ACM (Autoriteit Consument en Markt) houdt toezicht op de energiemarkt.

46.1. Wanneer komt de energie transitie van de grond?

Zitten we er nu middenin of moet het nog beginnen... de energie transitie?

Wij horen vaak dat IT een cruciale rol speelt in de energie transitie en daarom zijn we op zoek gegaan naar de kern van het verhaal. Is het een kwestie waarbij onze IT oplossingen nog niet volwassen genoeg zijn of ligt het ergens anders aan?

Uiteraard geen onderzoek met cijfers en diepgaande analyses maar we laten een aantal mensen aan het woord die verstand van zaken hebben.

Je leest enorme rare verhalen en op het nieuws verschijnen ook vaak de meest tegenstrijdige rapportage over het al dan niet vergroenen van moeder aarde.





9 augustus 2024: zonnepanelen waren vorig jaar niet aan te slepen, nu wil niemand ze. De eerste helft van 2024 waren er 188.000 nieuwe installaties terwijl vorig jaar over dezelfde periode 371.000. Oké, er is dus iets gaande. Of de markt is verzadigd (we denken van niet), er is te veel onzekerheid bij de consument over salderen, boetes op teruglevering of de energiecrisis voelen we niet meer. Zeg het maar.

8 juli 2024: EU verhoogt importheffingen op Chinese elektrische auto's. We moeten allemaal van de benzine en dieselauto's af en vanaf 2035 kun je deze ook niet meer kopen. Dus allemaal de EV in! De Chinezen hebben goed geluisterd en sturen regelmatig grote containerschepen met EV's deze kant op. Dat vinden de Europese autofabrikanten niet leuk en hun protesten zijn gehoord. De economie moet blijven snorren dus we maken die redelijk betaalbare EV's wat minder toegankelijk voor de consument. De importheffing kan wel oplopen tot 38%.

Je zou verwachten dat in het kader van de vergroening EV's niet de halve wereld over hoeven te worden getransporteerd maar dat we ze tegen betaalbare prijzen op ons eigen stukje wereld kunnen produceren.

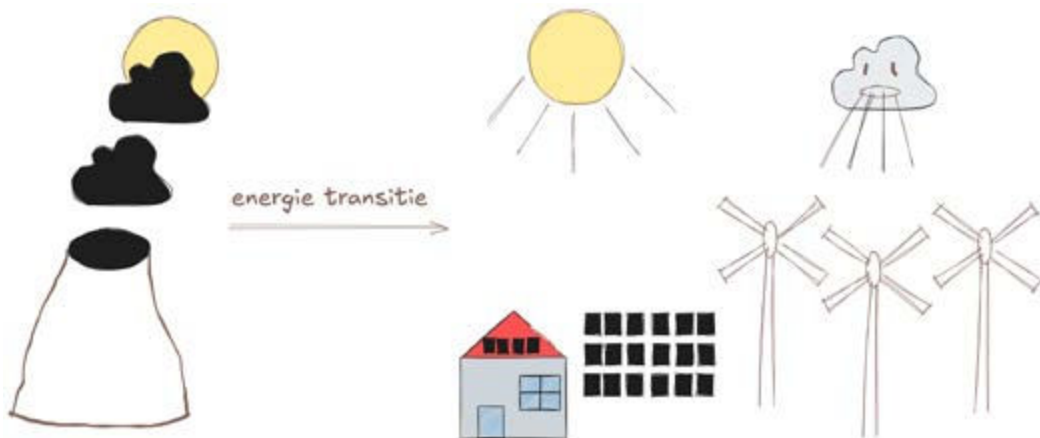
9 augustus 2024: Gasprijs stijgt 20% in twee weken, loopt de energierekening ook op? Er valt ergens een bom, een pijp wordt gesaboteerd, slecht nieuws over de voortgang van het bouwen van een fabriek voor waterstof. Ga zo maar door, ieder negatief berichtje wordt direct gekoppeld aan de prijs van gas. Hoe kan dat nou opeens? Als er vroeger iemand door rood licht reed in Bourtange in Groningen was er ook niet meteen paniek over de gasprijs (we twijfelen nu wel of er stoplichten zijn in Bourtange).

Energieprijzen en met name de gasprijs is opeens een enorme onstabiele factor geworden. 1000 redenen om zo snel mogelijk van het gas af te komen, al is het maar vanuit economisch perspectief.

In het nieuws lees je ook geen enorme succesverhalen over nieuwbouw zonder gasaansluiting. Wat is de motivatie voor de burgers om hier versneld mee aan de gang te gaan? Waar liggen de blauwdrukken voor woningen om optimaal gebruik te maken van hun energievoorzieningen?

Waar is het grote transitieplan?

In dit hoofdstuk laten we twee materiedeskundigen aan het woord. Ieder vanuit hun eigen perspectief. Het volgende plaatje is een simplistische weergave van de energietransitie. Weg met die vieze kolenovens en hopla erin met de duurzame renewable energie zoals zon en wind.



Maar het is allemaal toch wat ingewikkelder. Wederom een paar experts aan het woord over dit onderwerp.

46.2. De energietransitie volgens Hans Fugers

In de afgelopen periode hebben we veel presentaties gegeven en gesprekken gevoerd over het verduurzamen van de IT. Wat we merkten is dat in veel gesprekken de energietransitie steeds weer naar voren kwam. Ook NCDD neemt de energietransitie mee in haar doelstellingen. Wij vroegen ons af waarom? We besloten Hans Fugers te vragen naar zijn kijk op de energietransitie. **Hans Fugers is Strategy Consultant Advanced Technology en Trendwatcher Digitalisering bij een groot energiebedrijf in Nederland.**

Na een hartelijk welkom bij hem thuis steekt Hans van wal:

"Er zijn veel duurzaamheidsinitiatieven. Veel van die initiatieven zijn om te voldoen aan Europese richtlijnen. Daar zit het geweten van Europa, van daaruit worden veel initiatieven gedreven. Nederland bekijkt deze initiatieven op een andere manier: deze initiatieven kosten veel geld. In wezen schaadt het onze lokale economie. Dus pas, als we allemaal (EU) over zijn gaan wij ook. We stellen veel maatregelen uit tot het laatste moment omdat we minder mogen en er aan meer eisen voldaan moet worden. Dus als de maatregelen onze economie raken en/of we er geen goed verhaal bij willen of kunnen vertellen dan krijgt de EU de schuld en gaan we in de vertraging.

Een voorbeeld is de alom bekende wet op privacy (AVG) deze was al circa 10 jaar in werking. Pas toen er EU-sancties aan werden verbonden kwam iedereen in actie en schreeuwde men moord en brand.

Netbeheerders zouden een belangrijk rol kunnen spelen in de energietransitie door bijvoorbeeld energie tijdelijk op te slaan om de pieken te nivelleren en tijd te kopen om het probleem structureel op te lossen, maar er is bepaald dat dit energielevering is en netbeheerders mogen dat niet. Dit moet een commerciële partij zijn en dan is nog maar de vraag wie er opstaat.

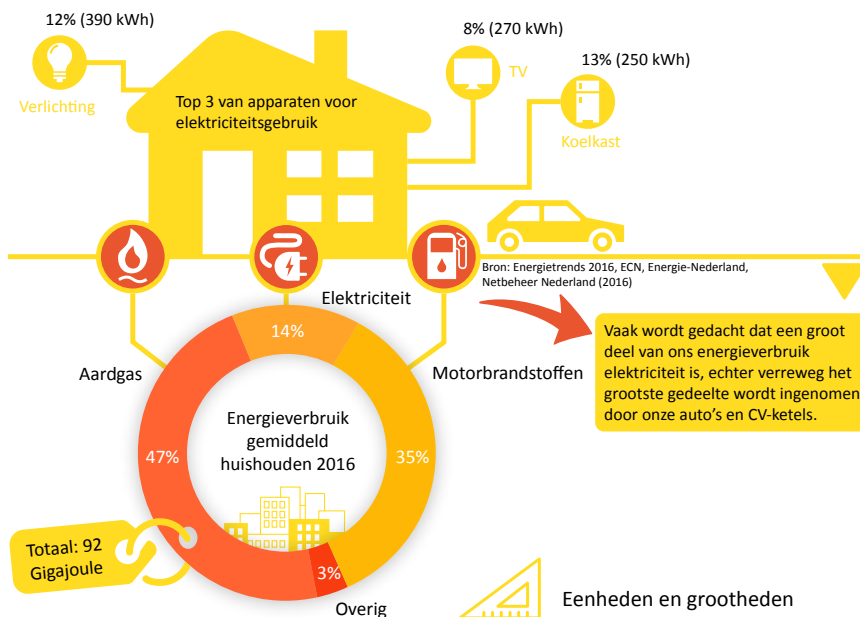
Ook de aankoop van land om bijvoorbeeld een opslag-station te plaatsen (t/m onteigening) kost jaren. De aankoop van land is op dit moment onze grootste belemmering.

Deze wetgeving houdt ons nu tegen om deze technische oplossing in te zetten die op veel plekken problemen kan oplossen. Zo zien we dat heel vaak de wet- en regelgeving het probleem is, niet de technische mogelijkheden."

Hoe ziet de toekomst er uit Hans?

"Als netbeheerders kijken we tot 50 jaar vooruit. Natuurlijk weet je niet wat er over 50 jaar gebeurt, maar onze investeringen doen wij voor 25 jaar. Best lang. Als we kijken naar de komende jaren dan zullen we steeds meer gaan elektrificeren. Een simpele berekening is om te kijken naar de hoeveelheid Joules die we met elkaar verstoken: elektriciteit, gas en brandstof. Zie hiervoor de ietwat verouderde infographic (van Top-sector Energie 2019). Dit betekent dat er 7 keer zoveel elektriciteit over het grid moet dan nu het geval is. En dat terwijl er nu al congestie is. Congestie is een tekort of overproductie aan capaciteit om energie te vervoeren (de kabel/transformator zit vol). ►

Huishoudelijk energieverbruik



Eenheden en grootheden

Gigajoule (GJ)	Kuub aardgas (m ³)	Liter benzine	Kilowattuur (kWh)
44	1380	1324	12133
32	1019	977	8956
13	416	400	3662**

Elektrificatie



Op dit moment bestaat het grootste deel van het energieverbruik in huishoudens uit aardgas en motorbrandstoffen. Om geen gebruik meer te maken van fossiele bronnen zal dit in het toekomstige energiesysteem er anders uit gaan zien.

Een mogelijkheid om te verduurzamen is door verbrandingstechnologieën te elektrificeren met nieuwe technologieën zoals elektrische auto's, warmtepompen en andere innovaties. Deze kunnen dan gebruik maken van duurzaam opgewekte elektriciteit uit onder meer wind- en zonne-energie en biomassa. Deze trend van elektrificatie speelt een rol voor alle sectoren: industrie, landbouw, huishoudens en transport.

Bron: Energietrends 2016, ECN, Energie-Nederland, Netbeheer Nederland (2016)

*Bij elektriciteit is uitgegaan van de hoeveelheid elektriciteit die het huishouden in gaat (finaal verbruik), dus niet de benodigde energie voor opwekking hiervan.

**Aantal GJ, kWh etc. die bij het huis naar binnen gaat uit gegaan van 50,7% rendement voor elektriciteitsopwekking.
(1000 kuub gas = 31,65 GJ, ISO-norm)



Onder de streep is mijn verwachting dat wij zullen moeten teruggaan in ons comfort. Elektriciteit is in de nabije toekomst niet zomaar en altijd voorhanden. We moeten net als andere landen leren omgaan met frequentere verstoringen. Wellicht moeten we zwaar gebruik tijdens congestie-momenten onmogelijk maken of heel duur.

Een UPS⁶⁰ voor kritische apparaten of misschien wel voor ons hele huis zullen we meer zien verschijnen bij mensen die zich dit kunnen veroorloven. En, even terzijde, besparen gaat natuurlijk ook helpen. We zien hieromtrent Europese regelgeving ontstaan^{61 62}. We zullen er ook voor moeten zorgen dat onze apparatuur om kan gaan met een stroomuitval.

Een andere grote zorg is dus die van energiearmoede. Dat wil zeggen dat degenen die het zich kunnen veroorloven maatregelen kunnen treffen (zoals bijvoorbeeld de aanschaf van accu's/ups-en) en degenen met minder financiële middelen met het probleem opgezadeld worden.

Als je van tevoren weet dat er even geen elektriciteit is dan kun je daar rekening mee houden, zorgwekkender is het wanneer het plotseling gebeurt. Ideaal zouden er net als voor het weer de lokale energieverwachtingsberichten zijn en een kalender waar je op kunt plannen.

We zullen echt naar andere verrekenmodellen moeten kijken om de armoede te voorkomen en om congestie een waarde te geven, zodat mensen het gaan vermijden in hun energiegebruik."

⁶⁰ UPS – Uninterruptable Power Supply (levert enige tijd nog energie als het grid uitvalt)

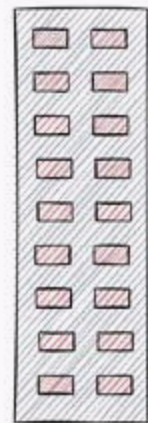
⁶¹ De laatste informatie kun je vinden op <https://europadecentraal.nl/onderwerp/klimaat-en-milieu/>

⁶² Vernieuwde regels om bijgestelde doelstellingen te halen: <https://www.europarl.europa.eu/news/nl/press-room/20230707IPR02421/parlement-neemt-nieuwe-regels-aan-om-energiebesparing-te-stimuleren>

Wat bedoel je met andere modellen?

"Op dit moment betaal je voor energie. We zullen naar een model moeten dat andere waarden in ogenschouw neemt. Bijvoorbeeld gebruikspatronen. Het grootverbruik ligt (nu nog) in de ochtend (7:00 – 9:00) en tussen 4-7 uur in de avond. Dit gaat met de komst van elektrische auto's en met elektrische verwarming echt anders worden.

In Duitsland bestaat het fenomeen 'balkon zonnepanelen' met accu. Een kant en klaar product dat bestaat uit een zonnepaneel, een omvormer en een accu. Handig als je bijvoorbeeld geen dak hebt om zonnepanelen te plaatsen zoals een appartementencomplex. De zonnepanelen hang je aan je balkon, de stekker in het stopcontact en klaar. Dit concept helpt om de piek in de avond en ochtend op te vangen.



Balkonnen
met
zonnepanelen

Je kan dit ook zonder zonnepanelen bedenken, als iedereen op grote schaal de pieken en dalen uit hun gebruik halen met een kleine thuisbatterij zou dat door de schaalgrootte al enorme effecten hebben. Dit moet dan financieel wel aantrekkelijk en bereikbaar voor iedereen zijn.

Een ander model is om het elektriciteitsnetwerk als Internet te gaan beschouwen. Internet of Energy zoals Arash Aazami dit noemt⁶³. Op dit moment is het netwerk hiërarchisch opgebouwd. Aan de top wordt geleverd, op de laatste laag geconsumeerd. Als er nu op de laatste laag geproduceerd wordt, moet het eerste naar de top. Waarom niet een netwerk, overigens gebeurt dat in beperkte mate al. Als er in wijk A een overproductie is en in wijk B een tekort dan zou dat rechtstreeks geleverd moeten kunnen worden." ►

⁶³ <https://www.duurzaamgebouwd.nl/artikel/20220214-event-internet-of-energy-futurist-en-inspirator-arash-aazami-op-het-podium>

Wat voor technologieën kunnen helpen bij de transitie?

"Energiemanagement in huis⁶⁴ (op een dedicated VLAN voor de security) zou kunnen helpen. Iedereen een thuisbatterij en wellicht een paar zonnepanelen. Solid state accu's of zout-accu's als je daar de ruimte voor hebt, zijn veiliger voor thuisgebruik.

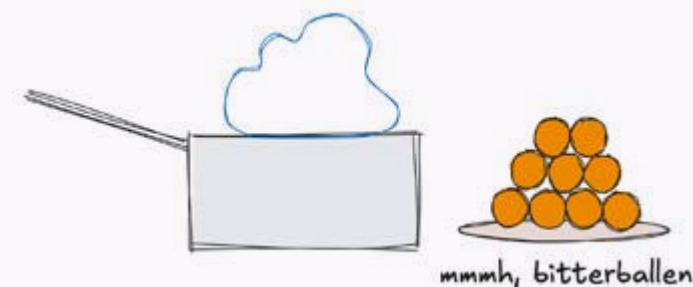
Regelbare laadpalen om congestie te vermijden, en bi-directioneel zodat je je auto kan gebruiken als UPS (NL-/EU-regel! Voor autofabrikanten).

Energiemanagement in de Buurt (bijvoorbeeld Powermatcher) en tussen buurten. Dus een soort "internet of energy".

Wat verder weg:

- robotisering om de technici te ontlasten
- supergeleiding
- regels op minimale energie-efficiëntie

En laten we vooral ook simpele dingen niet vergeten. Ik noem maar een geïsoleerde frituurpan. We hebben er allemaal wel eentje (red. wij dus precies niet (-:) en we laten ze ook nog eens lang aanstaan. Wie neemt er nu initiatief om huishoudelijke apparaten efficiënter te maken, bijvoorbeeld door isolatie en ervoor te zorgen dat ze ook langer meegaan? EU regels op reparatiebaarheid kunnen zorgen voor veel minder nieuwe apparaten en effect op benodigde energie, afval en grondstoffen."



⁶⁴ HEM – Home Energy Management



Hoe belangrijk is de rol van IT om de energietransitie te laten slagen?

"Bijna alles gebeurt op basis van informatie, maar de energietransitie is een technisch oplosbaar probleem. Met de huidige technieken kunnen we al veel realiseren. Nogmaals, de grootste drempels zijn wet- en regelgeving, zo is bijvoorbeeld het aankopen van grond om kabels en transformatorhuisjes te plaatsen een belangrijke factor in vertragingen. En de tweede drempel is het gebrek aan technische capaciteit om alles op tijd te realiseren.

IT en AI geven ons o.a. betere voorspellingen, planningen en maken het mogelijk om daarmee de dialoog met alle betrokkenen op basis van data te voeren en helderheid te verschaffen over het effect van ingrepen in het toekomstige energie-grid."

Wanneer is de energietransitie klaar?

"Het is een transitie, geen revolutie. Er worden kleine stappen gemaakt, maar het is een enorm en langdurig project, het gaat geleidelijk naarmate er steeds meer apparaten elektrisch worden. Hiervoor is ook van overheden een lange termijnvisie nodig.

We zien drie problemen. Het kost veel geld, we hebben een enorm tekort aan mensen en de grootste blokkade is de huidige wetgeving/regulering. Om aanpassingen te kunnen maken aan de infrastructuur hebben we bijvoorbeeld grond nodig of moeten bestemmingsplannen aangepast worden. Daar hebben we met zijn allen geen zin in. Dus diezelfde wet- en regelgeving die ons blokkeert, moet ons ook weer helpen om deze blokkades te doorbreken. Zeker als er op het hoogspanningsniveau van Tennet moet worden uitgebreid is een periode van 10 jaar zo verstreken.

Kortom, de energietransitie is randvoorwaardelijk om die grote hoeveelheden IT te kunnen voorzien van stroom en tegelijkertijd is de IT nodig om de transitie van de energievoorziening mogelijk te maken. De ontwikkeling van energie-efficiënte IT verkleint het probleem.

Jullie vroegen toch naar de relatie?

Tot slot nog een tip, als je meer wilt weten kijk eens op de kennisbank: topsectorenergie.nl." ●





46.3. De technische oplossingen

We spraken ook over de energietransitie met Jos Roling. **Jos is Principle IT Architect en onderdeel van een wereldwijd Center of Excellence voor Environment, Energy & Utilities.** Jos kijkt verder dan de landsgrenzen en zelfs verder dan de Europese.

Jos: de energie transitie is een opdracht voor ons allemaal!

Maar waar gaat de energie transitie eigenlijk over?

"De energie transitie is de aanpassing van ons energiesysteem, de opwekking van energie, het gebruik van energie en de veranderingen voor energie transport. De opdracht is gelijk, een meer duurzame energy systeem, door het verminderen van de emissie van broeikasgassen."

Waarom is er zoveel over te doen?

"Traditioneel gebruiken we fossiele brandstoffen voor onze energievoorziening, in vervoer, opwekking van elektriciteit, en in industriële processen. Een van de drijvende krachten achter de energie transitie is de elektrificatie van ons vervoer en verwarming van de bebouwde omgeving. Deze elektrificatie heeft meer voeten in aarde dan het aanschaffen van een elektrische auto en/of een warmtepomp."

Wat is het probleem dan?

"Als eerste is de opwekking van elektriciteit op een duurzame manier afhankelijk van het weer. Dit resulteert in een fluctuerend aanbod dat niet overeenkomt met onze gebruik momenten van de elektriciteit. Tevens betekent de overstap van fossiele brandstof, bijvoorbeeld de auto, naar een elektrische variant dat er meer elektriciteit nodig is bij ons in en rond het huis. Bijvoorbeeld om de elektrische auto op te laden. Deze toename van vraag naar elektriciteit leidt tot capaciteitsproblemen op de netwerken die elektriciteit transporteren en distribueren."





Is er dan geen eenvoudige oplossing?

"Naast nog een aantal technische en economische hobbels is er een noodzaak om de elektriciteitsnetten te verzwaren en uit te breiden. Deze netwerken zitten onder de grond en in onbeduidende kleine gebouwen in de wijk met daarin transformatoren en besturingsapparatuur. Er is door de Nederlandse netbeheerders uitgerekend dat de transport en distributie capaciteit die noodzakelijk is voor elektrische auto's en warmtepompen een verzwaring van het elektriciteitsnet met een factor 3 tot 7 nodig is. Nou dat heeft nogal wat consequenties, denk aan extra ruimte voor de transformatoren in de wijk, alle straten moeten open gegraven worden om extra kabels aan te leggen. Omdat we in Nederland niet als enige gaan elektrificeren, zullen de kosten van materialen en onderdelen niet afnemen, en we hebben een te kost aan goed opgeleid personeel voor deze monster klus. Maar dan zijn we er nog niet, de gelijktijdigheid van opwek en gebruik hebben we dan nog niet opgelost."

Kunnen we geen batterijen gebruiken?

"De kosten van batterijen zijn, gelukkig, nog steeds aan het afnemen. Maar wel nog zo hoog dat het massaal gebruik ervan de elektriciteit erg duur zou maken. Andere mogelijkheden liggen op het vlak van aanpassing van wet- en regelgeving. Tot nu toe is er een "all you can eat" uitgangspunt, ook wel vraag gestuurd system. Iedereen kan elektriciteit gebruiken op elk moment van de dag tot aan de maximale capaciteit van de aansluiting op het elektriciteitsnetwerk. Voor bedrijven zijn er sinds 2024 aansluit contracten met tijd gebaseerd verbruik en levering. Voor consumenten is dit er nog niet."

Hoe gaan we dit allemaal organiseren?

"Informatie-uitwisseling tussen alle relevante partijen gedurende elke fase van de transitie is cruciaal om het snel, effectief, efficiënt en zonder onderbreking van de elektriciteitsvoorziening mogelijk te maken. In elke fase kan digitalisering van de informatievoorziening bijdragen, van de planvorming fase, investeringsfase, realisatiefase, exploitatiefase en ontmanteling van oude installaties.

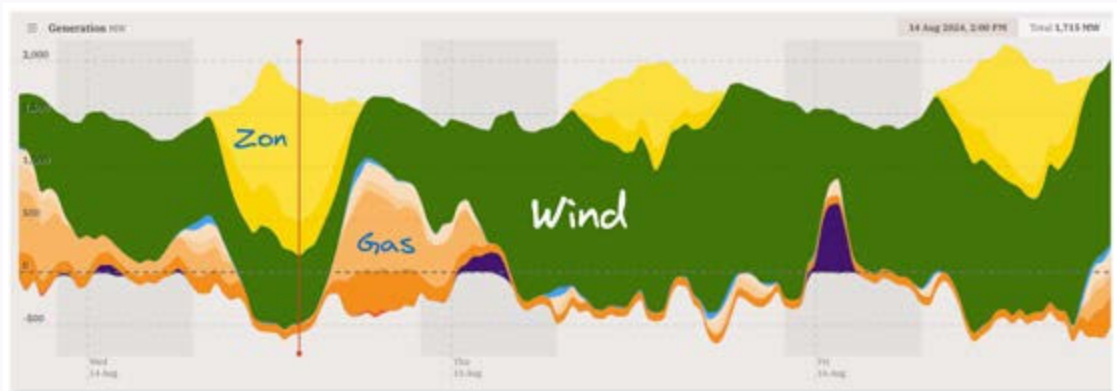
Het inzetten van standaarden voor gegevensuitwisseling en dataopslag is een voor de hand liggende stap, waar de IT-sector de energie transitie mee kan helpen. Er zijn op Europees vlak al initiatieven waar Nederlandse bedrijven en instellingen gebruik van kunnen maken. Zoals GAIA en energy digital twin. ►



De gevolgen zijn verrijkend, zo draagt EU de netbeheerders op om kwetsbare burgers zo min mogelijk last te laten ondervinden van elektriciteitsuitval. Dit stelt grote eisen aan de AVG aspecten voor het omgaan met deze privacy gevoelige gegevens.”

Hoe acteert Nederland op het gebied van de energietransitie?

“Wat ik zie is dat we in Nederland zeer risicomijdend zijn en te bekrompen handelen. Wat ik hiermee bedoel is dat we heel erg afwachtend zijn omdat we de gevolgen niet voor 100% kunnen overzien. We zijn bang om te experimenteren en om fouten te maken. We kunnen leren van andere landen, bijvoorbeeld Australië waar heel veel zon en wind opwek is. Daar zijn lessen en “best practices” om met meer dan 88% zon en wind opwek om te gaan. In onderstaande grafiek kun je aflezen dat het grillige patroon van zon en windenergie wordt afgevlakt met voornamelijk gas. Welke maatregelen en sturing zijn nodig om de nationale elektriciteitsvoorziening te garanderen en betaalbaar te houden en welke partijen moet dit gaan uitvoeren?”





Er zijn verschillende manieren die kunnen helpen om onze energievoorziening in balans te houden.

Netbeheerders vragen om volledige sturing van elektrische apparaten ook achter de meter (bij jou en mij in huis of op ons bedrijf). Hiermee krijgen zij actuelere en exactere data waarmee zij de noodzakelijke energievoorziening kunnen sturen.

Anderen pleiten voor andere marktprocessen en procedures, omdat de huidige markten ontworpen zijn voor de karakteristieken van de fossiele industrie.

Ook kunnen we leren van landen zoals Duitsland waar de saldering is afgeschaft, en we daardoor een toename zien in de investeringen van kleine bedrijven en huishoudens in thuis batterijen. Hiermee kunnen pieken in vraag en aanbod worden opgevangen. De salderingsregeling in Nederland verstoort in dit geval de marktwerking. Het effect van de marktwerking is een grotere markt voor thuisbatterijen, de vraag neemt toe, het wordt interessant voor producenten en dit zet aan tot concurrentie waardoor de prijs lager wordt. De lagere prijs zorgt weer voor toenemende vraag enz.

Toch is een zekere sturing wel noodzakelijk. Het gros van de investeerders doet namelijk alleen "zelf optimalisatie", en lossen niet het probleem op van een andere partij in het ecosysteem (bijvoorbeeld de netbeheerder). Die verkochte batterij kan het individu helpen, maar hoe mooi zou het zijn als er protocollen zouden zijn om de netbeheerder te ondersteunen met informatie of zelfs mogelijkheden om het gebruik van de batterijcapaciteit in de woning ook maximaal in te zetten voor de samenleving. De netbeheerders in Duitsland kunnen overigens (nog) niet sturen omdat de uitrol van slimme meters daar nog niet is begonnen, daar zijn wij dus een stap verder!" ●





In dit boek geven we praktische voorbeelden (patronen) hoe we IT duurzamer kunnen gebruiken. Jos heeft ook een paar voorbeelden van een 'wenkend perspectief' geschetst om lezers te prikkelen en te stimuleren.

Want zowel voor duurzame IT als voor de energie transitie geldt dat de mens een cruciale factor is.

Wat kunnen wij doen en wie staat er op om deze voorbeelden op te pakken?

Stel je de volgende scenario's voor:

- Gebruik zoveel mogelijk stroom op het moment dat er veel wordt geproduceerd.

Als consument wil ik een signaal krijgen wanneer het gunstig is om mijn elektrische apparaten aan of uit te zetten (bijvoorbeeld bij overcapaciteit op het net).

Stel je voor, er is een app waarin ik kan aangeven hoe mijn huis er energetisch uitziet (welke apparaten ik heb en de mate waarin ze actief zijn bijvoorbeeld zonnepanelen, een Elektrisch Voertuig (EV) etc.). Op basis daarvan kan de app analyseren welke apparaten ik kan aan- of uitzetten a.d.v. capaciteit op het grid.

Wellicht kan de app ook achterhalen welke apparaten er op afstand bediend kunnen worden, en ik alleen toestemming hoeft te geven.

- Maak de kosten van energieverbruik begrijpelijk voor de consument.

De (dynamische) energie facturen zijn lang en ondoorgrondelijk, stel je voor er is app die mij regelmatig, op een door mij ingesteld interval, op de hoogte houdt van mijn verbruik en teruglevering. In kWh maar ook financieel.

Deze app is ook in staat om afwijkingen in mijn gebruikspatroon te detecteren en geeft mij daarvoor een signaal, zodat ik de reden kan uitzoeken, c.q. kan verklaren waarom er een afwijking is?

- Als een EV-rijder wil ik op een zo gunstig moment mijn auto laden als deze thuis aan de lader is aangesloten.



Een elektrische auto heeft een app waarmee ik het tijdstip van laden kan instellen.

Stel je voor:

- dit kan op een manier waarop het op basis van een signaal mijn totale energie behoefte optimaliseert?
- het kan je agenda lezen en kan zo analyseren wanneer het meest optimale moment is om te laden zodat ik het meest rij (en reis) comfort ervaar.
- je kunt onderweg laden tegen dezelfde voorwaarden als thuis! De energieleverancier kan mij onderweg van elektriciteit voorzien (is ooit in een pilot project met Enexis uitgetoetst, "vrije leverancier keuze op de laad paal" in de provincie Groningen en Drenthe)

Nota bene: Hans en Jos kennen elkaar goed en hebben op diverse projecten samengewerkt. Hans in de rol van opdrachtgever en Jos in de rol van SME/leverancier.

NCDD programmalijn 3 heeft de digitalisering van de energietransitie omarmt als een belangrijk programma. Voor meer informatie en de actuele stand van zaken verwijzen we graag door naar de NCDD Website.





47. Een mogelijke manier van (samen)werken

We zijn er met COVID al gedwongen mee begonnen. De 'nieuwe manier van werken'. Iedereen verplicht thuis werken en binnen no-time zijn we gewend om vanachter onze kijkbuis met elkaar te communiceren. Nog sterker: de economie heeft hier niet onder te lijden gehad, en is in deze periode zelfs gegroeid. Kennelijk is het een mogelijkheid die we lang onbenut hebben gelaten als een optie voor de moderne manier van werken. Geen lange files, mensen kunnen wonen waar ze willen want woon-werk verkeer is geen belemmering meer, minder benzine 'verbrand' en een prettige bijkomstigheid is dat de koffie thuis ook beter smaakt.

Nu de pandemie is weggeëbdt uit ons leven dreigen we weer terug te vallen in oude gewoontes. Bedrijven (dat is het management) willen toch weer graag dat de medewerkers naar kantoor komen om te werken. En dan in ieder geval op dinsdag en donderdag waardoor het stervensdruk is op de weg op die dagen. Het zit in het DNA van organisaties om mensen bijeen te brengen op kantoor. Enerzijds vanuit een behoefte tot controle om er zeker van te zijn dat de medewerkers goed bezig zijn. Anderzijds heb je sociale contacten nodig als je samenwerkt met mensen in een project of voor een klant in een klantenteam en tenslotte zijn we sociale dieren.

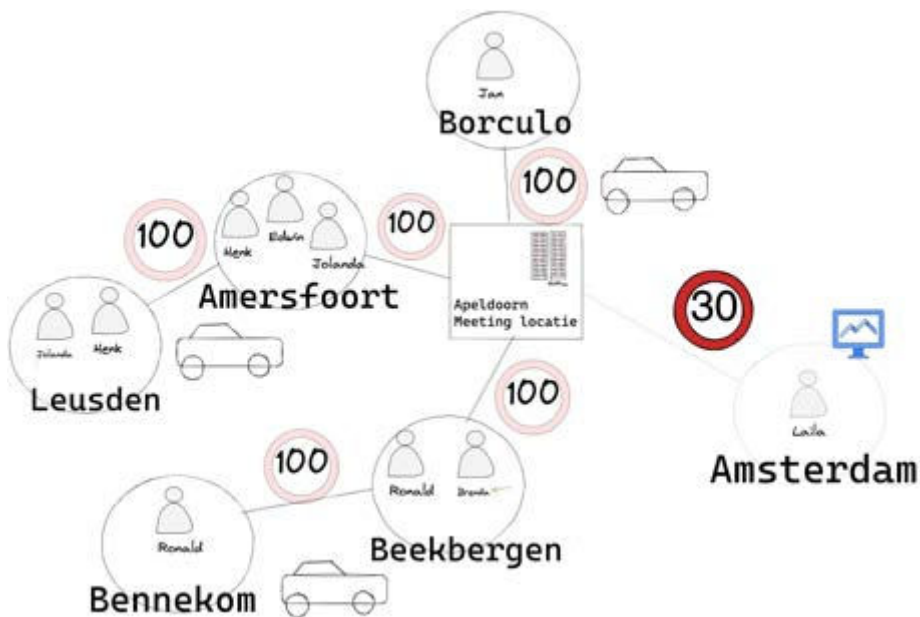
Individueel kun je prima werken aan een dossier maar voortgang en resultaten moeten bij tijd en wijle bij elkaar worden gebracht en afgestemd om zodoende een kwalitatief geheel te kunnen leveren.

Stel je voor dat het kantoor niet meer de centrale pek is om bij elkaar te komen maar dat je de fysieke bijeenkomst met je collega's op een plek organiseert die voor iedereen een meest optimale afstand is. Een planningsproces dat gebaseerd is op de routeplanning theorie uit de logistieke wereld. Echter in deze planningsformule zitten ook elementen als kans op file, weersvoorspellingen en er wordt gekeken of diegene die de meeste impact heeft op de reisafstand of reistijd wel degelijk een cruciaal onderdeel vormt voor deze bijeenkomst.



De tijd dat je productief bezig bent wordt zo veel hoger en daardoor heb je meer tijd om 'na te denken'.

Uitwerking: de beste plek blijkt Apeldoorn te zijn.



Optimaal duurzaam samenwerken

Ronald vertrekt uit Bennekom en haalt Brenda op in Beekbergen. Jolanda en Henk halen Edwin op in Amersfoort. Jan rijdt alleen omdat hij niemand op zijn route kan meenemen maar zijn bijdrage is cruciaal voor het project. Er zijn wegwerkzaamheden en files op de route van Laila. Zij kan deze vergadering bijwonen via een virtuele verbinding.

De CO2 uitstoot voor deze noodzakelijke bijeenkomst wordt op deze wijze beperkt en de reistijd wordt ook teruggebracht voor iedereen. Daarnaast kun je al een beetje voorvergaderen in de auto!

Personeelsbijeenkomsten kunnen ook op deze wijze worden georganiseerd waarbij de optie openbaar vervoer een belangrijk onderdeel kan zijn van de berekening voor de meest optimale locatie.



48. Een milieu management systeem

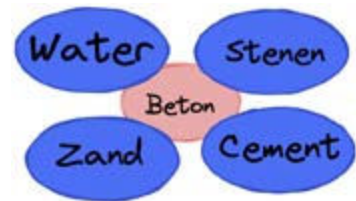
Een milieumanagementsysteem ondersteunt een bedrijf in het realiseren van haar duurzaamheidsdoelstellingen. Dit systeem kijkt naar de totale bedrijfsvoering, niet alleen de IT. De norm die hiervoor gehanteerd wordt is ISO 14001⁶⁵.

Wij nemen als voorbeeld een bouwbedrijf. Hoe kun je nu als bouwbedrijf zorgen dat je duurzaamheid op een holistische manier benaderd zonder dat je, zoals we dat ook eerder zeiden, de oceaan aan het koken bent? Of dat je geen gezonde operatie meer draait. Al moeten we bekennen dat we denken dat er weinig filantropen rondlopen die het zo ver zouden laten komen.

Om dit echt serieus aan te pakken moet je je organisatie opdelen in stukjes. Elk van die stukjes levert een positieve of negatieve bijdrage aan duurzaamheid. Dat opdelen geldt zowel voor producten als processen.

Een voorbeeld van een eenvoudig product is beton. Beton bestaat uit water, zand, steen en cement. Voor elk van deze producten moet je weten hoe duurzaam het is om de totale duurzaamheid van beton te bepalen. Vervolgens kun je kijken naar het verduurzamen van het product. In dit voorbeeld is cement verreweg het minst duurzaam. Kun je vervangers toepassen om zo cementloos beton te maken?

Hoe zit het met het proces? Bij het maken van beton wordt zand toegevoegd. Waar komt dat zand vandaan? Is dat lokaal gewonnen of wordt het kilometers ver getransporteerd door schepen, of erger nog vrachtwagens die 1 op 4 rijden en bij iedere kilometer weer de nodige CO2 uitstoten?

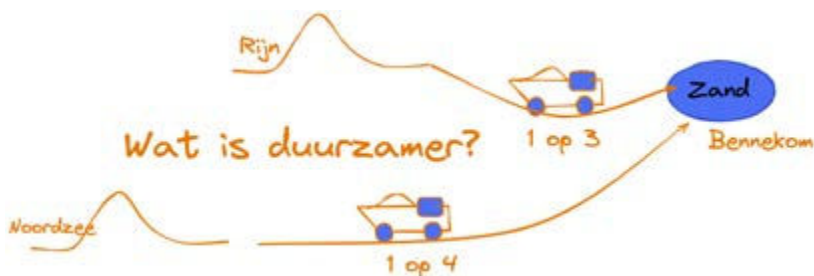


Duurzaamheid in producten

⁶⁵ <https://www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html>



Het verduurzamen van je bedrijf vraagt dus om inzicht in producten en processen. Je moet je bedrijf ontleden in kleine stukje om zo per relevant stukje de criteria vast te leggen en vervolgens te meten! Veel bedrijven maken gebruik van zogenaamde digital twins. Het is een digitale representatie van de werkelijkheid. Je legt de vrachtwagen vast in een IT systeem, hoeveel energie deze gebruikt, hoeveel CO2 deze uitstoot en je kunt dan die informatie gebruiken om beslissingen te nemen. Je laat bijvoorbeeld de vrachtwagen met minder uitstoot vaker rijden dan die met meer uitstoot. Of je besluit de minder duurzame te vervangen. Wat je zelfs nog kunt doen is een IoT (Internet of Things) computertje inbouwen in de vrachtwagen die de daadwerkelijke CO2 uitstoot meet. Op basis daarvan kun je ook weer bepalen of er misschien extra onderhoud nodig is.



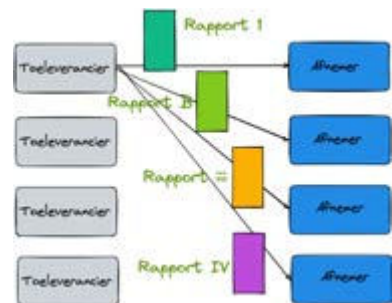
Het beheren van je assets (Asset Management) in combinatie met IoT en een milieu management systeem wordt steeds vaker toegepast en er zijn mooie voorbeelden hoe bijvoorbeeld levensduur verlengt wordt van machines of hoe er minder vaak fysieke controles op transformatorhuisjes uitgevoerd hoeven te worden waardoor vele autokilometers bespaard worden.

49. De Visma aanpak

Rapportages. Waarom zijn rapportages over duurzaamheid belangrijk? Om de simpele en eenvoudige reden dat bestaande businessmodellen een grote impact kunnen hebben op duurzaamheid. Of het nu gaat om transport van goederen of dat er sprake is van kinderarbeid, de inzichten vanuit rapportages gaan invloed hebben op deze bestaande businessmodellen. De rapportage verantwoordelijkheid ligt meestal bij de corporate holdings en niet bij de werkmaatschappijen. Deze werkmaatschappijen zijn in veel gevallen P&L (profit & loss) verantwoordelijk. Door te rapporteren over de duurzaamheidsactiviteiten van de werkmaatschappijen komen er inzichten die normaal gesproken 'onder tafel blijven'. Dit leidt tot transparantie van de duurzaamheidsactiviteiten. Door deze inzichten kan 'de baas' (corporate) meer richting geven op bestaande businessmodellen van de werkmaatschappijen.

Niet alleen vanuit 'de baas' maar ook vanuit de werknemers en wat dacht je van de aandeelhouders, financierders en verzekeraars! Alles bij elkaar zal de hele maatschappij 'druk' uitoefenen op bedrijven om duurzame businessmodellen te hanteren.

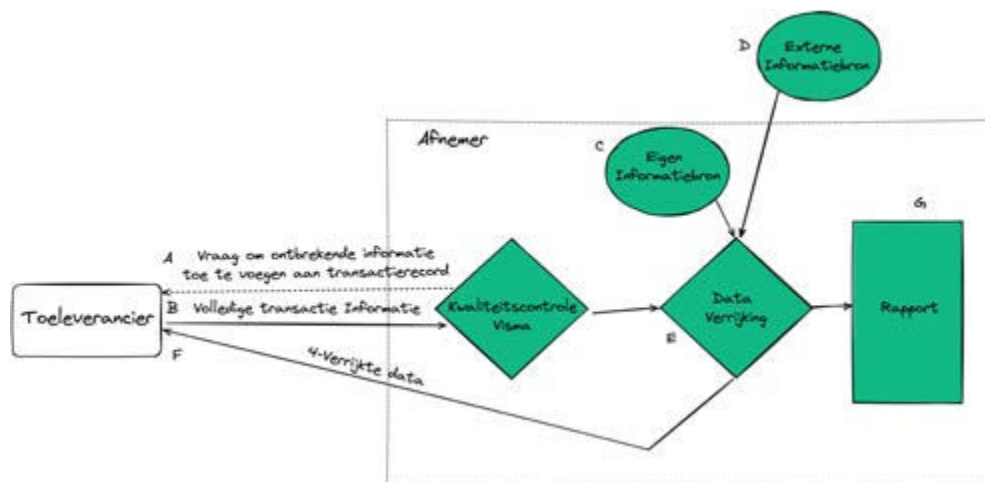
Een milieu management systeem kan je goed helpen om de impact op het milieu in kaart te brengen van de activiteiten die jezelf in beheer hebt. Bedrijven maken gebruik van toeleveranciers maar de vraag is hoe het zit bij deze partijen met de impact op het milieu? Om een verantwoord beleid te voeren en hierover te rapporteren wil je dat inzicht graag hebben. In een interview met Gilbert Haverkamp van de firma Visma gaf hij ons hierop een interessant perspectief.



Neem bijvoorbeeld een retailer, zij hebben honderden toeleveranciers. Retailers veranderen ook nog eens regelmatig van toeleveranciers, nieuwe komen, bestaande gaan. Dit voorbeeld geldt natuurlijk ook voor grote corporates met hun werkmaatschappijen en ook voor overheden met hun uitvoeringsorganisaties. Moet je nu aan al die toeleveranciers vragen om te rapporteren over de impact op het milieu van de specifieke transacties die ze met jou bedrijf doen? Wanneer jouw leverancier ook aan honderd andere bedrijven levert en ze voor al hun afnemers jaarlijks hun data moeten



aanleveren dan is dat monnikenwerk. Afnemer 1 wil de data in een XML formaat met de naam als eerste veld en afnemer 2 wil de data in JSON formaat met alle velden in het Chinees. Allen de retailer heeft iets aan deze informatie! Voor de toeleverancier is het alleen maar extra werk. Visma pakt dit anders aan.



Uitgangspunten voor het hanteren van de Visma aanpak:

- veel data is al beschikbaar en dient aangevuld te worden en niet volledig opnieuw opgebouwd te worden
- ketens waarover gerapporteerd moet worden zijn zeer dynamisch en kunnen dagelijks veranderen
- door de keten maximaal te ontzorgen in plaats van te verplichten om volledige rapportages te leveren wordt de kwaliteit van de data beter
- verrijkte informatie wordt teruggeleverd aan de keten
- Doordat de herkomst van de gegevens bekend is ontstaat een volledig auditable situatie

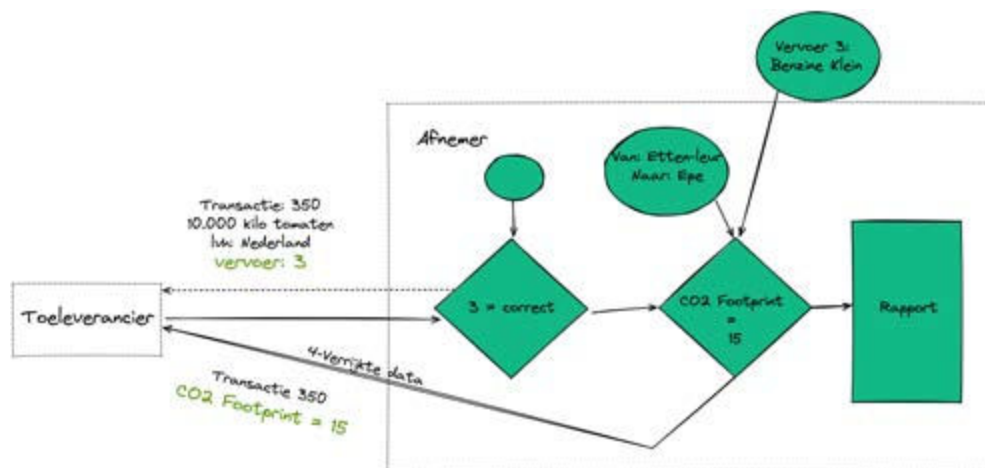
De eerste ervaring van Gilbert is dat de retailer zelf al beschikt over heel veel informatie. Ga die informatie niet nogmaals vragen aan je toeleveranciers! Vraag aan de toeleveranciers uitsluitend om die informatie die je niet hebt (A), die je niet elders kunt opvragen en die je niet zelf kunt berekenen. Voeg deze informatie toe aan iedere individuele transactie (B). Vervolgens controleert Visma de kwaliteit van de toegevoegde data met een precisie zoals ook een financiële betaling gecontroleerd wordt!



Verwerk deze kwalitatief hoogwaardige gegevens (E) samen met de informatie die je al had (C + D) en geef dit terug aan de toeleverancier (F)! De toeleverancier kan die extra informatie dan weer gebruiken om zijn data kwaliteit en milieuprestaties te verbeteren! Zo ontstaat er een milieuverbetercirkel, dat is samen-werken aan een beter milieu!

In dit plaatje een hypothetisch voorbeeldje. Het vervoermiddel wordt door de toeleverancier aan de transactie toegevoegd. Alle data is nu bij de afnemer bekend waardoor de CO2 berekening kan worden uitgevoerd. Het transactierecord is nu compleet en heeft waarde voor zowel de afnemer als de toeleverancier. De waarde voor de afnemer is inzage in de belasting per transactie per product waardoor er kan worden gestuurd op welke wijze producten gebalanceerd kunnen worden afgenomen. Indien de afnemer de data ter beschikking stelt aan de toeleverancier heeft ook de toeleverancier het sturingsmechanisme in handen.

Zowel de afnemer als de toeleverancier kunnen op basis hiervan een lijst maken met de grootste impact op de CO2 uitstoot en besluiten om de tomaten voortaan uit Flevoland te laten komen.



50. Mining cryptocurrency

Een voorbeeld van een niet zo duurzame oplossing is het minen van cryptocurrency zoals Bitcoin. Zo'n cryptocurrency is een digitaal betaalmiddel waarmee op het Internet betaald kan worden. Het is een mooi concept omdat een transactie rechtstreeks plaats vindt tussen leverancier en afnemer. Er komt geen tussenpersoon (lees: bank) aan te pas. Maar er is ook een nadeel: het controleren van zo'n transactie wordt gedaan door zogenaamde miners. Deze controleren een bundel van transacties en dat gaat gepaard met een enorme hoeveelheid rekenkracht. En rekenkracht daar hebben we het eerder over gehad, dat kost energie en energie resulteert in CO₂ uitstoot. Hoeveel zul je je afvragen? Nou schrik even niet, maar het gaat hier over 297 miljard kWh in 2024. Dat zegt je waarschijnlijk niet heel veel, maar het is ongeveer wat 118 landen in de wereld uitstoten, bijna drie keer zoveel als wat een land als Nederland per jaar uitstoot. Beng! En hoewel de toenemende zorgen over de ecologische impact van mining heeft geleid tot verschillende inspanningen⁶⁶ om de milieu impact⁶⁷ te verkleinen, blijft de vraag: wat moet je hier nu mee?



Een antwoord op dit soort problemen is niet makkelijk. Belangrijk is wel dat we blijven nadenken over energieverbruik van IT. Videostreaming, gaming, advertising zijn ook grootgebruikers van computercapaciteit. Is er een weg terug? Lastig he? Laten we daarom maar beginnen met de maatregelen te nemen die in dit boekje staan. Een idee is misschien een Sustainability Garage?

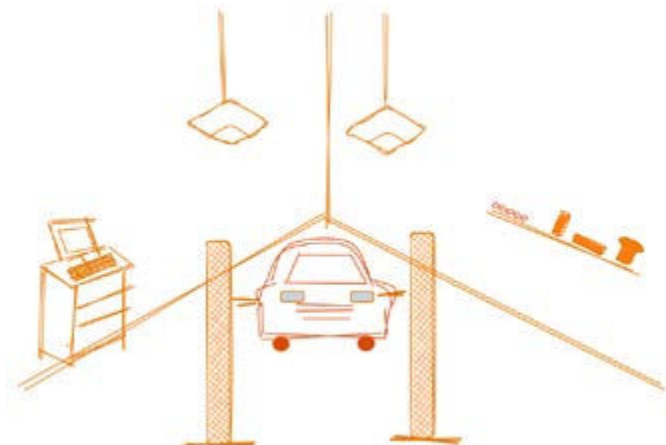
⁶⁶ <https://www.jbs.cam.ac.uk/2025/cambridge-study-sustainable-energy-rising-in-bitcoin-mining/>

⁶⁷ <https://bitcoinalpha.nl/news/bitcoin-is-duurzamer-dan-ooit/>

51. Sustainability Garage

Het idee van een Sustainability Garage is om met elkaar een oplossing te vinden voor het behalen van duurzaamheidsdoelstellingen die een bedrijf gesteld heeft. Bij de Sustainability Garage is de aanpak identiek en we richten ons daarbij op de doelstellingen van de UN, de UNSDG. We kijken welke van de doelstellingen relevant zijn en hoe realistisch. We bouwen dan een Minimum Viable Product dat ook daadwerkelijk moet aantonen hoe de doelstellingen gerealiseerd kunnen worden.

Maak kans op een geheel vrijblijvende sustainability garage bij IBM met mogelijk een MVP! Wacht niet te lang met je idee om je bedrijf duurzamer te maken, dien hem nu in bij één van de auteurs van dit boekje. Hun email adres staat achterin.



Kom langs in onze werkplaats



Aan het begin van dit boekje hebben we het al genoemd. Heb jij een goed idee? Stuur je idee op naar de schrijvers van het boekje.

Voorwaarden:

- Het idee moet duurzaam zijn en de oplossing maakt gebruik van IT (sorry, onze beperking).
- Het moet gerelateerd zijn aan de organisatie waarvoor je werkt.
- Binnen je organisatie zijn stakeholders die dit ondersteunen.

We gaan vertrouwelijk met je idee om.

We zijn benieuwd naar je ideeën!



CONCLUSIE



Met het lezen van dit boekje heb je een beeld gekregen wat we bedoelen met Responsible Computing. Het gaat dus niet alleen maar over energieverbruik van datacenters en infrastructuur maar ook over “green coding” en het bouwen van ethisch verantwoorde systemen die privacy in acht nemen.

We hebben soms voorbeelden gebruikt die ver weg zitten van de mogelijkheden om aan te geven dat we een vooringenomen kijk hebben op computers, dus bias. Maar er zijn ook talloze voorbeelden van verduurzaming waar je nu al mee kunt beginnen.

Sommige onderwerpen liggen ver buiten jouw verantwoordelijkheid. Richt je vooral op die onderwerpen die jij waar kunt maken! Door duurzaamheid onderdeel te maken van je werkwijze word je van bewust bekwaam, onbewust bekwaam! Dit kan bijvoorbeeld door duurzaamheid op te nemen als criterium in uitvragen of tenders:

Requirements	Criterium	Punten
Functioneel1.0	Integratie met Office 365	15
Functioneel1.1	Gebruiksvriendelijkheid interface	15
Non-Functional1	Beveiliging volgens norm ISO27001	20
Non-functional2	Beschikbaarheid 99,9%	20
Duurzaamheid1	Datacenter is voor 85% zelfvoorzienend	10
Duurzaamheid2	Beslissingsredenering kan nagekeken worden in de applicatie	10
Prijs	Software en technische implementatie	10



52. De volgende stap

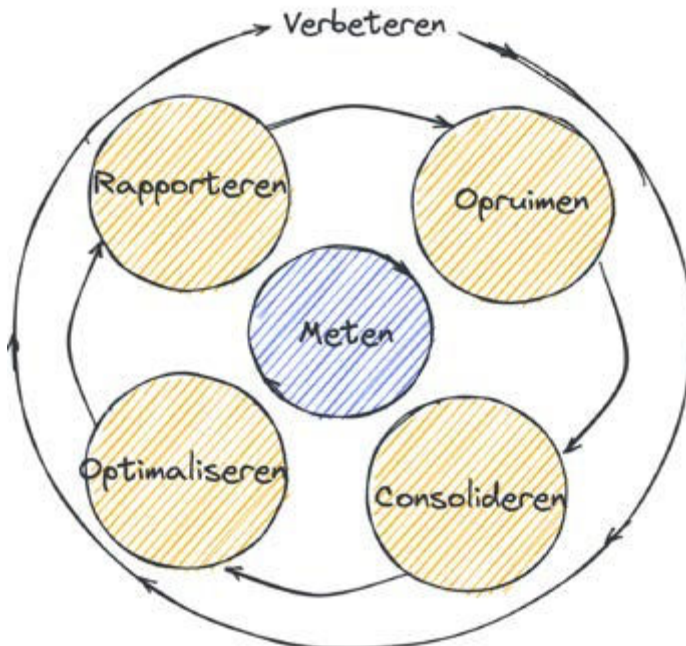
We hebben vier super simpele stappen voor je, kun je nu mee beginnen:

STAP 1. Opruimen: zet uit als je een omgeving (tijdelijk) niet gebruikt en ruim op wat je niet meer nodig hebt! (Dit geldt voor servers in het datacenter maar wist je dat ook je laptop uit kunt zetten?).

STAP 2. Consolideren: voeg omgevingen samen die beperkt gebruikt worden, ook als dat tijdelijk is. Bijvoorbeeld 's nachts worden omgevingen minder gebruikt, voeg deze samen en zet de andere omgevingen uit (stap 1).

STAP 3. Optimaliseren: verhuis je applicaties naar duurzame infrastructuur. (Koop een duurzame Laptop).

STAP 4: Rapporteren: stel (ambitieuze) doelen en wees transparant.





Om te weten wat je moet doen en waar je kunt verduurzamen zul je continue moeten meten. Op basis van de meetresultaten kun je verbeteren. De SIIA kan je helpen met het opstellen en monitoren van jouw plan.

Heb je ooit wel eens zo'n simpel stappenplan gezien? Als je dit doet dan kun je zeker 50-70% aan energiekosten besparen. Mee eens? Waarom doe je het dan niet? Valt niet mee he, een simpele duurzame strategie implementeren. Je moet mensen meehebben, je organisatie, het moet met elkaar, het moet in je DNA zitten!

Een maturity assessment kan een heel goed middel zijn om duurzaamheid in het DNA te krijgen en mogelijk een visie te ontwikkelen en een strategie te definiëren. Een assessment geeft op de zes verschillende domeinen aan waar je staat qua volwassenheid (onbewust onbekwaam ==> onbewust bekwaam). Het geeft ook aan waar je naar toe zou willen. Op basis van deze informatie kun je een roadmap ontwikkelen die je in de komende jaren kunt implementeren. Stap voor stap, want dat is duurzaam!



APPENDIXES

In het volgende hoofdstuk geven we een vertaling in het Nederlands van het "positioning paper" dat gemaakt is door de werkgroep "*Duurzame IT-Architectuur*" van de NCDD. Er is voor gekozen om het niet letterlijk te vertalen, maar enigszins aan te passen aan de stijl van dit boek zonder daarbij te tornen aan de essentie van de "positioning paper". We merken dat data lifecycle management zich goed laat vergelijken met wat wij in het Nederlands **informatiehuishouding** noemen. In het boek "*Een Data-Gedreven Organisatie is geen Illusie*" van de zelfde auteurs kun je meer informatie vinden over verantwoord omgaan met data.



53. Implementatie van een Duurzame Data Lifecycle Strategie

De plan- en de ontwerpfase maken deel uit van de **voorbereidende** fasen. De overige fasen richten zich op de daadwerkelijke implementatie. De eerste twee fasen gaan vooral over het denken (**Think!**)! De volgende vijf fasen richten zich op doen (**Do!**)!

THINK!

53.1. Plan

In de planningsfase maken we de vertaling van de bedrijfsdoelstellingen naar data requirements en maken een inschatting van de middelen die nodig zijn om die eisen te realiseren. In de design fase maken we het ontwerp en maken we *duurzame* keuzes.

Plan

Sustainable Data Management

Ons overkoepelende principe is 'Sustainability by Design'. Hoe vertaalt zich dat naar duurzame data requirements?

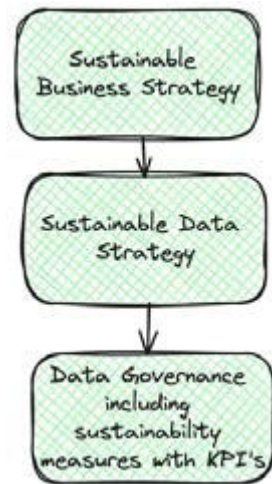
Sustainability by Design

Om dit te verduidelijken moeten we even een stapje terug. Wanneer je als bedrijf "sustainability by design" omarmt, betekent dit dat je bedrijfsstrategie dit principe omarmt. Omdat je datastrategie hiervan is afgeleid zal dat principe ook hierin doorklinken.





Een duurzame bedrijfsstrategie leidt dus tot een duurzame datastrategie. Om de strategie te kunnen bewaken is er governance nodig die de duurzaamheidsaspecten in de gaten houdt. Duurzaamheid moet je concreet maken door KPI's te definiëren en te meten. Dit valt buiten de scope van data lifecycle management. Wij gaan ervan uit dat deze KPI's gedefinieerd zijn en er een governance structuur geïmplementeerd is. De NCDD werkgroep "Duurzaam data-governance en management" focust zich op dit gebied. Daarnaast vindt je ook in het hoofdstuk **"Een Duurzame Datastrategie als Startpunt"** meer informatie over het ontwikkelen daarvan.



Bewustwording

De vraag naar rekenkracht groeit nog steeds enorm snel. Het eerste wat we moeten doen, is ervoor zorgen dat mensen zich bewust zijn van het energieverbruik dat gepaard gaat met dataverwerking en -opslag. Het energieverbruik van dataverwerking en -opslag zou als een niet-functionele eis binnen IT-projecten moeten worden toegevoegd. Het is belangrijk dat de geïmplementeerde oplossingen duurzaam zijn. Maar je moet ook de ontwikkeling van de oplossing zelf niet onderschatten. De ontwikkeling van een applicatie, compilaties en (geautomatiseerde) tests kosten energie. Vooral bij het trainen van (Gen)AI-modellen kan dit een energie-intensief proces zijn. Maar ook alledaags gebruik en langdurige opslag creëren problemen. Ter illustratie; in de UK wordt op dit moment geadviseerd om oude foto's en e-mails te verwijderen in verband met het hoge waterverbruik voor het koelen van datacenters. Hoe vaak nemen we dat glas water voor lief?⁶⁸

Het jaarrapport van de International Energy Agency van 2024 geeft aan dat datacenters totaal 460TWh gebruikt hebben in 2022 en dat dit in 2026 kan toenemen tot 1050TWh, dat is de hoeveelheid die een land als Duitsland in 1 jaar gebruikt.

⁶⁸ <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/uk-governments-national-drought-group-suggests-deleting-old-photos-and-emails-to-reduce-data-center-water-usage/>



Een goede manier om bewustzijn te creëren is het gebruik van voorbeelden. We noemen er een aantal. In veel gevallen, als het om cijfers gaat, hebben verschillende bronnen verschillende cijfers waarover gediscussieerd kan worden tot je een ons weegt. De boodschap is echter unaniem: we moeten een duurzame datastrategie implementeren gedurende de gehele data lifecycle om de impact op het milieu te beperken.

Single Version of the Truth

Er bestaat de neiging om data naar je eigen domein te kopiëren. Vanaf dat moment heb je er namelijk volledige controle over, dat is een prettig gevoel. Maar is het echt wel nodig? Het is belangrijk om het aantal kopieën te beperken. Dit komt ten goede aan de totale benodigde opslagruimte en verlaagt het risico op problemen met de datakwaliteit door inconsistenties. Er zijn verschillende mogelijke maatregelen om dataduplicatie te beperken. De volgende maatregelen zijn de meest voorkomende:

Volgens OpenAI researchers verdubbeld sinds 2012 de hoeveelheid computercapaciteit iedere 3.4 maanden. Dit wordt vooral veroorzaakt door het trainen van AI-modellen. Met de energie waar GPT-4 mee getraind is kun je 18.000.000 miles rijden of 1300 huishoudens een jaar lang van stroom voorzien

- *Genormaliseerde database ontwerptechnieken* die data organiseren op een manier die redundantie van data voorkomt.
- *Data virtualisatietechnologieën* die datadeling mogelijk maken zonder kopieën te hoeven maken.
- *Gecentraliseerde data-architectuur*, zoals een data fabric, dat één enkel overzicht biedt van de data binnen een organisatie. Een dataplatform vermindert ook de noodzaak om geschiedenis op te slaan binnen de operationele systemen. Dat resulteert weer in efficiëntere operationele systemen. Doelgericht wordt hierbinnen de juiste technologie gebruikt.
- *Een data services platform* om ongestructureerde data op een centrale plaats op te staan en te beheren.
- *Service Oriented Architectuur (SOA)* of een op microservices gebaseerde architectuur bevordert het hergebruik van (data) services in verschillende applicaties. Ook dit kan weer helpen bij het verminderen van dataduplicatie.



Genormaliseerd database ontwerp

Genormaliseerde databases zijn efficiënt voor gegevensopslag van gestructureerde data en slaan gegevens één keer op. Het nadeel is dat er soms complexe query's nodig zijn over diverse tabellen om de benodigde gegevens te verzamelen. In de paragraaf "*Gebruik efficiënte opslagmechanisme*" in de "*store*" fase worden verschillende opslagmethoden besproken.

Voorbeeld: Je wilt de laatste verkoopresultaten weten. Je roept een service aan die alle gegevens verzameld op de locatie waar de data staat en alleen het gewenste resultaat wordt teruggestuurd. Referentiedata die veel geraadpleegd wordt zoals taaltabellen of postcodes wil je lokaal kunnen benaderen, maar data die je slechts sporadisch gebruikt kun je beter bij de bron bewerken en het resultaat ophalen.

Data virtualisatie & dataverwerking bij de bron

Huidige data virtualisatietechnologieën bieden betrouwbare oplossingen om toegang te krijgen tot "externe" (bron)gegevens. Het voordeel van data virtualisatie is dat je gegevens niet hoeft te kopiëren naar je lokale omgeving maar een koppeling maakt naar de bron(en). Het lijkt er dan op dat je data lokaal aanwezig is, maar onder de motorkap staat de data heel ergens anders. Bijkomend voordeel is dat de gegevens die je raadpleegt actueel zijn. In veel gevallen moet je een afweging maken tussen:

- het *aantal keren* dat de gegevens worden benaderd,
- de *hoeveelheid* gegevens die worden getransporteerd,
- de *frequentie* waarin gegevens *wijzigen* en een eventuele kopie moet worden vernieuwd.
- toch ook weer dat juiste gebruik, een complexe join zet je klaar, daar is het niet voor bedoeld. Met andere woorden denk aan onze oude vriend latency en de cache.

Gecentraliseerde Dataplatformarchitectuur

Data warehouse, data lake, data mesh of data fabric, wat is het meest duurzaam? Behalve een data mesh hebben de andere dataplatformarchitecturen gemeen dat ze gebaseerd zijn op een gecentraliseerd concept.

Een data mesh is gebaseerd op de principes van domeingestuurde softwareontwikkeling en introduceert het concept van *domeinspecifieke* dataproducten. Een zorgvuldige afbakening van domeinen en duidelijke definitie van de dataproducten zijn belangrijk om een efficiënte data mesh te garanderen zonder veel dataduplicatie. De architectuur omarmt het gebruik van domeinspecifieke datadefinities. De definitie van bijvoorbeeld "klant" kan per domein verschillen. Een klant vanuit marketingperspectief heeft andere attributen dan een klant vanuit financieel perspectief. Dezelfde klant kan dus beschikbaar zijn in meerdere data producten. Misschien zou je het liefst één klant definitie willen hebben, in de praktijk is het maar de vraag of je dit lukt.



Een data warehouse is meestal opgebouwd uit een laag waar brondata wordt opgeslagen, gevolgd door een laag waar de data wordt genormaliseerd en ten slotte een eindgebruikerslaag.

Gecentraliseerde platforms streven naar universele definities, maar kopiëren tegelijkertijd de data om deze voor meerdere doeleinden te gebruiken. In de eindgebruikerslaag kan dezelfde data in verschillende vormen ter beschikking worden gesteld aan de eindgebruikers. Bijvoorbeeld een datamart, een spreadsheet en een dashboard. Dezelfde data, maar in verschillende vormen om ervoor te zorgen dat de toegang tot die data zo makkelijk mogelijk gemaakt wordt.

Alle dataplatform architecturen lopen het risico op verspilling door slecht beheer. Het is daarom belangrijk om data monitoring te implementeren. Dit zorgt ervoor dat alle opgeslagen data een doel heeft en efficiënt wordt verwerkt. Vanuit duurzaamheidsperspectief zien we geen grote verschillen tussen de gecentraliseerde dataplatformarchitecturen. We adviseren om naar de specifieke situatie te kijken om de architectuur te kiezen die het beste past en om deze dan vervolgens nauwgezet te monitoren.

Het centraliseren van de data en deze opslaan in een centrale repository zodat deze toegankelijk is, is een goede praktijk. Aan het begin van dit perspectief bespraken we de moeilijkheidsgraad van een datastrategie. Deze concepten vereisen rigide gecentraliseerd databaseheer en dat is niet eenvoudig.

Masterdatamanagement is een concept dat de opslag en toegang tot je masterdata centraliseert. De drijfveer is meestal om ervoor te zorgen dat er slechts één bron van de waarheid is, maar het heeft als mogelijk bijeffect duurzaamheidsvoordeel.

Het centraliseren van data voor BI en Analytics is een goede aanpak. Je hebt alle data vlak bij elkaar om te processen. Maar data op deze manier bij elkaar brengen vereist wel een goede governance.



Data Services Platform

Een content services platform (CSP) is het fundament voor het centraal beheren en beschikbaar stellen van content in een organisatie. Onder content wordt ongestructureerde data bedoeld. Bijvoorbeeld video, audio, documenten, etc. CSP-technologie maakt het mogelijk voor medewerkers om content te vinden en te gebruiken op een moderne, naadloze manier over devices, applicaties en organisatorische grenzen heen.

Fit for purpose data processing

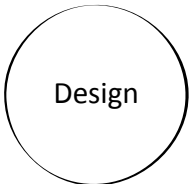
Zorg ervoor dat er geen verspilling optreedt bij de verwerking van data. De verwerkte datasets moeten zo klein mogelijk zijn en de data moeten van goede kwaliteit zijn.

Schrijf je database query's zodanig dat je alleen de data selecteert die je nodig hebt, zowel de rijen als de kolommen. Dit beperkt de benodigde resources voor transport en verdere verwerking.

De kwaliteit van de data is van groot belang om waardevolle dataproducten te leveren. Als de datakwaliteit (volledigheid, nauwkeurigheid en consistentie) te laag is, worden dataproducten niet gebruikt, wat leidt tot verspilling. Daarnaast veroorzaakt een lage datakwaliteit de behoefte aan extra computercapaciteit om de data te controleren en te corrigeren (indien mogelijk).

53.2. Design phase

In de design fase worden, met input van de data strategie, requirements vertaald naar *principes* en *beslissingen voor het project*.



Design

Gebruik de juiste (data) service

Tijdens het ontwerpproces moeten we rekening houden met de beste aanpak voor het opslaan en ontsluiten van data. In veel gevallen zal het een afweging zijn tussen verschillende vereisten. Beveiliging kan bijvoorbeeld extra maatregelen met zich meebrengen die energie kosten, of performance eisen forceren de aanschaf van nieuwe processoren die van invloed zijn op de circulariteit. In architectuurtermen worden dit tegengestelde factoren genoemd. Om een afweging te maken tussen deze factoren, kan aan elke factor een gewicht worden toegekend. Op deze manier kun je tegengestelde factoren afwegen. Deze factoren omvatten ook architectuurprincipes en business requirements. Waar architectuurprincipes nauwelijks onderhandelbaar zijn, zijn er





bij het ontwerpen van de eisen die door de business gesteld zijn vaak meer mogelijkheden om aan een eis te voldoen. Een architectuurbeslissing is het instrument om de argumentatie van een beslissing te onderbouwen en deze te documenteren.

De volgende patronen van opslagefficiëntie moeten tijdens het ontwerpproces in overweging worden genomen:

- Data compressie
- Data deduplicatie
- Storage tiering
- Data opslag en ophaal services
- Zero-copy cloning

In eerste instantie lijkt het logisch dat je bovenstaande patronen gewoon moet implementeren. Maar zo eenvoudig is het niet. In de volgende paragrafen beschrijven we de afwegingen die gemaakt moeten worden om tot een optimale duurzame keuze te komen.

Data Compressie

In het plaatje zie je een aantal afwegingen die gemaakt moeten worden.



Datacompressie vermindert de hoeveelheid fysieke opslagruimte die nodig is om je gegevens op te slaan, maar vereist computer capaciteit om de compressie en de decompressie uit te voeren. Afhankelijk van het type gegevens kan de compressie aanzienlijk of vrijwel irrelevant zijn. Op een tekstbestand kan aanzienlijk worden bespaard terwijl een PDF-bestand al gecomprimeerd is. Als je gegevens comprimeert die dat al voor 95% zijn, verbruik je onnodige computer capaciteit.



Data Deduplication

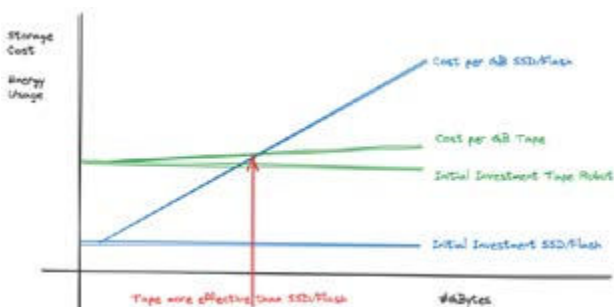
We hebben de gewoonte om data te kopiëren in plaats van verwijzingen of links te gebruiken. We willen de data graag onder controle hebben. Denk maar eens aan een e-mail met een bijlage. Hoeveel van die kopieën van die bijlage zullen er op een gegeven moment bestaan? Waarom geen verwijzing naar een gedeelde folder? Dit is ook een goede aanpak vanuit AVG-perspectief. Als er persoonlijke data verwijderd moet worden en je hebt overal kopieën, hoe weet je dan of je echt alles hebt weggegooid? Binnen de grenzen van een bedrijf is dit misschien nog redelijk te doen, maar wat als externe gebruikers deze data hebben gekopieerd?

Je kunt het beste data duplicatie voorkomen door er op functioneel niveau (applicatieniveau) voor te zorgen dat er geen kopieën gemaakt worden. Bijvoorbeeld een gedeelde folder. Als dat niet lukt is het mogelijk om op opslagniveau te dedupliceren. Er zijn storage oplossingen die zo slim zijn dat ze dubbele data herkennen, dit maar één keer opslaan en vervolgens vanuit verschillende locaties naar hetzelfde bestand verwijzen.

Storage Tiering

Storage tiering is traditioneel gebaseerd op Total Cost of Ownership (TCO). Snelle opslag zoals flash en SSD is relatief duur in vergelijking met roterende schijven. Kleinere schijven zijn sneller, duurder en kosten meer energie en materiaal.

Storage tiering zou niet uitsluitend gebaseerd moeten zijn op TCO, maar ook op energie- en materiaalgebruik. Dit betekent dat roterende schijven niet langer wenselijk zijn. Om acceptabele kosten te bereiken, is moderne tape technologie één van de alternatieven als tweede storage tier. En als je dan toch tape als tweede tier gebruikt, gebruik het dan ook voor (air-gapped) back-ups. Meer details over storage tiering worden besproken in het hoofdstuk over dataopslag. De afweging om meerdere tiers te gebruiken is ook weer afhankelijk van de hoeveelheid data die je binnen je bedrijf hebt (zie grafiek).





Opslaan en Ophalen van Data

Er zijn verschillende manieren om data op te slaan en op te halen. Denk aan: flat files, relationele databases, hiërarchische databases, (No)SQL-databases en noem maar op. Je zou er een complete studie aan kunnen wijden om te bepalen wat de meest duurzame oplossing is voor een specifieke workload. Een goede praktische maatstaf om de beste oplossing te kiezen voor jouw situatie is performance. Hoe beter de performance, hoe duurzamer. Natuurlijk moet je de totale infrastructuur als uitgangspunt nemen en rekening houden met de overhead. De installatie van een DBMS komt mogelijk met een flinke voetafdruk. Je gaat geen compleet DBMS optuigen als je het ook in een flat file kan doen. Verder moet je ook afwegen of je veel "schrijf"- of voornamelijk "lees"-activiteiten uitvoert.

Bij een performance vergelijking moet je wel appels met appels vergelijken. Wanneer je een SQL-database installatie met 64 cores vergelijkt met een MongoDB met 0,5 cores, is performance geen objectieve maatstaf om de meest duurzame oplossing te bepalen.

Er zijn dus veel aspecten om tegen elkaar af te wegen. Enkele daarvan zullen we uitgebreider bespreken in het gedeelte over datagebruik. Meer over de vergelijking van verschillende workloads versus services vind je in het gedeelte over dataopslag.

Zero-copy cloning

Zero-copy cloning is een technologie die vooral wordt gebruikt in databases van cloud datawarehouses, daarnaast zijn er ook opslagtechnologieën met een zogenaamde kloonoptie die op deze technologie is gebaseerd. Hoe werkt dit?

Een zero-copy clone maakt een replica van de data door *alleen de metadata te kopiëren*, terwijl er nog steeds naar dezelfde fysieke tabellen of bestanden wordt verwezen. Dit maakt het mogelijk om in slechts enkele seconden "klonen" te maken door alleen de metadata te kopiëren. De data zelf verandert alleen wanneer er een *schrijfbewerking op de kloon* wordt uitgevoerd. In dat geval wordt de bron bijgewerkt en de metadata in de kloon opnieuw gekopieerd. Deze technologie vermindert de hoeveelheid opslag. Denk bijvoorbeeld aan het gebruik van data in een acceptatieomgeving. Je wilt daar vaak een representatieve hoeveelheid productiedata hebben, maar moet die data ook in één fysieke database staan of voldoet een kloon? Uiteraard spelen ook hier weer allerlei afwegingen een rol. Waar staat de kloon? Is het representatief voor de performance testen? Hoe vaak is het nodig om de data uit de bron te halen of te updaten?



Opruimen

Zorg voor een duidelijk en duurzaam beleid voor het archiveren en liefst zo veel mogelijk verwijderen van je data. Dit bespaart opslagruimte en beperkt de capaciteit die nodig is om de overige gegevens te verwerken. We zouden alleen gegevens moeten opslaan die waardevol zijn voor toekomstig gebruik of die vanwege regelgeving bewaard moeten worden. Een gegevensclassificatieschema gekoppeld aan de data-assets is een belangrijke voorwaarde. Alle gegevens moeten worden gelabeld en opgeslagen in een datacatalogus. Deze catalogus is een vereiste voor effectief gegevensbeheer.

Voorbeeld: In Nederland moet je data die je gebruikt bij je belastingaangifte 7 jaar bewaren. Data gerelateerd aan onroerend goed 10 jaar. Maar is dat wel nodig? Kun je niet bepaalde data na drie jaar aggregeren of gedeeltelijk weggooien. Is alles echt nodig?

Volgens de Europese Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) mogen persoonsgegevens alleen worden verzameld voor bepaalde, uitdrukkelijk omschreven en legitieme doeleinden. De persoonsgegevens mogen worden bewaard zo lang als het nodig is om de doeleinden te bereiken waarvoor ze (met toestemming) zijn verzameld. Zodra het doel is bereikt, moeten de gegevens worden verwijderd.

Voorbeeld: Een verzekerde dient een claim in bij de verzekeringsmaatschappij. De verzekerde stuurt een dashcam-opname als bewijs. De dashcam-opname moet metadata bevatten die betrekking heeft op de claim. Op het moment dat de claim wordt afgehandeld, moeten ook de bijbehorende gegevens, zoals deze dashcam-opname, worden vernietigd.

Metadateren is een must

Om jouw omgeving schoon te houden, is het noodzakelijk dat de juiste metadata beschikbaar is om de gegevens te classificeren voor het bewaarproces. De metadata die beschikbaar moet worden gesteld om het document te vernietigen, is afhankelijk van jouw verwijderingsprocedure. Het kan heel eenvoudig zijn, bijvoorbeeld één jaar na creatie of complexer, bijvoorbeeld wanneer een combinatie van gegevens zoals laatste update en documenttype vereist is. In situaties waarin compliance belangrijk is, zal records management moeten worden geïmplementeerd. Omdat records management betrekking heeft op privacy en niet op ecologische duurzaamheid, gaan we hier nu verder niet op in.

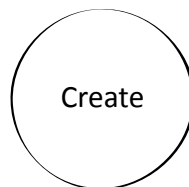


We hebben in de vorige fasen een uitgebreide set van maatregelen (principes) gedefinieerd voor de uitvoering van een duurzaam dataproject. Maar wat betekent dit voor de implementatie? In de volgende fasen is een lijst met best-practices beschreven die bij het aanmaken, opslaan, gebruiken, uitbreiden en verwijderen van data toegepast kunnen worden. Omdat we gebruik maken van DMBok houden we in het vervolg de Engelse benamingen aan.

53.3. Create

Het aanmaken van data is de eerste stap van de realisatiefase. Op basis van ons plan en ons ontwerp gaan we aan de slag met het aanmaken van data. Er zijn verschillende aanleidingen voor het creëren van data:

- Je creëert data uit het niets. Nieuw ingevoerde informatie, bijvoorbeeld een aanvraag voor een visum.
- Je creëert data uit bestaande data (verrijking).
- Je creëert data uit niet-digitale informatie. Je hebt een formulier, gebruikt OCR om het formulier te lezen en te digitaliseren.
- Je gebruikt bestaande data. Dit kan door een kopie te maken of toegang te verlenen.



Naarmate je meer invloed hebt op het creatie proces, kun je vanaf de start meer invloed uitoefenen om de meest duurzame keuzes te maken. We beschrijven een aantal principes die je moet overwegen op het moment dat je data aanmaakt.

Gestructureerde data prevaleert

Het gebruik van gestructureerde data is efficiënter dan ongestructureerde data. Wanneer je data vastlegt, doe dat dan op een gestructureerde manier en sla het ook op een gestructureerde manier op. Dat kan bijvoorbeeld in de vorm van een database record of een XML bestand.

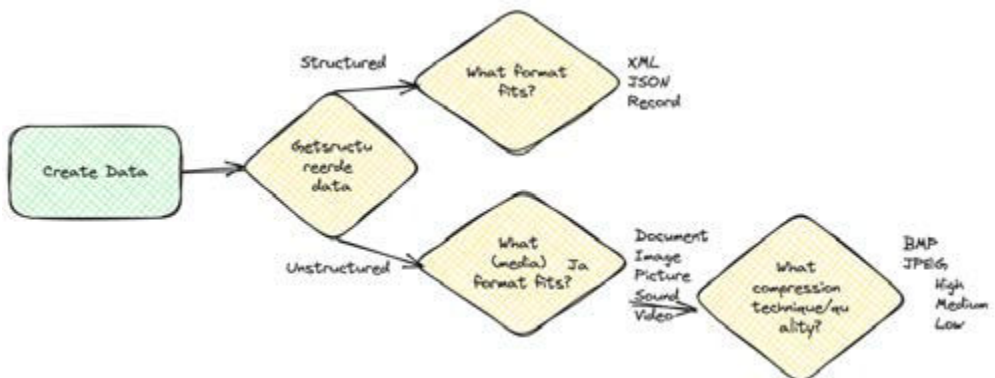
Je kunt ongestructureerde data mogelijk omzetten in gestructureerde data. In veel gevallen aarzelen we om de originele data te verwijderen. Verwijder ongestructureerde data als er geen waarde is om het te bewaren. Bijvoorbeeld een formulier dat wordt



gebruikt om een claim in te dienen met foto's en video's als bewijsmateriaal. Wat gebeurt er met dit bewijsmateriaal? Wordt dit bewijs gebruikt of alleen maar opgeslagen "voor het geval dat"? Waar wordt het opgeslagen? Misschien kan het bewijs na goedkeuring van de claim worden verwijderd.

Voorbeeld: Je hebt een video-opname gemaakt van een interview en hebt AI gebruikt om een transcriptie van deze opname te maken. Is het dan nog nodig om de opname te bewaren of is het transcript of zelfs een samenvatting voldoende?

Een verfijning van dit principe is het creëren van data in het meest efficiënte formaat. Je kunt gestructureerde data bijvoorbeeld opslaan in JSON of XML formaat. Vanuit opslagperspectief zou XML waarschijnlijk efficiënter zijn dan JSON.

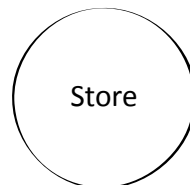


Voor *ongestructureerde* data is één van de belangrijkste vragen: **welk type data is nodig?** Voldoen foto's of is het beter om video vast te leggen? De volgende vraag is dan: wat is het meest efficiënte formaat om de data op te slaan? Wordt het een bitmap of is JPEG van gemiddelde kwaliteit voldoende?



53.4. Store

In de vorige fase heb je data gecreëerd. Je hebt belangrijke beslissingen genomen om dit zo efficiënt mogelijk te doen. Zodra de data is gecreëerd, wil je deze waarschijnlijk bewaren. In de opslag- en onderhoudsfase van data lifecycle management is het primaire doel om data veilig op te slaan en te beheren om de integriteit ervan te behouden en de toegankelijkheid ervan in de loop van de tijd te garanderen. Dit vereist de implementatie van robuuste opslagoplossingen en protocollen om de risico's van dataverlies, corruptie of ongeautoriseerde toegang te voorkomen. Het is echter belangrijk om te beseffen dat traditionele opslagmethoden vaak aanzienlijke hoeveelheden (onnodige) energie verbruiken. Daarom is een duurzame benadering van opslag essentieel om de impact op het milieu te minimaliseren en tegelijkertijd de veiligheid en toegankelijkheid van de data te behouden.



Gebruik efficiënte opslag mechanismen

Het optimaliseren van opslagmechanismen zoals SQL-databases of NoSQL-databases is een cruciaal aspect van het bevorderen van duurzaamheid binnen de data lifecycle. SQL-databases, bekend om hun gestructureerde datamodel en sterke consistentie, zijn geschikt om complexe query's af te handelen en bewaken van transactionele integriteit. Door database schema's zorgvuldig te ontwerpen met normalisatietechnieken en indexeringsstrategieën, kunnen organisaties SQL-databases optimaliseren om de opslagoverhead te minimaliseren en de queryprestaties te verbeteren. Aan de andere kant bieden NoSQL-databases flexibiliteit en schaalbaarheid voor het verwerken van grote hoeveelheden ongestructureerde of semi-gestructureerde data.

Naast traditionele SQL- en NoSQL-databases worden hieronder andere opslagmechanismen en hun toepassingen vermeld.





Database	Data Complexity	Scalability	Flexibility	Query Needs
Relational (SQL) Databases	Structured data	Scalable	Limited flexibility caused by fixed schemas	Complex queries, ACID transactions
NoSQL Databases	Varies	Highly scalable	Flexible schema	Varied query languages
Object-Oriented Databases	Complex data	Scalable	Flexible data structures	Complex queries
Key-Value Stores	Simple data	Highly scalable	Limited flexibility	Fast data retrieval, simple
Document-Oriented Stores	Semi-structured data	Scalable	Flexible schema	Complex queries
Graph Databases	Complex relationships	Scalable	Flexible schema	Complex relationship queries



AntiPatterns

Hieronder beschrijven we een paar voorbeelden zoals je het niet moet doen:

- Het gebruik van NoSQL-databases voor relationele data: NoSQL-databases zijn geoptimaliseerd voor de verwerking van ongestructureerde of semi-gestructureerde data en zijn minder geschikt voor relationele data met complexe transactionele eisen.
- Het gebruik van zgn. key-value oplossingen voor complexe query's. Key-value opslag is geoptimaliseerd voor eenvoudige lees- en schrijfbewerkingen op basis van een sleutel. Het gebruik van key-values voor complexe query's die joins of aggregaties vereisen zijn niet efficiënt. Dit is precies waar een relationele database voor bedoeld is.
- Waarom zou je een relationele database gebruiken om documenten in op te slaan...?

Voorbeeld: Stel je voor dat je MongoDB gebruikt om financiële gegevens op te slaan zoals je betaalrekeningen en de transacties die daarop plaatsvinden. Als er transacties tussen rekeningen plaatsvinden, ondersteunt MongoDB geen standaard complexe joins en ACID (Atomicity, Consistency, Isolation en Durability) transacties met meerdere documenten. Je zult dit dan in je applicatie moeten inbouwen en dat leidt tot een minder efficiënte oplossing.

Storage tiering

Storage tiering is een patroon voor het slim opslaan van data op basis van relevantie. Dus relevante data op tier 1 (SSD) en niet relevante data op tier n (tape). Door data te categoriseren in verschillende lagen kunnen organisaties de opslag van data optimaliseren. Storage tiering wijst verschillende datacategorieën toe aan verschillende typen opslagmedia, zoals SSDs, harde schijven, MAID (Massive Array of Idle Disks) of tape.

Opslagopties met lagere prestaties verbruiken doorgaans minder elektriciteit, waardoor ze energiezuiniger en kosteneffectiever zijn. SSDs zijn gereserveerd voor bedrijfskritische data die hoge responstijden en snelle verwerking vereisen. Geautomatiseerde storage tiering (AST) verbetert de efficiëntie verder door data dynamisch te verplaatsen. Onderstaande tabel geeft een overzicht van best practices.





Data Category	Description	Best Practices
Hot Data	Frequently accessed, mission-critical data	• Store on high-speed drives for instant access • Implement RAID for redundancy and data protection
Warm Data	Moderately accessed, important data	• Store on lower-speed drives for cost-effectiveness • Implement RAID for data protection
Cold Data	Infrequently accessed, less critical data	• Store on low-speed drives, MAID, or tape for cost-efficiency and energy savings • Implement data compression for further storage optimization
Archive Data	Data that needs to be retained for compliance or long-term purposes	• Store on tape or cloud archive for cost-effectiveness and long-term retention

Data compressie bij opslag

Het implementeren van datacompressie⁶⁹ kan de footprint van de data opslag verlagen. Het is belangrijk om de afweging te maken tussen de frequentie van het datagebruik en de inspanning van het comprimeren. Comprimeren en decomprimeren kost processor resources. Als data veel gebruikt wordt is het efficiënter om de data niet gecomprimeerd op te slaan.

Data compressie kan worden gedaan op het niveau van de opslag of op toepassingsniveau.

Compressie op opslagniveau. Compressie bij de bron. Het voordeel is dat compressie in de hardware kan worden ingebouwd. **Het voordeel:**

- geoptimaliseerde hardware voor compressie en decompressie zodat de processor van de applicatie server niet wordt belast.

⁶⁹ TechTarget. Data Compression. Available at: <https://www.techtarget.com/searchstorage/definition/compression>



Het nadeel:

- compressie gebeurt altijd en op dezelfde manier, ook als het al gecomprimeerd is of als er optimalere compressiealgoritmes voor dat type data zouden bestaan.

Compressie op toepassingsniveau. Op applicatieniveau kan compressie *selectief* worden toegepast op basis van specifieke use cases. Applicaties kunnen gegevens comprimeren voordat ze naar schijf worden geschreven of via het netwerk worden verzonden, en decomprimeren alleen wanneer dat nodig is voor verwerking. Deze aanpak biedt flexibiliteit, waardoor ontwikkelaars de meest efficiënte compressiealgoritmen kunnen kiezen op basis van het gegevenstype en het gebruikspatroon. Compressie op applicatieniveau kan ook worden gecombineerd met andere optimalisaties, zoals caching en deduplicatie.

Bewuste keuze voor locatie en technologie

Technologie verschilt, sommige producten zijn duurzamer dan andere. Datacenter locaties verschillen. Hoe groen is jouw datacenter? Hoe duurzaam is jouw (publieke) cloud leverancier? Van publieke cloud leveranciers is veelal informatie beschikbaar over de duurzaamheid per locatie. Er kunnen grote verschillen zijn per locatie, zelfs bij dezelfde leverancier. Hou er ook rekening mee dat bij het selecteren van een duurzame locatie aan de andere kant van de wereld, transport van data ook de nodige impact heeft!

Lokale groene datacenters kunnen kosten-effectiever en duurzamer zijn, vooral wat betreft data transport. Door minder frequent geraadpleegde data (cold data) naar de cloud of een lokaal groen datacenter te verplaatsen, kunnen organisaties het energieverbruik van hun on-premises datacenters verminderen, wat enkele duurzaamheidsvoordelen kan opleveren:

Efficiënt gebruik van resources: Zowel aanbieders van publieke clouds als lokale groene datacenters maken vaak gebruik van energiezuinige infrastructuur, waardoor het totale energieverbruik voor dataopslag wordt verminderd. Door schaalgrootte wordt het energieverbruik geoptimaliseerd en verspilling tegengegaan.

Groene datacenters: Veel aanbieders van publieke clouds en lokale groene datacenters zetten zich in voor duurzaamheid en exploiteren groene datacenters die de CO₂-uitstoot minimaliseren. Door gebruik te maken van deze faciliteiten kunnen organisaties hun totale CO₂-voetafdruk aanzienlijk verkleinen. Dit ontslaat je echter niet van je verantwoordelijkheden om de voetafdruk van je data te blijven minimaliseren!



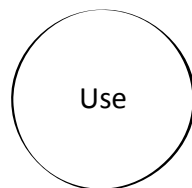


Dynamische schaalbaarheid: Zowel cloudopslag als lokale groene datacenters bieden schaalbare oplossingen die zich aanpassen op basis van de vraag. Deze flexibiliteit zorgt ervoor dat resources efficiënt worden gebruikt, omdat ze worden gedeeld met anderen.

Verbeterd databeheer: Publieke cloudservices bieden geavanceerde technologieën zoals geautomatiseerde tiering, waarmee koude data naar energiezuinigere opslaglagen wordt verplaatst. Dit vermindert de energiebehoefte voor het beheer van grote datasets en verbetert de algehele duurzaamheid⁷⁰. Enkele van de best practices die we hebben besproken, zoals compressie, tiering en deduplication zijn veelal standaard opties.

53.5. Use

De data wordt gecreëerd en opgeslagen. Twee derde van de opgeslagen data wordt nooit gebruikt⁷¹. Dat is jammer. Dus als je het opslaat, kun je het maar beter gebruiken. Hoe doe je dat op een duurzame manier?



65% van de data wordt één keer of minder gebruikt

De vijfde fase van de data lifecycle is de fase waarin data actief wordt gebruikt. Data wordt geraadpleegd, geanalyseerd en bewerkt om waardevolle informatie te extraheren en de bedrijfsvoering te ondersteunen. Deze fase omvat taken zoals query's, rapportages, visualisaties en (AI)-modellering om bruikbare informatie uit de data te halen. Hieronder beschrijven we een aantal duurzame patronen.

Data compressie tijdens transport

Datacompressie tijdens het transport verwijst naar het comprimeren van data tijdens het transport over een netwerk. In tegenstelling tot statische compressiestrategieën zoals datacompressie bij opslag, werkt deze vorm van datacompressie tijdens het transport en comprimeert data in real-time terwijl deze wordt verzonden. Deze strategie zorgt voor het verkorten van de transmissietijd en de beslaglegging op de bandbreedte.

⁷⁰ NetApp. 8 Scenarios for Using NetApp Cloud Tiering. Available at: <https://bluexp.netapp.com/blog/8-reasons-to-use-cloud-tiering-in-your-data-center>

⁷¹ Market Logic Software. Wasted Info: Why So Much Enterprise Data Goes Unused. Available at: <https://marketlogicssoftware.com/blog/wasted-info-why-so-much-enterprise-data-goes-unused/>





Het implementeren van datacompressie tijdens transport brengt echter ook nadelen met zich mee. De algoritmen om te comprimeren en decomprimeren vereisen rekenkracht, wat het energieverbruik bij gegevensverwerking zal verhogen. Bovendien kan (realtime) compressie vertraging veroorzaken. Om deze uitdagingen aan te gaan, moeten organisaties de voor- en nadelen van datacompressie zorgvuldig tegen elkaar afwegen.

Verwerk alleen de data die nodig is

Een andere groene strategie in databeheer is om alleen de data te verwerken die nodig is om het proces uit te voeren. Dat klinkt logisch maar hoe vaak wordt er niet gemakshalve (veel) meer data verwerkt dan nodig is. Je moet dus zorgvuldig beoordelen wat de databehoeften voor elke specifieke use case is en verwerk alleen dat. Door datafiltering en optimalisatietechnieken te implementeren, kunnen organisaties voorkomen dat ze overmatige hoeveelheden data verwerken. Deze strategie bespaart niet alleen rekenkracht, maar helpt ook om de *flow* van bron tot bestemming te *stroomlijnen*. Een efficiënte flow kan leiden tot reductie of vereenvoudig in de stappen die de data verwerkt. *Door je te richten op het verwerken van alleen essentiële data is per definitie je data beter beveiligd!*

Verwerk data op het juiste moment, de juiste manier en op de juiste plaats

Naast de strategie om alleen de data te verwerken die nodig is om processen efficiënt uit te voeren, houdt een andere groene aanpak in dat ervoor wordt gezorgd dat de data op het juiste *gebruiksniveau* wordt verwerkt. Terwijl de eerste strategie de nadruk legt op het minimaliseren van onnodige dataverwerking, richt deze strategie zich op het optimaliseren van de dataverwerking zelf. Dit houdt in dat de data verwerkt wordt op het juiste moment, op de juiste manier en op de juiste plaats. Stel dat er een rapport nodig is voor een maandelijks regulier overleg. We generen voor het gemak dat rapport dagelijks. We doen dus 29 generaties voor Jan Joker.

Als jouw gegevens nodig zijn voor een rapport dat tegen het einde van de maand wordt gepubliceerd, is het efficiënter om te wachten tot het einde van de maand om de gegevens te verwerken, samen met de andere gegevens die in dat rapport worden gepubliceerd in plaats van dagelijks gegevens te verwerken en beschikbaar te stellen als deze toch niet gebruikt worden.



Gebruik “green code” bij dataverwerking

Zorg ervoor dat de data wordt verwerkt via ‘green code’. ‘Green code’ verwijst naar softwareontwikkelingspraktijken die prioriteit geven aan energie-efficiëntie en duurzaamheid.

We hebben in het hoofdstuk over **Responsible Code** al het een en ander beschreven over patronen.

Efficiënte dataverwerkingstechnieken, zoals queuing en parallelisatie, dragen bij aan efficiëntie dataverwerking. Queueing maakt het bijvoorbeeld mogelijk om lijsten te creëren zonder traditionele loops te gebruiken, waardoor de rekenkracht en het energieverbruik worden verminderd. Parallelisatie maakt gebruik van meerdere cores in moderne computers om taken efficiënt te verdelen en zo de rekenkracht en energie-efficiëntie te maximaliseren.

Green coding vraagt om een cultuurverandering, ook bij de ontwikkelaars. In het gedeelte in dit boek over “people” gaan we in op de cultuurverandering en de verantwoordelijkheden van IT professionals.

Naast energiebesparing biedt groene codering extra voordelen. CEO's die groene codering implementeren, rapporteren vaak een hogere efficiëntie, volgens een CEO-studie⁷². Dat komt onder andere door een betere discipline, wat leidt tot een hogere kwaliteit en bespaart daardoor tijd van de software-engineers.

Gebruik van optimale zoek algoritmen

Het implementeren van een geoptimaliseerd zoekalgoritme is ook een groene tactiek in de gebruiksfase. Deze aanpak richt zich op het verbeteren van de efficiëntie van zoekbewerkingen. Zoekalgoritmen zijn er in vele soorten en smaken en de keuze van het juiste algoritme hangt af van de context.

Een belangrijk aspect van geoptimaliseerde zoekalgoritmen is het gebruik van efficiënte datastructuren en indexeringsmethoden. Door data in een gestructureerd en geïndexeerd formaat te organiseren, kunnen zoekopdrachten sneller en met minder rekenkracht worden uitgevoerd. Technieken zoals binaire zoekbomen, hashtableten en indexen maken het mogelijk om snel gegevens op te halen.

⁷² IBM 2022 CEO Study. Available at: <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/en-us/c-suite-study/ceo>





Geoptimaliseerde zoekalgoritmen maken gebruik van geavanceerde zoektechnieken zoals parallelle verwerking, gedistribueerde computing en cachingmechanismen om de prestaties verder te verbeteren.

- Parallelle verwerking maakt het mogelijk om zoektaken te verdelen over meerdere processoren of cores, waardoor zoekbewerkingen worden versneld en inactieve tijd wordt geminimaliseerd.
- Bij gedistribueerd computergebruik worden zoekopdrachten over meerdere knooppunten of servers verdeeld, waardoor zoekopdrachten parallel kunnen worden uitgevoerd en de benutting van bronnen kan worden geoptimaliseerd.
- Cachingmechanismen slaan frequent geraadpleegde gegevens of zoekresultaten op in het geheugen, waardoor het minder vaak nodig is om gegevens opnieuw te berekenen of op te halen.

53.6. Enhance

Enhance

Zodra de gegevens zijn aangemaakt, opgeslagen en gebruikt, wil je er mogelijk iets aan toevoegen of gegevens aanpassen. Je hebt bijvoorbeeld beoordelingscommentaar ontvangen op een document dat je hebt gemaakt. Je hebt je originele document, het document met commentaar en je maakt nu een derde document aan waarin de commentaren worden verwerkt. Omdat je wilt aantonen dat je het commentaar hebt verwerkt bewaar je alle documenten. Dit wordt data lineage genoemd. Maar is het echt nodig om ze allemaal te bewaren of kan het ook slimmer?

Oude versies weggooien

Wanneer een nieuwe versie van een document (of welke vorm van gegevens dan ook) wordt aangemaakt, is de meest duurzame aanpak om de vorige versie te verwijderen (overschrijven). Maar vaak aarzelt men om dat te doen, wie weet... vroeg of laat kun je in een situatie terechtkomen dat je veranderingen moet terugdraaien of verantwoording moet afleggen over de doorgevoerde wijzigingen. Maar hoe vaak is dat gebeurd en wist je in dat geval nog welke versie dat relevante stukje tekst bevatte?

Dataverrijking voelt als het kopen van nieuwe schoenen. Je gooit je oude schoenen niet weg, wie weet zitten ze niet zo lekker als de oude, dus bewaar ze, maar voor hoe lang? Want je hebt ook nog kans dat je die schoenen van daarvoor ook nog wel een keer nodig kan hebben...





Bij gestructureerde data, zoals transactiegegevens, is er vaak interesse in de geschiedenis, bijvoorbeeld om trends te analyseren. In het ergste geval resulteert dit in het steeds opnieuw opslaan van elke gewijzigde transactie. Bovendien moet je een datum aan de transactie toevoegen en moet de query een extra veld bevatten dat de laatste transactie selecteert.

Het principe zal duidelijk zijn: **verwijder oude versies**. De volgende maatregelen zijn alleen van toepassing wanneer de oude versie niet kan of mag worden verwijderd.

Sla alleen delta's op

Als je oude versies niet wilt weggooien, zorg er dan voor dat alleen de delta's worden opgeslagen. Je kunt dit doen voor zowel gestructureerde als ongestructureerde data.

GIT is een uitstekend voorbeeld waarbij alleen delta's worden opgeslagen en daar op de juiste manier gebruik van wordt gemaakt.

Pas bewaarbeleid toe voor oude data

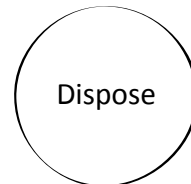
Meestal geldt er een andere bewaarplicht voor oudere versies. De nieuwste versie is belangrijk, oudere versies kunnen na verloop van tijd worden verwijderd. Neem daarom ook voor oudere data een bewaarbeleid op.

Geaggregeerde data

Historische gegevens kunnen veel waarde hebben. Je bent wellicht geïnteresseerd in jouw elektriciteitsverbruik van drie jaar geleden. Je bent echter waarschijnlijk niet geïnteresseerd in het verbruik op een specifiek uur van een specifieke dag drie jaar geleden. Je kunt beter kijken naar het verbruik van een specifieke maand. Je kunt in dit geval het verbruik per uur en per dag samenvoegen tot het maandelijkse verbruik. Als het verbruik langer dan drie jaar is, bent je waarschijnlijk alleen nog maar geïnteresseerd in het jaarverbruik.

53.7. Dispose

De “weggooi” fase van de datalifecycle is een cruciaal moment dat verder gaat dan alleen het verwijderen van verouderde informatie. Deze fase zorgt voor een veilige en verantwoorde verwijdering van data die niet langer nodig is of op basis van wettelijke vereisten aantoonbaar verwijderd moet worden. Minder data betekent een lager energieverbruik en een verminderde behoefte aan resources zoals harde schijven. Naast het verbruikte vermogen voor opslag, vereist het verwerken en beheren van grote datasets aanzienlijke rekenkracht. Het verminderen van de datahoeveelheid door middel van opschoning minimaliseert de energie die voor deze bewerkingen nodig is.



In de ‘Ontwerp’- en ‘Plan’-fase hebben we de strategie voor dataopschoning en -archivering gedefinieerd. Deze paragraaf bespreekt een aantal activiteiten om data te verwijderen.

Data Retentie Policy

Zorg ervoor dat je retentie (bewaar) policies definieert en toepast. Niet alleen voor de wettelijke vereisten, maar ook vanuit een duurzaamheidsperspectief. Alle gegevens die geen bedrijfswaarde meer hebben, moeten als algemene richtlijn worden verwijderd. Het is uiteraard belangrijk dat de policy ook wordt uitgevoerd. De policies moeten duidelijk beschreven zijn en vertaald in praktische standaarden die actief binnen de organisatie worden gecommuniceerd en gehandhaafd.

Een voorbeeld van een praktische richtlijn is een beleid dat gedeelde folders verwijderd worden wanneer ze 6 maanden niet gebruikt zijn.

Grote Schoonmaak

Maak schoon met een “schoonmaakevenement” om ervoor te zorgen dat alle data die geen bedrijfswaarde meer heeft, wordt verwijderd. Een perfect moment zou de afsluitende fase van je project kunnen zijn. In deze fase finaliseer je de documentatie, verzamel je herbruikbare assets, schoon je je code op en ... verwijder je ook je onnodige data, zoals oude versies.



Misschien heb je een moment in de week dat je wat persoonlijke administratie bijhoudt. Waarom kijk je niet eens in je download directory en verwijder je alles wat daarin achterblijft?



Nadat je je huis hebt geschilderd, ben je nog niet klaar met schilderen. Je moet de kwasten schoonmaken, een paar kleine foutjes corrigeren en proberen de verf van je handen te verwijderen (en soms meer dan alleen je handen).

Plan opruim-evenementen om persoonlijke en teamdata op te schonen... Je kunt meedoen aan de digitale opruimdag met je organisatie of je eigen opruim-evenement organiseren. Het is leuk om op deze manier met jouw groep je rommel op te ruimen. De praktijk wijst uit dat dit daadwerkelijk leidt tot het weggooien van grote hoeveelheden oude e-mails, oude versies van presentaties, documenten en niet gewenste foto's.

Opdracht: doe mee met de wereldwijde opschoondag of plan zelf, met je eigen team een opschoon(mid)dag

Data retentie standaarden en tooling

Mensen, processen en technologie vormen een driehoek die in evenwicht moet zijn om resultaten te behalen.

- **Technologie.** Veel tools (technologieën) bieden de mogelijkheid om retentie op files in te stellen. De meeste contentplatforms, bieden bijvoorbeeld de mogelijkheden voor contentretentie.
- **Processen.** Zorg ervoor dat je beleid (processen) hebt en ontwikkel een data cleaning best practice. Zorg ervoor dat dataretentiebeleid wordt geïmplementeerd en indien mogelijk ook geautomatiseerd, dit vereist een volwassen versiebeheerpraktijk.
- **Mensen.** Hoeveel lef heb je om data weg te gooien? We sluiten af met een principe: *Pas retentiebeleid rigoreus voor jezelf toe.*

Heb de moed om retentiebeleid met een beetje lef te implementeren!





We hebben verschillende maatregelen besproken om het energieverbruik te verminderen die je kunt overwegen tijdens de levenscyclus van jouw data. Energie is slechts één aspect waarmee je rekening moet houden. Het moet worden afgewogen tegen privacy, beveiliging, ethiek, prestaties en andere niet-functionele vereisten.

Voor sommige maatregelen kunt je de toepassing van AI overwegen ter ondersteuning van de uitvoering van je beleid.

Bijvoorbeeld:

- **Dataselectie** - AI-modellen kunnen worden gebruikt om de meest relevante data te bepalen en de verzameling van onnodige data te verminderen.
- **Storage tiering** - AI kan data analyseren op basis van gebruikspatronen en zo de optimale storage tier bepalen.
- **Data governance** - AI kan helpen bij de handhaving van beleid om te voldoen aan duurzaamheidsnormen.

Er valt veel te winnen, en vergeet niet dat elke bit data tegenwoordig minstens met een factor wordt vermenigvuldigd doordat deze bit hoog beschikbaar moet zijn, er een back-up van gemaakt moet worden en ook nog eens gekopieerd wordt naar een datawarehouse om ten slotte in een rapport te verschijnen. O ja, dat data warehouse moet natuurlijk ook hoog beschikbaar zijn en daar moet ook een backup van gemaakt worden. Stelt je voor wat je allemaal kan besparen door die ene bit weg te gooien!

Verantwoording

Implementatie van een duurzame lifecycle management strategie is ontwikkeld onder de vlag van de NCDD. Het is een resultaat van de Data Lifecycle Management-stroom binnen de werkgroep IT-Architectuur. De auteurs zijn afkomstig van verschillende organisaties en bedrijven. Het doel van dit verhaal is dat we bewuster worden van de duurzaamheidsmaatregelen die genomen kunnen worden ten aanzien van onze data. Elke verwijzing naar een product of dienst dient slechts als voorbeeld; een verwijzing naar één van onze eigen producten of diensten is louter illustratief.

We hopen dat dit verhaal het bewustzijn binnen jouw organisatie zal aanwakkeren en dat het zal leiden tot verkleining van de data footprint.



Eloise Zhang

MSc Computer Science UVA/VU,
Sustainable & Secure AI



Let's connect, klik hier

Ronald Meijer

IT Architect IBM



Let's connect, klik hier

Pepijn van der Veen

Enterprise Architect Data VodafoneZiggo



Let's connect, klik hier

Gerrit Ouderkerken

Manager District Sales NetApp



Let's connect, klik hier

Voor diegene die hier nog dieper in willen duiken een aantal links. Hierin kun je wat meer achtergronden vinden over de voorbeelden die we genoemd hebben:

- **International Energy Agency (IEA).** Electricity 2024: Report on the Analysis and Forecast to 2026. Available at: <https://www.iea.org/reports/electricity-2024>
- **Belastingdienst.** Dutch Tax Office: Administration Requirements. Available at: https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakelijk/btw/administratie_bijhouden/administratie_bewaren/
- **Digital Decarbonization.** Source. Available at: <https://digitaldecarb.org>
- **Substack.** The Carbon Impact of Large Language Models. Available at: <https://tinyml.substack.com/p/the-carbon-impact-of-large-language>
- **Scientific Computing.** The True Cost of AI Innovation. Available at: <https://www.scientific-computing.com/analysis-opinion/true-cost-ai-innovation>
- **NetApp.** People, Profit, and Planet: Sustainability. Available at: <https://www.netapp.com/blog/people-profit-planet-sustainability/>





Afkortingen

3D	Drie Dimensionaal	Een technologie waarbij er in een visualisatie diepte wordt gecreëerd. Meestal door ogen afzonderlijk aan te sturen. Bijvoorbeeld door een 3D bril.
3TG	Tin, tantalum, tungsten gold	Kostbare materialen die ontzettend belangrijk zijn om computers mee te bouwen. Toezicht op het verantwoord verkrijgen van deze materialen is een belangrijk duurzaamheidsaandachtspunt.
AI	Artificial Intelligence	Kunstmatige Intelligentie is een soort nep intelligentie die door computers gebruikt wordt. Het is niet echt intelligent maar door heel veel informatie te combineren kan de computer op basis van die informatie beslissingen nemen of inzichten verwerven. Reuze handig, maar je moet hem wel controleren anders gaat ie er mee aan de haal en kun je ellende krijgen.
AIX	Advanced Interactive eXecutive	AIX is een Unix operating systeem dat ontwikkeld is door IBM. De systemen worden voornamelijk als enterprise servers ingezet.
API	A Programming Interface	Een technisch toegankelijke manier waarop applicaties met elkaar communiceren.
AVG	Algemene Verordening Gegevensbescherming	De Nederlandse versie van de GDPR ten behoeve van het beschermen van je persoonlijke informatie.
BI	Business Intelligence	Het onthullen van belangrijke bedrijfsinformatie. Dit kan op basis van rapporten, dashboards, analyses, data mining.
C2C	Cradle to cradle	Van de wieg naar de wieg, dus niet naar het graf. Je gebruikt iets weer opnieuw in plaats van het weg te gooien ga je het hergebruiken.





CD	Compact Disk	Een plastic plaatje waar data opgezet kan worden. De data kan muziek zijn.
CDO	Chief Data Officer	De persoon die verantwoordelijk is voor de data binnen een bedrijf. Een rol die steeds meer aandacht heeft gekregen door de privacy wetgeving.
CI/CD	Continuous Integration / Continuous Delivery	Het idee dat je continue een applicatie ontwikkelt, integreert met andere modules, test en in productie brengt.
CIO	Chief Information Officer	De baas van de IT afdeling, waarschijnlijk jou baas.
CISC	Complex Instruction Set Computer	Minimaliseert het aantal instructies per programma. Dat zorgt ervoor dat de instructies zelf complexer zijn. De processor is ook complexer (ongeveer 3x zoveel transistoren nodig) dan een RISC processor.
CISO	Chief Information Security Officer	Super strenge persoon die alles op het gebied van veiligheid in de gaten houdt. Hou je aan de regels ander maak je brokken!
CO2	Kooldioxide	Stof die vrijkomt bij omzetting van brandstof naar energie. Beschermst de aarde tegen straling, maar we hebben er nu teveel van waardoor de aarde opwarmt. Op sommige dagen zou je dat misschien willen, maar het ijs is aan het smelten, de zeespiegel stijgt en als we zo doorgaan staat half Nederland over 50 jaar onder water.
COP 27	Conference of the Parties	De 27 ^e conferentie over het klimaat, gehouden in 2022 in Egypte.
COVID-19 COVID	COrona Virus Disease 2019	Soort van officiële naam voor het Corona virus dat in 2019 ontdekt is in China.
CPU	Central Processing Unit	De hersenen van de computer.



CRAC	Computer Room Air Conditioning	Airconditioners zijn belangrijke energieverbruikers in datacenters. Hebben veel invloed op de PUE factor. CRAC niet verwarren met crack.
CRISP-ML	CRoss Industry Standard Process voor Machine Learning	Aanpak om op duurzame wijze met AI om te gaan.
CSO	Chief Sustainability Officer	De baas die duurzaamheid overziet. Mocht deze persoon dit boekje niet hebben, geef het dan gelijk!
CSRD	Corporate Sustainability Reporting Directive	De CSRD-richtlijn staat centraal in de Green Deal van de Europese Unie en moet zorgen voor meer transparantie over en betere kwaliteit van duurzaamheidsinformatie.
CTO	Chief Technology Officer	De baas van de technologie strategy, onder andere de IT strategie.
DNA	desoxyribonucleïne-zuur	Bevat de erfelijke informatie van een organisme, maar in ons geval gebruiken we dit als analogie voor de cultuur van organisaties.
EU	Europese Unie	Bij de meeste wel bekend.
GDPR	Global Data Protection Regulation	Europese regulering die aangeeft hoe een bedrijf met privacy moet omgaan. Zie ook AVG.
GIT	Whatever rocks your boat, but it could be referring to Torvald (the creator) himself	Open source software for het beheren van versies van software en documentatie.
GPU	Graphical Processing Unit	Veel computers hebben naast de CPU een tweede stel hersenen, de GPU. Geen wonder dat ze steeds slimmer worden. GPU waren bedoeld om heel veel eenvoudige berekeningen parallel uit te voeren om zo de pixels op je beeldscherm aan te sturen. De karakteristiek van de processor leent zich uitstekend voor AI en wordt daar nu veel voor gebruikt.





HR	Human Resources	In principe alle medewerkers van een organisatie, maar meestal bedoelen we de afdeling personeelszaken die het wel en wee van de medewerkers een beetje in de gaten houdt.
I/O	Input and Output	De bits and bytes (8 bits) die heen en weer gaan tussen het dataopslagsysteem en de processor.
IaaS	Infrastructure as a Service	Het aanbieden of gebruiken van IT infrastructuur als een service. IT uit de muur. Je hoeft niet langer eigen computers aan te schaffen en te configureren maar dit wordt als dienst aangeleverd en je betaalt naar gebruik. Het is een dienstverleningsmodel dat populair is bij cloud leveranciers, maar kan ook door de eigen IT organisatie als zodanig worden aangeleverd.
IBM	International Business Machines	Een groot en mooi (naar onze bescheiden mening) Amerikaans bedrijf. Focus op AI en hybride cloud en heeft diverse duurzame uitvindingen gedaan zoals de elektronenmicroscop en de RISC processor.
IT	Infrastructure Technology	Met infrastructuur bedoelen we computers, netwerkkapparatuur en opslag apparatuur voor data.
MER	Main Equipment Room	De centrale computerruimte waar de communicatie binnenkomt en de centrale servers staan.
ML	Machine Learning	Deze discipline binnen AI is in staat om computers zelf te laten leren op basis van aangeboden informatie zonder dat daarvoor expliciet geprogrammeerd hoeft te worden.
MVP	Minimum Viable Product	Een initiële versie van een product dat al geschikt is om te gebruiken. De feedback van het eerste gebruik wordt weer toegevoegd aan het volgende product. Op deze manier wordt een product snel volwassen en maximaal bruikbaar.



NCDD	Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering	Ben jij al deelnemer?
NORA	Nederlandse Overheid Referentie Architectuur	Een referentie architectuur die binnen de Nederlandse centrale overheid gebruikt wordt: https://www.digitaleoverheid.nl/overzicht-van-alle-onderwerpen/standaardisatie-en-architectuur/nora/ GEMMA is de variant voor de Nederlandse gemeente: Gemeentelijke Model Architectuur.
ODC	OverheidsDataCenter	Typisch voor Nederland, maar misschien hebben andere landen dit ook wel. De Nederlandse overheid heeft in verband met efficiëntie veel IT in vier datacenters neergezet.
PaaS	Platform as a Service	Dit is een vervolg op IaaS. Nu wordt niet alleen infrastructuur geleverd als dienst maar een heel platform. Dit kan een dataplatform zijn, maar kan ook een software ontwikkelplatform zijn. Een voorbeeld van een ontwikkelplatform is ARO (Azure Red Hat OpenShift).
PC	Personal Computer	Een computer voor jou alleen. Je deelt deze niet gelijktijdig met anderen. Een computer die dat wel kan noemen we een server.
PDF	Portable Document Format	Zeker weten dat je dit formaat wel kent, maar misschien wist je niet waar de afkorting voor staat!
PII	Personal Identifiable Information	Informatie die gerelateerd zijn aan jou als persoon zoals je telefoon nummer of je email adres. Volgens de AVG/GDPR moeten bedrijven hier heel zorgvuldig mee omgaan.



PS	Post Script	Komt vanuit het Latijns: postscriptum. Je schrijft dat aan het einde als je iets belangrijks vergeten bent en je niet alles weer opnieuw wil opschrijven. Als je daarna nog iets vergeten bent kun je PPS gebruiken. Maar ja wat zegt het over jou als je steeds dingen vergeet?
PUE	Power Usage Effectiveness	Geeft aan hoe energieefficiënt het datacenter is. Bij een factor 1 wordt alle energie gebruikt voor de computerapparatuur. Energie zuinig Datacenter zijn ronde de 1,2.
REST	Representational State Transfer	REST is een protocol om informatie uit te wisselen tussen services op het internet.
RISC	Reduced Instruction Set Computer	Eenvoudige instructieset. Hierdoor moet de software iets meer instructies uitvoeren als bij een CISC processor. Inmiddels is duidelijk dat dit toekomst is. Apple MacBooks zijn ook overgegaan naar deze technologie. Een goede reden om bij je baas om een MacBook te leuren!
SaaS	Software as a Service	Het gebruik van software als een dienst. Een concept dat past bij de public of private cloud aanpak.
SDG	Sustainability Development Goals	Breed gedefinieerde doelstelling van de UN op het gebied van duurzaamheid. Daarom worden ze ook wel UNSDG genoemd. Voor een betekenis van deze afkorting moet je kijken bij UNSDG.
SER	Satellite Equipment Room	Een computerruimte op afstand die aangesloten is op de MER. Kijk bij MER voor die betekenis.
SIIA	Sustainable IT Impact Assessment	Een tool door de NCDD ontwikkeld om te helpen bij het vaststellen en monitoren van duurzaamheidsdoelstellingen.
SQL	Structured Query Language	Good old SQL is a programmeertaal om data op te vragen uit relationele databases. Bijvoorbeeld: <code>SELECT salaris FROM celebs WHERE LAST_NAME == "Clooney"; COMMIT;</code>





SRE	Site Reliability Engineer	De rol van een persoon die een computer platform of keten (proactief) beheert. Traditioneel beheert een beheerder een component, een computer of een applicatie. Dit concept is bedacht door Google om te voorkomen dat bij een groeiende omgeving de beheer teams lineair meeschalen.
SusDev-SecOps	Sustainable Development Security en Operations	De nieuwe hype, bedacht door deze auteurs om aan te geven dat applicaties duurzaam ontwikkeld moeten worden en duurzaam in gebruik moeten zijn.
TCO	Total Cost of Ownership	Totale kosten van een oplossing, product of systeem waarin niet alleen aanschaf maar ook onderhoud zijn meegenomen.
TOGAF	The Open Group Architecture Framework	De-facto IT Architectuur standaard die beschrijft wat je moet doen om tot een goed werkend systeem te komen.
UNSDG	United Nations Sustainability Development Goals.	Zie SDG. Ze zijn bedacht door de Verenigde Naties, dus vandaar ook wel UNSDG genoemd.
UPS	Uninterruptible Power Supply	Een tijdelijk noodvoeding die aanslaat als onverhoopt de stroom uitvalt. Zorgt ervoor dat de systemen blijven draaien. Meestal een accu die tijdelijk stroom levert tot de noodstroomvoorziening opgestart is. Heeft dus niets te maken met de pakketbezorger.
VR	Virtual Reality	Een nep werkelijkheid, maar het lijkt soms net echt. Dit kun je bereiken door een speciale bril op te zetten waardoor je het idee hebt een andere wereld te zijn ingestapt.
WUE	Water Usage Effectiveness	Geeft aan hoeveel water er gebruikt wordt om systemen te koelen.



Het boek is langer geworden dan we hadden voorzien. We hebben geprobeerd om op een luchtige manier samenhang tussen de Responsible Computing domeinen te laten zien en praktische tips aan te reiken om te verduurzamen.

Wij zijn van de IT en hebben ons daarom ook daartoe beperkt. Naar onze mening zijn we binnen dat domein behoorlijk compleet.

Een belangrijke waarde van duurzaamheid is openheid. Open met elkaar discussiëren en transparant rapporteren is een voorwaarde om de wereld duurzamer te maken. Dat geldt ook voor IT, daarom is dit boekje ook vrij te gebruiken. Je kunt het in PDF formaat vinden op GitHub: <https://github.com/OrangeSeries/Sustainability>, of scan de QR-code.





Over de schrijvers



Jan Schraivesande

Jan Schraivesande is een IBM en Open Group gecertificeerd Enterprise Architect en heeft ervaring in verschillende bedrijfsdomeinen zoals Verzekeringen, Supply Chain, Energiesector en de Overheid. De laatste tien jaar werkt hij als strategisch adviseur voor Nederlandse overheid organisaties. Hij is regelmatig spreker op het gebied van data-gedreven architectuur en duurzame IT.

"Duurzaamheid is een onderwerp dat ons allemaal moet bezig houden. Toen ik begon met dit boek was ik op veel vlakken nog onbewust onbekwaam, maar inmiddels ben ik 'gepromoveerd' tot bewust onbekwaam en op sommige vlakken zelfs bewust bekwaam. Ik moet eerlijk zeggen dat het schrijven van dit boek mijn kijk op het leven enigszins heeft veranderd."

✉ schraivesande@nl.ibm.com



Ronald Meijer

Ronald Meijer is als gecertificeerd IT Architect in dienst bij IBM en werkzaam voor verschillende klanten zoals Rabobank, ABN/AMRO, Shell, KLM, ING, Delta Lloyd, Aegon. Gepassioneerd docent op het gebied van TOGAF(R), Architecture Thinking, Microservices, Duurzaamheid en data-gedreven organisaties. In de loop van de jaren ervaring opgedaan in de diverse architectuurdomeinen, van business to infrastructuur architectuur. Hij is afgestudeerd elektrotechnicus en regelmatig spreker op diverse conferenties.

"Duurzaamheid is iets van ons allemaal. Ik ervaar een gepaste, maar ook gepassioneerde "ergernis" als ik zie dat met de huidige stand van de 2 nm chiptechnologie bedrijven 75-90% energiebesparing laten liggen. Het verbaast me ook als men zich dan verschuilt achter groene energie. Kom op zeg, eerst uitzetten wat je niet gebruikt, dan besparen op je infra en tot slot wat je gebruikt, ja dat doe je natuurlijk groen."

✉ meijerr@nl.ibm.com





Laila Fettah

Laila Fettah is een Open Group en IBM gecertificeerde IT-specialist. Ze is begonnen in de wereld van de statistiek en heeft de eerste tien jaar van haar carrière besteed in het vinden van wat er echt toe doet voor bedrijfsprocessen in gestructureerde en ongestructureerde data. Ze heeft als grote passie het bij elkaar brengen van mensen, processen en technologie. Momenteel is ze Architect en werkt daarbij aan overkoepelende thema's binnen de Nederlandse overheid.

"Organisaties en technologie hebben zoveel impact op ons dagelijkse leven, maar ook op macro-niveau op de staat van de wereld. Van huis uit hoorden we bijvoorbeeld al, "draai de kraan maar weer snel dicht, zonde van het water" en werd gedragen kleding doorgegeven. Maar op de een of andere manier had ik niet genoeg de modus gevonden om de mogelijkheden 'zakelijk' te zien. Met zijn allen dragen we de verantwoordelijkheid voor onze wereld en de wereld van onze kinderen. Met alle kleine beetjes bij elkaar komen we tot een grote som".

✉ lailafettah@nl.ibm.com





Edwin van der Burg

Edwin van der Burg is een Open Group en IBM Executive Certified Architect en heeft in de afgelopen 30 jaar ervaringen opgedaan in de Travel & Transport, Retail & Consumer Goods en Overheid. De afgelopen 4 jaar is hij de Technische Adviseur voor het Ministerie van Defensie. De problematiek is divers maar komt altijd neer op het vertalen van business vraagstukken naar een werkbare oplossing van applicaties met onderliggende infrastructuur. Zijn uitgangspunt is altijd dat de oplossing stabiel, werkbaar, modulair en onderhoudbaar moet zijn om zo ook om te kunnen gaan met veranderingen in de toekomst.

"Duurzaamheid is een thema waar ik mij persoonlijk de afgelopen 12 jaar mee heb bezig gehouden vooral op het gebied van energieverbruik. In 2010 was het al duidelijk dat de eerste stap tot verduurzaming besparen is. Met goede isolatie, zuiniger vervoer kun je al 40% reduceren in energieverbruik. Met dit boekje hebben we u hopelijk geïnspireerd hoe de IT systemen verduurzaamd kunnen worden en kunnen bijdragen in het verduurzamen van de maatschappij."

✉ edwinvdb@nl.ibm.com

In het Engels hebben we het over Sustainability. Sustain staat binnen de muzikale wereld bekend als nagalm: “**het langer laten duren**”. Denk maar aan een piano-toets die je aanslaat of een gitaarsnaar die je tokkelt.

Responsible computing betreft de inzet van IT op een verantwoorde manier, die bij wijze van spreken nagalm heeft voor gebruikers van deze systemen of zelfs op de samenleving. IT biedt ons veel mogelijkheden, het is niet meer weg te denken uit ons leven. Het is zelfs zo belangrijk geworden dat voor ieder probleem een IT oplossing schijnt te zijn. Voor je het weet is IT een doel, in plaats van een middel om ons te ondersteunen. Wordt IT op de juiste manier ingezet en zijn duurzaamheidsvraagstukken zoals ethiek en energieverbruik een intrinsiek onderdeel aan de tekentafel?

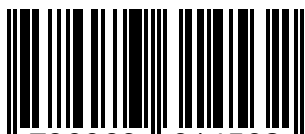
Realiseer je eens, dat alles bij elkaar de datacenters wereldwijd maar liefst zo een 1,5% stroom gebruiken, laat staan als je daar de IT technologie die bij ons thuis staat bij optelt.

Er zijn veel vragen waar wij geen antwoord op hebben als schrijvers van dit boekje. Wij zijn in het dagelijks leven IT architecten, geen duurzaamheidsspecialisten (al durven we nu te stellen dat we een eerste padvinders-medaille verdiend hebben) en geen schrijvers! Maar op één gebied zijn we echt goed, we hebben verstand van IT systemen. We hebben met z'n vieren hieraan gewerkt, en 4x goed is best wel heel goed.

Toen we begonnen wisten wij ook maar een kwart van wat er nu allemaal in staat. We zijn overdonderd door gegevens over het energiegebruik van IT datacenters, van AI, en wat dacht je van cryptocurrency als bitcoin.

We zijn gestart met het schrijven van dit boekje met ons verstand, maar je zult tijdens het lezen merken dat we meer vanuit ons hart zijn gaan schrijven.

We hopen dat je vanuit je onderbewustzijn bewust mag worden van de consequenties van IT gebruik. Maar daar laten we het niet bij. We hebben ook ideeën hoe we met elkaar kunnen verduurzamen. Jouw bijdrage is een druppel op een gloeiende plaat, maar met 100.000-en IT-ers in de wereld druppelen we samen die plaat 1,5 graad naar beneden!



9 789083 314532