

# De ups-and-downs van een gebalanceerd net

De wereld 'verdigitaliseert'. Wellicht leest u dit nu op uw tablet of leest Siri of Cortana dit zelfs voor. Op straat vangen massa's jongeren ongehinderd digitale huisdieren. Daarnaast zit het er dik in dat u in een stad woont. Zo'n 83% van de Nederlanders woont in stedelijk gebied [1]. In de hele wereld worden steden groter, intenser en moderner. In 2015 woonde al 54% van de wereldbevolking in steden (43% in 1990). Deze trend stopt voorlopig niet [2][3]. Daar komt bij dat de bevolking tot 2050 blijft toenemen. Er wonen dan zo'n zeven miljard mensen in een stad [4]. Steden worden zo nog meer het economisch, milieutechnisch en geopolitieke zwaartepunt van onze internationale wereld. In tegenstelling tot hoe de natiestaat de afgelopen twee eeuwen was [5]. Deze verstedelijking en digitalisering biedt enorme kansen. De integratie van beide kan leiden tot technisch hoogwaardige ontwikkelde maatschappijen. Als deze twee trends goed bij elkaar komen, ontstaan er smart cities!

T.F. (Tijmen) Klip, Lens BV

Smart cities: het slim combineren van verschillende vormen van kapitaal, digitale infrastructuur - omgegoten in een stedelijke vorm van 'the internet of things' [6][7]. Radicale denkers zien deze ontwikkeling als een essentieel onderdeel van collaborative commons. Informatie is al een praktisch gratis gemeenschappelijk goed. Energie, producten en diensten staan ook op het punt radicaal te veranderen. Dit door steeds slimmere en goedkopere technologische productieprocessen en de opkomst van de deel economie. De derde industriële revolutie ontwikkelt zich bijna organisch tot een zogezegde zero marginal cost society [8][9]. Ok, dus er zijn grote globale trends gaande.

Maar gaat het niet al goed op de huidige manier? Ja, in Nederland, eigenlijk één grote metropool, gaat het enorm goed. Al hebben we hier ook zeker onze eigen uitdagingen. Maar in vele metropolen over de wereld is er nog genoeg ruimte voor verbetering. De gehele verstedelijking legt een enorme druk op maatschappijen en klimaat. Maar omdat in steden ook de economische en bestuurlijke macht ligt, kunnen hier ook de grootste winsten geboekt worden [5]! Het ontwikkelen van duurzame, rendabele, eerlijke en mens gecentreerde steden is de grotere filosofie achter smart cities! Dit door het integreren van de milieu technische, economische en maatschappelijke dimensies [7][10].



-Figuur 1- Overlap van stedelijke invloeden biedt kansen

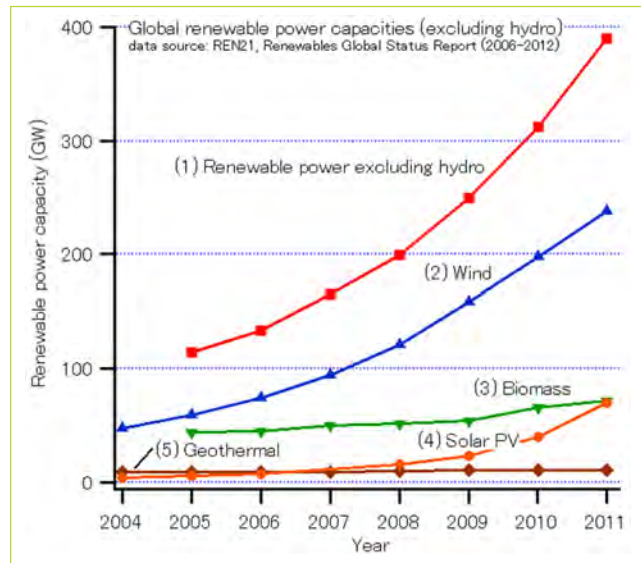
## SLIMME STEDEN

'Steden zijn van nature plekken waar slimme oplossingen gezocht en gevonden worden, gewoon omdat de noodzaak ertoe de nodige druk en positieve dynamiek geven' - Joris Scheers [7]. Combineer deze inherente 'organische intelligentie' met de inzichten van moderne wetenschap, techniek en communicatie. Dan zie je dat hier proactief enorm interessante, welvarende en gezonde steden ontwikkeld kunnen worden. Digitale, energetische en materiële integratie zullen eerst in kleine systemen tot ontwikkeling komen. Als we het goed oppakken kunnen we deze tot een grootschalige slimme architectuur combineren, zodat er zelf sturende steden ontstaan. Bestaande voorbeelden van intelligentie systemen die geïmplementeerd worden, zijn:

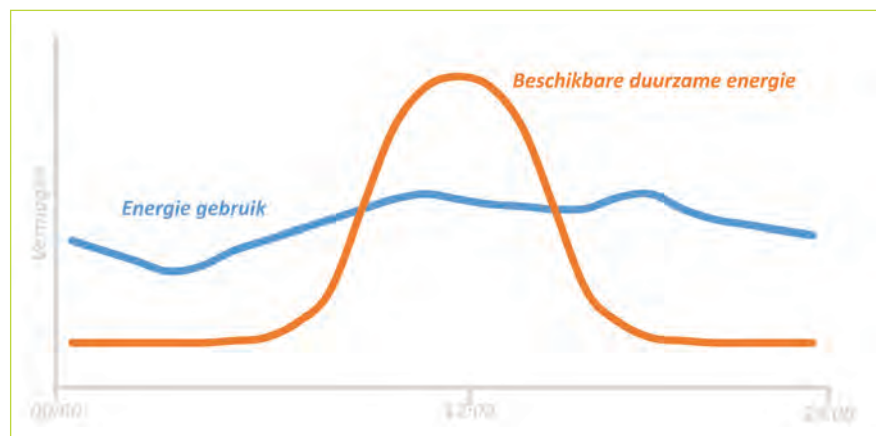
- **afval** – monitoring van ondergrondse containers. Wanneer deze vol zitten, kunnen afvalauto's langs gestuurd worden via economische routers [6];
- **water management** – anticiperend schakelen op weersvoorspellingen, om het waterpeil te managen. Zo kan preventief gepompt worden, om water overlast te voorkomen [6/7];
- **mens management** - het observeren en sturen van mensen stromen tijdens feestdagen en evenementen om handbare en veilige situaties te bewerkstelligen. De voortschrijdende kennis en data van mensenstromen gebruiken bij het (her)ontwerp van stedelijke weefsel [6][11];
- **infrastructuur** – door middel van verkeerintensiteit en infrastructuur data, voorspellen waar leidingen en kabels aan vervanging toe zijn. Deze kunnen vervangen worden vlak voordat ze kapot gaan en uitval veroorzaken. En dan is er natuurlijk nog het grote vraagstuk energie! Hoe gaan we slim om met energie in stad en ommeland.

## ENERGIEBALANS

Om steden efficiënt en goed op meer duurzame energie te laten lopen, moeten we de balans op het net vinden. Een alom bekend probleem is de discrepantie tussen opwekking van duurzame energie en de vraag naar energie [12]. In de huidige situatie wordt er een base load gegenereerd door grote kolencentrales. Daarnaast zijn er gascentrales die snel pieken kunnen opvangen. Deze draaien op een laag pitje bij beperkte vraag. Kolencentrales kunnen deze snelle schakeling niet aan [12]. Nu het gebruik van duurzame bronnen aan het exploderen is, wordt het steeds belangrijker om hier naar te ontwerpen [13]. Het elektriciteitsverbruik van Nederland fluctueert over de dag. Echter niet zo dramatisch als het energie-aanbod van zon en wind, dat zelfs op



-Figuur 2- Explosieve toename van duurzame energie



-Figuur 3- Conceptuele weergave discrepantie verbruik en opwek duurzame energie

nul kan staan. Het is belangrijk dat de peakloads altijd gecompenseerd kunnen worden met voldoende aanbod van energie. Door de inzet van onbestuurbare duurzame energie, zal er grote opslag nodig zijn en zijn complementair daaraan slimme energiesystemen nodig [12/14]. Door middel van opslag van energie – en de ontlading tijdens pieken - kan dit in de toekomst worden opgevangen. Nu wordt opslag op (inter)nationale schaal voornamelijk gedaan met stuwmeren. Het minder laten doorstromen – of zelfs terugpompen van water – voor energieopslag werkt zeer goed. In de toekomst zullen er meer alternatieven grootschalig toegepast gaan worden, denk aan batterijen, gecomprimeerde lucht, waterstof en thermische opslagsystemen[14]. Om druk op het systeem af te vangen, kunnen we het systeem ook slimmer maken. Dit in de vorm van smart-grids. Hoe smarter het grid, des te vlakker en strakker de vraagcurve. Hoe makkelijker ook generatie is af te stemmen en resulterend in minder opslagcapaciteit. Smart-grids stemmen al deze componenten op elkaar af, waardoor het benodigde aandeel fossiele brandstoffen aanzienlijk kleiner kan zijn en

wellicht zelfs kan verdwijnen. Een onderdeel van de intelligentie is anticiperen op vraag en aanbod. Beschikbare duurzame energie fluctueert, maar is vrij gedetailleerd te voorspellen. Wind- en zonvoorspellingen zijn accuraat genoeg om te kunnen berekenen hoeveel energie het net op gaat komen. Sturing hiervan is echter beperkt [13]. De aard van het energiesysteem gebiedt met de vraag te sturen. Een conceptuele manier om daar naar te kijken is volgens het Energy Flexibility Interface [EFI] model van TNO. Hierin wordt onderscheid gemaakt in de controle en automatisering die bij applicaties gebruikt kan worden [15]. Een tv zet je aan wanneer je dat wil. Straatverlichting moet sowieso aan wanneer het donker wordt. Er is hier dus sprake van weinig sturing. Maar het laden van een batterij of het draaien van wasmachine kan op meerdere tijdstippen gebeuren. Aan de hand van het type sturing, het effect en de beperking ervan zijn applicaties in de volgende categorieën ingedeeld [17]:

- **uncontrolled** – applicaties die geen sturing kunnen krijgen. Dit omdat ze willekeurig door gebruikers geactiveerd worden of

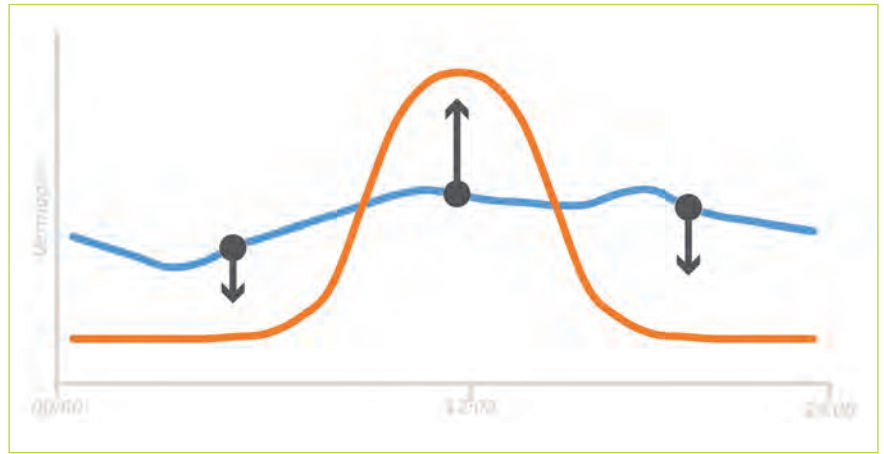
afhankelijk zijn van natuurlijke of menselijke (voorspelbare) gebeurtenissen. Denk hierbij aan televisies, bruggen en straatverlichting;

- **timeshifters** – applicaties waarbij het moment van gebruik minder tot niet relevant is. Het energiegebruik kan op een ander moment van de dag plaatsvinden. Denk hierbij aan wasmachines, drogers maar ook aan bepaalde industriële processen;
- **buffers** – applicaties die in werking worden gezet om direct of indirect bruikbare energie om te zetten. Denk hierbij aan een elektrische auto voor tijdelijke opslag of een ijskast die een paar graden extra koelt en niet telkens een beetje. Op grotere schaal kan ook worden gedacht aan opslag van warmte en of koude in WKO-systemen. Buffers hebben gelimiteerde capaciteit;
- **unconstrained** – applicaties die oneindig veel energie kunnen opslaan. Denk hierbij aan een omgekeerde brandstofcel waarbij energie in waterstof wordt omgezet die elk moment gebruikt kan worden.

Het geautomatiseerd sturen van deze applicaties zorgt voor een grotere overlap tussen opwekkings- en verbruiksprofiel. Daarnaast kan worden ingespeeld op de energiemarkt. Denk hierbij aan een auto die opgeladen is, maar met winst energie weer het net op zet omdat de prijs gunstig is. Of juist aan kantoorpanden die op goedkope momenten voorverwarmen. Zo kan op voldoende schaal een verdienmodel gemaakt worden [16/17/18]. Nu er begonnen wordt met kleinschalige netwerken te creëren, zullen ook systemen van meerdere, kleine zelfsturende netwerken ontstaan. Beginnend op gebouw schaal, uitgroeiend naar blok, wijk, stad en landelijke schaal. Door juist vanuit microsystemen te beginnen ontstaan er weerbare systemen die samenwerken maar ook onafhankelijk kunnen zijn. Bijna als een landelijk energie-organisme. Dankzij digitalisering kan dit alles gerealiseerd worden. Zo kunnen steden zo veel mogelijk zelfvoorzienend worden. Deze onafhankelijkheid zal veel stabiliteit verlenen aan metropolen. Zo kunnen er veel leefbaardere en welvarende urbane klimaten gerealiseerd worden.

## BRONNEN

1. Hilbers, H., Snellen, D., Daalhuizen, F., de Jong, A., Ritsema van Eck, J., Zondag, B. - Nederland in 2040: een land van regio's. Ruimtelijke Verkenning 2011, Planbureau voor de Leefomgeving, 2011, Den Haag
2. Urban population (% of total) - The World Bank. - <http://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?end=2015&start=1960&view=chart>
3. Urbanization. (n.d.). Wikipedia - <https://en.wikipedia.org/wiki/Urbanization>



-Figuur 4- Effect van time-shifters



-Figuur 5- Effect van buffers

4. Population Growth. (n.d.). Wikipedia - [https://en.wikipedia.org/wiki/Population\\_growth](https://en.wikipedia.org/wiki/Population_growth)
5. Why mayors should rule the world, TED, [http://www.ted.com/talks/benjamin\\_barber\\_why\\_mayors\\_should\\_rule\\_the\\_world](http://www.ted.com/talks/benjamin_barber_why_mayors_should_rule_the_world)
6. van Gameren, E., Meerman, K., XTR de Slimme Stad, NRC Handelsblad 23 januari 2016
7. Grip, S., Smart Cities, naar een 'Smart Urban Delta', Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015
8. Rifkin, J., The Zero Marginal Cost Society, Palgrave Macmillan Ltd, 2014
9. Rifkin, J., The Third Industrial Revolution - Palgrave Macmillan Ltd, 2013
10. de Koe, D., de Bois, P., Smart cities, Sinds 1883 – uitgevers, 2015
11. What can we learn from shortcuts?, TED, [http://www.ted.com/talks/tom\\_hulme\\_what\\_walkways\\_teach\\_us\\_about\\_design](http://www.ted.com/talks/tom_hulme_what_walkways_teach_us_about_design)
12. Jongeneel, C., Decentrale Opslag is Hard Nodig, Technisch Weekblad, Jaargang 46, 42/43, Bèta Publishers, 2015
13. Renewable Energy. (n.d.). Wikipedia - [https://en.wikipedia.org/wiki/Renewable\\_](https://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_)

energy

14. Grid Energy Storage. (n.d.). Wikipedia - [https://en.wikipedia.org/wiki/Grid\\_energy\\_storage](https://en.wikipedia.org/wiki/Grid_energy_storage)
15. den Ouden, B. De standaardisering van slimme netten - <http://flexible-energy.eu/wp-content/uploads/2016/04/20160406-Flexiblepower-Alliance-Internet-of-Things.pdf>
16. Biesboer, F., Mijn Energie Moment, De Ingenieur, 129, 7, Koninklijk Instituut Van Ingenieurs, 2015
17. Groothoff, B., Smarter Energy Sharing - Building the case for demand side response for shared energy systems, TU Delft, 2016