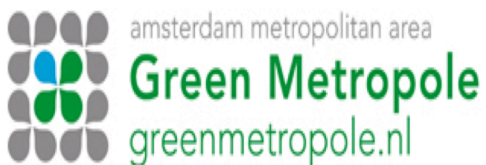


Duurzame (wind)energie voor Datacenters

In opdracht voor GreenIT Amsterdam

Student: Kevin van Sante



Clean Tech





Hogeschool van Amsterdam
Domein Techniek
Opleiding Technische bedrijfskunde (TBK)

Postbus 1025, 1000 BA Amsterdam
Telefoon 020 - 595 32 00

Amsterdam, 3 april 2013

Versie 4.0

Duurzame (wind)energie voor Datacenters

Eindrapport

Student:

Naam: Kevin van Sante
Studentnummer: 500528948

Opdrachtgever: GreenIT Amsterdam
Bedrijfsbegeleider: Dhr. J. Vlasveld
Begeleidend docent: Dhr. E. Schrikkema

Voorwoord

Voor de afstudeerstage aan de Hogeschool van Amsterdam heb ik, Kevin van Sante, student Technische Bedrijfskunde, een rapport opgesteld voor de business case “Datacenters vs. Windmolens”. In deze business case staat het onderzoeken van de kansen voor levering van duurzame energie aan datacenters in de regio Amsterdam centraal.

Dit rapport is bestemd voor meerdere doelgroepen. Allereerst voor de opdrachtgever GreenIT Amsterdam, die dit rapport kan gebruiken bij de realisatie van haar doelstellingen gericht op de vergroening van de ICT sector en met name ten bate van Datacenters. De tweede doelgroep is de Datacenters, met name binnen de Regio Amsterdam. Zij kunnen dit rapport en het Excel model toepassen op hun eigen situatie en zo bepalen of de business case haalbaar is of niet. De laatste doelgroep is de Hogeschool van Amsterdam. Docenten zullen dit rapport toetsen aan de afstudeereisen van een technisch bedrijfskundig ingenieur.

De student is veel dank verschuldigd aan meerdere personen:

- **Dhr. J. Vlasveld, GreenIT Amsterdam;** Voor het begeleiden van de stage en het beoordelen van alle tussenproducten. Ook voor het in contact brengen met externe partijen, de uitnodigingen voor bijeenkomsten en het organiseren van tussenpresentaties e.d.
- **Directeur J. Post, GreenIT Amsterdam;** Voor het aanbieden van deze stage en de feedback tijdens bijeenkomsten.
- **Dhr. E. Schrikkema, Hogeschool van Amsterdam;** Voor de stagebegeleiding op educatief vlak.
- **Dhr. B. Merkus en dhr. R. van den Hoed, Cleantech;** Voor het verkrijgen van eerder uitgevoerde onderzoeken en interviews, ondersteuning bij de goedkeuring van de afstudeeropdracht en advies over windenergie en verwante onderwerpen.
- **Dhr. T. Stam, Gemeente Amsterdam;** Voor de werkplek op de afdeling Klimaat & Energie, de wekelijkse besprekingen en input, het in contact brengen met externe partijen en alle informatie over windmolens, kosten, locaties binnen Amsterdam, nieuws over de Provincie en de standpunten van de Gemeente.
- **Dhr. R. van Gompel, Interxion;** Voor de feedback tijdens de Datacenterbijeenkomst, de rondleiding door Interxion en alle input gedurende de hele stageperiode.
- **Dhr. T. Koorn, Terremark(2012);** Voor de uitnodiging op het Datacenter Terremark, de rondleiding en de input tijdens de stage.
- **Dhr. G. van Westrienen, Vancis/Surf;** Voor de input tijdens de Datacenterbijeenkomst en de ondersteuning bij het verkrijgen van gegevens over het Datacenter Vancis.
- **Dhr. P. Van Hugten, Telecity;** Voor de informatie tijdens de Datacenterbijeenkomst.
- **Directeur A. Lantink, Colocenter;** Voor de uitnodiging, de rondleiding op dit nieuwe duurzame Datacenter en de informatie over de huidige elektriciteitsvoorziening.
- **Dhr. F. de Rijke, Liander;** Voor de informatie over directe levering van elektriciteit en het toetsen van dit model op technische haalbaarheid.
- **Directeur E. van Teeffelen, Anode Energie;** Voor alle informatie over zelflevering en het opstarten van een eigen energiebedrijf.
- **Dhr. B. Schulte, Ecofys;** Voor het toetsen op haalbaarheid en het samenstellen van de technische en financiële voordelen van directe energielevering.

Managementsamenvatting

Amsterdam heeft met de Amsterdam Internet Exchange één van de grootste internetknooppunten ter wereld. Om al deze bits in goede banen te leiden zijn heeft Amsterdam meer dan 40 grote Datacenters en worden er nog steeds nieuwe gebouwd. Deze Datacenters met elk ± 2.5 MW vermogen, vergelijkbaar met een kleine stad, leggen een steeds grotere druk op de elektriciteitsvoorziening van Amsterdam doordat ze verantwoordelijk zijn voor naar schatting 10 procent het elektriciteitsverbruik. Onder druk van gemeentelijke duurzaamheidsdoelstellingen: Een reductie van CO₂-uitstoot met 40 procent in 2025 t.o.v. 1990, onderzoekt de sector mogelijkheden om het elektriciteitsverbruik te verminderen en te verduurzamen. Datacenters die niet meewerken riskeren een dwangsom die is vastgesteld op anderhalf keer het investeringsbedrag van de maatregel.

De doelstelling van het onderzoek is als volgt: Een bijdrage leveren aan de verduurzaming van Datacenters in de regio Amsterdam door de organisatorische, technologische en economische kansen te onderzoeken van energiebesparing en verduurzaming in de vorm van een business case, waarbij het gebruik van windenergie centraal staat.

Hoofdvraag:

Op welke manieren is het organisatorisch, technologisch, economisch en politiek haalbaar om binnen drie tot vijf jaar een consortium van 4 datacenters in de regio Amsterdam te voorzien van 100% additioneel opgewekte (wind)energie?

Om een concrete business case op te leveren na een periode van 20 weken is er in samenspraak met GreenIT besloten om de afstudeeropdracht af te bakenen tot de vier grootste internationale datacenters binnen de regio Amsterdam (Telecity, Terremark, Interxion en Vancis/Surf). De voorwaarden van deze Datacenters m.b.t. verduurzaming zijn in kaart gebracht om de mogelijkheden voor deze specifieke datacenters te onderzoeken. Voor de kosten/baten analyse is uitgegaan van een gemiddeld Datacenter met een vermogen van 2MW. Naast windenergie zijn ook andere vormen van duurzame energie zoals zonne-energie, waterkracht, diepe geothermie en bio-energie meegenomen in het onderzoek. Uit het onderzoek zijn meerdere conclusies gekomen. Deze zullen hieronder kort worden toegelicht. Deze conclusies zijn de basis voor het eindadvies voor de Datacenters.

1. Datacenters moeten maatschappelijk verantwoord ondernemen willen ze gevestigd blijven in Amsterdam en hun klanten behouden.
2. Eigen opwekking van energie biedt meeste voordelen voor de duurzaamheidsdoelstellingen van Nederland in tegenstelling tot het inkopen van groene energie. Vaak komt deze “groene” energie elders vandaan.
3. Windenergie is de meest rendabele vorm van duurzame energie op dit moment. Er zijn meerdere vormen van energie getoetst op haalbaarheid en windenergie scoorde het hoogst.
4. Zonne-energie: Rendement voor Datacenters wordt overschat. Soms kunnen hooguit de lampen in een Datacenter op de geleverde zonne-energie branden.
5. Directe levering van windenergie met een windmolen op het eigen terrein is technisch haalbaar.
6. Directe levering is financieel aantrekkelijker dan levering via het net. De winst zal ongeveer 30% hoger liggen doordat er minder kosten zijn.
7. Rendement verkoop energie is daarentegen nog hoger dan bij eigen gebruik.
8. Subsidie Duurzame Energie (SDE+ 2013) is essentieel. Zonder subsidie is het investeren in windenergie niet rendabel.
9. De meest effectieve participatievorm is het opzetten van een eigen energiebedrijf in combinatie met fondsen.
10. ICT-Infrastructuur op gelijkstroom is geen utopie. Uit onderzoek is gebleken dat Datacenters met deze innovatie +- 15 tot 25% energie kunnen besparen.

Uit deze conclusies zijn aanbevelingen gevormd voor de Datacenters wanneer zij interesse hebben om te investeren in duurzame (wind)energie. Deze aanbevelingen zijn tot stand gekomen na een onderzoek van 20 weken naar de kansen voor levering van duurzame energie aan Datacenters in de regio Amsterdam.

Organisatorisch advies:

1. Zet een eigen energiebedrijf op. Indien de capaciteit aanwezig is om apart van een professionele ontwikkelaar geheel zelfstandig een windmolen te bouwen en exploiteren, dan is het advies aan de Datacenters dit doen. Datacenters kunnen hiervoor een bedrijf inhuren, maar dan verdwijnt de winst uit de directe omgeving.
2. Betrek meer Datacenters. Windenergieprojecten zijn kapitaalintensief. 3 van de 4 betrokken Datacenters hebben wellicht alleen interesse in het investeren in een dergelijk project, zonder te veel risico. Wanneer meerdere Datacenters worden betrokken bij het eigen energiebedrijf zal het risico per Datacenter lager zijn en de totale inleg hoger.
3. Zoek andere participerende partijen. In het Sciencepark in Amsterdam zijn veel innovatieve bedrijven gelokaliseerd, waaronder Datacenters, die wellicht willen investeren in het windpark of zelfs willen helpen bij de realisatie ervan. Het doel kan zijn: Het gehele Sciencepark groen maken.
4. Laat deze bedrijven financieel participeren (Fonds). Deelnemers hebben in principe geen zeggenschap. Het risico is beperkt tot de inleg. Een participant ontvangt een winstrecht dat, afhankelijk van het risico, hoger of lager is. Het winstrecht kan bestaan uit elektriciteit (korting op de energierekening) of een percentage rendement over de inleg.
5. Promoot het energiebedrijf. Mensen die langs het Datacenter lopen/rijden moeten direct zien dat het een groen Datacenter is. Er zijn een aantal alternatieven onderzocht, deze zijn te lezen in bijlage 8.

Technologisch advies:

6. Investeer in windenergie, niet in zonne-energie. Wind op land blijft de komende jaren 1 van de goedkoopste manieren om hernieuwbare energie te produceren. Het rendement van zonne-energie voor het opwekken van elektriciteit voor Datacenters wordt zwaar overschat.
7. Onderzoek de mogelijkheden voor gelijkstroom (HVDC). Gezien de positieve argumenten in efficiëntie, betrouwbaarheid en kosten worden gelijkstroom initiatieven steeds populairder. Vooral in Amerika worden steeds meer Datacenters op gelijkstroom gerealiseerd. De besparing op de elektriciteitsrekening kan oplopen tot 35%.

Economisch advies:

8. Verkoop de opgewekte elektriciteit. Uit het onderzoek is gebleken dat grootverbruikers zoals Datacenters ongeveer €0,043,- betalen per kWh elektriciteit. De opgewekte elektriciteit kan door het Datacenter worden verkocht op een vrije markt, voor € 0,07,- per kWh. Het zou dus financieel niet verstandig zijn om deze energie zelf te gebruiken.
9. Investeer alleen in windenergie als er gebruik kan worden gemaakt van de Subsidie Duurzame Energie (SDE). Zonder deze subsidie is de investering niet rendabel.

Politiek advies:

10. Kies een geschikte locatie. Door het verbod van de Provincie zijn molens in Noord-Holland niet meer toegestaan. In bijlage 8 wordt dit verder toegelicht en in bijlage 2 is meer te lezen over beschikbare locaties binnen Nederland.

Inhoudsopgave

VOORWOORD	3
MANAGEMENTSAMENVATTING	4
INLEIDING	8
1. BEDRIJFSBESCHRIJVING	9
1.1 STICHTING CONSORTIUM GREEN IT REGIO AMSTERDAM	9
1.2 DATACENTERS BINNEN DE REGIO AMSTERDAM	9
2. PROJECT KADER	10
2.1 THEORETISCH KADER EN PROBLEEMBESCHRIJVING	10
3. CONCEPTUEEL ONTWERP	13
3.1 PROJECTDOELSTELLING	13
3.2 HOOFDVRAAG	13
3.3 DEELVRAGEN	13
3.4 ONDERZOEK VERANTWOORDING	15
4. TRIAS ENERGETICA	16
4.1 DEFINITIE	16
4.2 TOEPASSING OP EEN DATACENTER	17
5. ROUTES VOOR VERDUURZAMING VAN DE ELEKTRICITEITSVOORZIENING	18
5.1 CONCLUSIE	18
6. VERGELIJKING VAN DE DUURZAME ELEKTRICITEIT OPTIES	19
6.1 KWALITATIEVE VERGELIJKING	19
6.2 FINANCIËLE VERGELIJKING	21
7. WIND OP LAND	22
8. STAKEHOLDERS EN STAPPENPLAN WINDPROJECT	23
9. (FINANCIËLE) PARTICIPATIEMOGELIJKHEDEN DATACENTERS	25
10. TECHNISCHE HAALBAARHEID	27
10.1 HUIDIGE ELEKTRICITEITSVOORZIENING EN TRANSPORTVERLIEZEN	27
10.2 MOGELIJKHEDEN TOEKOMSTIGE ELEKTRICITEITSVOORZIENING	28
10.2.1 <i>Energielevering van windmolens via het net</i>	28
10.2.2 <i>Directe levering van windenergie</i>	29
11. KOSTEN & BATEN ANALYSE	31
11.1 BUSINESS MODEL CANVAS: "WINDENERGIE VOOR DATACENTERS"	31
11.2 AANNAMES EN REKENNORMEN	32
11.2.1 <i>De windmolen</i>	32
11.2.2 <i>Het Datacenter</i>	33
11.2.3 <i>Kosten</i>	35
11.2.4 <i>Inkomsten</i>	36
11.2.5 <i>Variabelen in de tijd</i>	37
11.3 RESULTATEN PER JAAR (DIRECTE LEVERING EN VIA HET NET)	38
12. CONCLUSIES	39

13. ADVIES.....	40
BIJLAGEN	41
BIJLAGE 1: ANALYSE VAN DE BETREFFENDE DATACENTERS.....	41
BIJLAGE 2: DUURZAME ENERGIEOPWEKKING.....	41
BIJLAGE 3: STAKEHOLDERANALYSE EN PARTICIPATIEMODELLEN	41
BIJLAGE 4: TECHNISCHE HAALBAARHEID.....	41
BIJLAGE 5: KOSTEN/BATEN ANALYSE.....	41
BIJLAGE 6: ONDERZOEK VERANTWOORDING.....	41
BIJLAGE 7: TOELICHTING CONCLUSIES.....	41
BIJLAGE 8: TOELICHTING ADVIES.....	41

Inleiding

Amsterdam heeft met de Amsterdam Internet Exchange één van de grootste internetknooppunten ter wereld. Om al deze bits in goede banen te leiden zijn heeft Amsterdam meer dan 40 grote Datacenters en worden er nog steeds nieuwe gebouwd. Deze Datacenters met elk ± 2.5 MW vermogen, vergelijkbaar met een kleine stad, leggen een steeds grotere druk op de elektriciteitsvoorziening van Amsterdam doordat ze verantwoordelijk zijn voor naar schatting 10 procent van het elektriciteitsverbruik. Onder druk van gemeentelijke duurzaamheidsdoelstellingen (een reductie van CO₂-uitstoot met 40 procent in 2025 t.o.v. 1990) onderzoekt de sector mogelijkheden om het elektriciteitsverbruik te verminderen en te verduurzamen, en als sector dezelfde verduurzamingslag te maken. De Gemeente Amsterdam zet sterk in op duurzame energie, waaronder wind- en zonne-energie, en heeft hier concrete doelstellingen aan gekoppeld. Door als IT sector het voortouw te nemen bij het ontwikkelen van een windpark:

- Toont de sector een serieuze invulling te geven aan haar duurzaamheidsdoelstellingen.
- Ondersteunt de Gemeente haar beleid om windenergie in de regio te plaatsen.
- Vergroot de sector hiermee haar eigen “licence to operate”.

Doelstelling:

Een bijdrage leveren aan de verduurzaming van Datacenters in de regio Amsterdam door de organisatorische, technologische en economische kansen te onderzoeken van energiebesparing en verduurzaming in de vorm van een concrete business case, waarbij het gebruik van windenergie centraal staat.

Hoofdvraag:

Op welke manieren is het organisatorisch, technologisch, economisch en politiek haalbaar om binnen drie tot vijf jaar een consortium van 4 datacenters in de regio Amsterdam te voorzien van 100% additioneel opgewekte energie?

De opbouw van het rapport is als volgt: Hoofdstuk 1 bevat de bedrijfsbeschrijving waarin zowel de opdrachtgever GreenIT als de Datacenters worden beschreven. In hoofdstuk 2 is het projectkader te lezen, welke bestaat uit het theoretisch kader en de probleembeschrijving. Het conceptueel ontwerp bestaande uit de doelstelling, hoofdvraag, deelvragen en de onderzoek verantwoording is te lezen in hoofdstuk 3. Het onderzoek begint in hoofdstuk 4 met een toelichting van de Trias Energetica en de toepassing op een Datacenter. In dit hoofdstuk vind de afbakening van het project plaats. In hoofdstuk 5 worden de routes voor de verduurzaming van de elektriciteitsvoorziening gegeven en wordt het project gefocust op eigen opwekking van duurzame energie. De analyse van de verschillende mogelijkheden om energie zelf op te wekken is te vinden in hoofdstuk 6. Hier worden bijvoorbeeld zonne-energie, windenergie, diepe geothermie en waterkracht vergeleken op een aantal criteria. De beste optie voor de Datacenters, windenergie op land, is toegelicht in hoofdstuk 7. De stakeholderanalyse is te vinden in hoofdstuk 8 en de verschillende participatievormen voor Datacenters in hoofdstuk 9. De analyse waarbij is onderzocht of directe levering van windenergie aan Datacenters technisch haalbaar is, is te lezen in hoofdstuk 10. In hoofdstuk 11 is de kosten & baten analyse specifiek gefocust op windenergie voor Datacenters te vinden. Hoofdstuk 12 bevat de conclusies die antwoord geven op de verschillende vlakken van de onderzoeksvraag en hoofdstuk 13 de bijpassende adviezen aan de Datacenters.

In verband met een maximum aantal pagina's van dit rapport is de complete onderbouwing van alle deelvragen te vinden in de bijlagen. Voor iedere fase van het onderzoek is een apart deelproduct gerealiseerd waarin alle bijbehorende deelvragen worden besproken. Zo is bijvoorbeeld de analyse van de Datacenters en het gehele onderzoek naar gelijkstroom alleen te vinden in de bijlagen.

1. Bedrijfsbeschrijving

Het afstudeerproject is uitgevoerd in opdracht voor consortium Green IT Amsterdam maar heeft betrekking op de Datacenters binnen deze regio. Beide worden hieronder toegelicht.

1.1 Stichting Consortium Green IT Regio Amsterdam

Gemeente Amsterdam heeft de ambitie in 2025 de emissie van CO₂ van de stad als geheel met 40% te hebben verminderd ten opzichte van 1990. In 2007 heeft het gemeentebestuur zijn klimaatprogramma Warming Up, gepubliceerd. Het onderwerp Green IT is in dat programma geïdentificeerd als één van de bouwstenen voor energiebesparing.

Om die reden heeft Amsterdam in 2008 het Green IT Initiatief genomen. Centraal staat, dat gebruik van ICT een bijdrage kan leveren aan CO₂ reductie, maar dat ook inzet van ICT in tal van sectoren tot energiebesparing kan leiden en daarmee tot vermindering van CO₂ emissies. ICT kan bijvoorbeeld een bijdrage leveren aan telewerken en daarmee de files verminderen. Ook kunnen informatiesystemen werkprocessen optimaliseren waardoor minder uitstoot ontstaat¹. ICT raakt veel bedrijven in Amsterdam waardoor resultaten alleen in samenwerking tussen een groot aantal partijen kunnen worden bereikt. Op uitnodiging van het Gemeente bestuur van Amsterdam hebben de ICT-sector, Gemeenten in de regio, kennisinstellingen en andere bedrijven gezamenlijk het Consortium Green IT Regio Amsterdam gevormd. Gezamenlijk is een programma van concrete activiteiten uitgewerkt. Op 8 juni 2010 is de Stichting Consortium Green IT Regio Amsterdam opgericht.

Doelstellingen van de samenwerking

1. Het realiseren van substantiële energiebesparingen van de ICT-sector zelf: "greening of IT"
2. Innovatieve inzet van ICT voor reductie van CO₂ uitstoot in de regio in tal van sectoren, waaronder de Datacenter markt: "greening by IT"
3. Het creëren van nieuwe zakelijke kansen voor de "green IT economy".

1.2 Datacenters binnen de Regio Amsterdam

Datacentrum is een generieke naam voor speciaal ingerichte gebouwen met concentraties van computers. Andere benamingen voor Datacenters zijn o.a. Rekencentrum en Automatisering centrum. Datacenters vormen de knooppunten van het zenuwstelsel van onze economie. Het overgrote deel van alle geautomatiseerde gegevensverwerkende systemen is immers gehuisvest in Datacenters. Zowel de overheid als grote ondernemingen zijn primair afhankelijk van deze gegevensverwerkende fabrieken. Nederland en daarbinnen met name de Amsterdamse regio is een knooppunt van ICT-bedrijven en het vestigingsklimaat wordt mede bepaald door de innovaties van een grote en groeiende ICT-sector. De gunstige elektriciteitsprijs voor grootverbruikers ten opzichte van het buitenland, de aanwezigheid van de Amsterdam Internet Exchange (AMS-IX), de op één na grootste internet hub ter wereld, het zeer betrouwbare elektriciteitsnet en een zeer goede breedband ICT infrastructuur zorgt voor een zeer goed vestigingsklimaat voor Datacenters en ICT gerelateerde bedrijvigheid in de regio Amsterdam.

Om een concrete business case op te leveren na een periode van 20 weken is er in samenspraak met GreenIT besloten om de afstudeeropdracht af te bakenen tot de vier grootste internationale datacenters binnen de regio Amsterdam (Telecity, Terremark, Interxion en Vancis/Surf). Dit houdt in dat er wordt gekeken wat de mogelijkheden zijn voor deze specifieke datacenters m.b.t. verduurzaming. De conclusies uit het onderzoek kunnen daarentegen wellicht ook worden toegepast op de andere DC's.

¹ IT Management Group (2012). *ICT en Duurzaamheid*. Geraadpleegd op 18 maart 2013, <http://www.itmg.nl/advies/ict-en-duurzaamheid/>

2. Project kader

Dit hoofdstuk zal het theoretisch kader toelichten waarbinnen de afstudeeropdracht zich bevindt. Tevens wordt het probleem van de opdrachtgever besproken en de aanleiding ten gevolge waarvan dit probleem is ontstaan.

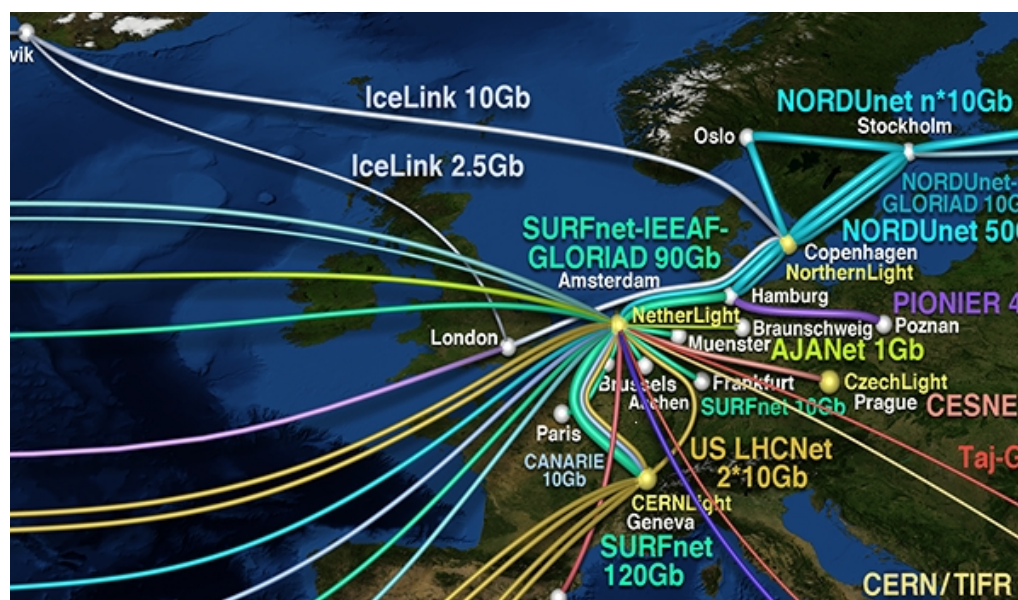
2.1 Theoretisch kader en Probleembeschrijving

Voor het theoretisch kader is o.a. gebruik gemaakt van een reeds eerder uitgevoerd onderzoek² vanuit Cleantech over de verduurzaming van Datacenters binnen de Regio Amsterdam. Om een helder beeld te krijgen van de vragen die spelen binnen het vergroenen van de Datacenter markt in Amsterdam zijn er in 2012 workshops, conferenties en symposia bezocht. Tevens zijn vertegenwoordigers van vijf belangrijke spelers uit de Datacenter markt geïnterviewd: Imtech, Boersema Intallatie Adviseurs, KPN, EvoSwitch en Deerns.

Het gebruik van ICT is de laatste jaren enorm gegroeid. De Amerikaanse Environmental Protection Agency (EPA) stelt dat, indien er geen technologische doorbraak in zowel ICT- als Datacentertechnologie wordt gerealiseerd, het energieverbruik door Datacenters elke vijf jaar zal verdubbelen². Volgens IT onderzoeksbureau Gartner vertegenwoordigde de ICT in 2007 twee procent van de globale CO₂-emissies. Net zoveel als de wereldwijde uitstoot van de luchtvaartsector.

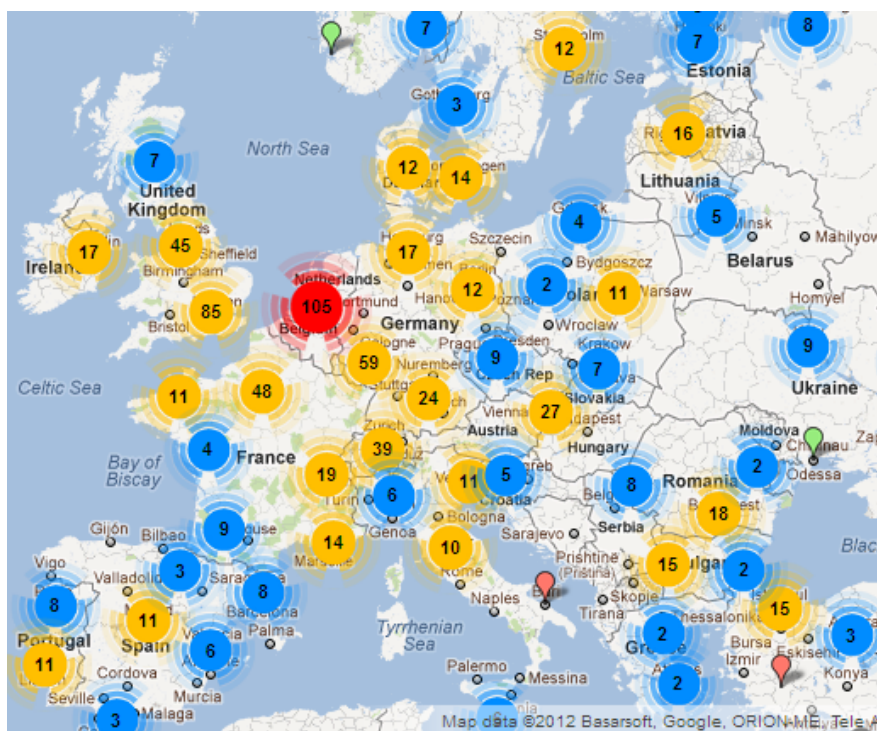
Amsterdam heeft met de Amsterdam Internet Exchange één van de grootste internetknooppunten ter wereld; 70 procent van het Europese internetverkeer gaat door Amsterdam (Zie afbeelding 1). Om al deze bits in goede banen te leiden zijn heeft Amsterdam meer dan 40 grote Datacenters en worden er nog steeds nieuwe gebouwd. In de Regio Amsterdam bevinden zich nog veel meer datacenters, dit is weergegeven in afbeelding 2. Deze Datacenters met elk ± 2.5 MW vermogen, vergelijkbaar met een kleine stad, leggen een steeds grotere druk op de elektriciteitsvoorziening van Amsterdam doordat ze **verantwoordelijk zijn voor naar schatting 10 procent het elektriciteitsverbruik**².

Afbeelding 1: Verbindingskaart Amsterdam InternetExchange



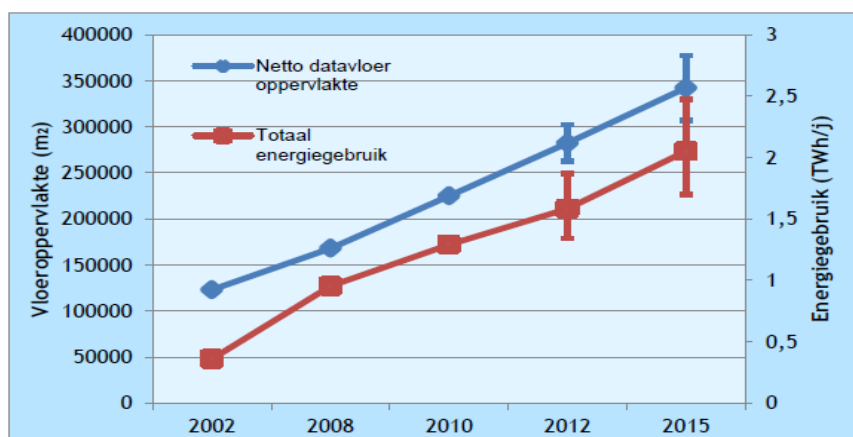
² Merkus, B. & Hoed, R. van den (2012). *GreenIT interviews gecombineerd V6*. Amsterdam

Afbeelding 2: Verbindingskaart Amsterdam InternetExchange



Het elektriciteitsgebruik van ICT in Nederland bedroeg in 2008 9,5 TWh/jaar. Dit is 7,7% van het totale elektriciteitsgebruik. Als gevolg van de hoge concentratie Datacenters zijn het gebruik alsmede de groei van het gebruik in de regio Amsterdam aanzienlijk hoger; naar schatting rond 10% van het totaal. Het elektriciteitsgebruik groeide sterk door toename van het gebruik in huishoudens, maar het gebruik in Datacenters groeide het snelst als gevolg van de toename van dataverkeer. Dit blijkt uit de gegevens van de Amsterdam Internet Exchange. In de periode 2006-2008 is het elektriciteitsgebruik van ICT in Nederland met 12% gestegen, dit is te zien in de onderstaande grafiek. Het gebruik in Datacenters is in dezelfde periode met 50% gestegen. Het netto vloeroppervlak van Datacenters in Nederland groeide van 40.000 m² tot 170.000 m², waarvan een groot deel in de regio Amsterdam terechtgekomen is.

Afbeelding 3: Energieverbruik en oppervlakte van de Datacenters in Nederland



Onder druk van gemeentelijke duurzaamheidsdoelstellingen (een reductie van CO₂-uitstoot met 40 procent in 2025 t.o.v. 1990) onderzoekt de sector mogelijkheden om het elektriciteitsverbruik te verminderen en te verduurzamen, en als sector dezelfde verduurzamingslag te maken.

De Gemeente Amsterdam zet sterk in op duurzame energie³, waaronder wind- en zonne-energie, en heeft hier concrete doelstellingen aan gekoppeld. Door als IT sector het voortouw te nemen bij het ontwikkelen van een windpark:

- Toont de sector een serieuze invulling te geven aan haar duurzaamheidsdoelstellingen.
- Ondersteunt de Gemeente haar beleid om windenergie in de regio te plaatsen.
- Vergroot de sector hiermee haar eigen “licence to operate”.

Daarnaast suggereren diverse recente initiatieven rond coöperaties die duurzame energie projecten opzetten dat hier ook een gezonde business case voor is (o.a. door vermindering van partijen in de supply chain). Zie onder andere de Windcentrale en het idee om een eigen Duurzaam Energiebedrijf op te zetten.

Het opzetten van een windmolenproject is echter complex, vereist goed inzicht in kosten en baten, organisatievorm, locatie voor de windmolen (eigen grond of niet), met welke partijen dit uit te voeren en organisatorische consequenties voor betrokken Datacenters.

Daarnaast moet technische haalbaarheid van de koppeling van windmolens aan datacenters onderzocht worden. Het afstemmen van elektriciteitsvraag van datacenters en het aanbod van windmolens vormt een grote technische uitdaging hierbij moet onder andere de inzet van Smart Grids en andere vormen van gedistribueerde energieopwekking onderzocht worden. Hierbij is van groot belang dat gekeken wordt naar de betrouwbaarheid van de energielevering aan de datacenters; zij moeten 24/7 hun klanten van rekenkracht voorzien.

Datacenters worden hierdoor energieleverende entiteiten. De consequenties van deze rol voor de Datacenters zelf, de netbeheerder en andere stakeholders dienen onderzocht te worden. Hierbij kan gekeken worden naar voorbeelden uit het verleden zoals in de jaren 90 met de kassen is gebeurd: “de kas als energiebron”.

Afbeelding 4: Datacenters en groene energie



Het gehele theoretische kader met informatie over de techniek, stroomverbruik, markt- en technologische ontwikkelingen is te vinden in bijlage 1: Analyse van de betreffende Datacenters.

³ Leguijt, C. (2010). Energiestrategie Amsterdam 2040: *Brug naar een duurzame energievoorziening*. Delft.

3. Conceptueel ontwerp

In dit hoofdstuk wordt beschreven wat het doel van deze stage is. Tevens wordt de hoofdvraag opgesplitst in deelvragen.

3.1 Projectdoelstelling

Een bijdrage leveren aan de verduurzaming van Datacenters in de regio Amsterdam door de organisatorische, technologische en economische kansen te onderzoeken van energiebesparing en verduurzaming in de vorm van een concrete business case, waarbij het gebruik van windenergie centraal staat.

3.2 Hoofdvraag

Op welke manieren is het organisatorisch, technologisch, economisch en politiek haalbaar om binnen drie tot vijf jaar een consortium van 4 datacenters in de regio Amsterdam te voorzien van 100% additioneel opgewekte energie?

3.3 Deelvragen

De deelvragen zijn onderverdeeld in categorieën die tevens de rode draad vormen in het onderzoek. Alleen de essentiële vragen die nodig zijn voor de beantwoording van de hoofdvraag zijn meegenomen in dit rapport. De resultaten uit de overige algemene onderzoeksvragen zijn terug te vinden in de bijlagen.

Analyse van de Datacenters:

- Wat is de functie en de werking van een Datacenter?
- Welke Datacenters participeren in dit project en wat zijn hun belangen/voorwaarden?
- Wat is de grootte van deze Datacenters (Aantal racks e.d.) en wat is het (totale) energieverbruik hiervan?
- Wat is de oorzaak van het hoge energieverbruik?
- Wat zijn de technologische en markt ontwikkelingen op het gebied van Datacenters?

Trias energetica:

- Welke vormen van duurzaamheid kunnen worden toegepast op een Datacenter uitgaande van het Trias Energetica concept?
- Op welk onderdeel van de Trias Energetica vind de afbakening plaats van het onderzoek?

Routes verduurzaming elektriciteitsvoorziening

- Welke routes zijn er voor het verkrijgen van duurzame energie?
- Welke optie is het meest rendabel voor de Datacenters en Gemeente Amsterdam?

Duurzame energieopwekking:

- Wat zijn de ontwikkelingen op het gebied van duurzame energie (algemeen) in de ICT sector?
- Welke vormen van energieopwekking zijn mogelijk om de energiebehoefte van de Datacenters op te vangen?
 - o Is windenergie inderdaad de beste optie?

Analyse wind op land:

- Wat zijn de ontwikkelingen op het gebied van windmolens en windenergie?
- Hoeveel windmolens zijn er nodig om de gehele energievraag van de datacenters (apart of gezamenlijk) op te vangen?
- Wat zijn de mogelijkheden op de beoogde locaties (eigen terrein en gemeentelijk terrein) rekening houdend met de eigendomssituatie (erfpacht) en standpunten vanuit de politiek?
- Wie zijn de betrokken stakeholders binnen de business case?

Participatie mogelijkheden:

- Welke participatiemodellen voor windenergie zijn er mogelijk voor Datacenters?
- Welke organisatie- en financieringsvormen voor het ontwikkelen van het windpark zijn haalbaar?
- Wat zijn de criteria voor de keuze van een bepaald participatiemodel?
- Wat zijn de voorwaarden van de Datacenters om te participeren?

Technische haalbaarheid:

- Wat zijn de technische mogelijkheden van directe levering en van levering via netwerkbedrijven voor een Datacenter?
 - o Welke technische aanpassingen dienen plaats te vinden voor directe levering?
 - o Zijn er consequenties voor omliggende bedrijven m.b.t. veiligheid?
- Wat zijn de mogelijkheden voor constante levering van elektriciteit met een direct gekoppelde windmolen gecombineerd met een koppeling aan het net?
- Wat zijn de mogelijkheden voor een infrastructuur op gelijkstroom?

Kosten & Baten:

- Wat is het kosten-baten model van een windpark voor Datacenters?
- Welke mogelijke scenario's zijn er te onderscheiden?
 - o Verwachte opbrengsten uit windpark, energieprijzen ontwikkeling (Datacenter)markt, onderhoudskosten, locaties, subsidies, etc.

3.4 Onderzoek verantwoording

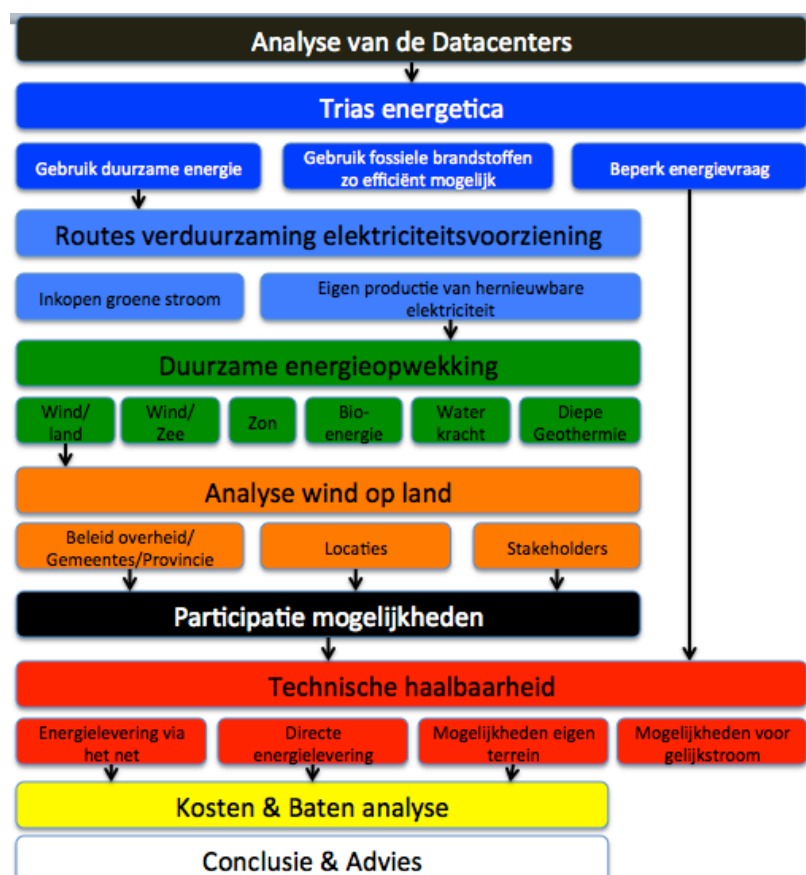
Dit rapport is het resultaat van verschillende onderzoeken, interviews en literatuurstudies. In de onderzoek verantwoording zullen de volgende onderwerpen worden toegelicht:

- Hoe is de opbouw van dit rapport tot stand gekomen?
- Op welke manier zijn de deelvragen onderzocht en waarom?
- Welke partijen zijn waar betrokken en waarom?
- Welke bronnen er zijn gebruikt?

De rode draad van het onderzoek en dit rapport is hieronder weergegeven in een figuur en komt overeen met de opbouw van de deelvragen. In iedere fase van het onderstaande schema worden de bijbehorende deelvragen beantwoord die gegeven zijn in paragraaf 3.3. De verantwoording van iedere fase is bij ieder hoofdstuk te lezen en tevens te vinden in bijlage 6: Onderzoek verantwoording.

Het onderzoek is breed gestart met een algemene analyse van de participerende Datacenters, deze is te vinden in bijlage 1. Vervolgens is het onderzoek afgebakend aan de hand van het Trias Energetica model tot 80% “Gebruik duurzame energie” en 20% “Beperk de energievraag”. Hierna zijn mogelijke duurzame energievormen onderzocht aan de hand van een aantal criteria en is er gekozen voor windenergie voor de Datacenters. Deze vorm van duurzame energieopwekking is vervolgens verder uitgewerkt en getoetst op haalbaarheid. Aspecten als locaties, stakeholders en beleid zijn hierbij meegenomen. Hierna is gekeken welke participatievormen voor windenergie mogelijk zijn en welke het beste aansluit op die van de Datacenters. Ook de technische haalbaarheid van directe levering van de windenergie aan het Datacenter is onderzocht. Het onderzoek is afgesloten met een kosten/baten analyse waaruit verschillende conclusies en adviezen zijn ontstaan.

Afbeelding 5: Onderzoek verantwoording



4. Trias energetica

Doordat er bij aanvang van de stage veel vraag was naar onderzoek m.b.t. energiebesparing en in het specifiek de mogelijkheden voor gelijkstroom terwijl de opdracht van oorsprong was gefocust op energieverduurzaming was het noodzaak om de opdracht af te bakenen. Vanuit de opleiding Technische Bedrijfskunde was ik bekend met de Trias Energetica en vond dit een mooie tool om de verschillende manieren van verduurzaming binnen een Datacenter af te bakenen.

4.1 Definitie

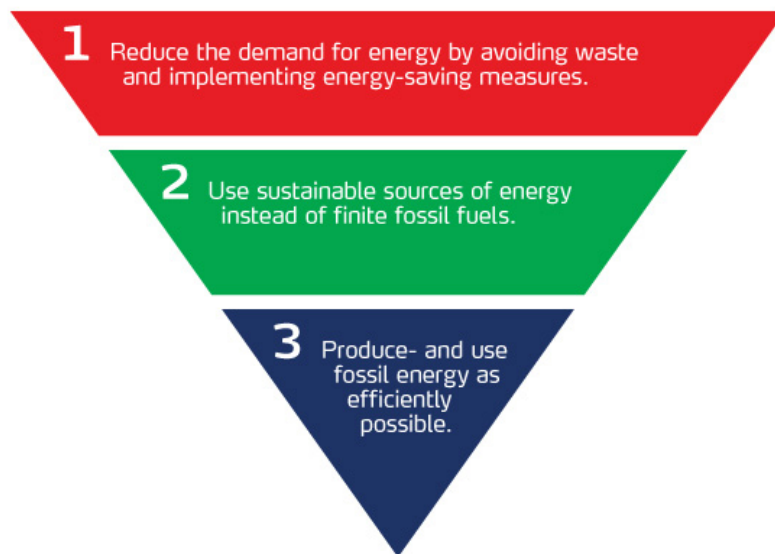
De Trias Energetica is een stappenplan naar een duurzamere energiehuishouding dat een aantal jaar geleden door Novem (de voorganger van AgentschapNL) in Nederland werd geïntroduceerd. Volgens de Trias Energetica dient het energievraagstuk in drie stappen benaderd te worden:

1. Beperk de energievraag, gebruik zo min mogelijk energie.
2. Gebruik zoveel mogelijk duurzame energie.
3. Gebruik fossiele brandstoffen zo efficiënt mogelijk.

Wanneer deze drie stappen worden genomen, wordt de energietransitie naar een duurzame energiehuishouding werkelijk in gang gezet. De Trias Energetica wordt vaak in de bouw, maar ook in andere sectoren toegepast.⁴

Afbeelding 6: Trias Energetica

The Trias Energetica concept:
the most sustainable energy is saved energy.



⁴ Stegink, W. (2012). Energietransitie. Geraadpleegd in oktober 2012, <http://www.clubgreen.nl/vraag/Trias-Energetica.html>

4.2 Toepassing op een Datacenter

Er zijn vele manieren om een Datacenter te verduurzamen, deze verschillende onderdelen zijn hieronder visueel weergegeven⁵ en worden toegelicht in bijlage 2: Duurzame energieopwekking.

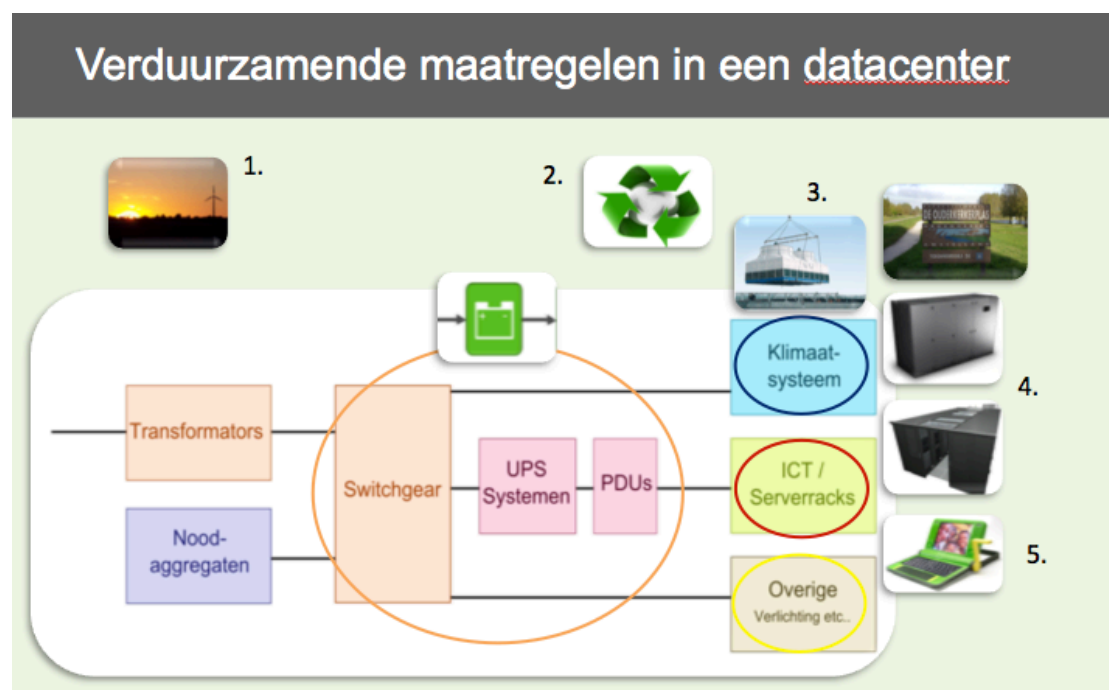
1. **Opwekken van duurzame energie (Stap 2 in de Trias Energetica)**
2. Hergebruik van restwarme
3. Duurzaam koelen
4. Efficiënte klimaatbeheersing
5. **Efficiënte ICT en infrastructuur (Stap 1 in de Trias Energetica)**

Het rapport is als volgt afgebakend a.d.h.v. de Trias Energetica:

- 20% - “Beperk de energievraag door gebruik te maken van efficiënte ICT en infrastructuur”.
- 80% - “Gebruik zoveel mogelijk duurzame energie”.

Er is gekozen voor deze percentages omdat de opdracht van oorsprong was gefocust op het verduurzamen van de energie. Het beperken van de energievraag wordt in dit rapport gezien als extra toevoeging.

Afbeelding 7: Duurzaamheid alternatieven binnen een Datacenter



⁵ Slijpheer, N. EnergoGo. *Tussenresultaat duurzaamheidsonderzoek*. Presentatie 18-10-12.

5. Routes voor verduurzaming van de elektriciteitsvoorziening

Er zijn verschillende routes te onderscheiden voor het verkrijgen van duurzame energie. Zo kunnen de Datacenters zelf energie opwekken door een zelf gebouwde installatie of ze kunnen simpelweg groene energie inkopen bij een energieleverancier (GvO of milieukeur). Voor het inzetten van hernieuwbare elektriciteit (HE) bestaan in de markt vier verschillende routes, variërend van weinig tot veel effect op de CO2-reductie⁶:

1. ‘Groene stroom’. Aankoop van HE op basis van GvO’s (garanties van oorsprong).
2. Aankoop van HE met Milieukeur (wind en zon).
3. (Gedeeltelijke) eigen opwekking van HE bij het bedrijf (soms met ‘SDE+’-subsidie).
4. Compensatie van CO2-emissies, of aankoop van CO2-emissierechten.

De beschrijvingen van deze vier routes zijn te lezen in bijlage 2: Duurzame energie opwekking. De deelvragen “Welke routes zijn er voor het verkrijgen van duurzame energie?” en “Welke is het meest rendabel voor de Datacenters en Gemeente Amsterdam?” worden hier beantwoord. Het grootste gedeelte van de informatie voor dit onderzoek is verkregen uit het rapport “Vergroenen Datacenters” van onderzoeksbureau CE Delft.

5.1 Conclusie

Er is onderzoek gedaan voor vier Datacenters. Ieder Datacenter heeft andere wensen als het gaat om het verkrijgen van duurzame energie. Een aantal Datacenters gaven aan niet de tijd en het geld te hebben om zelf een energiebedrijf op te richten en zelf energie op te wekken⁷. Andere Datacenters gaven aan hier wel interesse in te hebben.

Naast de voorkeuren van de Datacenters moet er ook rekening worden gehouden met de standpunten en duurzaamheidsdoelstellingen van Gemeente Amsterdam en GreenIT, welke zijn toegelicht in het theoretisch kader. Simpelweg groene energie inkopen vanuit het buitenland zal niet bijdragen aan deze duurzaamheidsdoelstellingen. Er zal dus moeten worden onderzocht welke optie aansluit op de wensen van alle partijen.

Hieronder zijn kwalitatief de effecten van diverse opties voor inzet van HE naast elkaar gezet. Hieruit blijkt eigen opwekking de meeste voordelen heeft en dus de basis zal zijn voor het verdere onderzoek naar de mogelijkheden voor Datacenters. Het is tevens de enige manier om de duurzaamheid doelstellingen van Nederland (en Amsterdam) in 2020 te behalen. Doordat de Datacenters ook interesse hebben getoond in het inkopen van duurzame energie zal de optie met keurmerk ook worden meegenomen in het onderzoek omdat deze stimulans is voor de totale duurzame energie productie in Nederland.

Afbeelding 8: Opties voor verduurzaming

Opties voor verduurzaming van de elektriciteitsvoorziening	 garanties	 keurmerk	 eigen opwekking	 compensatie
Blijvend effect, los van subsidieregeling	✗	✗	✓	✓
Stimulans voor duurzame energie in elektriciteitsproductie na 2020	✗	✗	✓	✗
Stimulans voor wind en zon in totale duurzame energie-productie	✗	✓	✓	✗
Imago in de markt: koploper in MVO	😞	😊	😞	😊
Bewustwording samenleving	–	👍	👍👍	👍
Additionele kosten elektriciteitsgebruik	0,1 €ct	0,9 €ct	4 - 15 €ct	0,5 - 1 €ct

⁶ Afman, M. & Wienders, L. & Buck, A. De. (2012). *Vergroenen Datacenters*. CE Delft

⁷ Notulen, 25-09-12, Bijeenkomst Datacenters.

6. Vergelijking van de duurzame elektriciteit opties

Windenergie op land is momenteel één van de meest rendabele vormen van duurzame elektriciteitsopwekking⁸. De voorkeur van de opdrachtgever GreenIT lag bij aanvang van het project ook bij windenergie. Vanuit de opleiding Technische Bedrijfskunde is geleerd om verder te kijken en niet altijd uit te gaan van de oorspronkelijke opdracht. Om deze reden zijn er meerdere vormen van duurzame elektriciteitsopties en de ontwikkelingen hiervan getoetst op een aantal criteria die van belang zijn bij de haalbaarheid van het onderzoek. De beoordelingen van criteria zoals “De voorkeur van de Datacenters en Gemeente Amsterdam” zijn gevormd uit gesprekken met deze partijen. Andere criteria zoals “Voldoende capaciteit om in de energiebehoefte te voorzien” en “Voorkeur politiek” zijn onderzocht d.m.v. literatuuronderzoek. De uitgebreide analyse is samen met de bronnen te vinden in bijlage 2: Duurzame energieopwekking.

De duurzame energievormen wind op zee en wind op land zijn eerst globaal onderzocht aan de hand van de literatuurbron “De Windvisie” van Gemeente Amsterdam uit 2012 en vervolgens verder uitgewerkt in de volgende fase. De financiële analyse van de duurzame elektriciteit opties is gebaseerd op een onderzoek van het ECN welke is verkregen vanuit de contactpersoon bij de Gemeente.

6.1 Kwalitatieve vergelijking

Voor dit onderzoek zijn alle positieve en negatieve punten van verschillende soorten elektriciteitsopties vergeleken en samengevoegd in een tabel. De complete analyse is te vinden in bijlage 2: Duurzame energieopwekking.

Wind-op-zee:

Deelnemen in een windpark op zee is een mogelijkheid maar de ontwikkelrisico's bij wind-op-zee zijn vooralsnog hoog, de doorlooptijden lang en de slagingskansen relatief laag. De minister van Economische zaken, Landbouw & Innovatie (E, L & I) heeft daarom rondom Prinsjesdag 2011 aangegeven voorlopig vooral in te willen zetten op wind op land. Tevens werd oktober 2012 bekend gemaakt dat de Nederlandse doelstellingen voor windenergie op zee in 2020 onhaalbaar zijn wegens tekort aan materiaal⁹.

Fotovoltaïsche cellen (Zonne-energie):

Dit is een vrij autonome ontwikkeling, steeds meer kleinverbruikers schaffen zelf zonnepanelen aan. De terugverdientijden zijn op dit moment voor veel partijen nog niet aantrekkelijk genoeg. Op middellange termijn is de verwachting dat zonnepanelen commercieel wel interessant worden, maar ze zijn niet voldoende om alleen de klimaatdoelstelling te behalen. Bij de berekeningen met zonne-energie en het bepalen van de haalbaarheid heeft een samenwerking plaats gevonden met dhr. M. de Jong van de Stroomplantage¹⁰. Dhr. De Jong is lid van het consortium GreenIT Amsterdam en bood zijn hulp aan tijdens een ledenbijeenkomst.

Bio-energie:

Amsterdam heeft met de Afvalenergiecentrale ruime mogelijkheden voor en behaalt hiermee betere rendementen dan mogelijk is met wind op land. Echter, de capaciteit van deze centrale kan niet meer verder worden verhoogd waardoor deze vorm van energieopwekking dus niet realiseerbaar is in de Regio Amsterdam. Windmolens zullen daarom de verdere groei van de elektriciteitsopwekking moeten realiseren.

⁸ Gemeente Amsterdam. (2012). *De windvisie*. Pagina 11.

⁹ Kleijne, I. (2012). *NL-Doelstelling onhaalbaar wegens materiaaltekort*. Geraadpleegd in oktober 2012, <http://www.energeia.nl/preview.php?Preview=1738>

¹⁰ Dhr. M. De Jong, oprichter de Stroomplantage. <http://www.destroomplantage.nl>

Diepe Geothermie:

Uit een berekening blijkt dat er in het beste geval (geen warmteproductie) 17 putten van 5,5km diep nodig zijn om te voldoen aan de energiebehoefte van de betreffende Datacenters. 1 put zal ongeveer 6% van de totale energiebehoefte opwekken. Deze berekening en de bronnen zijn te vinden in bijlage 2: Duurzame energieopwekking.

Mocht er wel warmteproductie plaatsvinden dan hebben de Datacenters hier niet veel aan, omdat zij juist gekoeld moeten worden. Tevens is de temperatuur op deze diepte in de regio Amsterdam niet hoog genoeg voor de opwekking van elektriciteit¹¹. De Datacenters zullen de putten dus elders moeten realiseren. Op dit moment wordt er in Nederland nog niet geboord op deze diepte, het gaat hier dus om een inschatting in de toekomst waardoor diepe geothermie niet haalbaar is voor 2015.

Waterkracht:

Hoewel Nederland een waterland is, speelt energieproductie met waterkracht hier (nog) geen grote rol. Waterkracht is een duurzame vorm van energie, al zijn veel vissoorten er minder blij mee. Nederland heeft vier middelgrote waterkrachtcentrales: in Alphen/Lith, Linne, Maurik en Hagestein. Uit een berekening blijkt dat de huidige waterkrachtcentrales gezamenlijk +- 25% van de energiebehoefte van de datacenters opwekken. Omdat Nederland een vlak land is zal waterkracht nooit een grote rol kunnen spelen in de elektriciteit voorziening in ons land¹².

Wind op land:

Wind op land blijft de komende jaren 1 van de goedkoopste manieren om hernieuwbare energie te produceren¹³. Met windenergie kan volgens het adviesorgaan van het ministerie van Economische Zaken, Landbouw & Innovatie, AgentschapNL, met de huidige stand van de techniek veel goedkoper elektriciteit worden opgewekt dan met zonne-energie. Windmolens kunnen op prijs al concurreren met grijze stroom, mits zij gebruik maken van de Rijks stimulering duurzame energieproductie (SDE)¹⁴. Tevens is er voldoende ruimte in de Gemeente Amsterdam voor de realisatie van windmolens.

Uit onderstaande tabel blijkt dat windenergie op dit moment inderdaad één van de meest rendabele vormen is van duurzame elektriciteitsopwekking voor de Datacenters binnen de Regio Amsterdam. Zonne-energie scoort ook hoog maar heeft als grootste minpunt dat er maar ongeveer 0,6% van de totale benodigde hoeveelheid energie kan worden opgewekt met zonnepanelen op de daken van de 4 Datacenters (15 panden). Datacenters kunnen dus onmogelijk worden voorzien van 100% eigen opgewekte zonne-energie. De complete analyse en alle berekeningen van de 6 de getoetste duurzame energievormen is te vinden in bijlage 2: Duurzame energieopwekking.

¹¹ Wit, J.P. de. (2008). *Nederland is een topland voor geothermie*. Geraadpleegd in november 2012, http://www.jpde Wit.nl/warmtebedrijf_aardwarmte_delft.htm

¹² Klunne, W. (1996). *Waterkracht in Nederland*. Geraadpleegd in november 2012, <http://www.microhydropower.net/nl/artikel.php>

¹³ Rijksoverheid. (2012). *Wind op land*. Geraadpleegd in november 2012, <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/windenergie/windenergie-op-land>

¹⁴ Gemeente Amsterdam. (2012). *De windvisie*. Pagina 5.

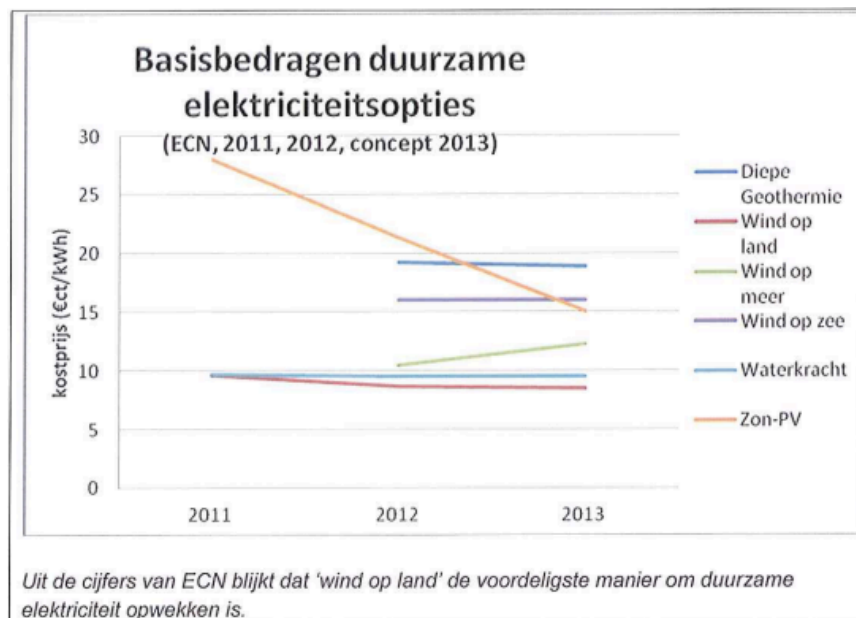
Afbeelding 9: Vergelijking van de opties

Mogelijkheden duurzame energieopwekking voor de datacenters in Regio Amsterdam						
	Wind op land	Zonne-energie	Wind op zee	Diepe Geothermie	Waterkracht	Bio-Energie
Voorkeur Gemeente Amsterdam	+	+	-	-	-	-
Voorkeur politiek Nederland	+	+	+-	+	-	+-
Voorkeur Datacenters	+	+	+	-	-	-
Realiseerbaar voor 2015?	+	+	+-	-	-	-
Realiseerbaar in de Regio?	+	+	-	+-	-	-
Voldoende capaciteit om de energiebehoefte van de Datacenters te voorzien?	+	-	+	-	-	-
Blijvend effect, los van subsidieregeling	+	+	+	+	-	-
Continue stroomvoorziening	-	-	-	+	+	-
Eigen opwekking	+	+	+	+	-	-
Totaal score:	90%	75%	55%	50%	10%	6%

6.2 Financiële vergelijking

Er zijn weinig technieken beschikbaar die goedkoper duurzame elektriciteit opwekken dan windmolens op land¹⁵. Windmolens op zee zijn bijna twee keer duurder dan wind op land. Biomassa moet nu al uit het buitenland gehaald worden voor de opwekking van duurzame energie, tevens zijn er niet genoeg waterkrachtcentrales in Nederland en is de bodem van de Regio Amsterdam niet warm genoeg voor diepe geothermie. De kostprijs van Zonne-energie daalt snel maar de opbrengsten zijn niet voldoende voor Datacenters. In de onderstaande afbeelding zijn de basisbedragen weergegeven van de verschillende duurzame elektriciteitsopties.

Afbeelding 10: Basisbedragen duurzame elektriciteitsopties



Omdat windenergie op land zowel de hoogste score heeft in de kwalitatieve als in de financiële analyse is deze vorm van elektriciteitsopwekking verder uitgewerkt tot een business case voor Datacenters.

¹⁵ Poelgeest, M. van (1 november 2012). Brief naar Provinciale staten, *Zienswijze wind op land*. Gemeente Amsterdam.

7. Wind op land

Omdat windenergie op land de beste score kreeg uit het zowel de kwalitatieve analyse als de financiële vergelijking is deze vorm van duurzame energieopwekking verder onderzocht. De volgende onderwerpen zijn meegenomen in het onderzoek om te bepalen in hoeverre de realisatie van windmolens binnen Amsterdam en Nederland haalbaar is voor de specifieke Datacenters:

- Beleid in de politiek
- Beleid van de Provincie Noord-Holland
- Beleid van de Gemeente Amsterdam
- Ontwikkelingen op het gebied van windenergie in Nederland
- Berekeningen voor aantal benodigde windmolens
- Beoordeling mogelijke locaties binnen Gemeente Amsterdam
 - Sciencepark (Hier bevinden zich 2 Datacenter)
 - Havengebied (Hier bevindt zich 1 Datacenter)
 - Eigen terrein Datacenters
- Beoordeling mogelijke locaties Wieringermeer
- Beoordeling mogelijke locaties IJsselmeer Regio

De resultaten van deze verschillende onderzoeken geven antwoord op de deelvragen uit deze fase. Informatie over de windvisie van Amsterdam, mogelijke locaties binnen de Gemeente, grondkosten en de opinies van de Gemeente en de Provincie is tot stand gekomen na wekelijks overleg met dhr. T. Stam¹⁶ en is te vinden in bijlage 2: Duurzame energie opwekking. Doordat Amsterdam, net als de rest van Noord-Holland, op dit moment geen windmolens mag plaatsen i.v.m. een verbod vanuit de Provincie¹⁷ zijn er ook andere locaties onderzocht. De enige locatie waar nog molens mogen worden geplaatst in Noord-Holland is het Wieringermeer¹⁸. Voor de informatie over het Wieringermeer is er contact geweest met het projectteam Wieringermeer¹⁹. De verschillende onderzoeken zijn te lezen in bijlage 2. Locaties buiten Noord-Holland zijn afgebakend tot het noorden van Nederland i.v.m. beperkte tijd voor het project.

Hieronder zullen in het kort de conclusies uit de onderzoeken worden toegelicht:

- Zowel het Rijk als de Gemeente Amsterdam heeft een positief beleid op het gebied van plaatsing van windmolens op land.
- Provincie Noord-Holland heeft een negatief beleid waardoor het op dit moment niet mogelijk is om windmolens te plaatsen binnen Gemeente Amsterdam.
- De meest rendabele molen op dit moment heeft een vermogen van 3MW en zal de aankomende jaren het meest worden geplaatst in Nederland
- Een gemiddeld Datacenter heeft ongeveer 3 van deze windmolens nodig om de gehele eigen energiebehoefte te voorzien van eigen opgewekte windenergie
- Het havengebied en het Sciencepark zijn zeer kansrijke gebieden voor de plaatsing van windmolens binnen Amsterdam. Uit het onderzoek blijkt dat de Datacenters Telecity en Vancis grote potentie hebben voor eigen opwekking windenergie. Alle 6 gebouwen bevinden zich in kansrijke gebieden voor windmolens.
- Als de Datacenters windmolens willen plaatsen in het Wieringermeer moeten zij samenwerken met Nuon Vattenfall, ECN of Windcollectief.

¹⁶ Dhr. T. Stam, Programma leider Klimaat & Energie. Gemeente Amsterdam

¹⁷ Telegraaf. (17 december 2012). Staten Noord-Holland: Geen nieuwe windmolens.

http://www.telegraaf.nl/binnenland/21164165/Geen_nieuwe_windmolens_in_N-H_.html

¹⁸ Rijksoverheid. (2012). Green Deal Facts. *Green Deal windplan Wieringermeer*. Pagina 79.

¹⁹ Email. Projectteam Windplan Wieringermeer. 17-01-13

8. Stakeholders en stappenplan windproject

Voor de haalbaarheid van dit project is het van belang om te weten welke partijen participeren en in hoeverre zij invloed kunnen uitoefenen op de gemaakte keuzes. Hiervoor is een stakeholderanalyse gerealiseerd. Sommige partijen zijn bij het hele proces betrokken, andere hebben een kleinere inbreng. De precieze rol van elke partij in de ontwikkeling van windenergie en windparken is per partij beschreven in bijlage 3: Stakeholderanalyse en participatiemodellen. Welke acties elke partij kan of moet ondernemen bij de ontwikkeling van een windpark is hier ook te vinden.

De stakeholders bij een windproject zijn:

- Het Rijk
- De Gemeente
- De projectontwikkelaar
- De Provincie
- De initiatiefnemers (Datacenters)
- Grondeigenaren
- Omwonenden
- Investeerders
- Fabrikanten
- Netbeheerders
- Energieleveranciers
- Exploitanten

Het realiseren van een windpark kost veel tijd en vergt een groot aantal activiteiten van verschillende partijen. In het proces van de ontwikkeling van een windpark zijn conform de fasering bij gebiedsontwikkeling de volgende fasen te onderscheiden²⁰:

- Voorverkenning (Quick scan)
- Verkenning (Haalbaarheidsfase)
- Plan fase
- Realisatie
- Exploitatie en beheer

Deze fasen worden uitgebreid beschreven in bijlage 3. De context en tijdsduur van iedere fase is in de onderstaande afbeelding weergegeven. De conclusie hieruit is dat het mogelijk is om binnen 3 tot 5 jaar een windpark te realiseren voor de Datacenters.

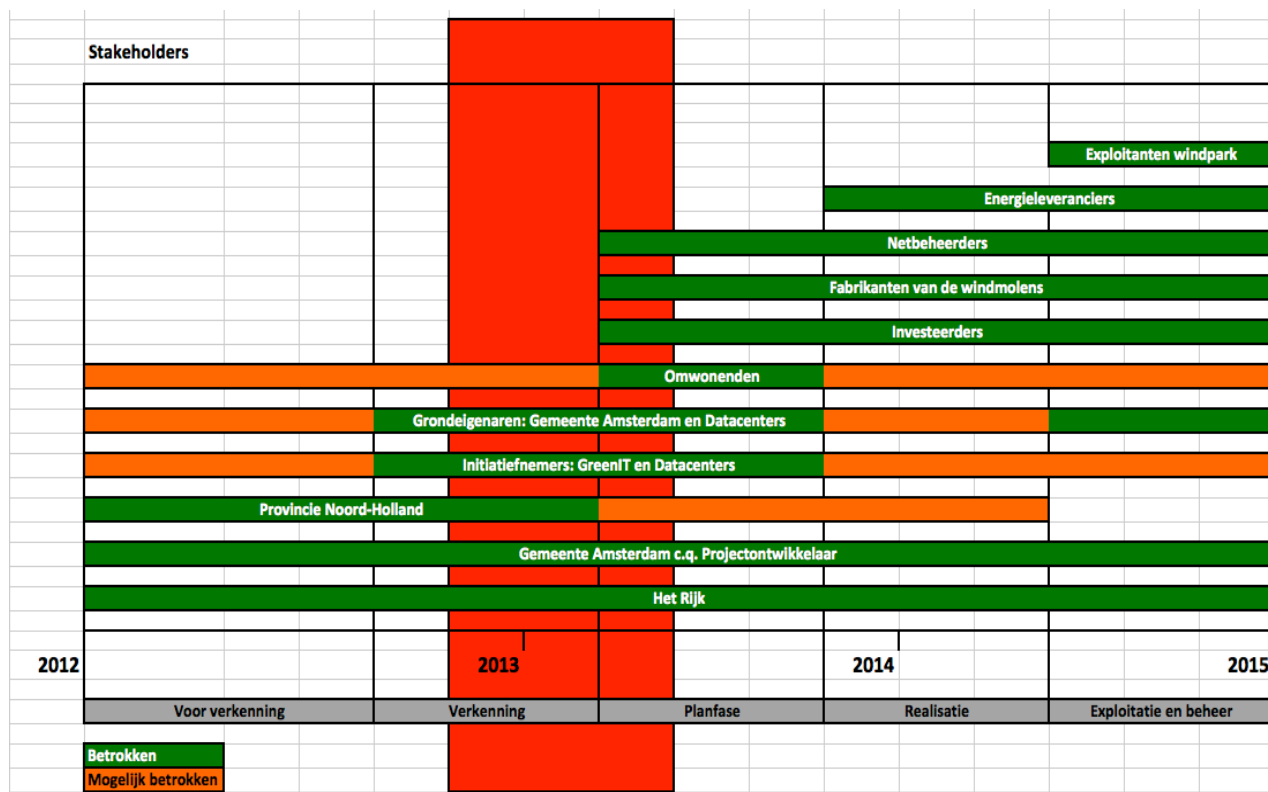
Afbeelding 11: Stappenplan windproject

Fase	Wat?	Duur
Voorverkenning	Vorstudie	2 maanden
	Grondverwerving	2 tot 5 maanden
	Overleg overheden en betrokkenen	Parallel
Verkenning	Opmaak vergunningaanvraag	2 maanden
	Openbaar onderzoek	1 maand
	Adviezen	2 maanden
	Beslissing + Uitschrijven vergunning	1 maand
	Beroepstermijn	3 maanden
Plan fase	Financiering, bestelling turbines, etc.	3 maanden
	Levertijd turbine(s)	12 tot 16 maanden
Realisatie	Bouw	6 maanden
Totaal duur:		24 tot 31 maanden

²⁰ Rijksoverheid (2012). Stappenplan windproject. Geraadpleegd in december 2012, <http://www.windenergie.nl/onderwerpen/ruimtelijke-ontwikkeling/stappenplan-windproject>

Door het stappenplan en de stakeholders te combineren is een overzicht ontstaan waarin duidelijk wordt in welke fase iedere stakeholder betrokken is. Sommige spelers vervullen verschillende rollen. De rode balk geeft de periode aan waarin de spelers zich momenteel bevinden volgens de windvisie Amsterdam.

Afbeelding 12: Stakeholders en stappenplan



De volgende conclusies kunnen worden getrokken uit het bovenstaande overzicht:

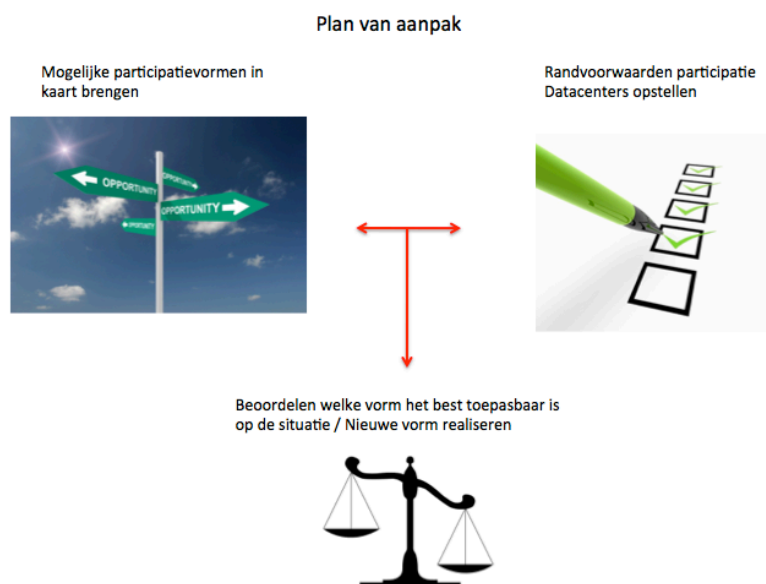
- Het is mogelijk om binnen 3 tot 5 jaar een windpark te realiseren voor de Datacenters.
- De voorverkenning is reeds uitgevoerd door Gemeente Amsterdam.
- Als de Datacenter windmolens willen realiseren binnen Gemeente Amsterdam starten zij in de “verkenning fase”.
- In deze fase moet worden gekeken of er vergunningen kunnen worden verkregen voor windmolens op eigen terrein. Is dit niet mogelijk moeten er grondeigenaren van andere locaties worden benaderd.
- Omwonende kunnen worden betrokken in deze fase maar dit hoeft niet perse. Dit hangt er vanaf in hoeverre de Datacenters omwonende willen betrekken bij de besluitvorming.
- In de volgende fase, de plan-fase, moeten de omwonende wel worden ingelicht over de plannen.
- In deze fase moeten ook de fabrikanten, netbeheerders en wellicht andere investeerders worden betrokken. De Gemeente Amsterdam zal de gehele fase betrokken zijn wanneer de windmolens in deze Gemeente worden geplaatst.
- De energieleveranciers die stroom moeten leveren wanneer de molen dit niet doet kunnen tijdens de realisatie fase worden betrokken en blijven gedurende de hele levensduur van de windmolens betrokken, net als de netbeheerders.
- Wanneer de Datacenters er niet voor kiezen om de windmolens zelf te exploiteren moeten er in de laatste fase exploitanten worden gezocht.

9. (Financiële) Participatiemogelijkheden Datacenters

Windenergie op land is een relatief goedkope vorm van opwekking van duurzame energie. Windenergieprojecten zijn echter complex en kapitaalintensief. Bovendien is de prijs van een windmolen nog net te hoog voor een private investeerder om geheel op eigen risico een molen neer te zetten. Het geloof dat windmolens in de toekomst meer opleveren, in combinatie met hun duurzame karakter, maakt dat steeds meer bedrijven hier geld in willen steken. In dat geval doen ook private investeerders graag mee. Voor het bepalen van de organisatorische haalbaarheid van de business case zijn de mogelijkheden voor Datacenters onderzocht.

Bij deze business case zijn er Datacenters die een windmolen willen neerzetten of willen meedoen aan het initiatief van een ander, zoals een energiemaatschappij of een grote investeerder. Om te bepalen welke vorm van participatie het beste toepasbaar is op deze business case is er een plan opgesteld in samenspraak met de afdeling Klimaat en Energie van Gemeente Amsterdam²¹. Deze is gegeven in afbeelding 13 en wordt hieronder toegelicht:

Afbeelding 13: Plan van aanpak Participatievormen



Er zijn verschillende potentiële verdienmodellen voor windenergie te vinden op internet. Voor deze case is gebruik gemaakt van informatie vanuit het AgentschapNL²² en ingenieursbureau Gemeente Amsterdam²³. In deze documenten worden participatievormen beschreven voor Gemeentes, particulieren en bedrijven. In bijlage 3 zijn drie mogelijkheden voor bedrijven, in dit geval Datacenters beschreven.

- Datacenters ontwikkelen/exploiteren zelfstandig een windpark
 - Inclusief de verschillende rechtsvormen: Coöperatie, vereniging, stichting en Bv/Nv
- Datacenters investeren in een bestaand project (Fonds)
- Datacenters maken gebruik van een Energy Service Company (ESCO)

²¹ Notulen (21-11-12). Gesprek met dhr. T. Stam, Programma leider Klimaat & Energie. Gemeente Amsterdam.

²² AgentschapNL (2011). *Handreiking participatie modellen wind op land*.

²³ Groot, C.M.F. (2011). *Participatie bij windenergie*. Amsterdam: Ingenieursbureau.

De keuze voor een model hangt af van de waardering van een reeks criteria. Zo brengt het ene model meer risico met zich mee dan het andere. Ook de mate van zeggenschap, financiële instaphoogte, rendement, binding met de omgeving, betrokkenheid bij het park, mogelijkheden van toe- en uittreding en de mate van transparantie spelen een rol. Deze criteria worden beschreven in bijlage 3.

Hieronder is een schema te zien waarbij de bovenstaande criteria worden beoordeeld per beschreven participatiemodel. De beoordeling is deels gevormd door het Ingenieursbureau van Gemeente Amsterdam en deels uit aannames. De score van ieder model is van belang om te bepalen welk model het beste aansluit bij de wensen van het Datacenter.

Afbeelding 14: Beoordeling participatievormen

Score:				
0 = scoort slecht				
3 = scoort goed				
	Criteria	Zelf ontwikkelen/ exploiteren	Investeren (Fonds)	Gebruik maken van EScO
1	Risico	1	2	2
2	Rendement	3	2	2
3	Zeggenschap	3	1	1
4	Binding met de omgeving	3	2	1
5	Betrokkenheid bij het park	3	2	1
6	Instaphoogte (financieel)	2	2	2
7	Mogelijkheid toe- en uittreding	1	2	3
8	Transparantie	3	2	2
9	Imago in de markt	3	2	2
10	Vaste energieprijis	3	3	0
	Totaal:	25	20	16

Om de voorwaarden van de Datacenters in kaart te brengen is er gevraagd of zij scores wilden toekennen aan de verschillende criteria. Vancis en Interxion hebben hieraan meegewerkt. De scores van Telecity en Terremark zijn gevormd op basis van informatie uit eerdere vergaderingen en deels uit aannames. De toelichtingen van de scores zijn te vinden in bijlage 3 en in het interview verslag²⁴. De resultaten zijn hieronder te zien.

Afbeelding 15: Voorwaarden Datacenters voor participatie

Score:					
0 = scoort slecht					
3 = scoort goed					
		Sciencepark Amsterdam			
		Vancis	Telecity	Terremark	Interxion
1	Risico	2	1	1	1
2	Rendement	2	2	2	2
3	Zeggenschap	3	1	1	1
4	Binding met de omgeving	3	1	1	1
5	Betrokkenheid bij het park	3	0	1	0
6	Instaphoogte (financieel)	2	2	2	1
7	Mogelijkheid toe- en uittreding	2	3	3	3
8	Transparantie	3	3	3	3
9	Imago in de markt	3	3	3	3
10	Vaste energieprijis	3	3	3	3
	Totaal:	26	19	20	18

Uit deze tabel blijkt dat waarschijnlijk Vancis de enige partij is die wellicht voldoende interesse heeft in het opzetten van een eigen energiebedrijf en dit misschien wel de corebusiness van het Datacenter wil maken. Dit aangezien haar score (26) het dichtst bij dit model in de buurt ligt (25). De overige Datacenters hebben wellicht alleen interesse in het investeren in een dergelijk project, zonder al te veel risico, zeggenschap en betrokkenheid. Naast Vancis kan ook worden gezocht naar een ander Datacenter met de kennis en mankracht om een eigen energiebedrijf op te zetten. Hieruit ontstaat een gecombineerd model: Een eigen energiebedrijf voor en door Datacenters waarin financieel geparticipeerd kan worden.

²⁴ Notulen, 25-09-12, Bijeenkomst Datacenters.

10. Technische haalbaarheid

Het één na laatste aspect uit de hoofdvraag is de technische haalbaarheid van de business case. Alle deelvragen uit deze fase zullen hier worden beantwoord. Het onderzoek is afgebakend op de volgende onderwerpen:

- Huidige stroomvoorziening van de elektriciteitscentrale tot aan de transformator van het Datacenter
- Huidige stroomvoorziening van de transformator bij het Datacenter tot aan de serverracks
- Toekomstige stroomvoorziening van de windmolen naar het Datacenter
 - o Windmolen op eigen terrein
 - o Windmolen elders in Nederland
- Toekomstige infrastructuur binnen het Datacenter op basis van gelijkstroom: HVDC
- Salderen en energieopslag

10.1 Huidige elektriciteitsvoorziening en transportverliezen

Eén van de kernonderwerpen bij dit rapport, vanuit de Trias Energetica, is energiebesparing. Om deze reden is onderzoek gedaan naar huidige transportverliezen van elektriciteit vanaf de elektriciteitscentrale tot aan de transformator van het Datacenter op dit moment. Deze huidige situatie is geformuleerd aan de hand van informatie vanuit de Datacenters zelf²⁵. De transportverliezen zijn bepaald aan de hand van normen vanuit de literatuur²⁶. De uitkomsten zijn vergeleken met transportverliezen van windmolens elders in Nederland en windmolens op eigen terrein en zijn te vinden in bijlage 4: Technische haalbaarheid.

De conclusie hieruit is dat er bij dit proces 10 tot 12% van de opgewekte energie verloren gaat²⁷. Dit vindt plaats bij elke stap van ophogen of afdalen in voltage, wat neer komt op ongeveer 1,5% bij elke transformatie. Dit dient de eindgebruiker, in dit geval het Datacenter, zelf te betalen in de vorm van transportkosten. De enige manier om deze transportverliezen en transportkosten te voorkomen is om de windmolen (of andere vorm van duurzame energie) direct aan de transformator van het Datacenter te koppelen. Deze analyse is te vinden in bijlage 4: Technische haalbaarheid en de uitkomsten zijn te lezen in dit rapport.

Naast de verliezen buiten het Datacenter is ook onderzoek gedaan naar de elektriciteit verliezen binnen het Datacenter. De huidige infrastructuur is in kaart gebracht aan de hand van gegevens vanuit de Datacenters zelf. De verliezen zijn verkregen uit literatuur²⁸. De uitkomsten uit dit onderzoek zijn te vinden in bijlage 4 en bevestigden de interesses van de Datacenters naar een infrastructuur op gelijkstroom en zijn de aanloop naar antwoord op de deelvraag: “Wat zijn de mogelijkheden voor een infrastructuur op gelijkstroom?”.

Samengevat levert het net wisselspanning aan de Datacenters terwijl de UPS systemen gelijkspanning verlangen, hier vind dus een conversie plaats. Vervolgens wordt de stroom teruggezet naar wisselspanning voor de PSU en wederom omgezet naar gelijkspanning voor de servers. Nadeel van dit hele AC-DC-AC proces is dat het relatief duur is en dat er door de conversies ongeveer 20 tot 30% van de verkregen 400V verloren gaat aan warmte en de energie die nodig is om de airco deze warmte te laten verwerken²⁹. Het onderzoek naar de mogelijkheden voor gelijkstroom (HVDC) en de uitkomsten zijn te lezen in bijlage 4.

²⁵ Email. Dhr. R. van Gompel, Service Delivery Manager, Interxion, 21-12-12.

²⁶ Verbruggen, T. (2010). *Netverlies*. Geraadpleegd in december 2012, <http://www.trosradar.nl/uitzending/archief/detail/aflevering/15-11-2010/netverlies/>

²⁷ Simon, P. (2009). *The Next Wave of Technologies: Opportunities from Chaos*. John Wiley & Sons, New Jersey. (p. 363-364).

²⁸ Slijpbeer, N. (2008). Energiebesparing in Datahotels, meer met minder. Pagina 29.

²⁹ Ishikari Data Center. Sukara Internet Inc. (2011). Geraadpleegd in december 2012, http://ishikari.sakura.ad.jp/index_eng.html

10.2 Mogelijkheden toekomstige elektriciteitsvoorziening

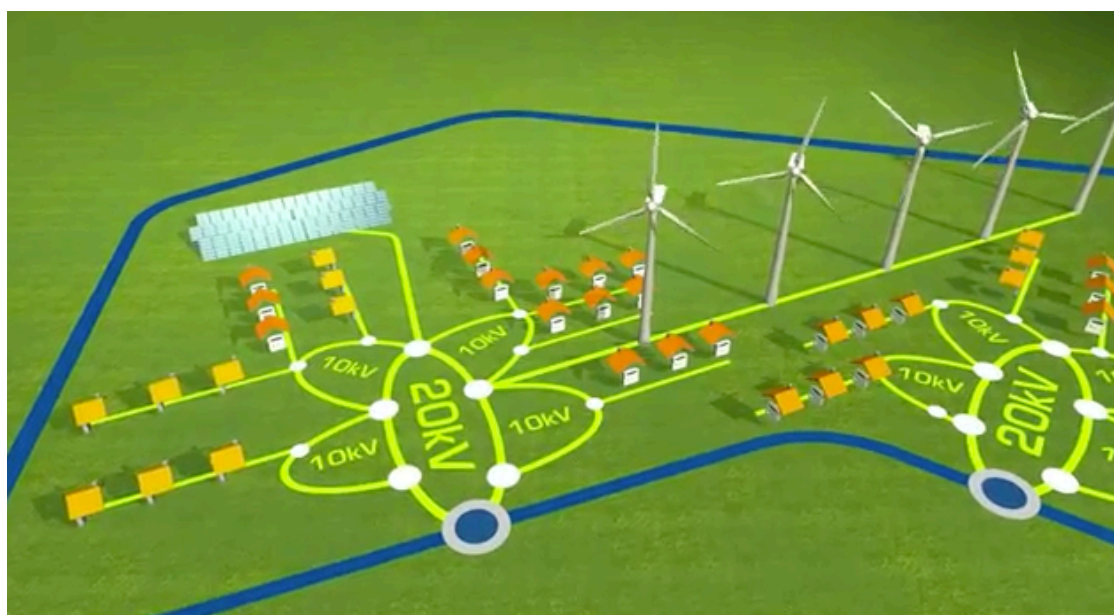
Nu de huidige problemen van energieverliezen in kaart zijn gebracht is er onderzoek gedaan door te analyseren wat de mogelijkheden zijn voor windmolens en een efficiëntere infrastructuur binnen het Datacenter.

10.2.1 Energielevering van windmolens via het net

De Datacenters gaven aan interesse te hebben in elektriciteitslevering via het net. De reden hiervoor is omdat een aantal van hen zich bij Schiphol bevinden en geen molens op eigen terrein mogen realiseren. De technische haalbaarheid hiervan is minder ingewikkeld omdat de molens simpelweg kunnen worden geplaatst op locaties die hiervoor beschikbaar zijn. De energie wordt geleverd via het bestaande elektriciteitsnet, zie onderstaande afbeelding. Uit literatuur vanuit het AgentschapNL³⁰ en Liander³¹ blijkt dat het technisch mogelijk is om windmolens van 3MW te koppelen aan het net van Liander in Nederland. Echter is er bij deze manier van energielevering nog wel sprake van transportverliezen en transportkosten. Ook moet er bij levering via het net energiebelasting en grondkosten voor de molen worden betaald. In bijlage 4 is de volgende informatie te vinden:

- Hoe deze molens worden gekoppeld aan het net;
- Wat de voorwaarden zijn van netbeheerders;
- Informatie over energiebelasting
- Informatie over zelflevering

Afbeelding 16: Levering via het net van Liander



³⁰ AgentschapNL. (2011). *Elektriciteitsnet*. Geraadpleegd in december 2012, <http://www.windenergie.nl/onderwerpen/techniek/elektriciteitsnet>

³¹ *Onderweg naar het slimme net van Liander*. (2012). <http://www.youtube.com/watch?v=WEN8ENFhfbo>

10.2.2 Directe levering van windenergie

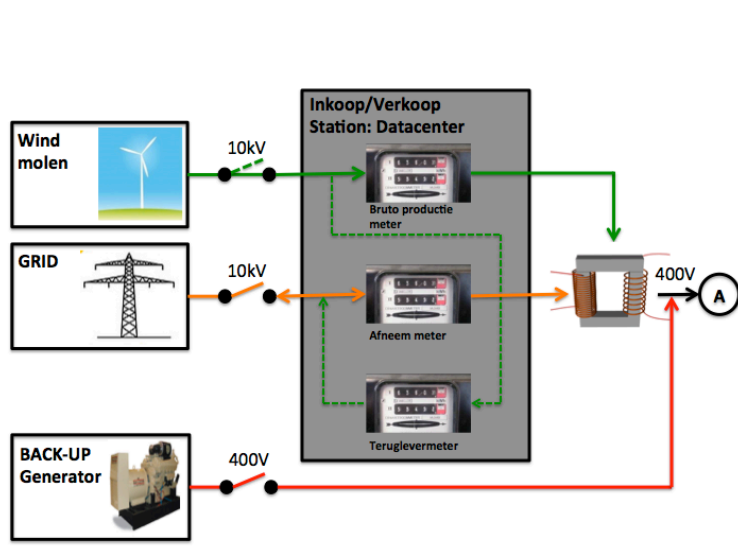
Windturbines zijn vooral bekend van het platteland. Ze zijn gebouwd op plekken waar voldoende ruimte is; in agrarisch gebied en langs grootschalige infrastructuur. Maar ook op bedrijventerreinen verrijzen ze steeds vaker³². Een windmolen mag niet zomaar worden geplaatst. Allereerst moet zowel de Gemeente als de Provincie toestemming geven. Hiervoor wordt een Milieu Effect Rapportage (Plan MER) opgesteld. Effecten op het milieu waaronder in ieder geval wordt verstaan nader onderzoek naar geluidhinder, externe veiligheid, flora en fauna, slagschaduw, radar, water, bodem en kwetsbare gebieden worden hierbij voor de betreffende locatie onderzocht³³. De aspecten veiligheid, geluid, schaduw en ecologie worden beschreven in bijlage 4: Technische haalbaarheid.

Uit het onderzoek beschreven in hoofdstuk 7 blijkt dat deze variabelen zijn onderzocht voor Gemeente Amsterdam en dat o.a. het havengebied en het Sciencepark zeer kansrijke gebieden zijn voor de plaatsing van windmolens binnen Amsterdam. Uit eigen onderzoek blijkt ook dat de Datacenters Telecity en Vancis grote potentie hebben voor eigen opwekking windenergie. Alle zes gebouwen bevinden zich in kansrijke gebieden voor windmolens.

Nu het zeker is dat er een windmolen geplaatst mag worden is de volgende stap om te onderzoeken of de molen geplaatst kan worden. De enige manier om geen netaansluiting, energiebelasting en transportkosten te hoeven betalen is als de molen direct wordt aangesloten op het Datacenter³⁴. Dit is geconformeerd door dhr. B. Schulte van Ecofys. Ecofys is een adviesbureau gespecialiseerd in windenergie. Via dhr. T. Stam van Gemeente Amsterdam is er contact gezocht met Ecofys omdat zij eerder onderzoek hadden gedaan voor de Gemeente.

Om de haalbaarheid van directe levering te bepalen is ook contact gezocht met dhr. F. de Rijke van Liander. Deze contactpersoon is verkregen vanuit GreenIT en is expert op het gebied van windmolens en het elektriciteitsnet van Nederland. Er is nagedacht over mogelijke manieren om de windmolen aan te sluiten op het Datacenter waarbij de aansluiting op het net aanwezig blijft samen met die van de noodgenerator om ten alle tijden stroomvoorziening te garanderen. Het resultaat is te zien in onderstaande afbeelding.

Afbeelding 17: Stroomschema van de molen naar het Datacenter



³² AgentschapNL. (2012). *Windenergie op bedrijfstreinen*. Geraadpleegd in december 2012, http://www.windenergie.nl/sites/windenergie.nl/files/documents/factsheet_windenergie_op_bedrijventerreinen_2012.pdf

³³ Gemeente Amsterdam. (2012). *De windvisie*. Pagina 38.

³⁴ Email, 16-12-12. Dhr. B. Schulte, Managing Consultant. Adviesbureau Ecofys.

Wanneer de molen de energie direct aan het Datacenter zal leveren kunnen er een aantal stappen uit het omzettingsproces (AC/DC en HS/MS/LS) worden weggelaten waardoor transportverliezen worden beperkt. De molen zal direct worden gekoppeld aan het interne particuliere E-net van het Datacenter met opwekking en afname van windmolens. Tevens zal er een koppeling met het net aanwezig zijn voor (terug)levering. Hieronder wordt een korte toelichting gegeven van het model. Dit model is haalbaar volgens dhr. F. de Rijke van Liander³⁵ en zou in de praktijk kunnen worden toegepast met een slimme meter van Liander.

1. De windmolen wordt geplaatst op het eigen terrein van het Datacenter.
2. Op dit terrein is ook een noodgenerator aanwezig en een koppeling aan het net voor de (terug)levering van netspanning wanneer dit nodig is.
3. De opgewekte stroom uit de molen wordt eerst bovenin de molen omgezet in gelijkstroom (zogenaamde rectificatie)³⁶.
4. Deze gelijkstroom wordt vervolgens in de molen omgezet in wisselstroom op een laag spanningsniveau, maar dan met een vooraf bekende frequentie. Bij een molen van 3MW is dit ongeveer 650V³⁷.
5. Een transformator in deze molen converteert de energie tot een midden spanningsniveau van 10kV compatibel met het elektriciteitsnet*.
6. De kabel uit de molen wordt vervolgens, net als de 10kV kabel vanuit de Grid³⁸, aangesloten op de bestaande transformator van het Datacenter.
7. In deze transformator wordt de spanning omlaag getransformeerd naar 400V ten behoeve van het Datacenter.

Als de belasting van het Datacenter groter is dan de opbrengst van de molen vloeit er aanvullend stroom vanuit het net naar het Datacenter. Is de opbrengst van de molen groter dan de belasting van het Datacenter dan vloeit er stroom naar het net. Beiden worden door de meetinrichting van Liander gemeten.

De conclusie is dat het direct leveren van elektriciteit uit een windmolen aan het Datacenter technisch haalbaar is. Interxion heeft aangegeven dat zij, net als andere Datacenters, een eigen transformator op het terrein hebben en de elektriciteit direct uit het net halen voor eigen gebruik. Deze midden spanning uit het net is hetzelfde voltage als die uit de windmolen, dit betekend dat deze transformator geschikt moet zijn voor een koppeling met de molen. Op deze manier wordt dus een netaansluiting (en de bijbehorende kosten) bespaard. Hoeveel deze besparingen zijn is te lezen in de Kosten & Baten analyse.

*De reden waarom er niet gekozen is om direct de 650V te leveren aan het Datacenter, inclusief berekeningen, is te lezen in bijlage 4: Technische haalbaarheid.

³⁵ Email. Dhr. F. de Rijke, Asset manager Liander, 03-01-13.

³⁶ Domhof, A. *Windmolens Hagenwind*. Geraadpleegd in december 2012, <http://members.chello.nl/~ahj.domhof/Windmolen/Windmolens%203.htm>

³⁷ AgentschapNL. (2011). *Werking*. Geraadpleegd in december 2012, <http://www.windenergie.nl/onderwerpen/techniek/werking>

³⁸ Email. Dhr. R. van Gompel, Service Delivery Manager, Interxion, 21-12-12.

11. Kosten & Baten analyse

De laatste fase voor het beantwoorden van de hoofdvraag is de kosten & baten analyse. Voorafgaand werd duidelijk dat windmolens de beste optie zijn, dat het technisch haalbaar is om een molen direct te koppelen aan het Datacenter, welke organisatievorm het meest rendabel is en wat de standpunten van de politiek en Gemeente Amsterdam zijn.

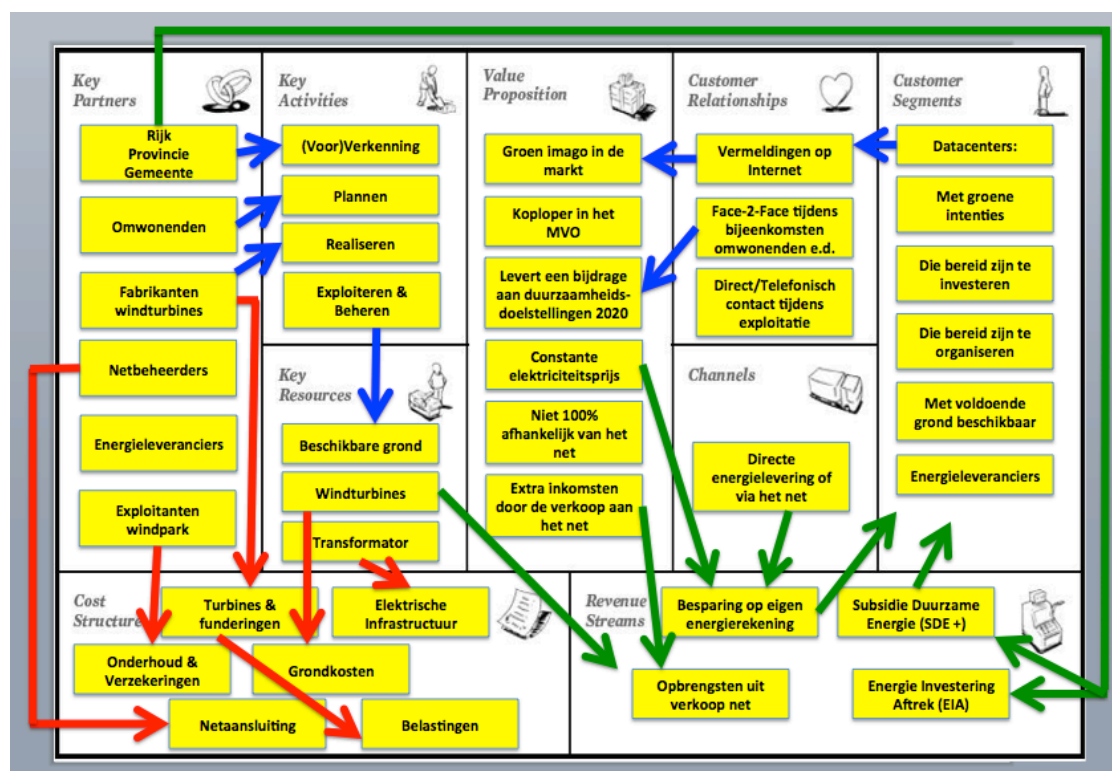
Voor de kosten & baten analyse is een Excel model gerealiseerd waarin de opbrengsten van een “klein” windpark naast de kosten ervan worden gezet om te kijken in hoeverre er winst te behalen is voor de Datacenters. Hierbij zijn verschillende scenario's meegenomen waaronder energieprijswontwikkelingen, verschillende locaties, onderhoudskosten, subsidies, directe levering en levering via het net, etc. Tevens is er een Business model canvas gerealiseerd, is de ROI bepaald en is er een NPV en Sensitivity analyse uitgevoerd. Het Excel model is te vinden in bijlage 5.1: Kosten/Baten Analyse.

In verband met een maximum aantal pagina's van dit rapport is de complete onderbouwing van alle uitgangspunten is te vinden in bijlage 5: Kosten & Baten analyse. In dit hoofdstuk zullen alleen de belangrijkste uitgangspunten en bronnen kort worden toegelicht.

11.1 Business model canvas: “Windenergie voor Datacenters”

De canvas is het resultaat van alle onderzoeken bij elkaar en geeft de 9 aspecten van het business model weer. De Key partners zijn samengesteld uit de stakeholderanalyse. De Key Activities zijn overgenomen uit de analyse naar windenergie. Customer Segments representeren de Datacenters die participeren in het project. De Value Proposition geeft de voordelen aan van windenergie en zijn deels conclusies uit de kosten/baten analyse. De overige aspecten zijn conclusies uit de kosten/baten analyse en worden deels in dit hoofdstuk en deels in bijlage 5: Kosten/Baten analyse toegelicht.

Afbeelding 18: Business Model Canvas: Windenergie voor Datacenters



11.2 Aannames en rekennormen

Voorafgaande aan de kosten/baten analyse is grondig onderzoek gedaan naar gegevens over kostenposten en opbrengsten voor de Datacenters. Alle uitgangspunten van de analyse, inclusief bronnen worden in deze paragraaf toegelicht en zijn tevens te vinden en te wijzigen in het Excel bestand in de tabblad "Aannames en rekennormen". In afbeelding 30 is een weergave van het tabblad te zien. De oranje vakjes zijn gemodelleerd met alle andere tabbladen, welke weer invloed hebben op de resultatenrekening en kunnen naar wens worden gewijzigd. Tevens kunnen de subsidies aan en uit worden gezet.

Voorbeeld: Wanneer het eigen vermogen in dit tabblad wordt aangepast van 20% naar 40% wordt dit automatisch doorerekend via het tabblad "Financieringskosten", naar de resultaten per jaar en alle andere gekoppelde tabbladen, zoals "Variabelen in de tijd" en "Return on Investment" etc.

Afbeelding 19: Voorbeeld tabblad "Aannames en rekennormen"

	A	B	C	D
1	Aannames en rekennormen			
2				
3	<i>De oranje cellen zijn naar wens in de vullen</i>			
4	<i>De bronnen staan vermeld achter iedere cel</i>			
5	<i>Verschillende variabelen kunnen hier aan en uit worden gezet</i>			
6				
7	Subsidie SDE + 2013	Ja		
8				
9	Energie Investering Afrek (EIA 2013)	Ja		
10				
11	Meenemen in resultatenrekening: Overige elektriciteitskosten bij een tekort vanuit de windmolens	Ja		
12				
13	Windturbine(s)			Bronnen:
14				
15	Algemeen: Vestas V90-3.0 MW Turbine			DP 6, Bron 8
16	Benodigde windturbines (3MW)	4		
17	Vermogen per molen (kW):	3000		DP 1, Bron 6
18	Ashoogte (m):	80		DP 1, Bron 6
19	Tiphoogte (m):	125		DP 1, Bron 6
20				

11.2.1 De windmolen

De gekozen windmolen(s) en de onderbouwing is hieronder te lezen.

De windmolen(s): Windturbine: Vestas V90-3.0 MW Turbine³⁹

Er is gekozen voor windturbines van 3000 kW (3MW) per stuk. De reden van deze keuze is dat uit eerder onderzoek is gebleken dat dit de meest rendabele windmolen van dit moment is (Zie bijlage 3: Duurzame energieopwekking).

Tevens kiest Amsterdam voor dit type molen voor de toekomstplannen vanuit de windvisie⁴⁰. Het vermogen en type molen is van belang om de opbrengsten en kosten te bepalen van de molens(s).

³⁹ Vestas Wind Systems. (2012). *Productbrochure*.

http://www.winvast.nl/documenten/ProductbrochureV90_3_0_UK.pdf

⁴⁰ Gemeente Amsterdam. (2012). *De windvisie*. Pagina 13.

Opbrengsten van de windmolen(s):

Aangezien dit project in opdracht is voor GreenIT Amsterdam en tevens plaatsvindt in deze regio is er gekozen voor Amsterdam als uitgangspunt voor de windmolen. Deze reden waarom dit van belang is heeft te maken met het aantal vollasturen⁴¹. In Amsterdam staat een andere windsnelheid op 100 meter hoogte dan bijvoorbeeld in Den Helder.

- De windsnelheid hangt weer samen met het geschatte aantal vollasturen, welke in de regio Amsterdam ongeveer 2200 uur bedraagt⁴². De windkaart van Nederland is te vinden in bijlage 5.
- De opbrengst is dan (2200*3000): 6.600.000 kWh gemiddeld per jaar per windmolen.

11.2.2 Het Datacenter

Dit project heeft als doel om de mogelijkheden te onderzoeken voor de vergroening van Datacenters. Om deze doelstelling concreter te maken is er 1 (gemiddeld) Datacenter als uitgangspunt genomen. De reden hiervoor is dat de Datacenters op deze manier individueel kunnen beslissen of de business case haalbaar is voor hen of niet. De onderbouwing van dit Datacenter is hieronder te lezen.

Vermogen, verbruik en aantal benodigde windmolens

Er is gevraagd aan de participerende Datacenters wat hun vermogen is. Vancis gaf aan dat zij op dit moment 1 Datacenter in Amsterdam heeft en deze heeft een vermogen van 1.8MW⁴³. Interxion gaf aan Datacenters te hebben variërend van 1 tot 3MW⁴⁴. Er is daarom gekozen voor een Datacenter van 2MW (2000kW) in 2015.

Het energieverbruik van een Datacenter is significant; Een vermogen van 2MW betekent continu een vermogen van 2000 kW. Per uur is dat dus 2000 kWh, per jaar is het dan (2000x24x365 kWh⁴⁵) = 17.520.000 kWh. Dit zou betekenen dat de Datacenters bij aanvang van het project in 2015 (17.520.000/6.600.000) 2,65 = 3 windmolens nodig hebben. Echter, is er rekening gehouden met de groei van het Datacenter. Vancis verwacht een groei van 5% per jaar. Uit de Excel berekening blijkt dat dit Datacenter na 4 jaar een extra windmolen nodig heeft. Er is uitgegaan dat het Datacenter om deze reden direct 4 molens aanschaft.

Huidige energiekosten

De energiekosten verschillen bij ieder Datacenter in verband met de grootte, het verbruik, prijsafspraken met de energieleveranciers e.d. Deze kosten worden dan ook niet vrij gegeven voor dit onderzoek⁴⁶. Desondanks zijn deze kosten van zeer groot belang voor het bepalen van de haalbaarheid van deze business case, aangezien de opbrengsten bij eigen gebruik grotendeels afhankelijk zijn van de besparing op de energierekening van het Datacenter.

Om toch inzicht te krijgen in deze kosten zijn eerst de kosten van een kleinverbruiker in kaart gebracht. Op dit moment (Prijspeil 2013) betaalt een kleinverbruiker in Nederland +- 22 eurocent per kWh⁴⁷. Deze prijs wordt in afbeelding 20 opgesplitst in kosten voor de daadwerkelijke elektriciteit, energiebelasting en btw.

⁴¹ Zeeuwind. (2012). Windenergie de techniek. Geraadpleegd in januari 2013, <http://www.zeeuwind.nl/wind-energie/windenergie-de-techniek>

⁴² AgentschapNL (2012). *Windexploitatie model AgentschapNL*.

⁴³ Email. Dhr. G. van Westrienen, Project manager, Vancis. 23-10-12.

⁴⁴ Email. Dhr. R. van Gompel, Service Delivery Manager, Interxion, 22-10-12

⁴⁵ Osseyran, A. (2011). Efficiëntere Datacenters. Geraadpleegd in Januari 2013, <http://dacdguy.blogspot.nl/2011/04/efficientere-datacenters.html>

⁴⁶ Email. Dhr. R. van Gompel, Service Delivery Manager, Interxion, 11-01-13.

⁴⁷ Milieucentraal. *Energieprijzen*. Geraadpleegd in januari 2013, <http://www.milieucentraal.nl/themas/energie-besparen/energieprijzen>

Afbeelding 20: Energiekosten kleinverbruiker

Huidige energiekosten: Prijspeil 2012/2013	2013
<i>Energiekosten (Per kWh): Kleinverbruikers</i>	
Elektriciteit	€ 0,07
Btw (21%)	€ 0,04
Energiebelasting	€ 0,11
Totaal (Per kWh):	€ 0,22

Aangezien een gemiddeld Datacenter +- 5000x meer elektriciteit verbruikt dan een gemiddeld huishouden kan er worden aangenomen dat zij een aanzienlijke korting krijgen bij de energieleverancier. Volgens het CBS is elektriciteit in het eerste kwartaal van 2012 voor huishoudens 6 procent duurder geworden, zakelijke grootverbruikers zijn juist minder gaan betalen. Huishoudens betalen voor elektriciteit een tweemaal hogere prijs dan zakelijke grootverbruikers⁴⁸. Dit zou betekenen 3,5 eurocent in plaats van 7 eurocent per kWh.

Naast de prijs voor elektriciteit betalen grootverbruikers ook minder voor de energiebelasting en dit alles hangt ook weer samen met een lage prijs voor de BTW (21% van de elektriciteitsprijs + energiebelasting). Grootverbruikers zoals Datacenters betalen maar liefst 233x minder energiebelasting over de elektriciteit dan een normaal huishouden⁴⁹.

Afbeelding 21: Energiebelasting (Bron: Rijksoverheid)

Elektriciteit per kWh	2013	in 2012, exclusief btw
0 t/m 10.000	€ 0,1165	€ 0,1140
10.001 t/m 50.000	€ 0,0424	€ 0,0415
50.001 t/m 10 mln	€ 0,0113	€ 0,0111
boven 10 mln niet-zakelijk	€ 0,0010	€ 0,0010
boven 10 mln zakelijk	€ 0,0005	€ 0,0005

Al deze gegevens zijn vervolgens samengevoegd tot een nieuwe complete prijs voor grootverbruikers zoals Datacenters. Dit is dus een aanname gebaseerd op bronnen zoals het CBS, de rijksoverheid en de belastingdienst en is hieronder te zien. Er wordt uitgegaan van een totaalprijs van 4,3 eurocent per kWh voor een Datacenter.

Afbeelding 22: Uitgangspunt elektriciteitsprijs Datacenter

<i>Elektriciteitskosten (Per kWh): Grootverbruikers</i>	50%
Elektriciteit	€ 0,035
Btw (21%)	€ 0,007
Energiebelasting	€ 0,0005
Totaal (Per kWh):	€ 0,043

Deze prijs is gehanteerd om de besparing op de elektriciteitsrekening te bepalen bij de business case. Mocht deze prijs in de werkelijkheid hoger liggen, zullen de opbrengsten ook groter zijn en visa versa. De besparing op de energierekening is dan in het eerste jaar: Verbruik Datacenter * 4,3 eurocent = 17.520.000 kWh * € 0,043/kWh = € 753.360,-.

De opbrengsten van de teveel opgewekte energie worden toegelicht in paragraaf 14.2.4.

⁴⁸ CBS. (2012). *Grootverbruikers energie betalen het minst*. Geraadpleegd in januari 2013, <http://www.gaslicht.com/nieuws/grootverbruikers-energie-betalen-het-minst.aspx>

⁴⁹ Rijksoverheid. (2013). *Wat zijn de tarieven van de energiebelasting?*. Geraadpleegd in januari 2013, <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/milieubelastingen/vraag-en-antwoord/wat-zijn-de-tarieven-van-de-energiebelasting.html>

11.2.3 Kosten

In deze paragraaf zullen alle uitgangspunten van de kosten kort worden toegelicht. De complete toelichting van 20 pagina's inclusief screenshots uit Excel is te vinden in bijlage 5: Kosten/Baten analyse.

Kosten: Turbines, funderingen, infrastructuur, ontwikkelingskosten⁵⁰

Deze kosten bedragen eenmalig gemiddeld € 1.430,-/kW. Dit zijn één van de belangrijkste kostenposten van een windpark en komen neer op ongeveer 70% van de totale kosten⁵¹. Voor 4 windmolens in 2015 (3000 kW * 4 = 12000 kW) is een investering gehanteerd van: $12000 \text{ kW} * € 1.430,-/\text{kW} = €17.160.000,-$.

Voor de financiering wordt bij deze business case uitgegaan van 80% vreemd vermogen en 20% eigen vermogen van de Datacenters. Dit is een aanname en zou betekenen dat de Datacenters beschikken over $(0,2 * €17.160.000,-) = €3.432.000,-$ eigen vermogen. Voor rente van financiering wordt rekening gehouden met 5%, dit is inclusief rentekorting voor groenfinanciering.

Kosten: Onderhoud en verzekeringen

Turbines hebben onderhoud nodig gedurende de gehele levensduur van de turbines. Jaarlijks onderhoud vindt plaats aan met name bewegende delen. Voor het in bedrijf hebben van windturbines worden diverse verzekeringen afgesloten. Verzekeringen dekken herstelkosten, aansprakelijkheid, maar ook productieverlies bij schade. Er wordt bij dit project uitgegaan van € 0,011/kWh voor onderhoud en verzekering.

Voor 3 windmolens zou dit betekenen: $4 * 6.600.000 \text{ kWh} = 26.400.000 \text{ kWh} * € 0,011/\text{kWh} = €290.400,-$ per jaar.

Kosten: Grondkosten

Indien een turbine niet op eigen grond is geplaatst zal een pachtovereenkomst van kracht zijn waarbij de grondeigenaar jaarlijks een vergoeding krijgt voor de aanwezigheid van de turbine op zijn grond. In deze rapportage worden drie scenario's besproken voor de grondkosten.

- Grondeigendom particulier: € 42.000,-/jaar/molen aan pacht.
- Grondeigendom Rijk/Gemeente: € 45.000,-/jaar/molen aan pacht⁵².
- Eigen terrein van de Datacenters: Vrij van kosten.

Kosten: Belastingen

Onroerend zaakbelasting (OZB): Alles met een fundering in de grond is onroerend goed en moet OZB betalen, dus ook de windmolen⁵³. Voor de OZB geldt gemiddeld in Nederland een percentage van 0,0936% van de waarde van het object. Als waarde is hier uitgegaan van de investeringskosten. Deze belasting is dus voor de Datacenters: 0,0936% van €17.160.000,- (Totale aflossing + eigen vermogen, zie Excel) = €16.062,- per jaar.

⁵⁰ Klooster, M. ten, & Bilt, S. van de. (2009). *Kosten en baten windpark op land*. Hengelo: Senternovem.

⁵¹ AgentschapNL. (2012). *Kosten en baten*. Geraadpleegd in januari 2013, <http://www.windenergie.nl/onderwerpen/financien/kosten-en-baten>

⁵² Notulen, 07-11-12. Gesprek met Dhr. T. Stam, Programma leider Klimaat & Energie. Gemeente Amsterdam.

⁵³ Email, 17-01-13. Mevr. Kalf, B. Vastgoed consultant, Stout B.V.

Energiebelasting: Over iedere opgewekte kWh moet energiebelasting betaald worden. Bij het directe leveringsmodel op eigen terrein hoeft de energie niet getransporteerd te worden over het net waardoor er geen energiebelasting betaald hoeft te worden⁵⁴. Als de windmolens elders in Nederland staan wordt de energiebelasting als volgt berekend: Verbruik Datacenters * Prijs energiebelasting grootverbruikers = 17.520.000 kWh * €0,0005,- = €8.760,- in het eerste jaar.

Kosten: Netaansluiting

Voor de aansluiting op het elektriciteitsnet zijn kosten verschuldigd aan TenneT in verband met het verlenen van transportdiensten. Voor jaarlijkse netaansluitkosten wordt door ECN/KEMA een bedrag van € 11,-/kW/jaar gehanteerd. Echter is in het directe leveringsmodel geen sprake van een netaansluiting en dus zijn er hierbij ook geen kosten. Als de windmolens elders in Nederland staan worden deze kosten als volgt berekend: Totaal vermogen windmolens * Prijs per kW = 12.000 kW * €11,- = €132.000,- per jaar.

11.2.4 Inkomsten

In deze paragraaf zullen alle uitgangspunten van de inkomsten kort worden toegelicht. De complete toelichting van 20 pagina's inclusief screenshots uit Excel is te vinden in bijlage 5: Kosten/Baten analyse.

Inkomsten: Verkoop van de (te veel) opgewekte elektriciteit

De (te veel) opgewekte elektriciteit kan door het Datacenter worden verkocht op een vrije markt. Er zijn contracten bekend waarin de verkoop voor meerdere jaren is vastgelegd voor € 0,03/kWh, terwijl op de beurs € 0,07 /kWh wordt betaald. Aangezien het de verwachting is dat de prijs van elektriciteit zal stijgen, ondanks de huidige kredietcrisis, wordt hier uitgegaan van de gemiddelde elektriciteitsprijs. Het gemiddelde van 2012 is € 0,07/kWh⁵⁵. In het eerste jaar zijn deze inkomsten voor het Datacenter: Hoeveelheid teveel opgewekte energie * Prijs per kWh voor verkoop = 8.880.000 kWh * €0,07,- = €621.600,-

Inkomsten: Subsidie Duurzame Energie (SDE 2013)

De SDE+ 2013 gaat 4 april 2013 open⁵⁶. De hoeveelheid subsidie is afhankelijk van de hoeveelheid geproduceerde duurzame energie⁵⁷. De kostprijs voor de productie van groene energie is vastgelegd in het *basisbedrag* voor de technologie. De kostprijs voor de productie van grijze energie is vastgelegd in het *correctiebedrag*. De SDE+ vergoedt het verschil tussen de kostprijs van grijze energie en die van groene energie: SDE-bijdrage = basisbedrag⁵⁸ – correctiebedrag⁵⁹. Aan de hand van deze informatie is het onderstaande model gerealiseerd, waaruit de SDE vergoeding in 2013 tot stand komt.

⁵⁴ Email, 16-12-12. Dhr. B. Schulte, Managing Consultant. Adviesbureau Ecofys.

⁵⁵ Milieucentraal. *Energieprijzen*. Geraadpleegd in januari 2013, <http://www.milieucentraal.nl/themas/energie-besparen/energieprijzen>

⁵⁶ Energiek2020. SDE+ 2013 open vanaf 4 april. Geraadpleegd in januari 2013, <http://www.energiek2020.nu/alle-berichten-energiek2020/detail/sde-2013-open-vanaf-4-april/>

⁵⁷ AgentschapNL. *Maak kennis met de SDE+ 2012*. <http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/Maak%20kennis%20met%20de%20SDE%202012.pdf>

⁵⁸ Rijksoverheid. (2013). *Overzicht van de openstelling SDE+ in fases*. <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/vergaderstukken/2012/12/10/overzicht-van-de-openstelling-sde-in-fases.html>

⁵⁹ AgentschapNL. (2013). *Tabel met voorlopige correctiebedragen 2013*. http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/Tabel_voorlopige_correctiebedragen_2013.pdf

De SDE subsidie bedraagt dan voor de eerste 15 jaar jaarlijks € 0,040/kWh (bij 2.200 vollasturen), ook als de molen zich op het eigen terrein bevindt en energie levert aan een private e-net⁶⁰. De vier windmolens wekken als het goed is ongeveer 26.400.000 kWh op. De subsidie is dan in het eerste jaar €1.056.000,-.

Inkomsten: Energie Investerings Aftrek (EIA 2013)

De Energie Investerings Aftrek is een fiscale regeling die valt onder de verantwoordelijkheid van de ministers van Financiën en Economische Zaken (EZ). De Belastingdienst en Agentschap NL, onderdeel van het ministerie van EZ, voeren deze regeling uit⁶¹. Met de EIA kan 41,5% van de investeringskosten extra worden afgetrokken van de fiscale winst⁶². Het bedraagt ongeveer 10% van de goedgekeurde investeringskosten. In het geval van de Datacenters is dit dus $0,1 * €17.160.000,- = €1.716.000,-$. Dit is per jaar €130.272,-.

11.2.5 Variabelen in de tijd

De uitgangspunten uit de vorige paragrafen zijn verrekend tot uitkomsten voor een periode van 15 jaar. Voor nieuwe turbines wordt een economische levensduur (afschrijvingstermijn) van 15 jaar gehanteerd omdat 15 jaar recht bestaat op subsidie onder de SDE⁶³. In deze tijd zullen de opbrengsten verschillen. In onderstaande figuur is te zien welke aspecten zijn verrekend in de tijd. Hoe deze percentages tot stand zijn gekomen is te lezen in bijlage 5.

Afbeelding 23: Alle variabelen in de tijd

Variabelen in de tijd	
Vermogen Datacenter: Groei per jaar (kW)	5%
Verbruik Datacenter: Groei per jaar tot vol vermogen: 2024 (kWh)	3%
Verbruik Datacenter: Daling per jaar vanaf vol vermogen: 2024 (kWh)	-3%
Energieprijs: Stijging per jaar	5%
SDE Subsidie daling: Staat gelijk stijging energieprijs	-5%
Energiebelasting: Stijging per jaar	3%
Inflatie	2,9%
Rentestand	2,0%

⁶⁰ Email, 17-12-12. Dhr. B. Schulte, Managing Consultant. Adviesbureau Ecofys.

⁶¹ AgentschapNL. *Energie Investerings Aftrek: Energielijst 2013*.
http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/Energie%20investeringsaftrek%20-%20Energielijst%202013_1.pdf

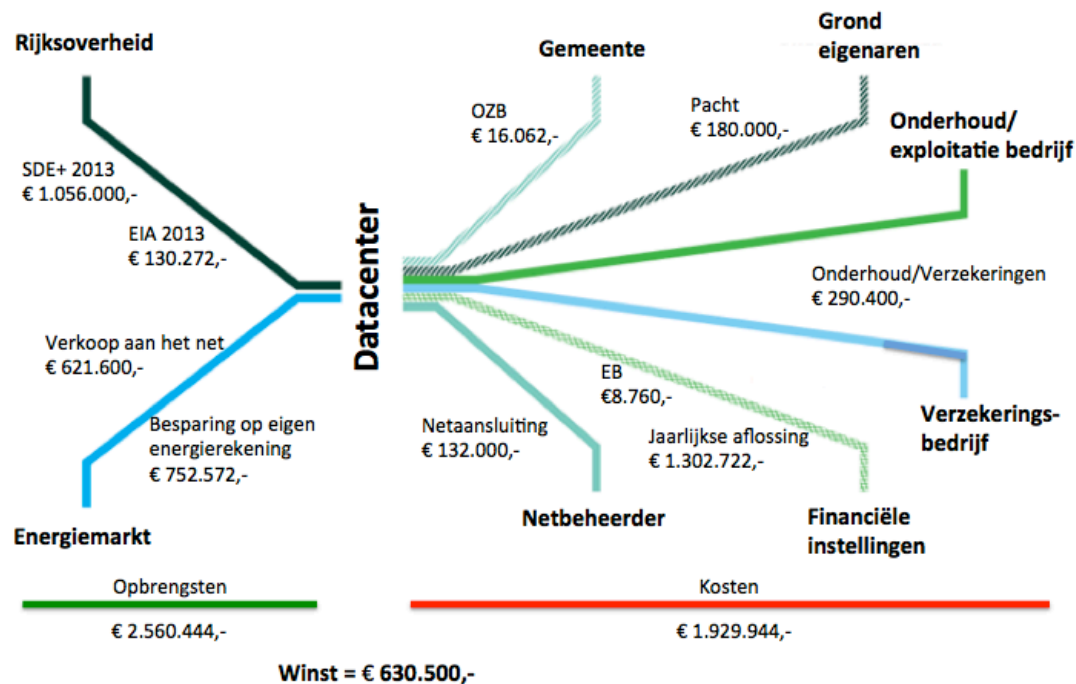
⁶² Belastingdienst. *Energie Investerings Aftrek (EIA)*.
http://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakelijk/ondernemen/bedrijfskosten_en_investeren/investeringsregelingen/energie_investeringsaftrek_eia/

⁶³ AgentschapNL. (2012). *Veelgestelde vragen over windenergie op land*. Geraadpleegd in januari 2013,
<http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/Veelgestelde%20vragen%20SDE%202012%20Wind%20op%20land.pdf>

11.3 Resultaten per jaar (Directe levering en via het net)

De resultaten zijn hieronder grafisch weergegeven in een Sankey diagram. Dit diagram geeft alle genoemde kosten en baten van een windpark voor een Datacenter overzichtelijk weer. Het gaat hier om de resultaten van het eerste jaar exclusief de eenmalige investering uit het eigen vermogen van €3.432.000,-. De prognose voor 15 jaar waarbij de uitkomsten uit paragraaf 14.2.5 zijn verwerkt is te vinden in bijlage 5.

Afbeelding 24: Resultaten eerste jaar bij levering via het net



De volgende conclusies kunnen uit deze diagram worden getrokken:

- De verkoop van de geproduceerde elektriciteit tegen de marktprijs van elektriciteit samen met de besparing op de energierekening van de Datacenters is nog onvoldoende om het park financieel dekkend te exploiteren zonder subsidie.
- De grootste kostenpost is de jaarlijkse aflossing van de windturbines en elektrische infrastructuur.
- Bij directe levering van de windmolens zal de winst hoger liggen doordat er geen netaansluiting is (€132.000,- per jaar), geen grondkosten (€180.000,- per jaar) zijn en er geen energiebelasting hoeft te worden betaald (€8.760,- per jaar).

De eenmalige investering uit het eigen vermogen van €3.432.000,- is niet weergegeven in het diagram omdat er nu een beeld is van de jaarlijkse winst. Echter, moet deze investering wel worden terugverdient. Bij levering via het net is dit ongeveer na (€3.432.000,- / 630.500,-) 4/5 jaar. Bij directe levering is dit ongeveer na de helft van deze tijd. Na deze periode zullen de windmolens dus nog jaren winst produceren.

De complete toelichting van de Return On Investment (ROI) is te vinden in bijlage 5. Tevens is uitgezocht welke variabele het meest gevoelig is voor prijsstijgingen en dalingen in een gevoeligheidsanalyse en is de netto contante waarde van de winst bepaald a.d.h.v. een NPV analyse.

12. Conclusies

In dit hoofdstuk worden de conclusies uit dit rapport samengevat, de complete toelichting is te vinden in bijlage 7: Toelichting conclusies. De conclusies geven antwoord op de hoofdvraag:

“Op welke manieren is het organisatorisch, technologisch, economisch en politiek haalbaar om binnen drie tot vijf jaar een consortium van 4 datacenters in de regio Amsterdam te voorzien van 100% additioneel opgewekte (wind)energie?”.

Organisatorische haalbaarheid:

1. Datacenters moeten maatschappelijk verantwoord ondernemen willen ze gevestigd blijven in Amsterdam en hun klanten behouden. Datacenters die niet meewerken riskeren een dwangsom van de Gemeente die is vastgesteld op anderhalf keer het investeringsbedrag van de maatregel.
2. De meest effectieve participatievorm is het opzetten van een eigen energiebedrijf in combinatie met fondsen. De parameters hiervoor zijn te vinden in hoofdstuk 9.

Technologische haalbaarheid:

3. Zonne-energie wordt voor Datacenters zwaar overschat. Een gemiddeld Datacenter van 2MW met dak gevuld met zonnepanelen kan slechts 0,66% van de benodigde energie opwekken.
4. Windenergie is de meest rendabele vorm van duurzame energie op dit moment. Er zijn meerdere vormen van energie getoetst op haalbaarheid en windenergie scoorde het hoogst.
5. Directe levering van windenergie met een windmolen op het eigen terrein is technisch haalbaar.
6. Eigen opwekking van energie biedt meeste voordelen voor de duurzaamheid doelstellingen van Nederland in tegenstelling tot het inkopen van groene energie. Vaak komt deze “groene” energie elders vandaan.
7. ICT-Infrastructuur op gelijkstroom is geen utopie. Uit onderzoek is gebleken dat Datacenters met deze innovatie +/- 15 tot 25% energie kunnen besparen.

Economische haalbaarheid:

8. Er zijn 3 opties voor het gebruik van de opgewekte windenergie:
 - a. Eigen gebruik: Directe levering vanaf het eigen terrein. ROI = 2/3 jaar.
 - b. Eigen gebruik: Windmolens elders, levering via het net. ROI = 4/5 jaar.
 - c. Geen eigen gebruik: Opgewekte energie verkopen aan het net. ROI = 2 jaar.
9. Eigen gebruik: Directe levering is financieel aantrekkelijker dan levering via het net. De winst zal ongeveer 30% hoger liggen doordat er minder kosten zijn.
10. Geen eigen gebruik: Rendement verkoop energie is daarentegen nog hoger dan bij eigen gebruik. De winst zal ongeveer 35% hoger liggen dan bij directe levering voor eigen gebruik. Dit komt doordat de Datacenters de elektriciteit kunnen verkopen voor een hogere prijs dan dat ze de elektriciteit zelf gebruiken.
11. Subsidie Duurzame Energie (SDE+ 2013) is essentieel. Zonder subsidie is het investeren in windenergie niet rendabel.

Politieke haalbaarheid

12. De overheid wil in 2020 6000 megawatt (MW) aan opgesteld windvermogen op land hebben gerealiseerd. Vanuit het Rijk is de doelstelling dus haalbaar.
13. Gemeente Amsterdam heeft het streven om in 2015 circa 180 MW windenergie te kunnen produceren. Vanuit de Gemeente is de doelstelling dus ook haalbaar.
14. Echter, Provinciale Staten van Noord-Holland is in meerderheid akkoord gegaan om geen nieuwe windmolens toe te staan in de Provincie. Directe levering van windenergie aan de Datacenters in Gemeente Amsterdam is dus op dit moment (April 2013) niet haalbaar.

13. Advies

Dit hoofdstuk bevat de aanbevelingen voor de Datacenters wanneer zij interesse hebben om te investeren in duurzame (wind)energie. Deze aanbevelingen zijn tot stand gekomen na een onderzoek van 20 weken naar de kansen voor levering van duurzame energie aan Datacenters in de regio Amsterdam. De input voor dit advies zijn de conclusies gevormd uit dit onderzoek. De complete toelichting van het advies is te vinden in bijlage 8: Toelichting advies.

Organisatorisch advies:

1. Zet een eigen energiebedrijf op. Indien de capaciteit aanwezig is om apart van een professionele ontwikkelaar geheel zelfstandig een windmolen te bouwen en exploiteren, dan is het advies aan de Datacenters dit doen. Datacenters kunnen hiervoor een bedrijf inhuren, maar dan verdwijnt de winst uit de directe omgeving.
2. Betrek meer Datacenters. Windenergieprojecten zijn kapitaalintensief. 3 van de 4 betrokken Datacenters hebben wellicht alleen interesse in het investeren in een dergelijk project, zonder te veel risico. Wanneer meerdere Datacenters worden betrokken bij het eigen energiebedrijf zal het risico per Datacenter lager zijn en de totale inleg hoger.
3. Zoek andere participerende partijen. In het Sciencepark in Amsterdam zijn veel innovatieve bedrijven gelokaliseerd, waaronder Datacenters, die wellicht willen investeren in het windpark of zelfs willen helpen bij de realisatie ervan. Het doel kan zijn: Het gehele Sciencepark groen maken.
4. Laat deze bedrijven financieel participeren (Fonds). Deelnemers hebben in principe geen zeggenschap. Het risico is beperkt tot de inleg. Een participant ontvangt een winstrecht dat, afhankelijk van het risico, hoger of lager is. Het winstrecht kan bestaan uit elektriciteit (korting op de energierekening) of een percentage rendement over de inleg.
5. Promoot het energiebedrijf. Mensen die langs het Datacenter lopen/rijden moeten direct zien dat het een groen Datacenter is. Er zijn een aantal alternatieven onderzocht, deze zijn te lezen in bijlage 8.

Technologisch advies:

6. Investeer in windenergie, niet in zonne-energie. Wind op land blijft de komende jaren 1 van de goedkoopste manieren om hernieuwbare energie te produceren. Het rendement van zonne-energie voor het opwekken van elektriciteit voor Datacenters wordt zwaar overschat.
7. Onderzoek de mogelijkheden voor gelijkstroom (HVDC). Gezien de positieve argumenten in efficiëntie, betrouwbaarheid en kosten worden gelijkstroom initiatieven steeds populairder. Vooral in Amerika worden steeds meer Datacenters op gelijkstroom gerealiseerd. De besparing op de elektriciteitsrekening kan oplopen tot 35%.

Economisch advies:

8. Verkoop de opgewekte elektriciteit. Uit het onderzoek is gebleken dat grootverbruikers zoals Datacenters ongeveer €0,043,- betalen per kWh elektriciteit. De opgewekte elektriciteit kan door het Datacenter worden verkocht op een vrije markt voor € 0,07,- per kWh. Het zou dus financieel niet verstandig zijn om deze energie zelf te gebruiken.
9. Investeer alleen in windenergie als er gebruik kan worden gemaakt van de Subsidie Duurzame Energie (SDE). Zonder deze subsidie is de investering niet rendabel.

Politiek advies:

10. Kies een geschikte locatie. Door het verbod van de Provincie zijn molens in Noord-Holland niet meer toegestaan. In bijlage 8 wordt dit verder toegelicht en in bijlage 2 is meer te lezen over beschikbare locaties binnen Nederland.

Bijlagen

Bijlage 1: Analyse van de betreffende Datacenters

Bijlage 2: Duurzame energieopwekking

Bijlage 3: Stakeholderanalyse en participatiemodellen

Bijlage 4: Technische haalbaarheid

Bijlage 5: Kosten/Baten Analyse

Bijlage 6: Onderzoek verantwoording

Bijlage 7: Toelichting conclusies

Bijlage 8: Toelichting advies