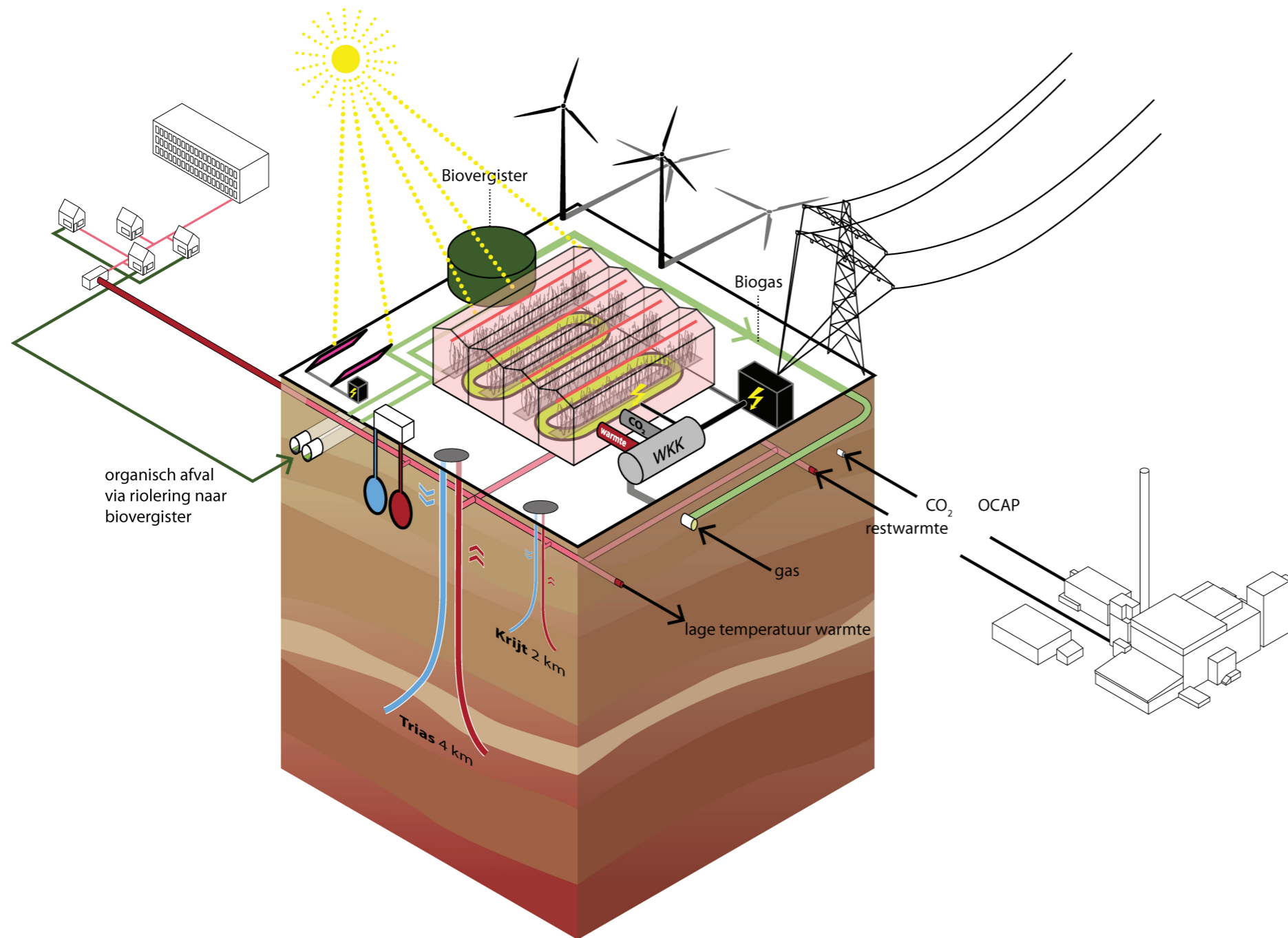


BIOBASELOAD

Ruimte & Energie - Zuid-Holland 2013 - 2050



Inleiding

Het aandeel duurzame energie in Zuid-Holland is momenteel slechts 4%. De provinciale beleidsdoelstelling is om dit aandeel tot 2020 te verhogen tot minimaal 14%. Volgens Europese doelstellingen is in 2050 alle energie afkomstig uit hernieuwbare bronnen. Alle zeilen zullen dus bijgezet moeten worden!

De jaarlijkse lage temperatuur warmtevraag in Zuid-Holland bedraagt in 2050 naar verwachting ca 100 PJ, de elektriciteitsbehoefte ca 130 PJ per jaar.

Biobaseload beschrijft een perspectief voor een fossielvrij Zuid-Holland in 2050 waarbij warmte voornamelijk uit de bodem (geothermie) wordt gehaald en elektriciteit uit wind en biomassa. Ook biedt het perspectief met fresnelkassen en industriële zonneakkers twee alternatieve vormen voor duurzame energieopwekking.

1. Geothermie

WAT

aardwarmtebronnen+warmtedistributienet

WAAROM

- gigantisch warmtepotentieel
- verduurzaming glastuinbouw + stedelijk gebied
- geen ruimtelijke impact
- maatschappelijk aanvaardbaar
- combineerbaar met warmteopslag en elektriciteitsopwekking (alleen bij diepte > 4 km)
- kosteneffectief

WAAROM NIET

- dure installaties, onrendabele top
- onzekere capaciteit / misboring
- bijvangst gas en olie
- beperkte samenwerking in de sector (ieder voor zich)
- beperking/belemmeringen in wet- en regelgeving / fluctuatie (belasting)
- lichte aardbevingen niet geheel uitgesloten

HOE DAN WEL

- ontwikkelingsmaatschappij / coöperatie als beheerder (revoluerend) fonds bodemenergie
- vrije energiemarkt
- vgl. Green Deal -> Warmte ZH
- opschaling en slimme fasering 'Smart Thermal Grid'
- connecties NAM/Gasunie

WAAR

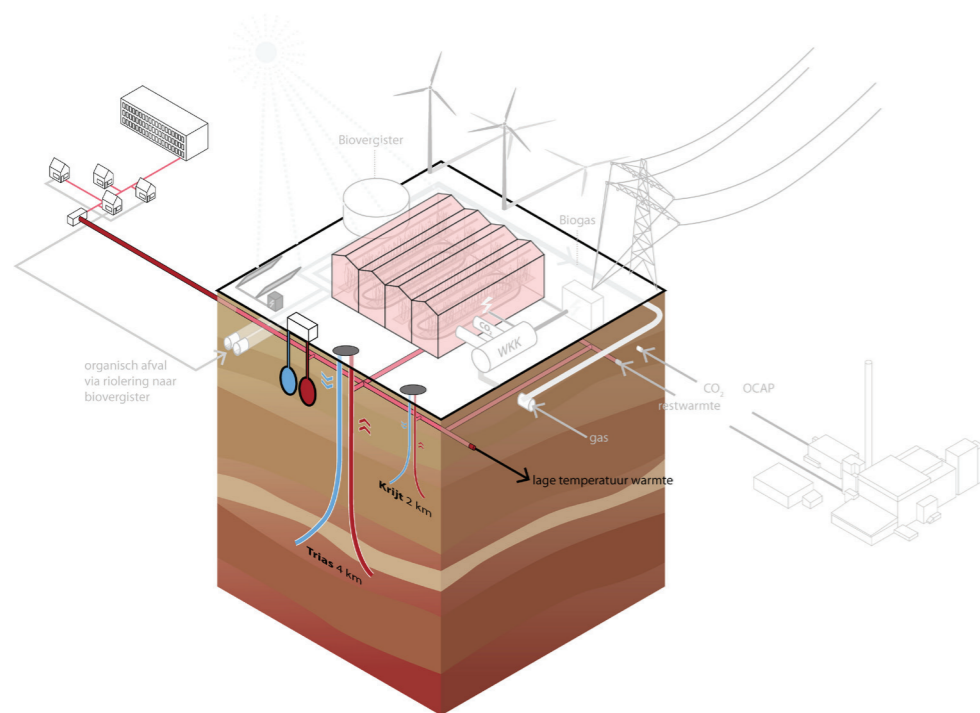
- 50 doubletten in Westland
- overige glastuinbouwconcentratie gebieden
- stedelijk gebied (stadsvernieuwing)

WANNEER

0-40 jaar

ROL PROVINCIE

- faciliteren in ontwikkeling
- voortrekkersrol warmtenet
- participeren in revoluerend fonds/OM of waarborgfonds
- flexibiliseren bestemmingen



Een deel van de Zuid-Hollandse warmtebehoefte kan worden ingevuld met industriële restwarmte uit het havengebied. Momenteel worden de leidingen aangelegd om het bestaande warmtenet van Rotterdam met restwarmte uit de Botlek te voeden. Voor andere delen van Zuid-Holland lijkt geothermie de meest kosteneffectieve manier om afscheid te kunnen nemen van gasgestookte installaties, zowel in het glastuinbouwgebied als in stedelijk gebied. In het glastuinbouwgebied zijn reeds enkele geothermiebronnen in gebruik en meerdere in ontwikkeling. Ook een deel van het warmtenet van Den Haag wordt reeds gevoed door geothermie. Behalve dat het een kosteneffectieve vorm van duurzame energiewinning is heeft geothermie nog een ander belangrijk voordeel: de zichtbare ruimtelijke impact is minimaal. Daarmee is er (in tegenstelling tot bijvoorbeeld windenergie) op dit aspect weinig maatschappelijk weerstand te verwachten.

De hoge investeringen en de onzekere capaciteit vormen de belangrijkste belemmeringen voor een snelle opschaling. De kans op voldoende capaciteit is in een groot deel van Zuid-Holland echter groot, zowel op 2 kilometer diepte (Krijt) en 4 kilometer diepte (Trias). Iedere nieuwe boring levert daarnaast meer precieze informatie op over de ondergrond en de te verwachten capaciteit.

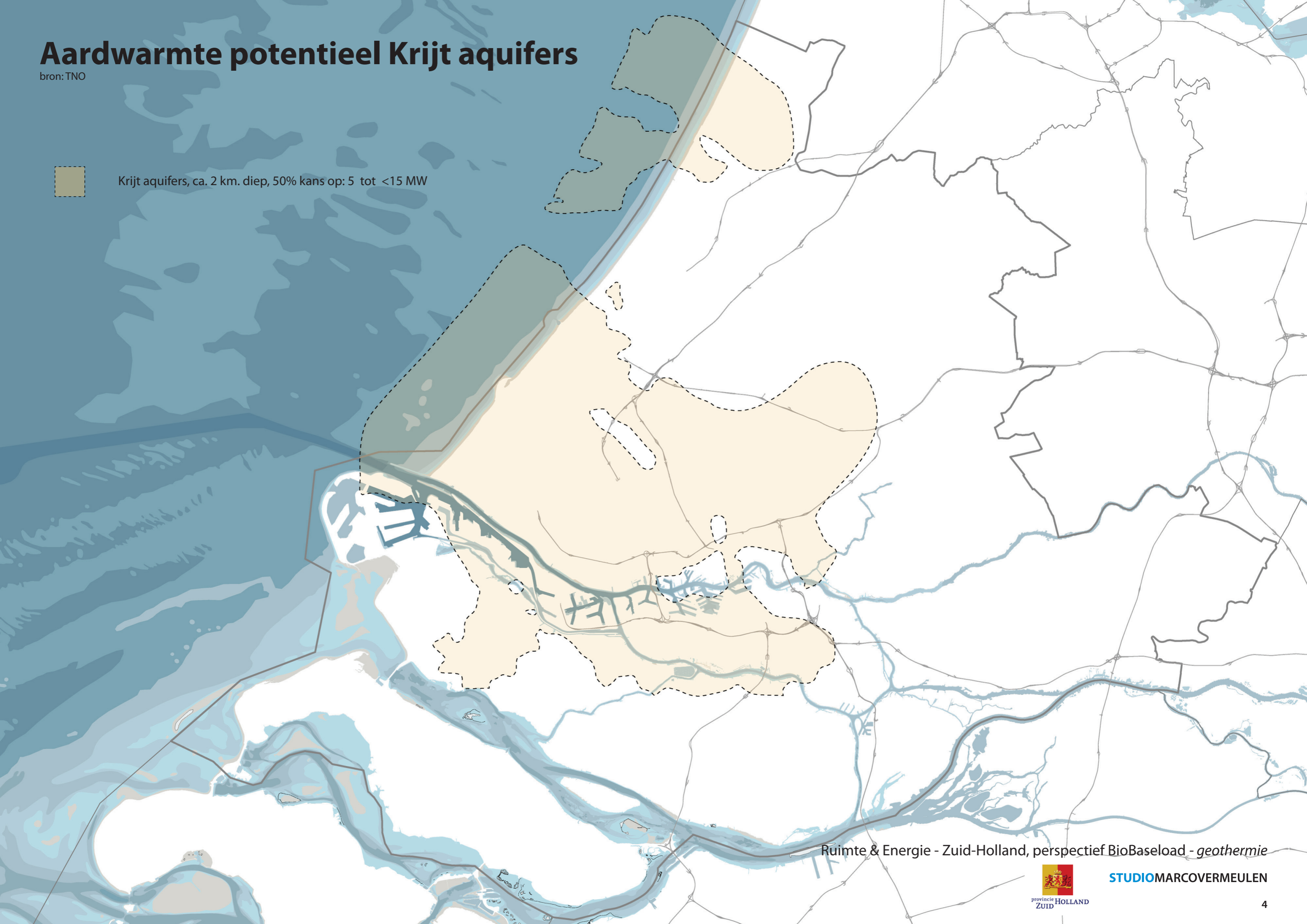
Het zou mogelijk moeten zijn (perspectief) dat in 2020 de bestaande stadswarmtenetten van Rotterdam en Den Haag volledig worden gevoed door restwarmte en geothermie en dat de helft van alle gasgestookte wkk's in de glastuinbouwgebieden zijn vervangen door geothermie. Hier hoort bij dat de aanvoer van CO2 via de OCAP-leiding verder wordt uitgebreid. In 2030 zouden zelfs alle kassen met geothermie verwarmd kunnen worden en kan een van de grootste voedselproducerende clusters ter wereld aardgasvrij worden verklaard. Ook de stedelijke warmtenetten zijn in 2030 aardgasvrij en zelfs uitgebreid. Tot 2050 worden steeds meer bestaande wijken en nieuwe wijken van stadverwarming voorzien, waardoor er langzaam maar zeker een dekkend netwerk (Smart Thermal Grid) ontstaat, met een capaciteit van 90 PJ per jaar, waaraan (lage temperatuur) warmte kan worden geleverd en onttrokken. Er zijn daarbij een aantal schaalvoordelen te behalen. Vraag en aanbod van warmte kunnen beter op elkaar worden afgestemd doordat het aantal vragers en aanbieders wordt vergroot. Daarnaast kunnen er op strategische plekken in het netwerk (seizoens)buffers worden aangelegd. Een belangrijke impuls voor het aanleggen van een warmtenet op deze schaal is een lever- en afname verplichting van warmte. Denemarken kan daarbij als inspirerend voorbeeld fungeren.

Aardwarmte potentieel Krijt aquifers

bron: TNO



Krijt aquifers, ca. 2 km. diep, 50% kans op: 5 tot <15 MW

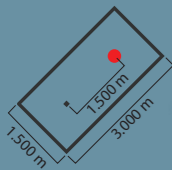


Totale energiepotentie Krijt aquifers

29 PJ/jaar



Krijt aquifers, ca. 2 km. diep, 50% kans op: 5 tot <15 MW



geactiveerde geothermieput in de Krijt aquifers (>2km diepte)

195 x 0,15PJ/jaar

1.500 m benodigde afstand tussen 2 putten

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (warmtegebruik 25.000 huishoudens bij 40 GJ huishouden/jaar)
= 40 MW bij 7.000 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - *geothermie*



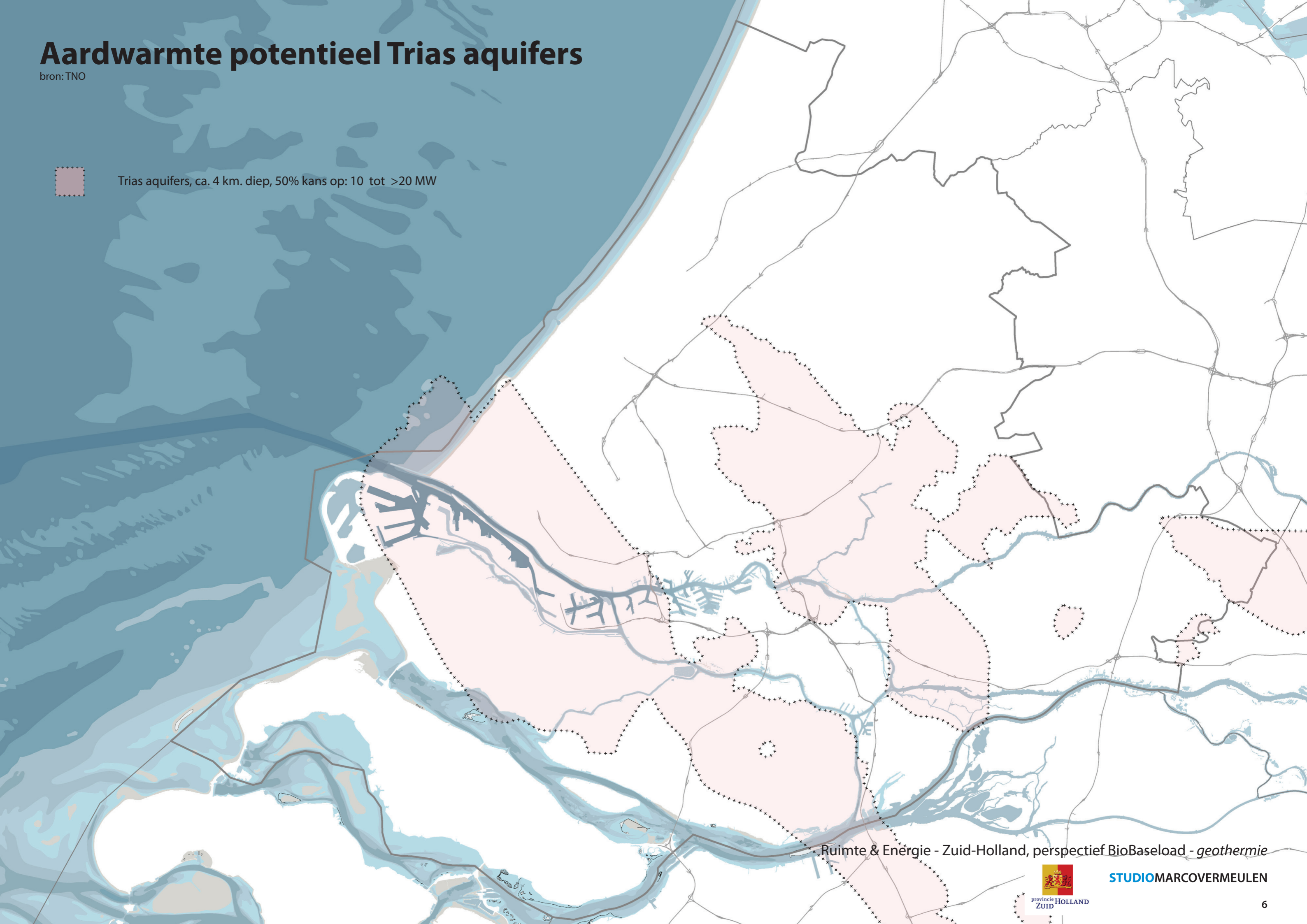
STUDIOMARCOVERMEULEN

Aardwarmte potentieel Trias aquifers

bron: TNO



Trias aquifers, ca. 4 km. diep, 50% kans op: 10 tot >20 MW



Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - *geothermie*



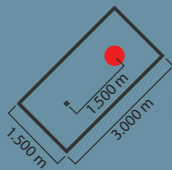
STUDIOMARCOVERMEULEN

Totale energiepotentie Trias aquifers

144 PJ/jaar



Trias aquifers, ca. 4 km. diep, 50% kans op: 10 tot >20 MW



geactiveerde geothermieput in de Trias aquifers (>4km diepte)

288 x 0,5 PJ/jaar*

1.500 m benodigde afstand tussen 2 putten

* Met als uitgangspunt 25 MW per put

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (warmtegebruik 25.000 huishoudens bij 40 GJ huishouden/jaar)
= 40 MW bij 7.000 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - geothermie



STUDIOMARCOVERMEULEN

Energie uit geothermie 2013

3,3 PJ/jaar

bron: <http://geothermie.nl/>
Provincie Zuid-Holland

-  geothermieputten gerealiseerd
0,9 PJ/jaar
-  geothermieputten in voorbereiding
2,4 PJ/jaar
-  warmtenet tbv woningbouw / utiliteitsbouw
-  warmtenet tbv glastuinbouw

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (warmtegebruik 25.000 huishoudens bij 40 GJ huishouden/jaar)
= 40 MW bij 7.000 vollasturen (292 dagen/jaar)


Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - *geothermie*

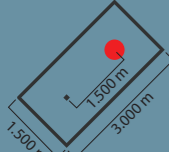


STUDIOMARCOVERMEULEN

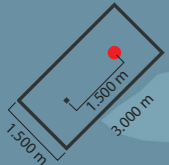
Totale potentie geothermie

173 PJ/jaar*

 Trias aquifers, ca. 4 km. diep, 50% kans op: 10 tot >20 MW

 geactiveerde geothermieput in de Trias aquifers (>4km diepte)
288 x 0,5 PJ/jaar = 144 PJ/jaar**
1.500 m benodigde afstand tussen 2 putten

 Krijt aquifers, ca. 2 km. diep, 50% kans op 10 - >20 MW

 geactiveerde geothermieput in de Krijt aquifers (>2km diepte)
195 x 0,15 PJ/jaar = 29 PJ/jaar
1.500 m benodigde afstand tussen 2 putten

* Uitgaande van winning op twee diepten.
De invloedsgebieden van de Trias geothermieputten komen gedeeltelijk onder de invloedsgebieden van de Krijt geothermieputten

** Met als uitgangspunt 25 MW per put

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (warmtegebruik 25.000 huishoudens bij 40 GJ huishouden/jaar)
= 40 MW bij 7.000 vollasturen (292 dagen/jaar)

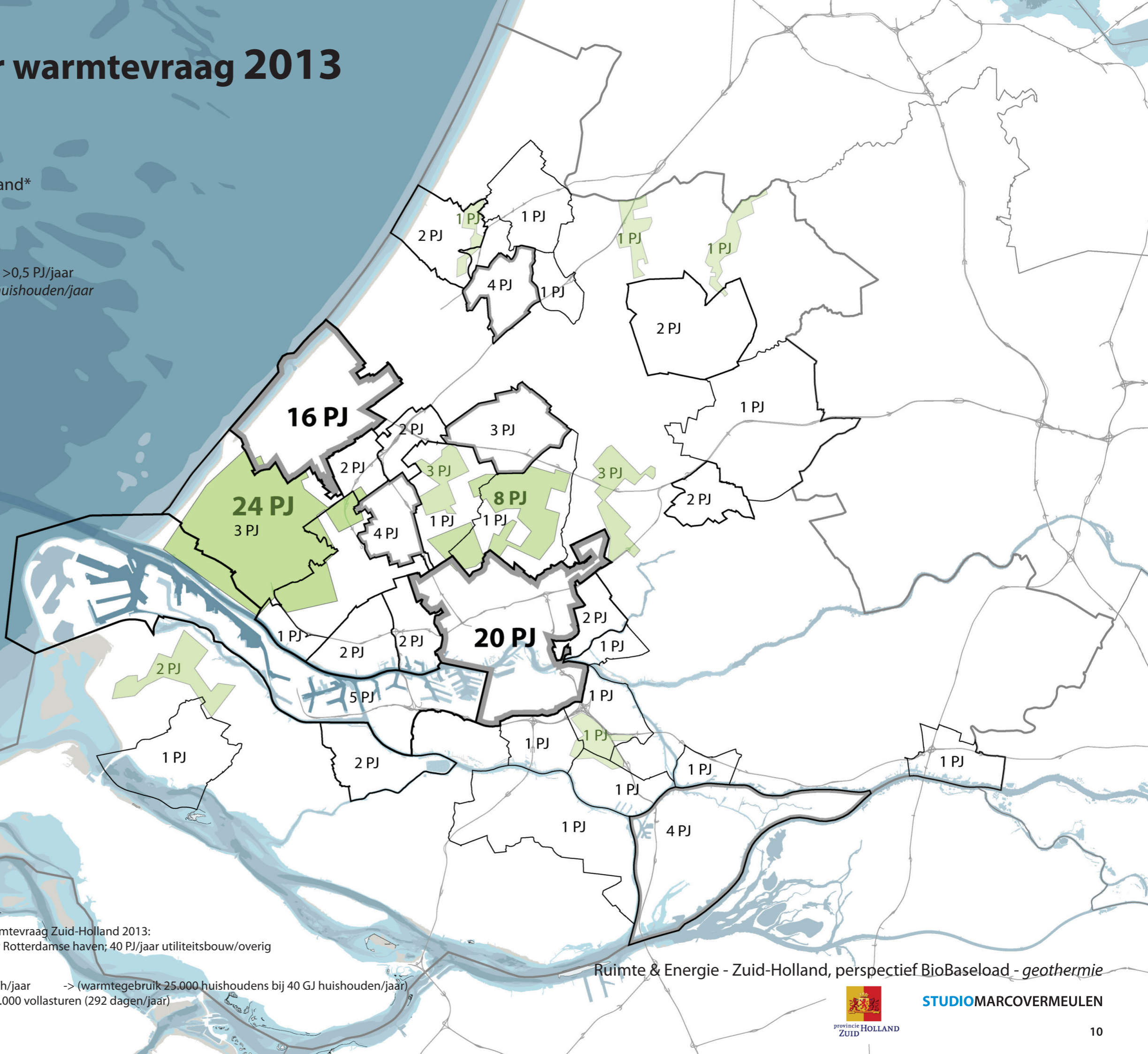
Lage temperatuur warmtevraag 2013

135 PJ/jaar

+ 15 PJ/jaar overige gebieden Zuid-Holland*

bron: Agentschap NL, Ministerie van Economische Zaken

- Gemeentegrenzen; warmtevraag >0,5 PJ/jaar
gemiddeld warmtegebruik: 40 GJ huishouden/jaar
- Glastuinbouwgebieden



* Uitgaande van 150 PJ/jaar totale lage temperatuur warmtevraag Zuid-Holland 2013:
40 PJ/jaar glastuinbouw; 65 PJ/jaar huishoudens; 5 PJ/jaar Rotterdamse haven; 40 PJ/jaar utiliteitsbouw/overig



PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (warmtegebruik 25.000 huishoudens bij 40 GJ huishouden/jaar)
= 40 MW bij 7.000 vollasturen (292 dagen/jaar)

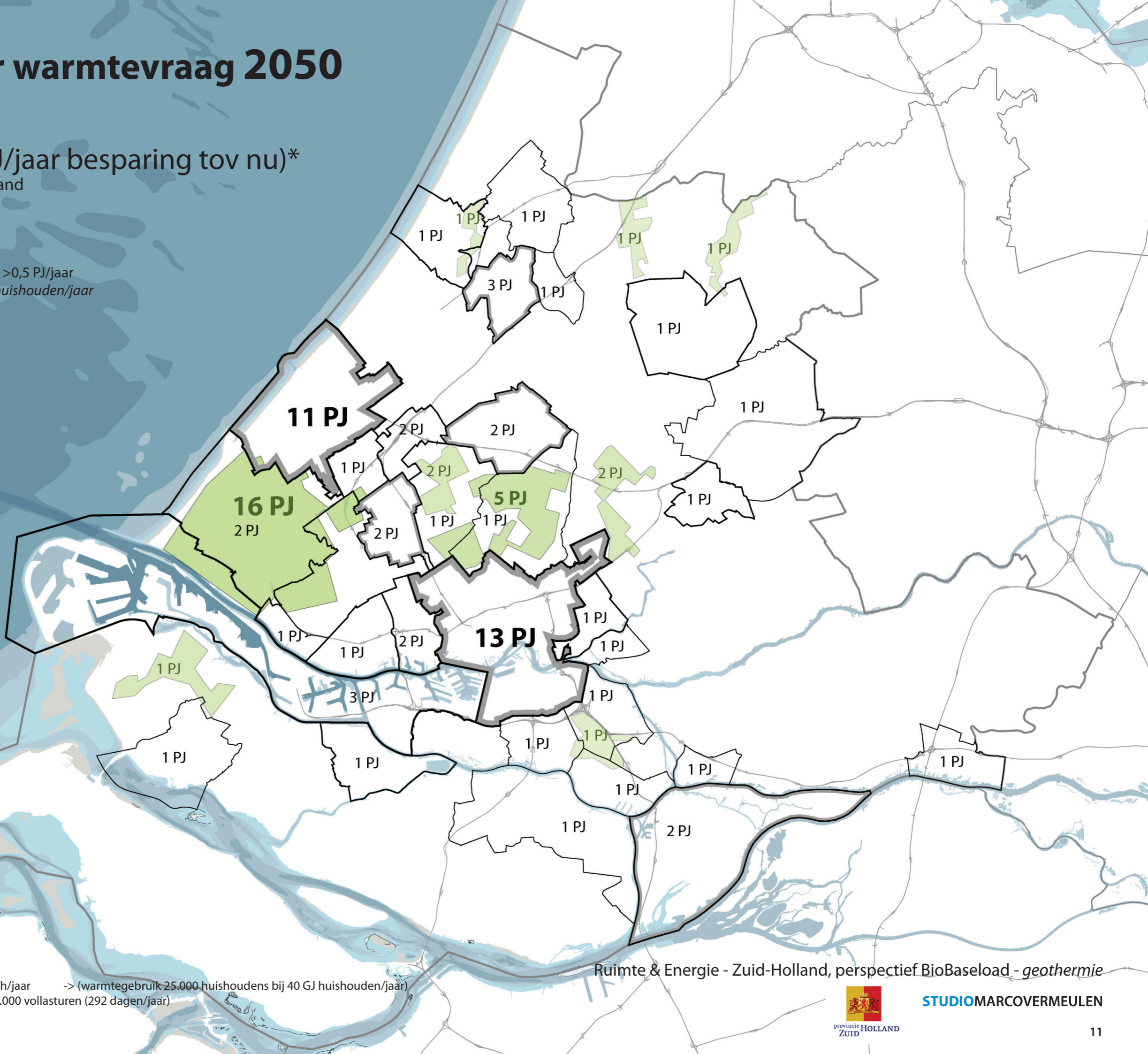
Lage temperatuur warmtevraag 2050

90 PJ/jaar (50 PJ/jaar besparing tov nu)*

+ 10 PJ/jaar overige gebieden Zuid-Holland

bron: Agentschap NL, Ministerie van Economische Zaken

-  Gemeentegrenzen; warmtevraag >0,5 PJ/jaar
gemiddeld warmtegebruik: 40 GJ huishouden/jaar
-  Glastuinbouwgebieden



*bron: Warm op weg, Concept Position Paper

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (warmtegebruik 25.000 huishoudens bij 40 GJ huishouden/jaar)
= 40 MW bij 7.000 vollasturen (292 dagen/jaar)

Warmtevoorziening 2013

50 PJ/jaar

Stadswarmtecentrales




Warmteproductie:

	Centrale Rotterdam–Capelle	4,2*	PJ/jr
	Centrale Rotterdam	3,0*	PJ/jr
	Centrale Den Haag	1,3 **	PJ/jr
	Centrale Leiden	1,5**	PJ/jr

WKK-installaties glastuinbouw***

Warmteproductie:

	Westland	24	PJ/jr
	Oostland	10	PJ/jr
	Brielle	2	PJ/jr
	Katwijk	1	PJ/jr
	Ridderkerk	1	PJ/jr
	Nieuwkoop	1	PJ/jr
	Kaag en Braassem	1	PJ/jr

-  stadswarmtenet -*huidig*****
-  warmtenet tbv glastuinbouw -*huidig*
-  bestaande warmteleidingen (globale weergave)

* Milieuverslag 2003, E.ON Benelux Generation n.v.
** Naar verhouding geschatte warmteproductie
*** Warmtevraag glastuinbouw 100% geleverd door WKK-installaties glastuinbouw
**** bron: Agentschap NL, Ministerie van Economische Zaken

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10¹⁵ Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (warmtegebruik 25.000 huishouden bij 40 GJ huishouden/jaar)
= 40 MW bij 7.000 vollasturen (292 dagen/jaar)

Beschikbare restwarmte 2013

32 PJ/jaar

Restwarmtebronnen -huidig

●	Maasvlakte	17,5	PJ/jr
	Botlek	8,3	PJ/jr
	Pernis	5,6	PJ/jr

bron: CE Delft - Van restwarmte naar nuttige warmte in de Rijnmond, 2002

- bestaande warmteleidingen (globale weergave)
- - - warmteleidingen in onderzoek (globale weergave)

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (warmtegebruik 25.000 huishoudens bij 40 GJ huishouden/jaar)
= 40 MW bij 7.000 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - geothermie



STUDIOMARCOVERMEULEN

Vervanging stadswarmtecentrales + 1/2 WKK 2020

43 PJ/jaar

Geothermie

18 PJ/jaar

€ 1.320 miljoen

€ 2,5 miljoen /PJ/jaar

● geactiveerde geothermieput in de Trias aquifers (>4km diepte)
(put: €15 mln. ; warmtenet: €10 mln. ; scheidingsinstallatie: €5mln.)
27 x 0,5 PJ/jaar = 13 PJ/jaar

● geactiveerde geothermieput in de Krijt aquifers (>2km diepte)
(put: €7 mln. ; warmtenet: €10 mln. ; scheidingsinstallatie: €1mln.)
31 x 0,15 PJ/jaar = 5 PJ/jaar

Restwarmtebronnen

5 PJ/jaar

● Botlek (deel aangesloten)

WKK-installaties glastuinbouw

19 PJ/jaar

Westland	11*	PJ/jr
Oostland	4*	PJ/jr
Brielle	1*	PJ/jr
Katwijk	1	PJ/jr
Ridderkerk	1*	PJ/jr
Nieuwkoop	1	PJ/jr
Kaag en Braassem	1	PJ/jr

* gehalveerd tov 2013

Stadswarmtecentrales

● Centrale Leiden 1,5 PJ/jr

■ stadswarmtenet -huidig

■ warmtenet tbv industrie/glastuinbouw -huidig + uitbreiding

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (warmtegebruik 25.000 huishouden bij 40 GJ huishouden/jaar)
= 40 MW bij 7.000 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - geothermie

Uitbreiding stadswarmtenetten + geothermie 2030

67 PJ/jaar

Geothermie

45 PJ/jaar*

€ 3.588 miljoen

(incl. uitbreiding warmtenet; warmteverdeel- en afgiftestations)

€ 2,7 miljoen /PJ/jaar**

€ 106 /huishouden/jaar (40GJ/huishouden/jaar)

● geactiveerde geothermieput in de Trias aquifers (>4km diepte)
(put: €15 mln. ; warmtenet: €10 mln. ; scheidingsinstallatie: €5mln.)
62 x 0,5 PJ/jaar = 31 PJ/jaar

● geactiveerde geothermieput in de Krijt aquifers (>2km diepte)
(put: €7 mln. ; warmtenet: €10 mln. ; scheidingsinstallatie: €1mln.)
96 x 0,15 PJ/jaar = 14 PJ/jaar

Restwarmtebronnen

20 PJ/jaar

● Maasvlakte 15 PJ/jr
● Botlek 5 PJ/jr

Smart Thermal Grid

■ stadswarmtenet -huidig
■ stadswarmtenet -uitbreiding grote steden
■ warmtenet tbv industrie/glastuinbouw
— warmteleidingen

WKK-installaties glastuinbouw

● Nieuwkoop 1 PJ/jr
● Kaag en Braassem 1 PJ/jr

* Uitgaande van winning op twee diepten. De invloedsgebieden van de Trias geothermieputten komen gedeeltelijk onder de invloedsgebieden van de Krijt geothermieputten
** Uitgaande van een levensduur van 30 jaar

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (warmtegebruik 25.000 huishoudens bij 40 GJ huishouden/jaar)
= 40 MW bij 7.000 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - geothermie

Smart Thermal Grid 2050

90 PJ/jaar

Geothermie

70 PJ/jaar*

€ 5.394 miljoen

(incl. uitbreiding warmtenet; warmteverdeel- en afgiftestations)

€ 2,6 miljoen /PJ/jaar**

€ 103 /huishouden/jaar (40GJ/huishouden/jaar)

● geactiveerde geothermieput in de Trias aquifers (>4km diepte)
(put: €15 mln. ; warmtenet: €10 mln. ; scheidingsinstallatie: €5mln.)
100 x 0,5 PJ/jaar = 50 PJ/jaar

● geactiveerde geothermieput in de Krijt aquifers (>2km diepte)
(put: €7 mln. ; warmtenet: €10 mln. ; scheidingsinstallatie: €1mln.)
133 x 0,15 PJ/jaar = 20 PJ/jaar

Restwarmtebronnen

20 PJ/jaar***

● Maasvlakte	11	PJ/jr
● Botlek	5	PJ/jr
● Pernis	4	PJ/jr

bron: CE Delft - Van restwarmte naar nuttige warmte in de Rijnmond, 2002

Smart Thermal Grid

- stadswarmtenet -huidig
- stadswarmtenet -uitbreiding grote steden
- warmtenet tbv industrie/glastuinbouw
- warmteleidingen

* Uitgaande van winning op twee diepten. De invloedsgebieden van de Trias geothermieputten komen gedeeltelijk onder de invloedsgebieden van de Krijt geothermieputten

** Uitgaande van een levensduur van 30 jaar

*** Uitgaande van 2/3 van de huidige hoeveelheid restwarmte

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (warmtegebruik 25.000 huishoudens bij 40 GJ huishouden/jaar)
= 40 MW bij 7.000 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - geothermie

The diagram illustrates a sustainable energy system for a city. At the top, a sun icon represents solar energy. Wind turbines are labeled 'Biovergister' and 'Biogas'. A central building is labeled 'WKK' (Waste-to-Energy). A large storage tank is labeled 'CO₂'. A power line is labeled 'OCAP'. A city skyline is shown on the right. The bottom of the diagram shows a cross-section of the ground with layers labeled 'Krijt 2 km' and 'Trias 4 km'. Arrows indicate the flow of 'gas', 'lage temperatuur warmte' (low temperature heat), 'restwarmte' (residual heat), and 'CO₂'.

Windeilanden

- agrarisch gebied Goeree-Overflakkee en Rotterdamse haven

- horizonvervuiling / Ruimtelijke impact
- ecologische impact
- maatschappelijke weerstand
- veiligheid, risico omgeving

- heldere kaders (waar wel, waar niet, goed ingepast)
- zoeken naar draagvlak (bv. door participatie)
- meer plaatsingsgebieden vergunnen
- branding Goeree-Overflakkee als wind- cq energie-eiland

- per direct

- ruimtelijk mogelijk maken op regionale schaal (PSV)
- evt. Vergunnen van windturbine plaatsingsgebieden
- sluiten van convenanten
- creëren van draagvlak

In het windrijke Zuid-Holland is windenergie de meest kosteneffectieve oplossing voor een duurzame opwekking van elektriciteit. De technologie is goed ontwikkeld en de markt toont voldoende initiatief. Het is de vooral de maatschappelijke weerstand tegen windturbines die het opschalen van windenergie in de weg staat. Er is in de provinciale structuurvisie daarom vooralsnog slechts een beperkte hoeveelheid ruimte bestemd voor de plaatsing van windturbines. Het havengebied is daarbij het meest in het oogspringend waar maximaal 12 PJ /jaar aan windenergie mogelijk is bij volledige benutting van de ruimte. De overige plaatsingsgebieden zijn sterk versnipperd en zouden samen maximaal 10 PJ aan windenergie kunnen leveren. Het grootse aandeel daarin wordt geleverd door een windzone aan de rand van Goeree-Overflakkee. Behalve de haven vormt het glastuingebied van Westland, Oostland en Waddinxveen een grootschalig industrieel landschap waarbij het plaatsen van windturbines op relatief weinig maatschappelijke weerstand zal stuiten. Dit gebied is in de provinciale structuurvisie momenteel echter niet bestemd voor windturbines, terwijl het mogelijk is om hier circa 19 PJ per jaar aan windenergie op te wekken. Ijsvorming en de glasschade die dit tot gevolg heeft, wordt vaak genoemd als een van de redenen waarom glastuinbouw en windenergie niet samengaan. Het moet echter mogelijk zijn om binnen afzienbare tijd ijsvrije windmolens te ontwikkelen. Andere bezwaren zoals schaduwvorming zullen afnemen als tuinders zelf kunnen participeren bij het ontwikkelen van windturbines. Op deze wijze ontstaat er een beperkt aantal plaatsingsgebieden in Zuid-Holland (windeilanden) die 'landschappelijk onbelast' zijn en waar de grote hoeveelheid windturbines juist tot een landschappelijke kwaliteit zal leiden.

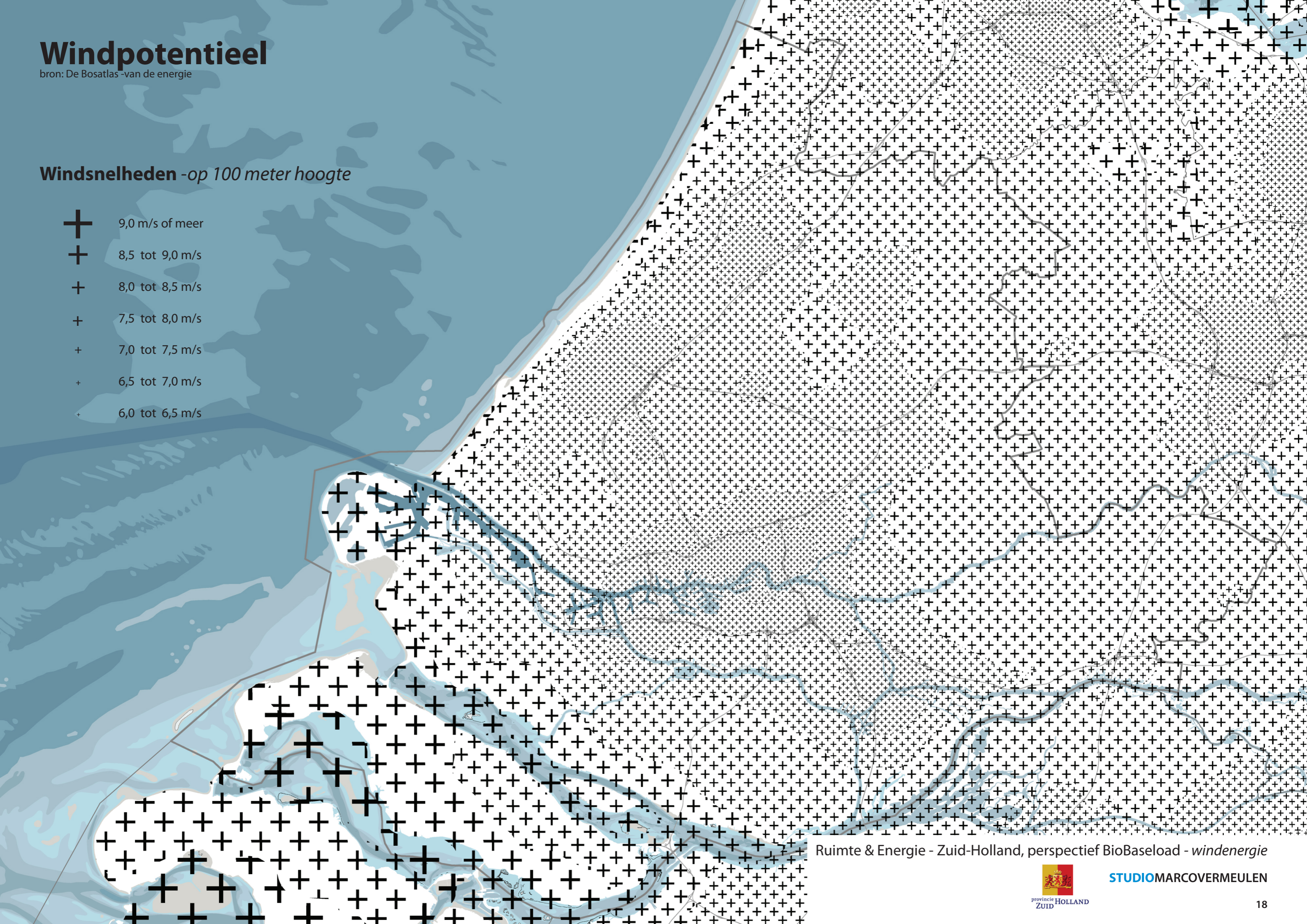
Als de energieopgave van 2050 serieus wordt genomen zullen haven en glastuinbouwareaal niet voldoende zijn om te kunnen voorzien in de elektriciteitsopgave van Zuid-Holland. Er zal vroeg of laat gezocht moeten worden naar windrijke agrarische gebieden die niet landschappelijk zijn beschermd. Het is dan ook goed denkbaar dat de windturbines aan de rand van Goeree-Overflakkee (die overal op het eiland zichtbaar zullen zijn) op termijn worden uitgebreid met windturbines op een groter deel van het eiland. Met 23 PJ per jaar kan Goeree-Overflakkee daarmee uitgroeien tot een van de grootste windparken ter wereld. Er wordt reeds gezocht naar mogelijkheden om de bevolking van Goeree-Overflakkee financieel te laten participeren in deze uitdagende ontwikkeling.

Windpotentieel

bron: De Bosatlas -van de energie

Windsnelheden -op 100 meter hoogte

- 9,0 m/s of meer
- 8,5 tot 9,0 m/s
- 8,0 tot 8,5 m/s
- 7,5 tot 8,0 m/s
- 7,0 tot 7,5 m/s
- 6,5 tot 7,0 m/s
- 6,0 tot 6,5 m/s



Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - windenergie



STUDIOMARCOVERMEULEN

Elektrische energie uit windturbines 2013

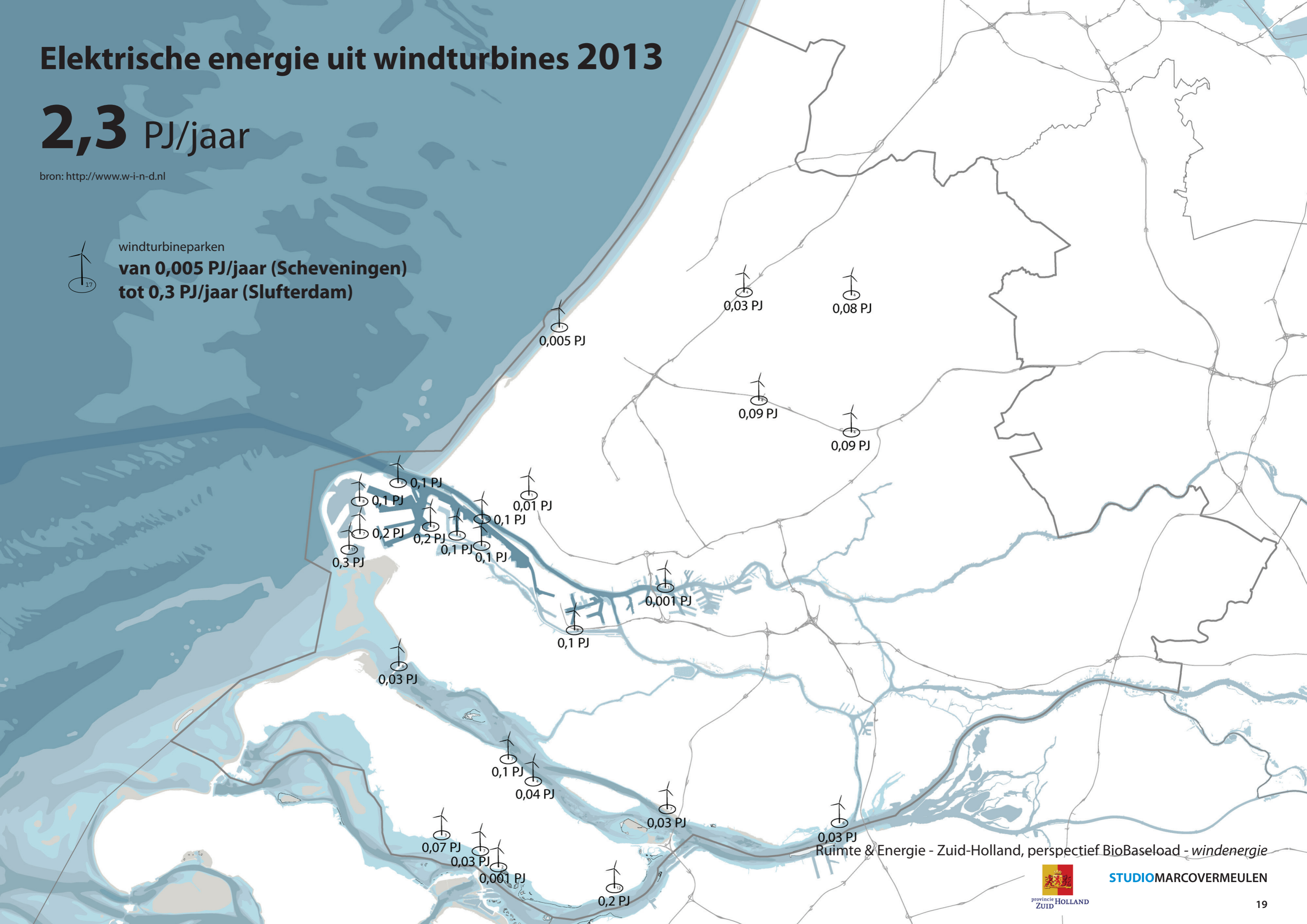
2,3 PJ/jaar

bron: <http://www.w-i-n-d.nl>



windturbineparken



van 0,005 PJ/jaar (Scheveningen)
tot 0,3 PJ/jaar (Slufterdam)

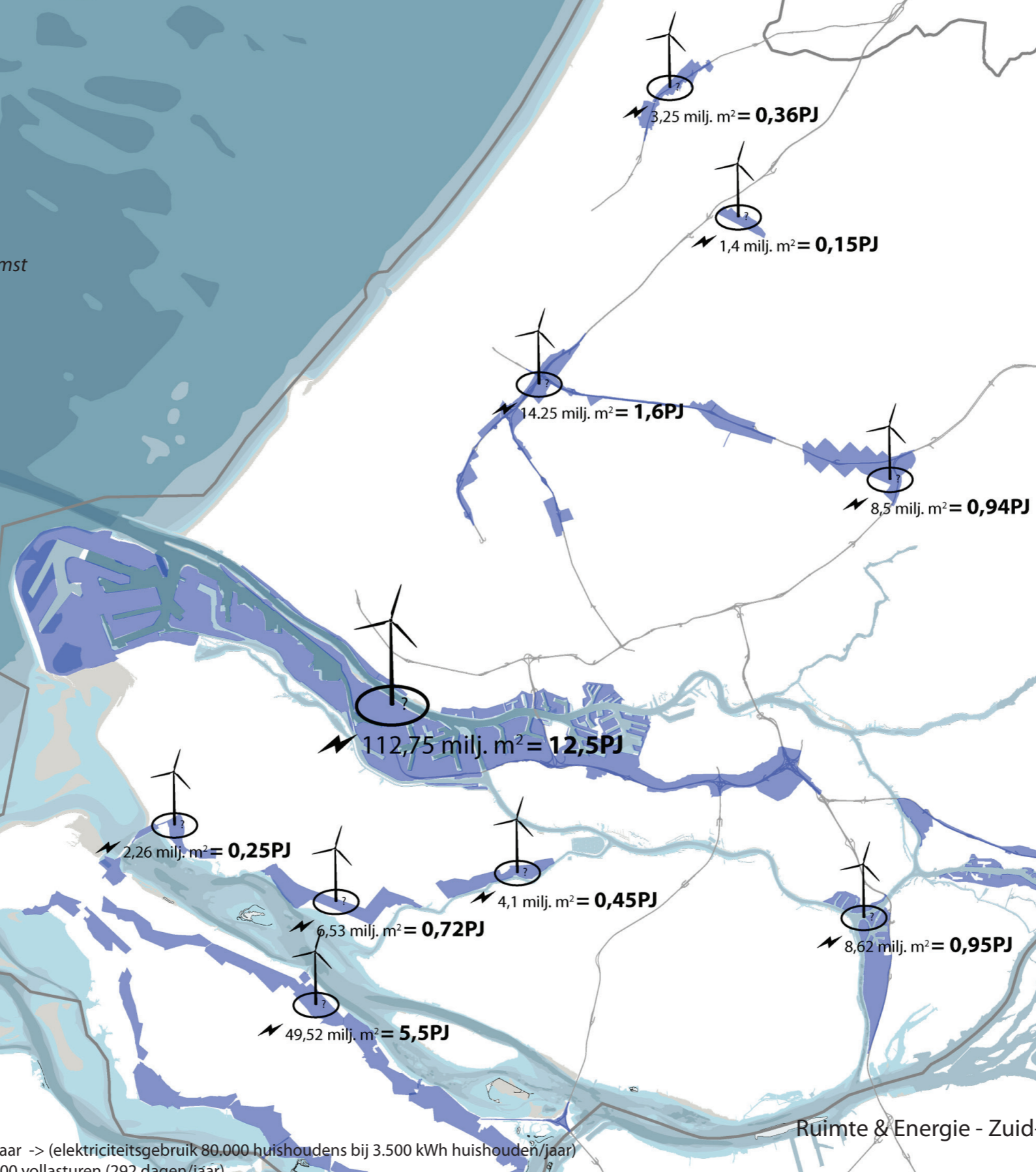


Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - windenergie

Totale energiepotentie plaatsingsgebieden* windturbines

22 PJ/jaar**

-  aangewezen plaatsingsgebieden
-  potentie windturbineparken -toekomst



* bron: Provincie Zuid-Holland, PSV
** Uitgaande van 30,7 kWh/m²

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10¹⁵ Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (elektriciteitsgebruik 80.000 huishoudens bij 3.500 kWh huishouden/jaar)
= 126 MW bij 2.200 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - windenergie



STUDIOMARCOVERMEULEN

Gestelde opgaven plaatsing windturbines

- door (lokale) overheden

3,4 PJ/jaar*

Windenergie -bestaand havengebied en zeewering Maasvlakte

bron: Rotterdam Climate Initiative, Windenergie



90 MW
= 0,7PJ

Locaties nabij infrastructuur: 90 MW.



24 MW
= 0,2PJ

Locaties op bedrijventerreinen: 24 MW.



108 MW
= 0,9PJ

Nieuwe zeewering Maasvlakte 2: 108 MW.

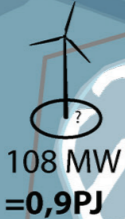
Bij de aanleg van Maasvlakte 2 zal 26 MW aan windturbines worden verwijderd

Goeree-Overflakkee



200 MW
= 1,6PJ

minimaal 200 MW extra



108 MW
= 0,9PJ



24 MW
= 0,2PJ



90 MW
= 0,7PJ



200 MW
= 1,6PJ

* Uitgaande van 2.200 vollasturen

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (elektriciteitsgebruik 80.000 huishoudens bij 3.500 kWh huishouden/jaar)
= 126 MW bij 2.200 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - windenergie



STUDIOMARCOVERMEULEN

Windeiland 2020

Rotterdamse haven

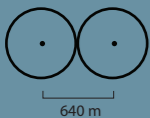
12 PJ/jaar*

€ 2.160 miljoen

€ 9 miljoen /PJ/jaar**

€ 113 /huishouden/jaar (3,5MWh/huishouden/jaar)

Windenergie



windturbines 6MW

Tussenruimte tussen windturbines: 5 keer de rotordiameter
5 x 128 meter = 640 meter



woonkernen

* Uitgaande van 2.200 vollasturen
** Uitgaande van een levensduur van 20 jaar

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (elektriciteitsgebruik 80.000 huishoudens bij 3.500 kWh huishouden/jaar)
= 126 MW bij 2.200 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - windenergie



STUDIOMARCOVERMEULEN

Windeiland 2020

Rotterdamse haven

12 PJ/jaar

Windenergie



windturbines 6MW

240 x 0,048 PJ/jaar*

woonkernen

* Uitgaande van 2.200 vollasturen

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (elektriciteitsgebruik 80.000 huishoudens bij 3.500 kWh huishouden/jaar)
= 126 MW bij 2.200 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - windenergie

Windeilanden 2030

Rotterdamse haven, glastuinbouwgebieden (Westland + Oostland + Waddinxveen)

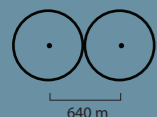
31 PJ/jaar*

€ 5.580 miljoen

€ 9 miljoen /PJ/jaar**

€ 113 /huishouden/jaar (3,5MWh/huishouden/jaar)

Windenergie



windturbines 6MW

**Tussenruimte tussen windturbines: 5 keer de rotordiameter
5 x 128 meter = 640 meter**



woonkernen



glastuinbouwgebieden

* Uitgaande van 2.200 vollasturen

** Uitgaande van een levensduur van 20 jaar

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (elektriciteitsgebruik 80.000 huishoudens bij 3.500 kWh huishouden/jaar)
= 126 MW bij 2.200 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - windenergie

Windeilanden 2030

Rotterdamse haven, glastuinbouwgebieden (Westland + Oostland + Waddinxveen)

31 PJ/jaar

Windenergie



windturbines 6MW

240 x 0,048 PJ/jaar = 12 PJ/jaar (Rotterdamse Haven)

190 x 0,048 PJ/jaar = 9 PJ/jaar (Westland)

210 x 0,048 PJ/jaar = 10 PJ/jaar (Oostland + Waddinxveen)



woonkernen

* Uitgaande van 2.200 vollasturen

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (elektriciteitsgebruik 80.000 huishoudens bij 3.500 kWh huishouden/jaar)
= 126 MW bij 2.200 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - windenergie



STUDIO MARCOVERMEULEN

Windeilanden 2050

Rotterdamse haven, glastuinbouwgebieden (Westland + Oostland + Waddinxveen), Goeree-Overflakkee

54 PJ/jaar*

€ 9.720 miljoen

€ 9 miljoen /PJ/jaar**

€ 113 /huishouden/jaar (3,5MWh/huishouden/jaar)

Windenergie



Tussenruimte tussen windturbines: 5 keer de rotordiameter

5 x 128 meter = 640 meter

- woonkernen
- dijkkring
- glastuinbouwgebieden

* Uitgaande van 2.200 vollasturen

** Uitgaande van een levensduur van 20 jaar

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10¹⁵ Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (elektriciteitsgebruik 80.000 huishoudens bij 3.500 kWh huishouden/jaar)

= 126 MW bij 2.200 vollasturen (292 dagen/jaar)

Windeilanden 2050

Rotterdamse haven, glastuinbouwgebieden (Westland + Oostland + Waddinxveen), Goeree-Overflakkee

54 PJ/jaar

Windenergie



windturbines 6MW

240 x 0,048 PJ/jaar = 12 PJ/jaar (Rotterdamse Haven)

190 x 0,048 PJ/jaar = 9 PJ/jaar (Westland)

210 x 0,048 PJ/jaar = 10 PJ/jaar (Oostland + Waddinxveen)

481 x 0,048 PJ/jaar = 23 PJ/jaar (Goeree-Overflakkee)



woonkernen



dijkring

* Uitgaande van 2.200 vollasturen

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (elektriciteitsgebruik 80.000 huishoudens bij 3.500 kWh huishouden/jaar)
= 126 MW bij 2.200 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - windenergie



STUDIOMARCOVERMEULEN

3. Biomassa

WAT

vergisting van organische reststromen na valorisatie

WAAR

- Valorisatiepark Westland
- andere glastuinbouwgebieden
- haven (2x, suiker, olie)

WAAROM

- groene grondstof voor biobased producten en bio-energie voor een circulaire greenport
- continu, snel schakelbaar, op te slaan en schaalbaar
- biomassa van diverse oorsprong: stedelijk, glastuinbouw, akkerbouw en import
- inzet bestaande infrastructuur (WKK, gasnetten, riolering en elektriciteitsgrid)
- hoogwaardige producten dmv valorisatie levert economisch perspectief
- meer stromen biomassa en daarmee een toename van energie uit biomassa

WAAROM NIET

- nog niet concurrerend, hoge investeringen
- lange termijn visie nodig
- technische hobbels
- samenwerking tussen bedrijven en triple-helix nodig (open innovatie)
- evt aanpassingen infrastructuur (biogasleidingen)
- evt toename transport
- samenwerkingsvormen juridisch, financieel lastig
- denken in ketens noodzakelijk

HOE DAN WEL

- blijvend urgentie en gecombineerde belangen benadrukken, transitieperspectief toelichten
- best practices / pilotprojecten in Economische Agenda Zuidvleugel
- regionale ontwikkelingsmaatschappij.

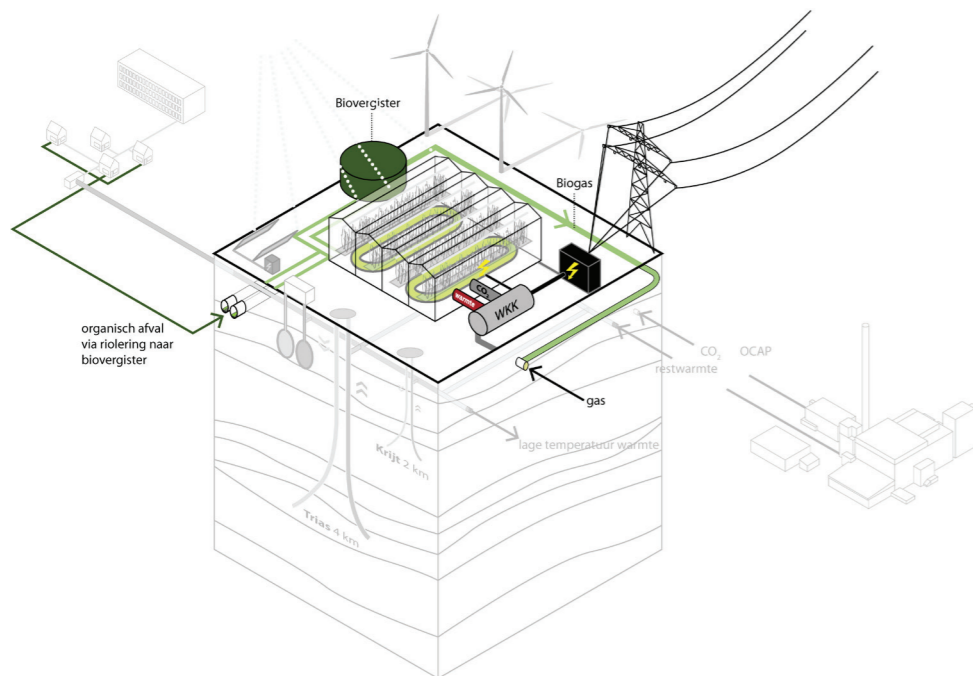
WANNEER

- Biobased Westland: ontwerp en business cases 2012-2013.
- start individuele bc's: 2014
- start park: 2017.

ROL PROVINCIE

- regulerend. Bevoegd gezag voor milieuvergunningen en handhaving. Ruimtelijke inpassing via PSV en andere ruimtelijke instrumenten.
- faciliterend. Financiële steun via subsidies en procesgeld voor R&D, kennisverspreiding, pilots, infra. Daarna verbinden, aanjagen, coördineren.
- onderzoekend. Welke ontwikkelingen- knelpunteninnovaties komen eraan? Waar is nieuw beleid nodig? Waar hebben bedrijven behoefte aan?

Het schaarser worden van fossiele brandstoffen gaat gepaard met het schaarser worden van fossiele grondstoffen. De petrochemische industrie is daarom naarstig op zoek naar plantaardige grondstoffen die op termijn fossiele grondstoffen kunnen vervangen. Deze groene grondstoffen zullen voor een deel gebaseerd zijn op organisch restmateriaal afkomstig uit de regionale glastuinbouw en landbouw, maar ook uit het stedelijk afvalwater dat in de rioolwaterzuiveringen wordt geïmporteerd. Via de Rotterdamse haven kan biomassa daarnaast in grote hoeveelheden overzees worden aangevoerd. Nu wordt een deel deze geïmporteerde biomassa rechtstreeks gebruikt om de elektriciteitscentrales op de Maasvlakte bij te stoken. In de toekomstige 'biobasedeconomy' wordt deze biomassa eerst opgewerkt (gevaloriseerd) tot bruikbare grondstoffen, waarna het resterend organisch materiaal beschikbaar is voor energieopwekking. Het eerste valorisatiepark is inmiddels in ontwikkeling op grondgebied van Hoek van Holland. Hoewel de calorische waarde van biomassa beperkt is, en het telen van biomassa ten behoeve van energieproductie daarom niet zinvol, is het waarschijnlijk dat de hoeveelheid biomassa die in de Rotterdamse haven passeert de komende jaren aanzienlijk zal groeien en daarmee ook de mogelijkheden voor duurzame energieopwekking voor Zuid-Holland op basis van biomassa. Omdat biomassa (in tegenstelling tot wind en zon), kan worden opgeslagen en daarmee continu beschikbaar is, vormt het een belangrijk onderdeel van een betrouwbare duurzame energievoorziening (baseload).



Elektriciteitscentrales 2013

75 PJ/jaar

bron: Enipedia, TU-Delft



kolencentrale 1.100 MW

200.000 ton bijstook per jaar aan biomassa (hout en landbouwafval)*

24,5 PJ/jaar



nieuwe E.ON centrale (2012) 1.040 MW

20% bijstook aan biomassa*

23,3 PJ/jaar**



nieuwe Electrabel centrale (2013) 800 MW

60% bijstook aan biomassa*

17,9 PJ/jaar**



elektriciteitsproducenten op gas >0,5 PJ/jaar

Rotterdam, Ro-Ca-centrale: 3,7 PJ/jaar

Rotterdam, Galileistraat: 3,0 PJ/jaar

Leiden: 0,9 PJ/jaar

Den Haag: 1,1 PJ/jaar



overige energieproducenten >0,5 PJ/jaar

* bron: Biomassa in de Rotterdamse haven -Position paper; aug2010; pg 10

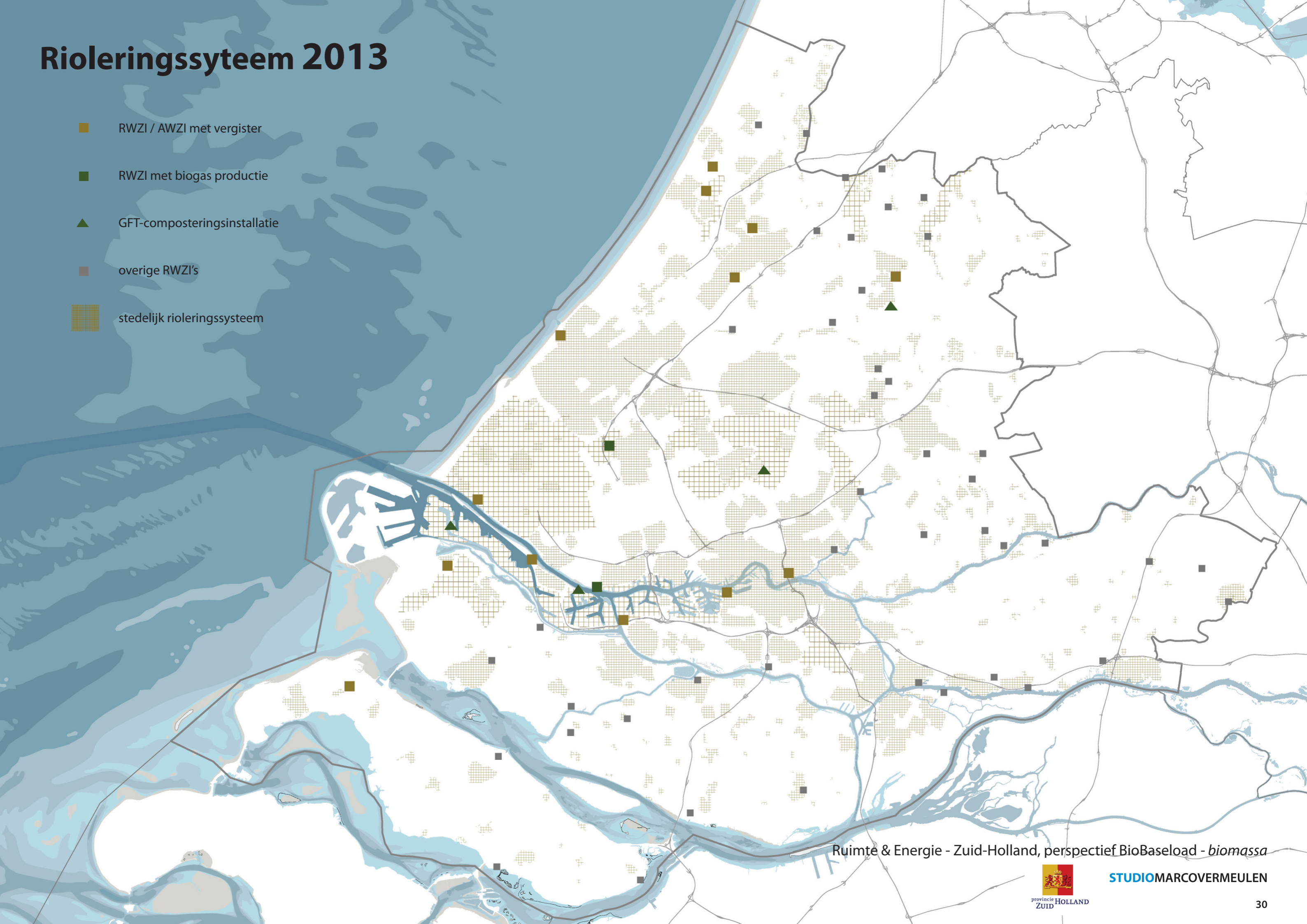
** Uitgaande van 6.200 vollasturen

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (elektriciteitsgebruik 80.000 huishoudens bij 3.500 kWh huishouden/jaar)
= 126 MW bij 2.200 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - biomassa

Rioleringsysteem 2013

-  RWZI / AWZI met vergister
-  RWZI met biogas productie
-  GFT-composteringsinstallatie
-  overige RWZI's
-  stedelijk rioleringsstelsel



Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - *biomassa*



STUDIOMARCOVERMEULEN

Biobased 2050

66 PJ/jaar obv geïmporteerde biomassa en
bestaand vermogen huidige centrales



Biomassa Energie Centrale (kolencentrale) 1.100 MW

100% stook van biomassa (hout en landbouwafval)

24,5 PJ/jaar

nieuwe E.ON centrale (2012) 1.040 MW

100% stook van biomassa

23,3 PJ/jaar*

nieuwe Electrabel centrale (2013) 800 MW

100% stook van biomassa

17,9 PJ/jaar*

4 PJ/jaar obv biomassa ZH



biomassa stromen*



RWZI / AWZI met vergister



RWZI met biogas productie



GFT-composteringsinstallatie



Valorisatiepark



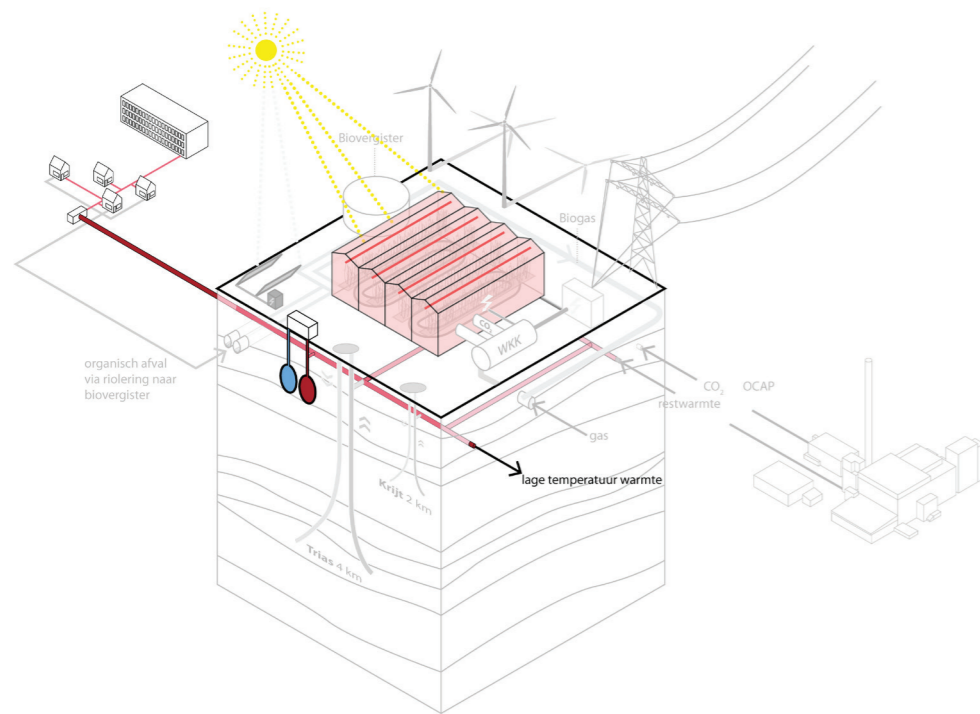
stedelijk rioleringssysteem

* bron: Biomassa in de Rotterdamse haven -Position paper; aug2010; pg 9

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (elektriciteitsgebruik 80.000 huishoudens bij 3.500 kWh huishouden/jaar)
= 126 MW bij 2.200 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - biomassa

4. Energieleverende kas



WAT

warmte en elektriciteit opwekken bij glastuinbouw dmv toepassen Fresnel CSP technologie

WAAROM

- meervoudig gebruik van glastuinbouwgebied
- geen extra ruimtelijke impact
- alternatieve verdienmodellen kassen
- maatschappelijke acceptatie

WAAROM NIET

- kostbare techniek
- transportbelasting op energiedistributie

HOE DAN WEL

- stimulerende subsidies: bv transportbelasting vrij zolang installatie nog niet is terugverdient
- mogelijkheid om te salderen
- pilotfase, opschalingsfase, uitrolfase

WAAR

- Westland (oud glas)
- Bleiswijk (nieuw glas)
- Zuidplas (nieuw glas)

WANNEER

- nu tot 2017 pilot projecten: (+- 500 tot 2000 m2)
- vanaf 2017 tot 2022 opschaal projecten (2000 tot 5000 m2)
- na 2022 uitrolfase (hectaren projecten)

ROL PROVINCIE

- stimuleren
- sturend optreden
- businesscases voorbeelden opstellen
- pilotfase financieel ondersteunen
- opschalingsfase faciliteren

Fresnelkassen

Slechts een deel van het zonlicht dat de glazen daken van kassen bereikt, kan nuttig worden gebruikt voor de groei van gewassen. Met het gebruik van fresnellenzen in het dakoppervlak (Fresnel Concentrated Solar Power technologie) kan de onbenutte energie worden afgevangen en omgezet in voornamelijk warmte (90%) en elektriciteit (10%). Hoewel de techniek nog in de kinderschoenen staat, is met een totaal kasdakoppervlak van circa 5000ha in Zuid-Holland de totale potentie aan op te wekken energie aanzienlijk; ruim 60 PJ per jaar. Net als bij geothermie is de ruimtelijke impact van deze energievoorziening zeer beperkt; het bestaande glastuinbouwgebied wordt in feite meervoudig gebruikt. Het biedt wellicht ook alternatieve verdienmodellen voor de glastuinbouwsector. De prijs per opgewekte PJ warmte legt het voorsnog af tegen die van geothermie. Schaalvoordelen en verdere doorontwikkeling van deze technologie zouden er echter toe kunnen leiden dat dit in de toekomst omslaat in het voordeel van Fresnel CSP.

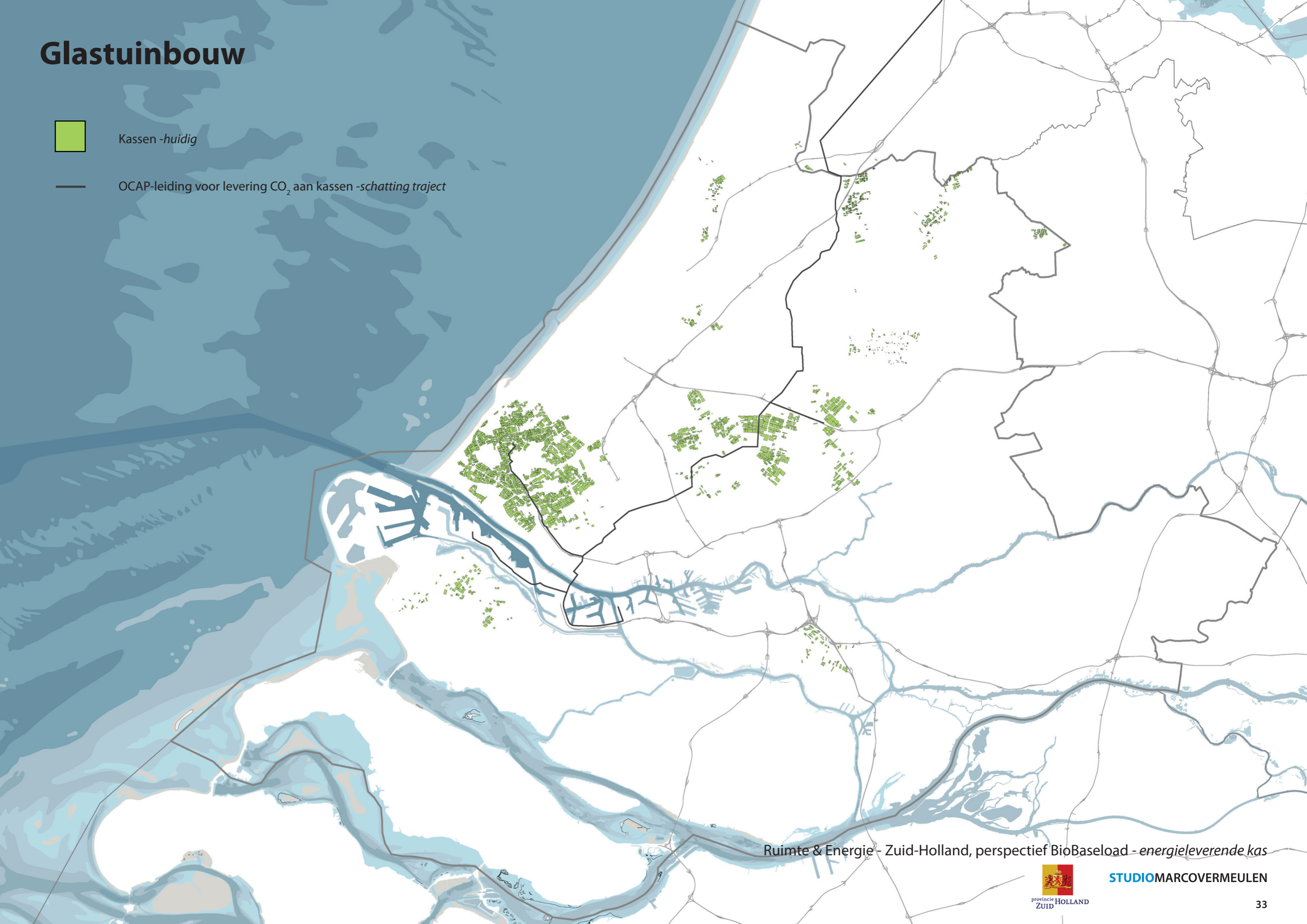
Glastuinbouw



Kassen -*huidig*



OCAP-leiding voor levering CO₂ aan kassen -*schatting traject*



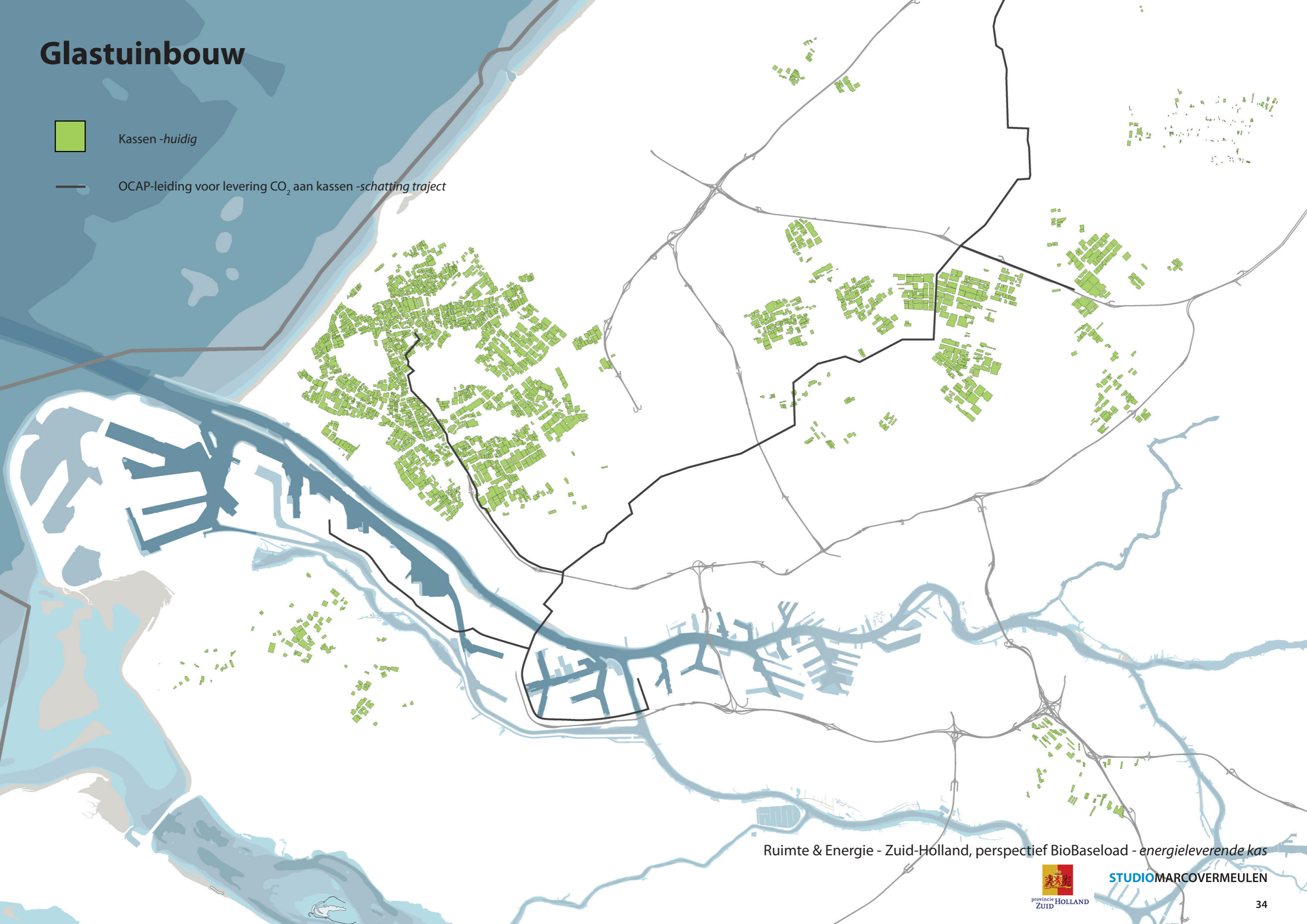
Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - *energieleverende kas*



STUDIOMARCOVERMEULEN

Glastuinbouw

-  Kassen -*huidig*
-  OCAP-leiding voor levering CO₂ aan kassen -*schatting traject*



Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - *energieleverende kas*



STUDIO MARCOVERMEULEN

Potentie energieleverende kassen 2020

- pilot + opschaal fase + uitrolfase 1

4,14 PJ/jaar

€ 514 miljoen

€ 4,6 miljoen* /PJ/jaar warmte

€ 185 /huishouden/jaar (40GJ/huishouden/jaar)

€ 39 miljoen* /PJ/jaar elektriciteit

€ 490 /huishouden/jaar (3,5MWh/huishouden/jaar)

3,70 PJ/jaar warmte

0,44 PJ/jaar elektriciteit

-nu tot 2017 pilot projecten: (+- 500 tot 2000 m2)

-vanaf 2017 tot 2022 opschaal projecten (2000 tot 5000 m2)

-na 2022 uitrolfase



Oud glas Westland: 550 ha.



Nieuw glas

Bleiswijk: 80 ha.

Zuidplas glas: 125 ha.

* Uitgaande van een levensduur van 30 jaar

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (elektriciteitsgebruik 80.000 huishoudens bij 3.500 kWh huishouden/jaar)
-> (warmtegebruik 25.000 huishoudens bij 40 GJ huishouden/jaar)
= 126 MW bij 2.200 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - energieleverende kas

Totale potentie energieleverende kassen 2050


-toegepast op geheel glastuinbouwgebied

62,9 PJ/jaar
€ 7.800 miljoen

€ 4,1 miljoen* /PJ/jaar warmte
€ 165 /huishouden/jaar (40GJ/huishouden/jaar)

€ 28 miljoen* /PJ/jaar elektriciteit
€ 350 /huishouden/jaar (3,5MWh/huishouden/jaar)

56,2 PJ/jaar warmte
6,7 PJ/jaar elektriciteit

 Totale glastuinbouw Zuid-Holland: 5.200 ha.

* Uitgaande van een levensduur van 30 jaar

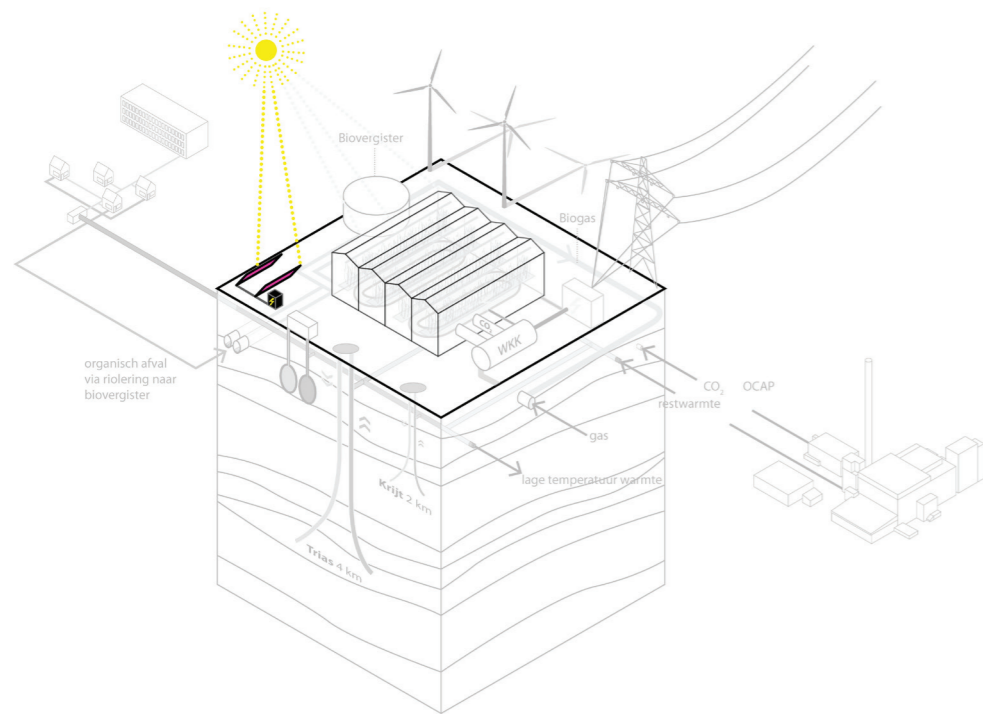
PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (elektriciteitsgebruik 80.000 huishoudens bij 3.500 kWh huishouden/jaar)
-> (warmtegebruik 25.000 huishoudens bij 40 GJ huishouden/jaar)
= 126 MW bij 2.200 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - energieleverende kas



STUDIOMARCOVERMEULEN

5. Industriële zonneakkers



WAT

grootschalige zonneakkers op laag gewaardeerde (industriële) locaties: wastespace

WAAR

- C3-deponie op de Maasvlakte
- C2-deponie
- Slufter
- voormalige stortplaatsen
- spaarbekken/waterzuivering Beerenplaat
- scheidingsdam
- bedrijventerreinen en grote gebouwen
- daken loodsen

WAAROM

- substantiële oppervlakten
- kost geen bruikbare ruimte (geen solitaire zonnevelden)
- Last (stortplaats) wordt lust (winning energie)
- voordelen bij prijsgarantie en gezamenlijk inkopen

WAAROM NIET

- geen rendabele businesscase voor bedrijven (grootgebruikers krijgen energie goedkoop)
- wel rendabel voor kleingebruikers
- belemmeringen bij toewijzen bestemming

HOE DAN WEL

- gebieden zoeken waar je win/win situatie creëert
- tijdelijk bestemmen
- beleid stimuleren zonne-akkers: zon is agrarische bestemming
- gemeenten stimuleren om grootschalig aan de slag te gaan
- lagere productie- en installatiekosten van zonnepanelen
- hogere efficiency van zonnepanelen
- saldering (juridisch/ financieel)

WANNEER

- vanaf nu met aantal pilots
depots
bedrijventerrein
loodsen
- Groeimodel naar 2030

ROL PROVINCIE

- 'mee helpen duwen' faciliteren bij vinden van technische, organisatorische en juridische oplossing.
- beleid vastleggen die zonneakkers stimuleert
- zoeken naar geschikte locaties
- beleid: tijdelijk bestemmen, zonne-akkers (valt niet binnen rode contouren)
- opwaarderen van stortplaatsen

In de economische dynamiek van een van de grootste havenindustriële complexen ter wereld wordt onbedoeld ruimte verspild. Deze 'waste space' kan ontstaan doordat er (tijdelijk) geen nieuwe gebruiker voor is of omdat de grond dusdanig vervuild is dat hergebruik of een ander type gebruik moeilijk is. De productie van zonne-energie door middel van fotovoltaïsche cellen zou een prima, al dan niet tijdelijke, invulling van deze industriële restruimte kunnen zijn. Er zijn reeds voorbeelden van grootschalige zonneakkers, maar meestal concurreren deze met voedselproductie en/of landschappelijke waarden. Zuid-Holland beschikt ook over meerdere grootschalige locaties en gebouwen die in aanmerking komen voor meervoudig gebruik als zonneakker. Te denken valt daarbij aan het veilinggebouw in Naaldwijk, de Slufter, de Scheidingsdam en de Beerenplaat. Bij de C3 deponie op de Maasvlakte wil de firma Van Gansewinkel het voortouw nemen om de stortplaatsen van Zuid-Holland te transformeren tot zonneakker.

Potentie zonneakkers op wastespace

5,8 PJ/jaar



Industriële zonneakkers

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (elektriciteitsgebruik 80.000 huishoudens bij 3.500 kWh huishouden/jaar)
= 126 MW bij 2.200 vollasturen (292 dagen/jaar)

Bloemenveiling Flora Holland 38 ha. =0,3PJ

Buytenpark 60 ha. =0,5PJ

Flora Holland 53 ha. =0,4PJ

Landtong Rozenburg 90 ha. =0,7PJ

DOP-NOAP 50 ha. =0,4PJ

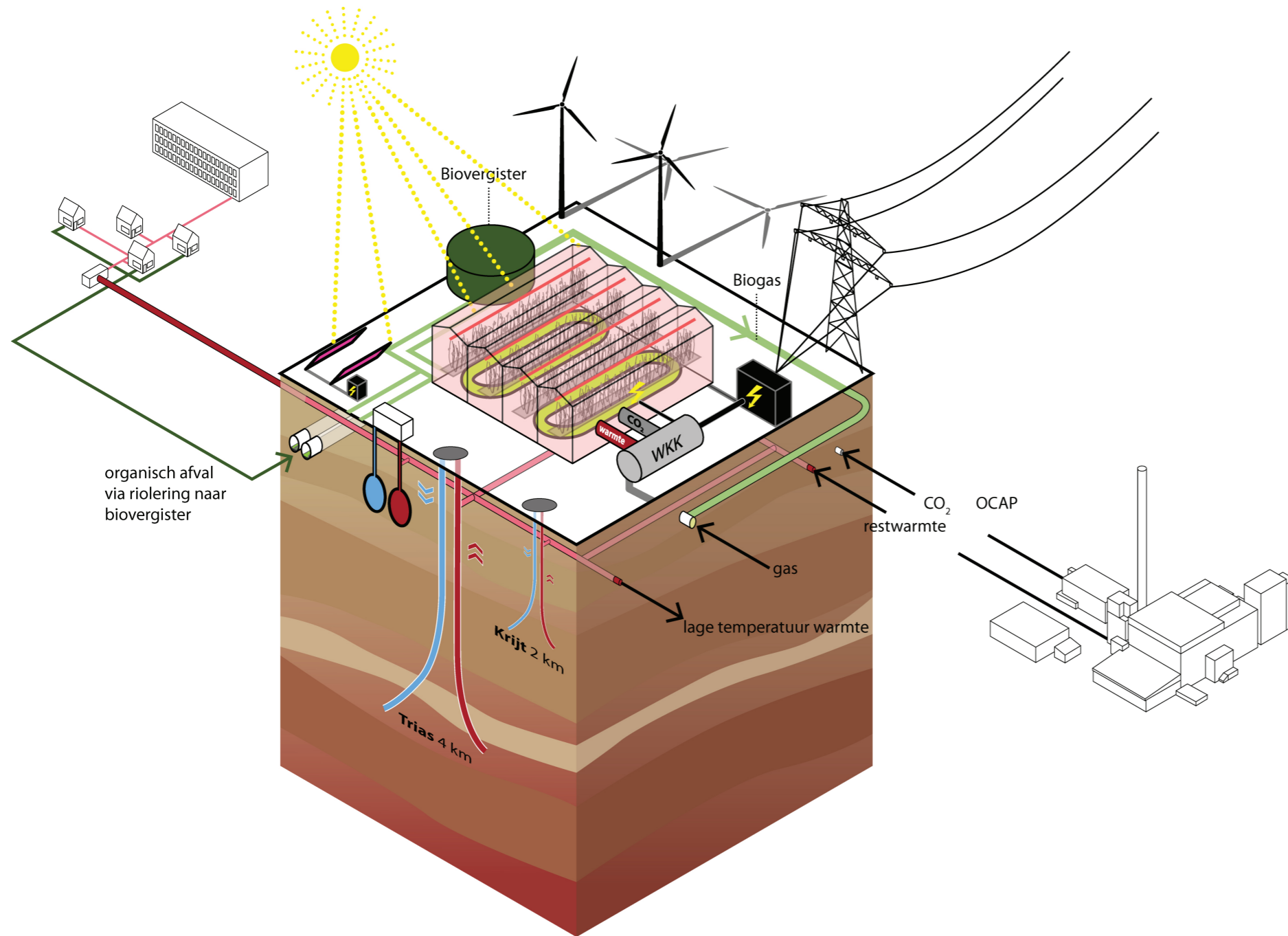
C3-deponie: 18 ha. =0,15PJ
Slufter: 250 ha. =2PJ

Beerenplaat 100 ha. =0,8PJ

3e Merwedehaven 60 ha. =0,5PJ

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload - industriële zonneakkers

6. BIOBASELOAD -Totaal scenario



BioBaseload Warmte 2050

90 PJ/jaar lage temperatuur warmtevraag

Stedelijk gebied + glastuinbouwgebied

Geothermie € 2,6 miljoen /PJ/jaar

• **70** PJ/jaar

Restwarmtebronnen

● **20** PJ/jaar

Alternatief

Energieleverende kas

■ **56** PJ/jaar

€ 4,1 miljoen /PJ/jaar

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (warmtegebruik 25.000 huishoudens bij 40 GJ huishouden/jaar)
= 40 MW bij 7.000 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload

BioBaseload Elektriciteit 2050

130 PJ/jaar* elektriciteitsvraag

Zuid-Holland

Windeilanden

€ 9 miljoen /PJ/jaar



54 PJ/jaar

Biomassa Energie Centrales + Biomassa ZH



70 PJ/jaar

Energieleverende kas

€ 28 miljoen /PJ/jaar



7 PJ/jaar

Industriële zonneakkers



6 PJ/jaar

Totaal: 137 PJ/jaar

* Aanname: elektriciteitsvraag Zuid-Holland 2013, 86 PJ (20% van netto verbruik).
2020 t/m 2050 -> 30% van netto verbruik.

PJ/jaar = PetaJoule/jaar = 10^{15} Joule/jaar = 277778 MWh/jaar -> (elektriciteitsgebruik 80.000 huishoudens bij 3.500 kWh huishouden/jaar)
= 126 MW bij 2.200 vollasturen (292 dagen/jaar)

Ruimte & Energie - Zuid-Holland, perspectief BioBaseload

Colofon

Opdrachtgever

Provincie Zuid-Holland



Opdrachtnemer

Studio Marco Vermeulen

Maaskade 85

3071 NE Rotterdam

T: +31 (0)10 225 0030

F: +31 (0)10 225 0758

E: studio@marcovermeulen.nl

W: www.marcovermeulen.nl

STUDIOMARCOVERMEULEN
architectuur stedenbouw landschap onderzoek

Team

Marco Vermeulen

Joost van der Waal

Met dank aan:

Coördinatie

Marco van Steekelenburg; Provincie Zuid-Holland

Rindert Groeneveld; Provincie Zuid-Holland

Jaap Modder; NIROV

Expert team

Dirk Sijmons; TU-Delft

Siebe Broersma; TU-Delft

Bob Geldermans; TU-Delft

Jan Brouwer; ABF Cultuur

Kerngroep geothermie

Arend Bosma; Provincie Zuid-Holland

Clemens Kester; Provincie Zuid-Holland

Kerngroep windenergie

Alex Ouwens; Eneco

Kerngroep energieleverende kas

Alexander van de Beek; FutureNRG.nl

Kerngroep industriële zonneakkers

Hans Kolijn; Van Gansewinkel

Lennart van der Burg; Grontmij

Hans van den Berg; Grontmij

Kerngroep biomassa

Carolien Huisman; Provincie Zuid-Holland

Maart 2013

Dit document betreft een visiedocument, aan dit document kunnen geen rechten worden ontleend.

Studio Marco Vermeulen streeft naar correcte en actuele informatie in dit document, maar kan niet garanderen dat de informatie juist is op het moment waarop zij wordt ontvangen, of dat de informatie na verloop van tijd nog steeds juist is.

Studio Marco Vermeulen aanvaardt geen aansprakelijkheid voor schade als gevolg van onjuistheden en/of gedateerde informatie. Binnen dit document zijn ook zoveel mogelijk informatiebronnen vernoemd.

Studio Marco Vermeulen is niet verantwoordelijk voor de inhoud van de bronnen waarnaar wordt verwezen.

Beeldmateriaal: Copyright 2013 Studio Marco Vermeulen