



Engineering the earth

Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem

Eindrapportage 31 juli 2016

Voorblad

Opdrachtgever:

Unie van Waterschappen

Postbus 93218

2509 AE Den Haag

Contactpersoon: dhr. Reinier Romijn
dhr. Rafael Lazaroms

Adviseur:

IF Technology bv

Velperweg 37

Postbus 605

6800 AP ARNHEM

T 026-35 35 545 | b.scholten@iftechnology.nl

Contactpersoon: dhr. Barry Scholten
dhr. Rutger Wierikx

Colofon:

Auteur: dhr. B. Scholten | mevr. C. van der Meer

Versie: Definitief

Gecontroleerd door: dhr. Rutger Wierikx

Vrijgegeven door: dhr. Rutger Wierikx



Hoe deze potentieelstudie te gebruiken?

- Deze nationale verkenning geeft op **regionaal niveau** inzicht in de kansrijke gebieden voor energiewinning uit het watersysteem en een indicatie van het totale landelijk potentieel van deze duurzame technologie.
- Ze levert input om op **waterschap/-gemeenteniveau** met aanvullende data kansrijke locaties te identificeren om vervolgens op **projectniveau** de haalbaarheid uit te werken.

Disclaimer:

- Niet alle informatie over het watersysteem en de energievraag was volledig landsdekkend en/of op het gewenste detailniveau beschikbaar. De kaartbeelden geven een duidelijke richting maar zijn niet compleet. Hiervoor is een verdiepende inventarisatieslag op waterschapsniveau vereist.
- Daarnaast geldt dat de rekenregels zijn gebaseerd op expert-judgement, maar op globale en vereenvoudigde uitgangspunten en vuistregels gestoeld. Ze zijn hiermee nadrukkelijk niet toepasbaar op project/ontwerpniveau.

Detail inhoudsopgave

1. Inleiding
2. Concepten
 - I. Waterlopen en plassen
 - II. Diepe plassen
 - III. Gemalen
3. Data-inventarisatie
4. Rekenregels
5. Potentieelkaarten
6. Analyse landelijk potentieel
7. Bijlage toelichting rekenregels
 - I. Waterlopen en plassen
 - II. Diepe plassen
 - III. Gemalen

Inhoud

1. Inleiding
2. Concepten
3. Data-inventarisatie
4. Rekenregels
5. Potentieelkaarten
6. Analyse landelijk potentieel
7. Bijlage toelichting rekenregels

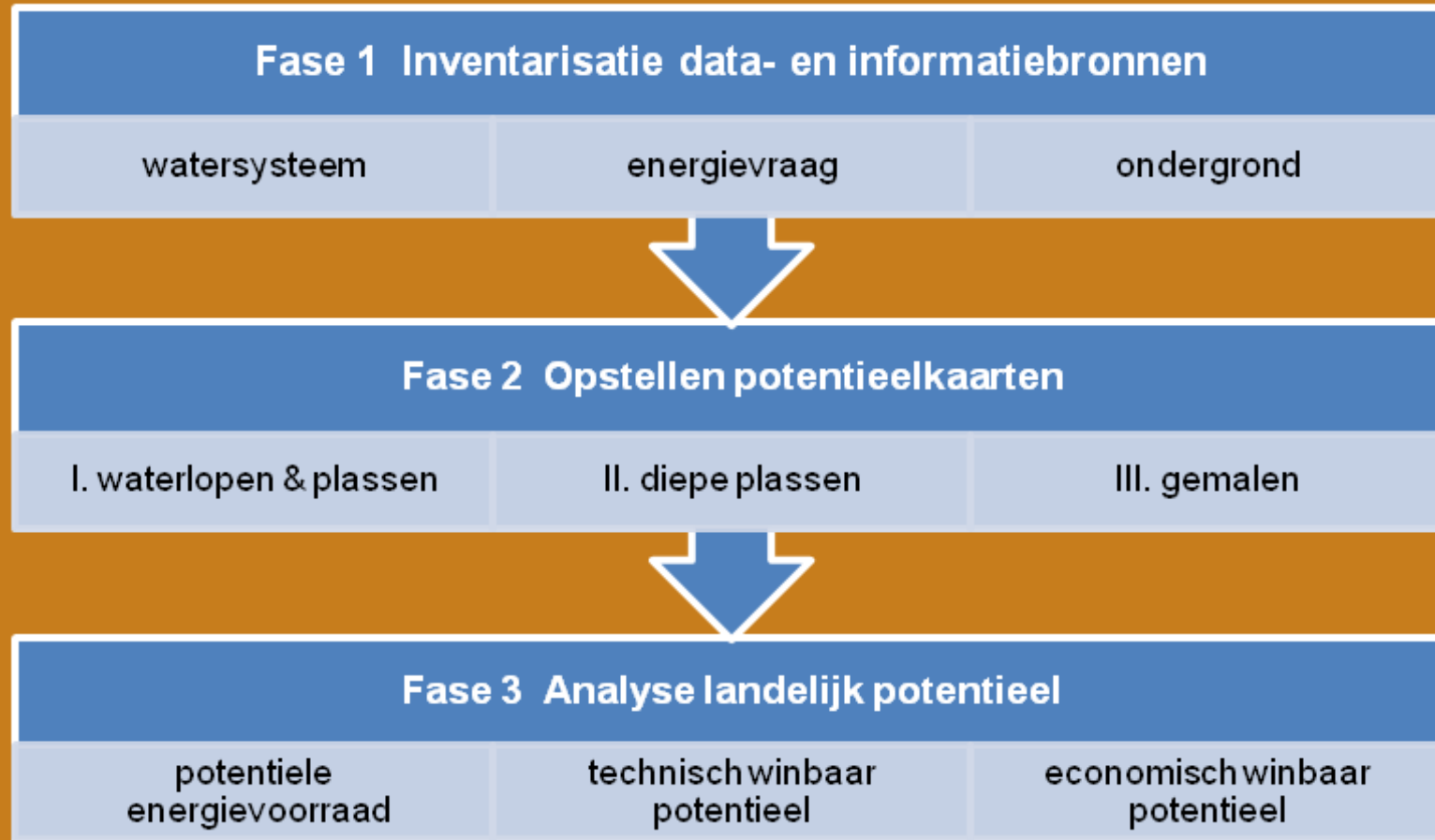
Aanleiding

- 21 maart 2016 heeft de UVW een Green Deal Energie afgesloten met het Rijk. Belangrijkste afspraak is om te verkennen hoe de sector energieneutraliteit kan realiseren.
- Diverse energiebronnen worden onderzocht. Thermische energiewinning uit het watersysteem biedt ook perspectief om bij te dragen aan deze duurzaamheidsambities.
- In dit kader bestaat bij de UvW de wens het landelijk energiepotentieel van het watersysteem in beeld te brengen.

Doelen van dit project

- Het uitvoeren van een nationale verkenning naar de potentie van warmte en koude uit het watersysteem
- Die op regionaal (quick-scan)-niveau “water-stakeholders” inzicht geeft in het energiepotentieel en de duurzaamheidsbijdrage van deze techniek.
- Zo een opmaat vormt om met aanvullende locale info kansrijke locaties binnen een waterschap/gemeente te identificeren.
- In afstemming met RWS integratie van het landelijk beeld voor de rijks- en waterschapswateren plaatsvindt.

Plan van aanpak



Inhoud

1. Inleiding
2. Concepten
3. Data-inventarisatie
4. Rekenregels
5. Potentieelkaarten
6. Analyse landelijk potentieel
7. Bijlage toelichting rekenregels

Concepten energie uit het watersysteem



I. Waterlopen & plassen

- verwarming
- koeling



II. Diepe plassen

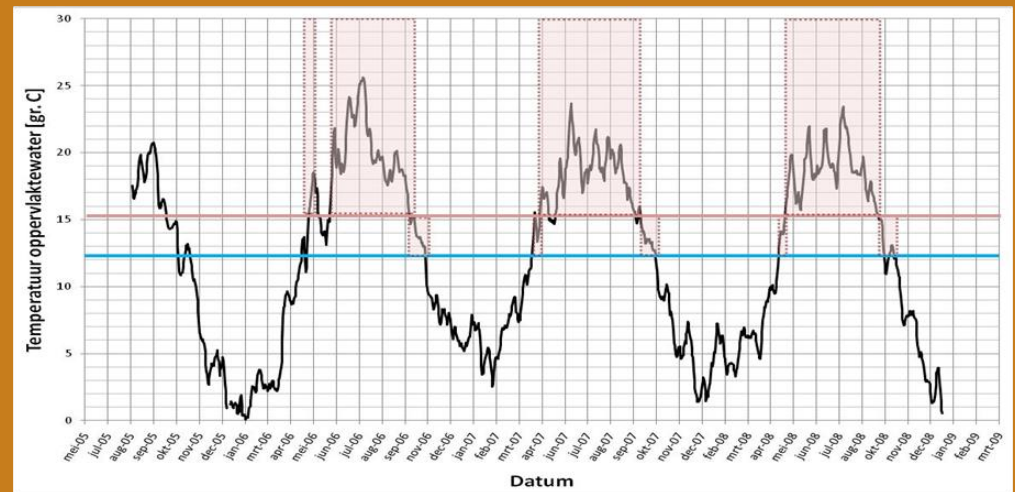
- koeling



III. Gemalen

- verwarming
- koeling

Concept I. Waterlopen & plassen



Concept I. Waterlopen en plassen

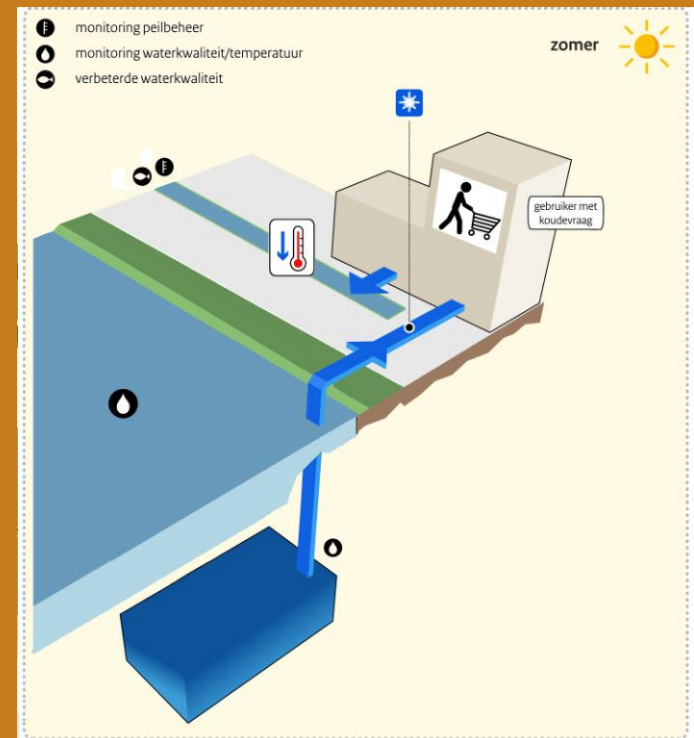
- Het oppervlaktewater van sloten en kanalen kan in combinatie met warmte en koude opslagsystemen (WKO) worden ingezet voor het duurzaam verwarmen en/of koelen van gebouwen.
- Hiervoor zal een pompinstallatie in de nabijheid van de afnemer worden geplaatst waarmee met een klein temperatuursverschil (3 tot 6 °C) energie uit het water wordt gewonnen.
- Door deze pompinstallatie slim te integreren in het bestaande watersysteem kunnen voordelen worden behaald in waterkwaliteit (doorspoeling en afkoeling)



I. Waterlopen & plassen

- verwarming
- koeling

Concept II. Diepe plassen



Concept II. Diepe plassen

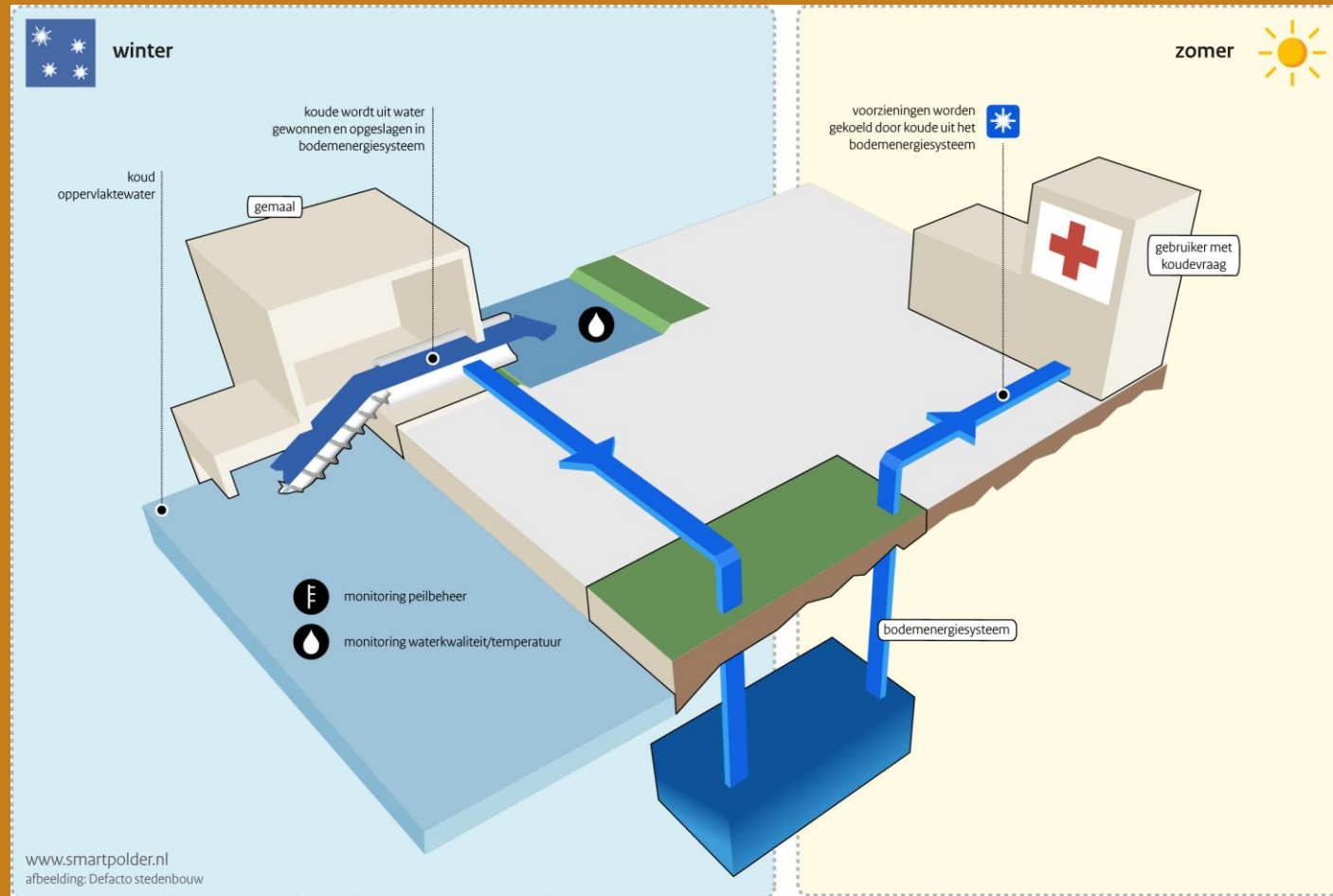
- Het water van “diepe”plassen kan worden ingezet voor het duurzaam koelen van gebouwen.
- Het koude water uit de diepe van een plas blijft geïsoleerd en biedt hiermee een duurzame bron van koeling.



II. Diepe plassen

- koeling

Concept III. Gemalen



Concept III. Gemalen

- In de smart polder worden kunstwerken (met name gemalen) voorzien van warmtewisselaars waarmee deze ingezet kunnen worden voor het leveren van primaire koude of warmte.
- Hiermee kan met een kleine investering een zeer hoog koel of verwarming vermogen worden gecreëerd.
- Voorwaarde is wel dat er afnemers van warmte of koude in de nabijheid van een gemaal aanwezig zijn.



III. Gemalen

- verwarming
- koeling

Inhoud

1. Inleiding
2. Concepten
3. Data-inventarisatie
4. Rekenregels
5. Potentieelkaarten
6. Analyse landelijk potentieel
7. Bijlage toelichting rekenregels

Data-inventarisatie

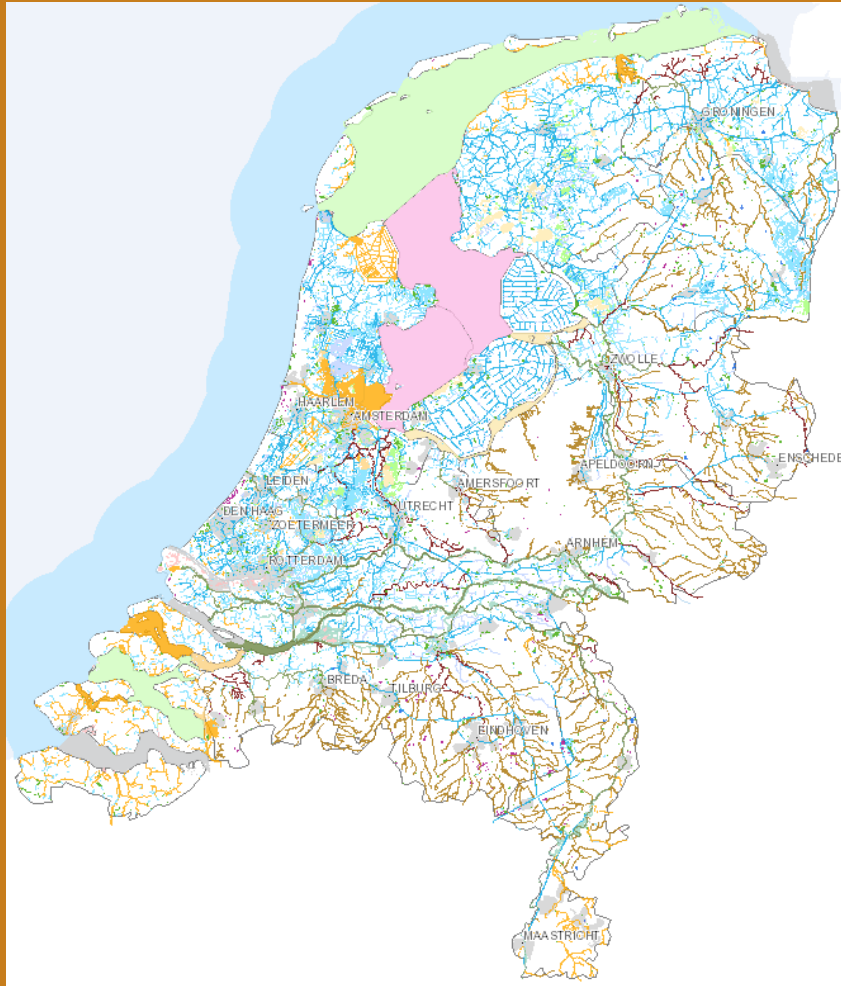
De volgende instanties zijn geraadpleegd:

- het Waterschapshuis
- Informatiehuis Water (IHW)
- Planbureau voor de Leefomgeving
- TOP10NL
- Rijkswaterstaat
- de Gemalen Stichting
- Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA)
- classificering voor energie potentie volgens KRW

Beschikbare informatie per instantie

Instantie/Bron	Gegevens	Opmerkingen
Planbureau voor de Leefomgeving	Waterlopen <ul style="list-style-type: none">- indicatie doorstroming- indicatie grootte (diepe) Plassen- oppervlakte- indicatie diepte	<i>Details van het hele (fijnmazige) watersysteem</i>
TOP10NL	Waterlopen <ul style="list-style-type: none">- indicatie grootte (diepe) Plassen- Oppervlakte	<i>Details van het hele (fijnmazige) watersysteem</i>
de Gemalen Stichting	Gemalen <ul style="list-style-type: none">- Capaciteit- Type gemaal- Status	<i>Aanvullende gegevens over capaciteit in aanvraag</i>
Rijkswaterstaat	Landelijk Sobek Model 1.3 (LSM)	<i>Alleen hoofdwatersysteem</i>
het Waterschapshuis	Waterlopen	<i>Alleen Inspire-data</i>
Informatiehuis Water (IHW)	Waterlopen	<i>KRW-gegevens (via PBL)</i>
STOWA		<i>Geen gegevens</i>

Planbureau voor de leefomgeving



I. Waterlopen & plassen

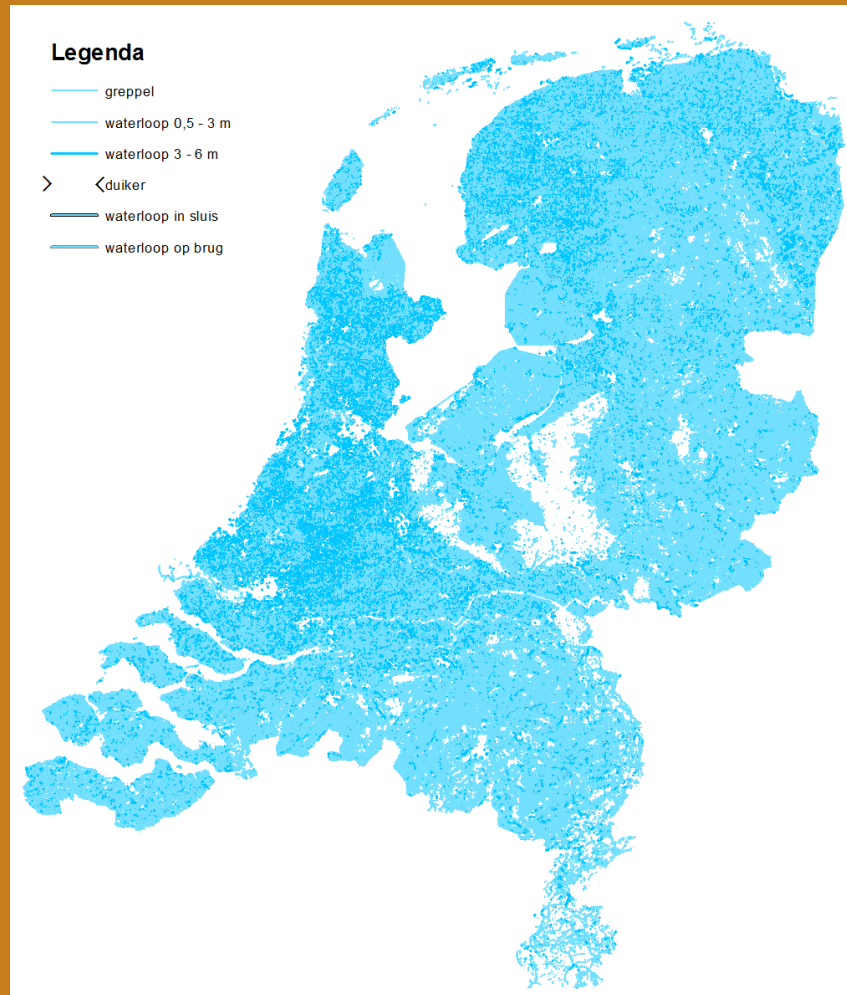
- verwarming
- koeling



II. Diepe plassen

- koeling

TOP10NL (lijn)



I. Waterlopen & plassen

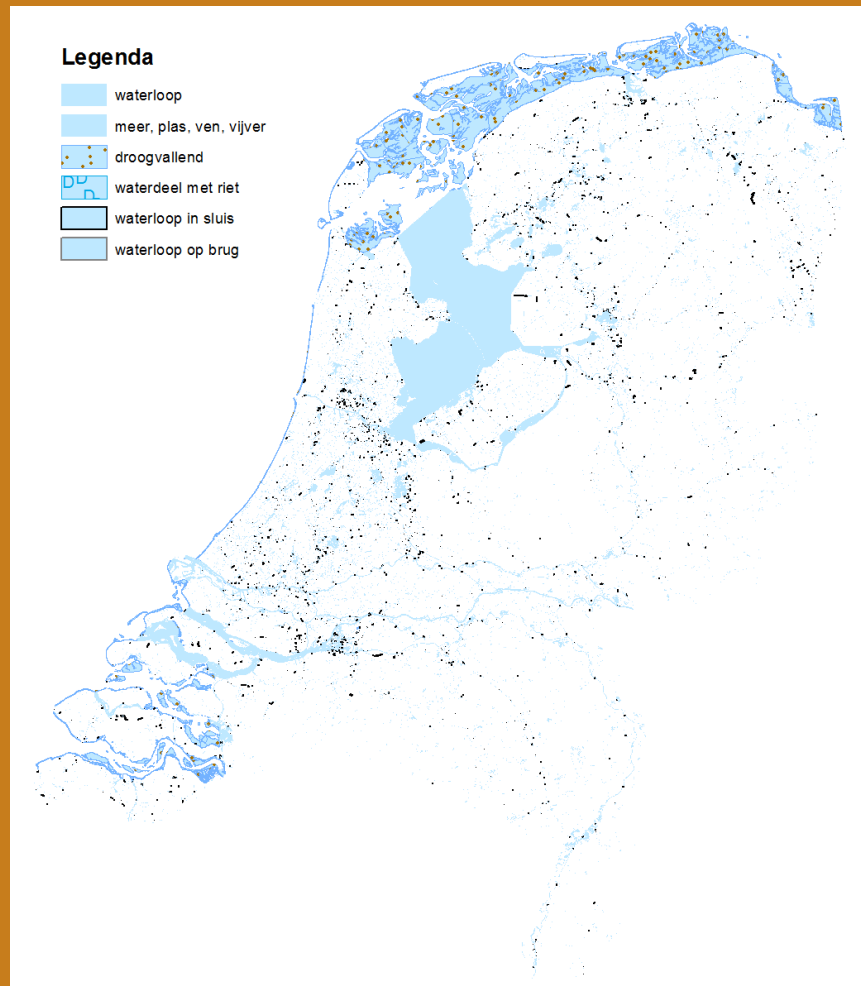
- verwarming
- koeling



II. Diepe plassen

- koeling

TOP10NL (vlak)



I. Waterlopen & plassen

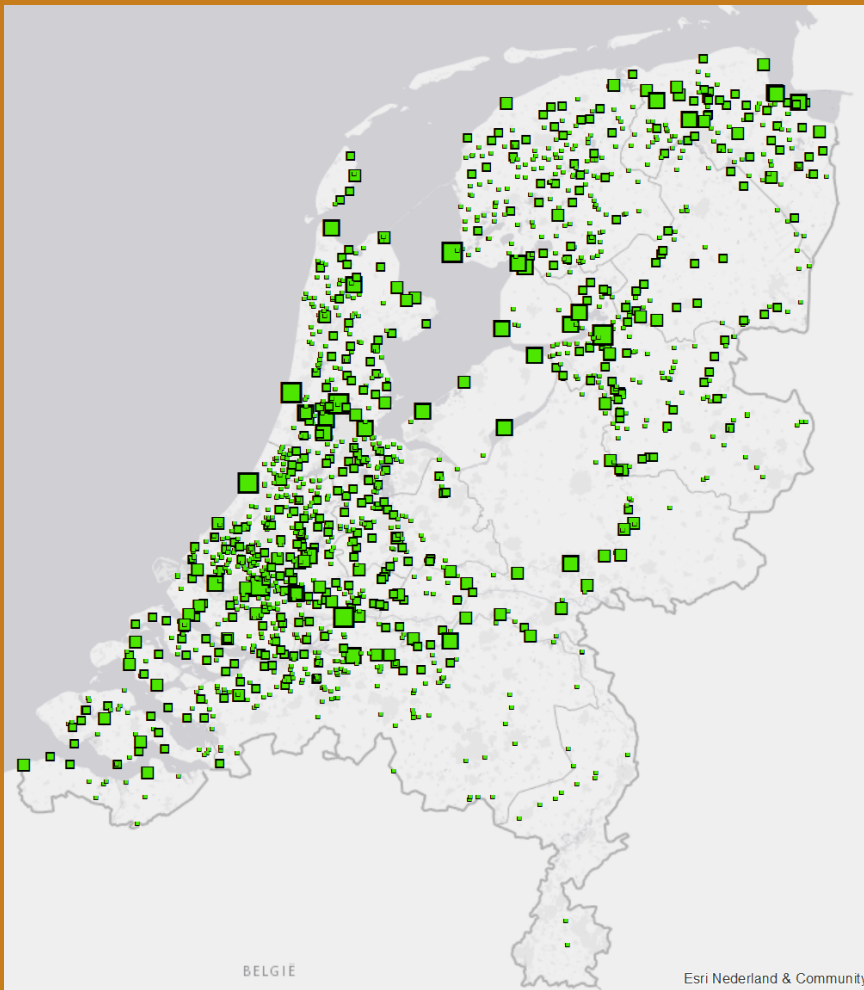
- verwarming
- koeling



II. Diepe plassen

- koeling

De Gemalen Stichting



Inhoud

1. Inleiding
2. Concepten
3. Data-inventarisatie
4. Rekenregels
5. Potentieelkaarten
6. Analyse landelijk potentieel
7. Bijlage toelichting rekenregels

Definities Potentieel

waterlopen &
plassen

diepe plassen

gemalen

Potentiële energievoorraad

Technisch winbaar potentieel

Economisch winbaar potentieel

Maatschappelijk potentieel

Definities Potentieel

Potentiële voorraad

De hoeveelheid energie die in het natuurlijk watersysteem zit en in theorie benut kan worden

Technisch winbaar

De potentiële voorraad die op basis van de huidige technische mogelijkheden uit een waterlichaam kan worden gewonnen.

Voor de concepten waterlopen (& plassen) en gemalen vormt de beschikbare opslagcapaciteit van de ondergrond voor energieopslag een bepalende factor

Economisch winbaar

Het technisch potentieel gecorrigeerd voor financiële haalbaarheidsaspecten,

Er geldt een minimaal vereiste energievraag/-aanbod van 1.000 GJ voor een rendabel project. Ook dient de energievrager zich voldoende nabij het watersysteem te bevinden.

*Maatschappelijk winbaar

De economisch winbare hoeveelheid energie, gecombineerd met maatschappelijke belangen: ecologie, drinkwatergebieden, archeologie, gebieden met hittestress en gebieden met waterkwaliteitsproblemen enz.

*Valt buiten scoop landelijke verkenning, vraagt om verdiepingslag op Waterschaps/gemeentelijk niveau

Potentiële energievoorraad

- Dit is de hoeveelheid energie die in het natuurlijk watersysteem zit en in theorie benut kan worden.

Rekenregels concept I. Waterlopen en plassen (zie bijlage voor toelichting)

Type stroming	Koudelevering		Warmtelevering	
	Vermogen P_t [kW _t]	Energie Q_t [GJ/jaar] per ...	Vermogen P_t [kW _t]	Energie Q_t [GJ/jaar] per...
Stilstaand (met $v_w = 0$)	$= (A * Z_{\text{jaar}} * dT) / 1000 =$ $= (A * 10 * 3) / 1000 =$ $= 0,03 * A$ <p><i>Eenheid: per (stukje) waterloop</i></p>	$= P_t * h_{\text{eow}} * 0,0036 =$ $= P_t * 2.000 * 0,0036 =$ $= 7,2 * P_t = \mathbf{0,216 * A}$ <p><i>Eenheid: per gridcel</i></p>	$= (A * Z_{\text{jaar}} * dT) / 1000 =$ $= (A * 10 * 3) / 1000 =$ $= 0,03 * A$ <p><i>Eenheid: per (stukje) waterloop</i></p>	$= P_t * h_{\text{eow}} * 0,0036 =$ $= P_t * 2.000 * 0,0036 =$ $= 7,2 * P_t = \mathbf{0,216 * A}$ <p><i>Eenheid: per gridcel</i></p>
Langzaam stromend (met $v_w = 0,25$ m/s)	$= Q_{wl} * dT * \rho_{\text{water}} * C_{\text{water}} =$ $= b * d * v_w * dT * \rho_{\text{water}} * C_{\text{water}} =$ $= b * d * 0,25 * 3 * 998 * 4,185 =$ $= b * d * 3.132$	$= P_t * h_{\text{eow}} * 0,0036 =$ $= P_t * 2.000 * 0,0036 =$ $= 7,2 * P_t = \mathbf{22.500 * b * d}$ <p><i>Eenheid: per gridcel</i></p>	$= Q_{wl} * dT * \rho_{\text{water}} * C_{\text{water}} =$ $= b * d * v_w * dT * \rho_{\text{water}} * C_{\text{water}} =$ $= b * d * 0,25 * 3 * 998 * 4,185 =$ $= b * d * 3.132$	$= P_t * h_{\text{eow}} * 0,0036 =$ $= P_t * 2.000 * 0,0036 =$ $= 7,2 * P_t = \mathbf{22,5 * b * d}$ <p><i>Eenheid: per gridcel</i></p>
Snel stromend (met $v_w = 0,75$ m/s)	$= Q_{wl} * dT * \rho_{\text{water}} * C_{\text{water}} =$ $= b * d * v_w * dT * \rho_{\text{water}} * C_{\text{water}} =$ $= b * d * 0,75 * 3 * 998 * 4,185 =$ $= b * d * 9.397$	$= P_t * h_{\text{eow}} * 0,0036 =$ $= P_t * 2.000 * 0,0036 =$ $= 7,2 * P_t = \mathbf{67.700 * b * d}$ <p><i>Eenheid: per gridcel</i></p>	$= Q_{wl} * dT * \rho_{\text{water}} * C_{\text{water}} =$ $= b * d * v_w * dT * \rho_{\text{water}} * C_{\text{water}} =$ $= b * d * 0,75 * 3 * 998 * 4,185 =$ $= b * d * 9.397$	$= P_t * h_{\text{eow}} * 0,0036 =$ $= P_t * 2.000 * 0,0036 =$ $= 7,2 * P_t = \mathbf{67,7 * b * d}$ <p><i>Eenheid: per gridcel</i></p>

Rekenregels concept II. Diepe plassen

Type stroming	Koudelevering		Warmtelevering	
	Vermogen P_t [kW]	Energie Q_t [GJ/jaar] per ...	Vermogen P_t [kW]	Energie Q_t [GJ/jaar] per...
-	$= Q_t / h_{op} =$ $= Q_t / 1.000$ <i>Eenheid: per plas</i>	$= 0,2761 * h * A * 0,5 * dT * 1,16 * 0,0036 =$ $=$ $= 0,2761 * h * A * 0,5 * 8 * 1,16 * 0,0036 =$ $= 1,28 * h * A * 0,0036$ <i>Eenheid: per plas</i>	n.v.t.	n.v.t.

Rekenregels concept III. Gemalen

Type stroming	Koudelevering		Warmtelevering	
	Vermogen P_t [kW]	Energie Q_t [GJ/jaar] per ...	Vermogen P_t [kW]	Energie Q_t [GJ/jaar] per...
Polder/boezem	$= q_{gemaal} * dT * \rho_{water} * c_{water} * F_{inzet} =$ $= q_{gemaal} * 3 * 998 * 4,185 * (1/15) =$ $= q_{gemaal} * 835$ <i>Eenheid: per gemaal</i>	$= P_t * h_{gemaal} * 0,0036 =$ $= P_t * 2.000 * 0,0036 =$ $= 7,2 * P_t = 6.012 * q_{gemaal}$ <i>Eenheid: per gemaal</i>	$= q_{gemaal} * dT * \rho_{water} * c_{water} * F_{inzet} =$ $= q_{gemaal} * 3 * 998 * 4,185 * (1/20) =$ $= q_{gemaal} * 626$ <i>Eenheid: per gemaal</i>	$= P_t * h_{gemaal} * 0,0036 =$ $= P_t * 2.000 * 0,0036 =$ $= 7,2 * P_t = 4.507 * q_{gemaal}$ <i>Eenheid: per gemaal</i>
Inlaat/doorstroom/circulatie	n.v.t.	n.v.t.	$= q_{gemaal} * dT * \rho_{water} * c_{water} * F_{inzet} =$ $= q_{gemaal} * 3 * 998 * 4,185 * (1/1) =$ $= q_{gemaal} * 12.530$ <i>Eenheid: per gemaal</i>	$= P_t * h_{gemaal} * 0,0036 =$ $= P_t * 2.000 * 0,0036 =$ $= 7,2 * P_t = 90.216 * q_{gemaal}$ <i>Eenheid: per gemaal</i>

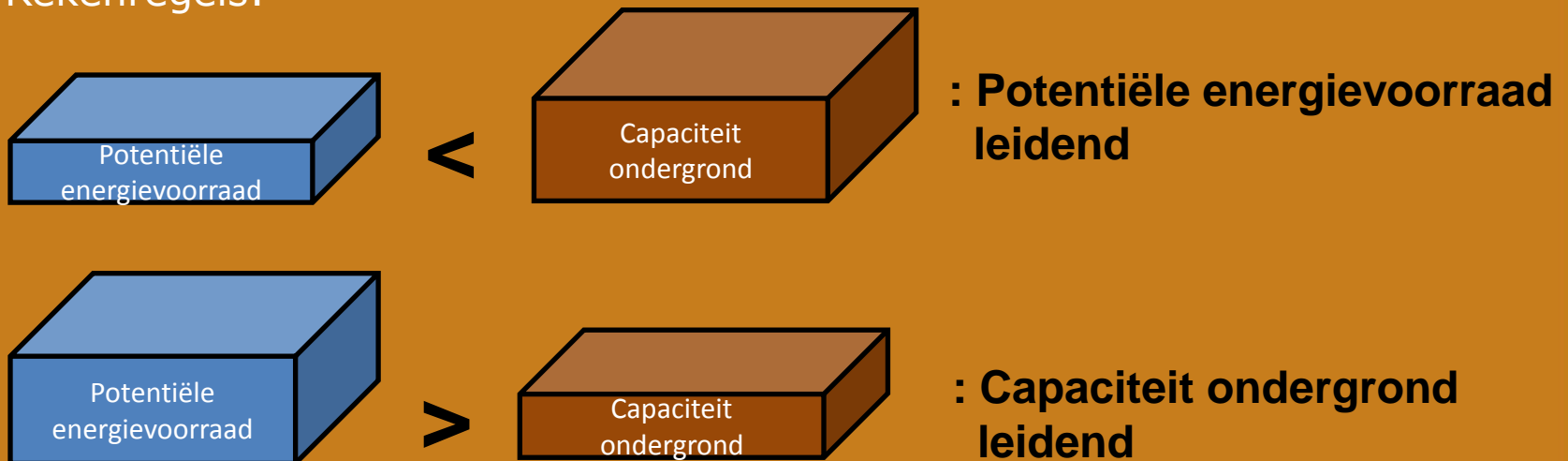
Toelichting parameters

- A : oppervlak waterloop of plas [m^2]
- b : breedte watergang [m]
- c_{water} : warmtecapaciteit water = 4,185 [$kJ / kg \text{ } ^\circ C$]
- d : diepte waterloop [m]
- dT : delta temperatuur [$^\circ C$]
- E_t : energielevering winbaar potentieel [$GJ/ha/jr$]
- F_{inzet} : factor inzet gemaal [%]
- h : diepte waterplas vanaf 10 meter diepte tot de bodem [m]. Geldt voor waterplassen dieper dan 18 meter.
- h_{dp} : vollasturen diepe plas = 1.000 [h]
- h_{eow} : vollasturen EOW met KWO = 2.000 [h]
- h_{gemaal} : vollasturen gemaal = 2.000 [h]
- L = lengte waterloop [m]
- P_t : thermisch vermogen [kW_t]
- ρ_{water} : dichtheid water = 998 [kg/m^3]
- q_{wl} : debiet waterloop [m^3/s]
- q_{gemaal} : maximaal debiet van het gemaal [m^3/s] Let op: wordt vaak uitgedrukt in m^3 per minuut.
- Q_t : energiehoeveelheid [kWh_t]
- V_w stroomsnelheid water [m/s]
- Z_{jaar} : zelfkoelingsgetal water = 10 [$W / m^2 \text{ } ^\circ C$] (gemiddeld over het jaar) |

Technisch winbaar potentieel

- Dit is de potentiële energievoorraad die op basis van de huidige technische mogelijkheden uit een waterlichaam kan worden gewonnen.
- De beschikbare opslagcapaciteit van de ondergrond voor de toepassing van energieopslag vormt hierin een bepalende factor. Als deze kleiner is dan de potentiële energielevering uit het watersysteem, beperkt dit het potentieel.

Rekenregels:



Economisch winbaar potentieel

- Dit is het technisch potentieel gecorrigeerd voor financiële haalbaarheid.

Rekenregels:- Er geldt een minimaal vereiste energievraag/-aanbod van 1.000 GJ/ha/j
- De energievrager bevindt zich voldoende nabij het watersysteem (< 1 km)
- De grootte van de energievraag in combinatie met de grootte van het technisch potentieel levert een geschiktheidswaardering:

Energievraag [GJ/ha/jaar]	Technisch Potentieel [GJ/ha/jaar]		
	25 < woningen < 50 (<2.000 GJ/ha/jaar)	50 - 100 woningen (2.000-4.000 GJ/ha/jaar)	>100 woningen (>4.000 GJ/ha/jaar)
25 < woningen < 50 (< 2.000 GJ/ha/jaar)	Matig geschikt	Redelijk geschikt	Geschikt
50 – 1.000 woningen (2.000 – 40.000 GJ/ha/jaar)	Redelijk geschikt	Geschikt	Zeer geschikt
> 1.000 woningen (> 40.000 GJ/ha/jaar)	Geschikt	Zeer geschikt	Uitstekend geschikt

Inhoud

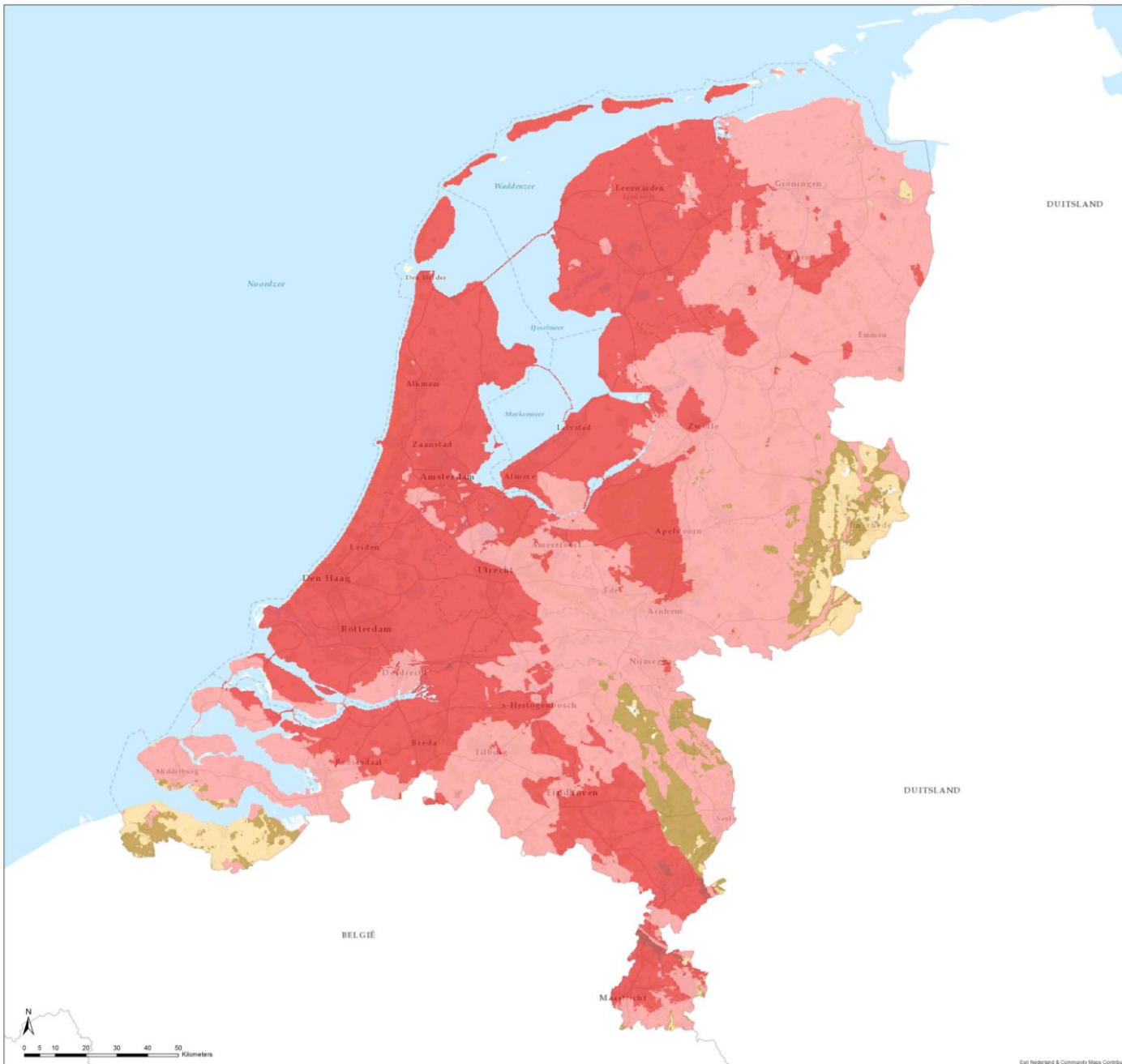
1. Inleiding
2. Concepten
3. Data-inventarisatie
4. Rekenregels
5. **Potentieelkaarten**
6. Analyse landelijk potentieel
7. Bijlage toelichting rekenregels

5. Potentieelkaarten

1. Basiskaarten
2. Waterlopen en plassen – Warmte en koudelevering
3. Diepe plassen – Koudelevering
4. Gemalen - Warmtelevering
5. Gemalen – Koudelevering

Potentieelkaarten

1. Basiskaarten
 - a. Opslagcapaciteit ondergrond
 - b. Energievraag Energieatlas – Warmte
 - c. Energievraag Energieatlas – Koude
2. Waterlopen en plassen – Warmte en koudelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel
3. Diepe plassen – Koudelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel
4. Gemalen - Warmtelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel
5. Gemalen – Koudelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel



Opslagcapaciteit ondergrond

Legenda

Opslagcapaciteit ondergrond

[GJ/ha/j]	[woonequivalenten]
0 - 400	0 - 10
400 - 1.000	10 - 25
1.000 - 4.000	25 - 100
4.000 - 20.000	100 - 500
20.000 - 40.000	500 - 1.000
40.000 - 200.000	1.000 - 5.000
> 200.000	> 5.000

- 1 woonequivalent komt overeen met de energievraag van de CBS-standaard woning (gemiddelde energievraag van woning in Nederland in 2014) van 40 GJ.

Toelichting kaart:

- Voorliggende kaart geeft de opslagcapaciteit van de ondergrond weer voor de toepassing van energieopslag. Deze opslagcapaciteit is relevant voor de concepten "waterlopen & plassen" en "gemalen". Hierbij wordt gebruik gemaakt van seizoensmatige energieopslag in de ondergrond.

- Indien de opslagcapaciteit van de ondergrond kleiner is dan de potentiële energievoorraad in het watersysteem, dan geeft dit een technische beperking van het potentieel.

Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem

Referentie: 65345/31082016/RuW

Auteur: C. van der Meer

Datum: 31 augustus 2016

Formaat: A3



**Energievraag Energieatlas -
peildatum 01062016**

Legenda

Warmtevraag

[GJ/ha/j]	[woonequivalenten]
0 - 400	0 - 10
400 - 1.000	10 - 25
1.000 - 4.000	25 - 100
4.000 - 20.000	100 - 500
20.000 - 40.000	500 - 1.000
40.000 - 200.000	1.000 - 5.000
> 200.000	> 5.000

- 1 woonequivalent komt overeen met de
energievraag van de CBS-standaard
woning (gemiddelde energievraag van
woning in Nederland in 2014) van 40 GJ.

Toelichting kaart:

- Voorliggende kaart presenteert de landelijke
warmtevraag conform de Energieatlas,
peildatum 1 juni 2016.zie:
<http://agentschapnl.kaartenbalie.nl/gisviewer/>

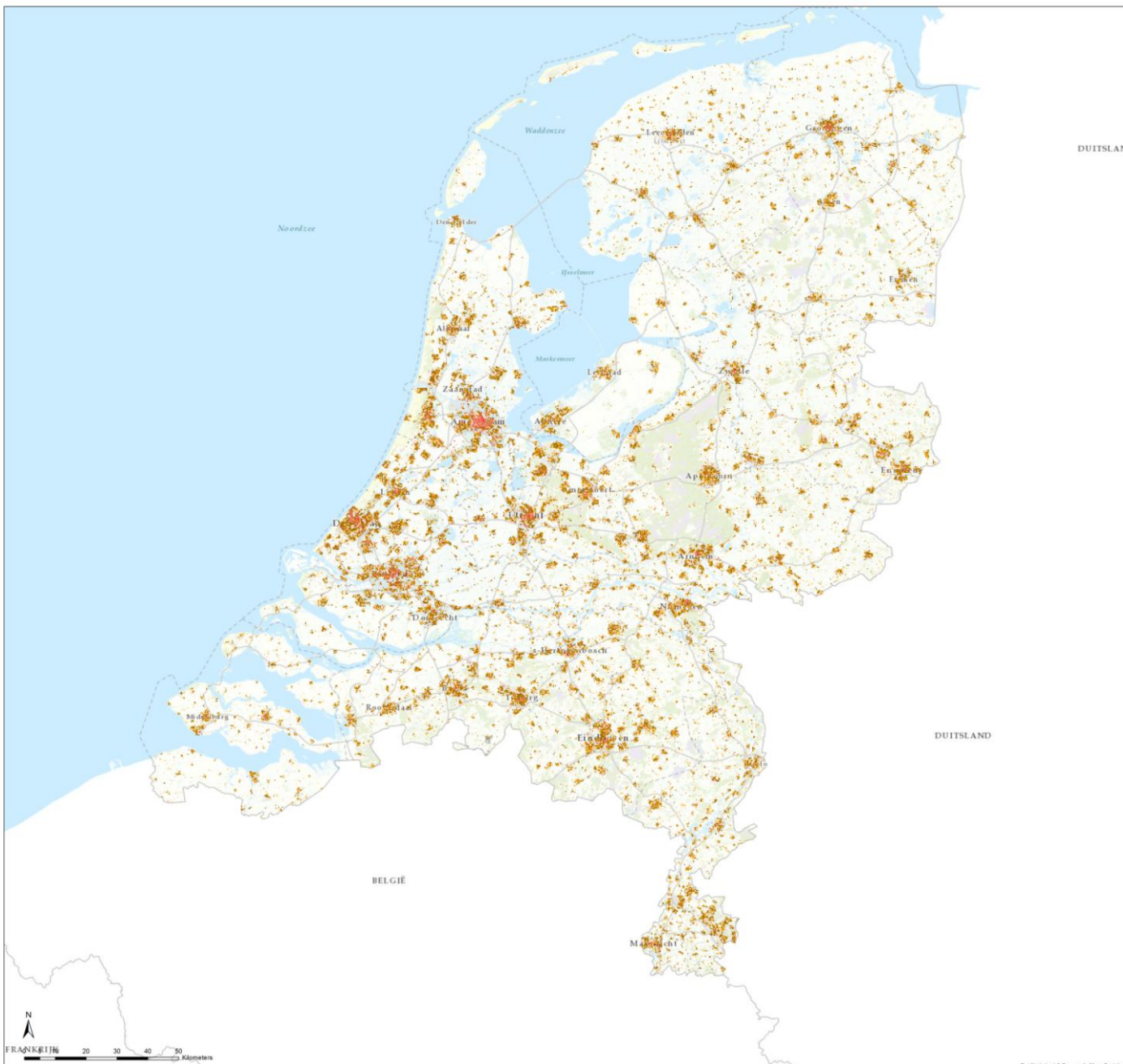
**Landelijke verkenning
warmte en koude uit het watersysteem**

Referentie: 65345/31082016/RuW

Auteur: C. van der Meer

Datum: 31 augustus 2016

Formaat: A3



**Energievraag Energieatlas -
peildatum 01062016**

Legenda

Koudevraag

[GJ/ha/j]	[woonequivalenten]
0 - 400	0 - 10
400 - 1.000	10 - 25
1.000 - 4.000	25 - 100
4.000 - 20.000	100 - 500
20.000 - 40.000	500 - 1.000
40.000 - 200.000	1.000 - 5.000
> 200.000	> 5.000

- 1 woonequivalent komt overeen met de energievrage van de CBS-standaard woning (gemiddelde energievrage van woning in Nederland in 2014) van 40 GJ.

Toelichting kaart:

- Voorliggende kaart presenteert de landelijke koudevraag conform de Energieatlas, peildatum 1 juni 2016. zie: <http://agentschapnl.kaartenbalie.nl/gisviewer/>

**Landelijke verkenning
warmte en koude uit het watersysteem**

Referentie: 65345/31082016/RuW
Auteur: C. van der Meer
Datum: 31 augustus 2016
Formaat: A3



Potentieelkaarten

1. Basiskaarten
 - a. Opslagcapaciteit ondergrond
 - b. Energievraag Energieatlas – Warmte
 - c. Energievraag Energieatlas – Koude
2. Waterlopen en plassen – Warmte en koudelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel
3. Diepe plassen – Koudelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel
4. Gemalen - Warmtelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel
5. Gemalen – Koudelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel

Potentiele energievoorraad - warmte- /koudelevering uit waterlopen en plassen

Legenda

Potentieel warmte-/koudelevering

[GJ/ha/j]	[woonequivalenten]
0 - 400	0 - 10
400 - 1.000	10 - 25
1.000 - 4.000	25 - 100
4.000 - 20.000	100 - 500
20.000 - 40.000	500 - 1.000
40.000 - 200.000	1.000 - 5.000
> 200.000	> 5.000

- 1 woonequivalent komt overeen met de energievraag van de CBS-standaard woning (gemiddelde energievraag van woning in Nederland in 2014) van 40 GJ.

Toelichting kaart:

- Voorliggende kaart presenteert de hoeveelheid energie die in het watersysteem zit en in theorie benut kan worden.

- De kaart laat het onderscheid zien tussen de relatief kleine waterlopen in West-/Noord-Nederland met een dicht netwerk van stilstaand water met een potentieel tot 1.0000 GJ/ha/j (geel/oker) en de relatief grote waterlopen met snelstromend water in Oost- en Zuid-Nederland met een potentieel van meer dan 40.000 GJ/ha/j (rood/bruin).

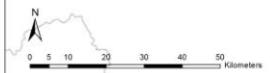
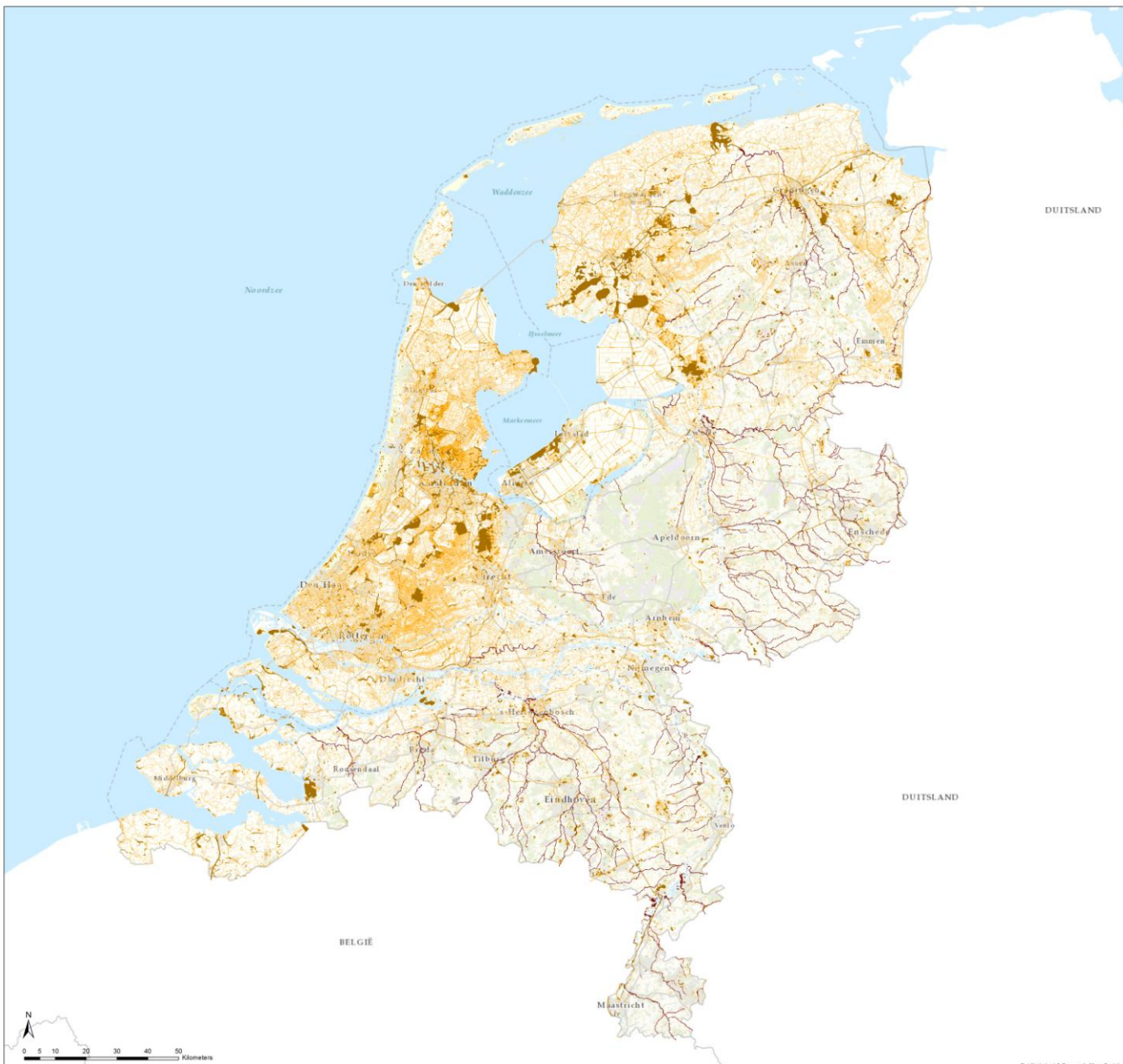
Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem

Referentie: 65345/31082016/RuW

Auteur: C. van der Meer

Datum: 31 augustus 2016

Formaat: A3



Een Nederland & Community Maps Contributors

Technisch potentieel - warmte- /koudelevering uit waterlopen en plassen

Legenda

Technische potentieel warmte/koude

[GJ/ha/j]	[woonequivalenten]
0 - 400	0 - 10
400 - 1.000	10 - 25
1.000 - 4.000	25 - 100
4.000 - 20.000	100 - 500
20.000 - 40.000	500 - 1.000
40.000 - 200.000	1.000 - 5.000
> 200.000	> 5.000

- 1 woonequivalent komt overeen met de energievraag van de CBS-standaard woning (gemiddelde energievraag van woning in Nederland in 2014) van 40 GJ.

Toelichting kaart:

- Deze kaart geeft de potentiële energievoorraad weer, die op basis van de huidige technische mogelijkheden/randvoorwaarden uit een waterlichaam kan worden gewonnen.
- De beschikbare opslagcapaciteit van de ondergrond voor de toepassing van energie-opslag vormt hierin een bepalende factor.
- Indien de opslagcapaciteit van de ondergrond kleiner is dan de potentiële energievoorraad in het watersysteem, dan geeft dit een technische beperking van het potentieel.

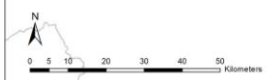
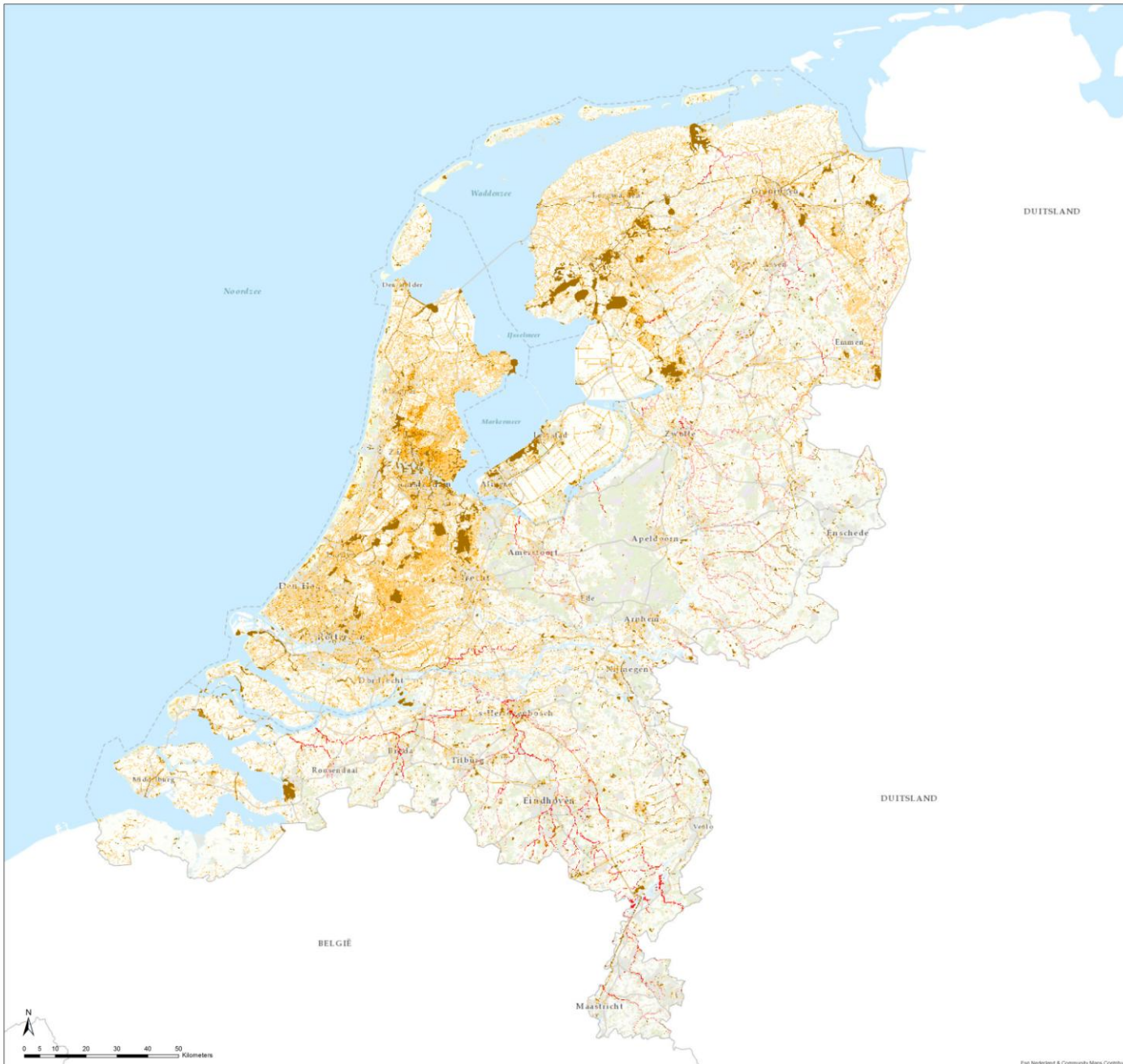
Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem

Referentie: 65345/31082016/RuW

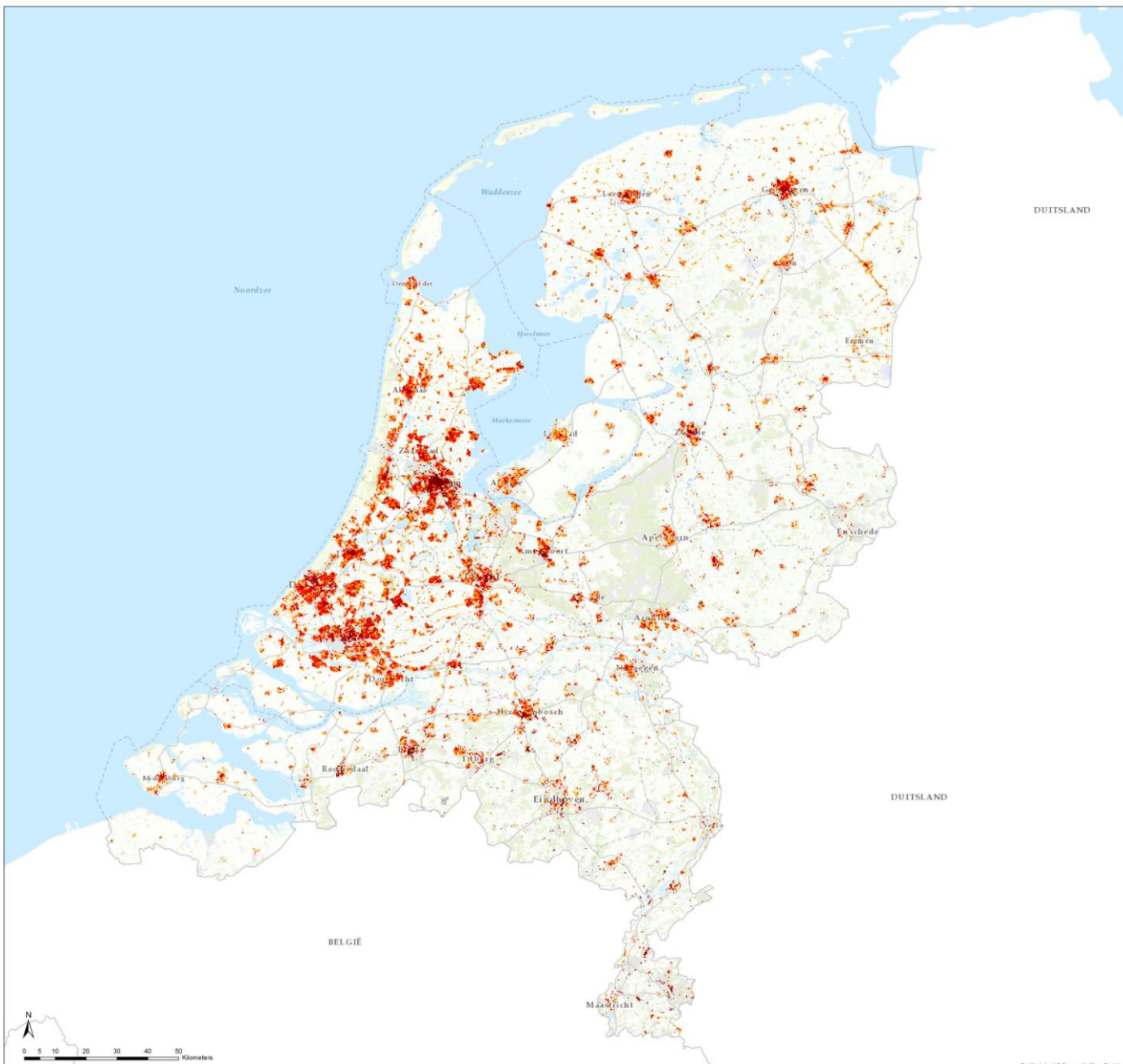
Auteur: C. van der Meer

Datum: 31 augustus 2016

Formaat: A3



Een Nederland & Community Maps Contributors



Economisch winbaar potentieel - koude/warmtelevering uit waterlopen en plassen

Legenda

Energievraag [GJ/ha/jaar]	Technisch Potentieel [GJ/ha/jaar]
25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)	25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)
25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)	Matig geschikt
50 – 1.000 woningen (2.000 – 40.000 GJ/ha/jaar)	Redelijk geschikt
> 1.000 woningen (> 40.000 GJ/ha/jaar)	Geschikt

Energievraag [GJ/ha/jaar]	Technisch Potentieel [GJ/ha/jaar]
25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)	50 - 100 woningen (2.000-4.000 GJ/ha/jaar)
25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)	Redelijk geschikt
50 – 1.000 woningen (2.000 – 40.000 GJ/ha/jaar)	Geschikt
> 1.000 woningen (> 40.000 GJ/ha/jaar)	Zeer geschikt

Energievraag [GJ/ha/jaar]	Technisch Potentieel [GJ/ha/jaar]
25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)	>100 woningen (>4.000 GJ/ha/jaar)
25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)	Geschikt
50 – 1.000 woningen (2.000 – 40.000 GJ/ha/jaar)	Zeer geschikt
> 1.000 woningen (> 40.000 GJ/ha/jaar)	Uitstekend geschikt

Toelichting kaart

- Deze kaart geeft het technisch potentieel weer, gecorrigeerd voor financiële haalbaarheid. Er geldt een minimaal vereiste energievraag/aanbod van 1.000 GJ voor een rendabel project. Daarnaast dient de energievrager zich voldoende nabij de waterloop of plas (< 1 km) te bevinden.

Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem

Referentie: 66345/31082016/RuW
 Auteur: C. van der Meer
 Datum: 31 augustus 2016
 Formaat: A3



Potentieelkaarten

1. Basiskaarten
 - a. Opslagcapaciteit ondergrond
 - b. Energievraag Energieatlas – Warmte
 - c. Energievraag Energieatlas – Koude
2. Waterlopen en plassen – Warmte en koudelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel
3. Diepe plassen – Koudelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel
4. Gemalen - Warmtelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel
5. Gemalen – Koudelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel

Potentiele energievoorraad - koudelevering uit diepe plassen

Legenda

Potentieel koudelevering

[GJ/j]

[woonequivalenten]

0 - 400	0 - 10
400 - 1000	10 - 25
1000 - 4000	25 - 100
4000 - 20000	100 - 500
20000 - 40000	500 - 1.000
40000 - 200000	1.000 - 5.000
> 200000	> 5.000

- 1 woonequivalent komt overeen met de energievraag van de CBS-standaard woning (gemiddelde energievraag van woning in Nederland in 2014) van 40 GJ.

Toelichting kaart:

- Voorliggende kaart presenteert de hoeveelheid energie die in het watersysteem zit en in theorie benut kan worden.



Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem

Referentie: 66345/32082016/RuW

Auteur: C. van der Meer

Datum: 31 augustus 2016

Formaat: A3





Technisch potentieel - koudelevering uit diepe plassen

Legenda

Technisch potentieel koudelevering

[GJ/j]	[woonequivalenten]
0 - 400	0 - 10
400 - 1000	10 - 25
1000 - 4000	25 - 100
4000 - 20000	100 - 500
20000 - 40000	500 - 1.000
40000 - 200000	1.000 - 5.000
> 200000	> 5.000

- 1 woonequivalent komt overeen met de energievraag van de CBS-standaard woning (gemiddelde energievraag van woning in Nederland in 2014) van 40 GJ.

Toelichting kaart:

- Deze kaart geeft de potentiële energievoorraad weer, die op basis van de huidige technische mogelijkheden/randvoorwaarden uit een waterlichaam kan worden gewonnen.
- Aangezien voor het concept van koudelevering uit diepe plassen geen energieopslag wordt toegepast, heeft de capaciteit van de ondergrond voor dit concept geen invloed op het potentieel.

Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem

Referentie: 66345/32082016/RuW

Auteur: C. van der Meer

Datum: 31 augustus 2016

Formaat: A3





Economisch winbaar potentieel - koudelevering uit diepeplassen

Legenda	Technisch Potentieel [GJ/ha/jaar]
Energievraag [GJ/ha/jaar]	25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)
25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)	Matig geschikt
50 – 1.000 woningen (2.000 – 40.000 GJ/ha/jaar)	Redelijk geschikt
> 1.000 woningen (> 40.000 GJ/ha/jaar)	Geschikt

	Technisch Potentieel [GJ/ha/jaar]
Energievraag [GJ/ha/jaar]	50 - 100 woningen (2.000-4.000 GJ/ha/jaar)
25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)	Redelijk geschikt
50 – 1.000 woningen (2.000 – 40.000 GJ/ha/jaar)	Geschikt
> 1.000 woningen (> 40.000 GJ/ha/jaar)	Zeer geschikt

	Technisch Potentieel [GJ/ha/jaar]
Energievraag [GJ/ha/jaar]	>100 woningen (>4.000 GJ/ha/jaar)
25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)	Geschikt
50 – 1.000 woningen (2.000 – 40.000 GJ/ha/jaar)	Zeer geschikt
> 1.000 woningen (> 40.000 GJ/ha/jaar)	Uitstekend geschikt

Toelichting kaart

- Deze kaart geeft het technisch potentieel weer, gecorrigeerd voor financiële haalbaarheid. Er geldt een minimaal vereiste energievraag/-aanbod van 1.000 GJ voor een rendabel project. Daarnaast dient de energievrager zich voldoende nabij de diepe plas (< 1 km) te bevinden.

Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem

Referentie: 50920/06112015/RuW

Auteur: C. van der Meer

Datum: 17 augustus 2016

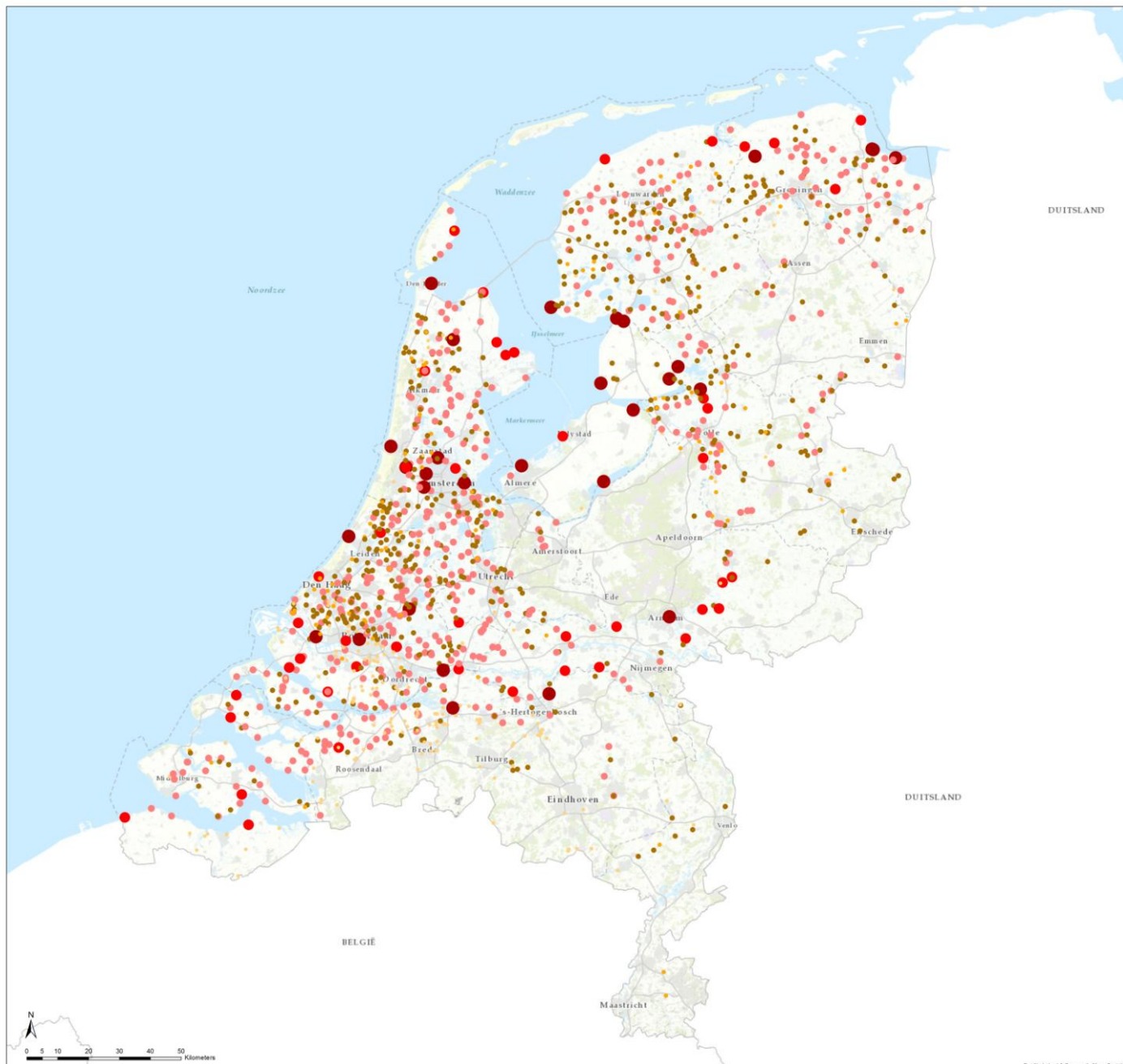
Formaat: A1



Een Nederland & Community Maps Contributor

Potentieelkaarten

1. Basiskaarten
 - a. Opslagcapaciteit ondergrond
 - b. Energievraag Energieatlas – Warmte
 - c. Energievraag Energieatlas – Koude
2. Waterlopen en plassen – Warmte en koudelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel
3. Diepe plassen – Koudelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel
4. Gemalen - Warmtelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel
5. Gemalen – Koudelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel



Potentiele energievoorraad - warmtelevering uit gemalen

Legenda

Potentieel warmtelevering

[GJ/j]

[woonequivalenten]

0 - 400	0 - 10
400 - 1000	10 - 25
1000 - 4000	25 - 100
4000 - 20000	100 - 500
20000 - 40000	500 - 1.000
40000 - 200000	1.000 - 5.000
> 200000	> 5.000

- 1 woonequivalent komt overeen met de energievraag van de CBS-standaard woning (gemiddelde energievraag van woning in Nederland in 2014) van 40 GJ.

Toelichting kaart:

- Voorliggende kaart presenteert de hoeveelheid energie die in het watersysteem zit en in theorie benut kan worden.

Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem

Referentie: 65345/31082016/RuW

Auteur: C. van der Meer

Datum: 31 augustus 2016

Formaat: A3



Technisch potentieel - warmtelevering uit gemalen

Legenda

Technische potentieel warmtelevering

[GJ/j]	[woonequivalenten]
0 - 400	0 - 10
400 - 1000	10 - 25
1000 - 4000	25 - 100
4000 - 20000	100 - 500
20000 - 40000	500 - 1.000
40000 - 200000	1.000 - 5.000
> 200000	> 5.000

- 1 woonequivalent komt overeen met de energievraag van de CBS-standaard woning (gemiddelde energievraag van woning in Nederland in 2014) van 40 GJ.

Toelichting kaart:

- Deze kaart geeft de potentiële energievoorraad weer, die op basis van de huidige technische mogelijkheden/randvoorwaarden uit een waterlichaam kan worden gewonnen.

- De beschikbare opslagcapaciteit van de ondergrond voor de toepassing van energie-opslag vormt hierin een bepalende factor.

- Indien de opslagcapaciteit van de ondergrond kleiner is dan de potentiële energievoorraad in het watersysteem, dan geeft dit een technische beperking van het potentieel.

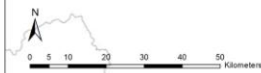
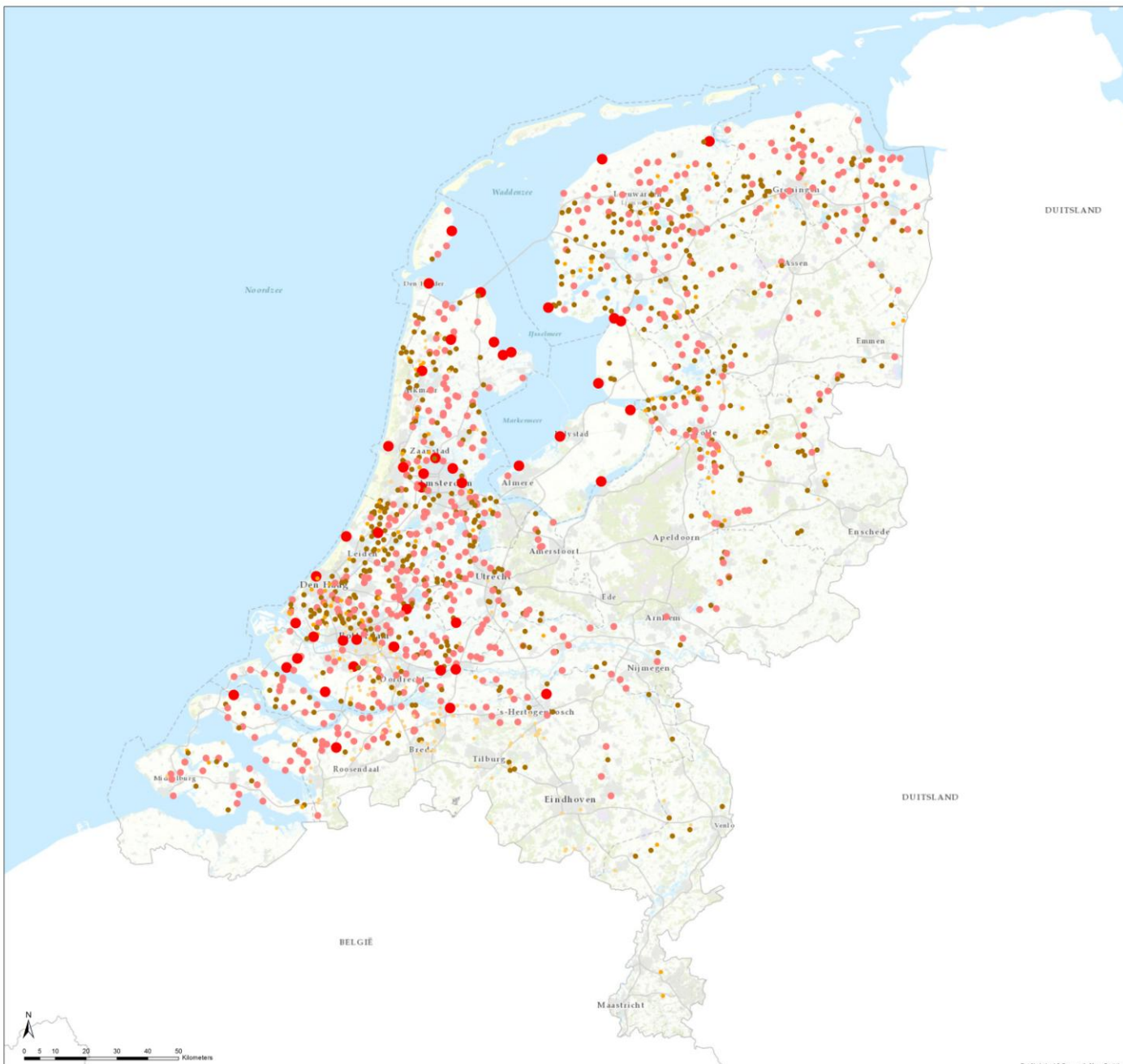
Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem

Referentie: 65345/31082016/RuW

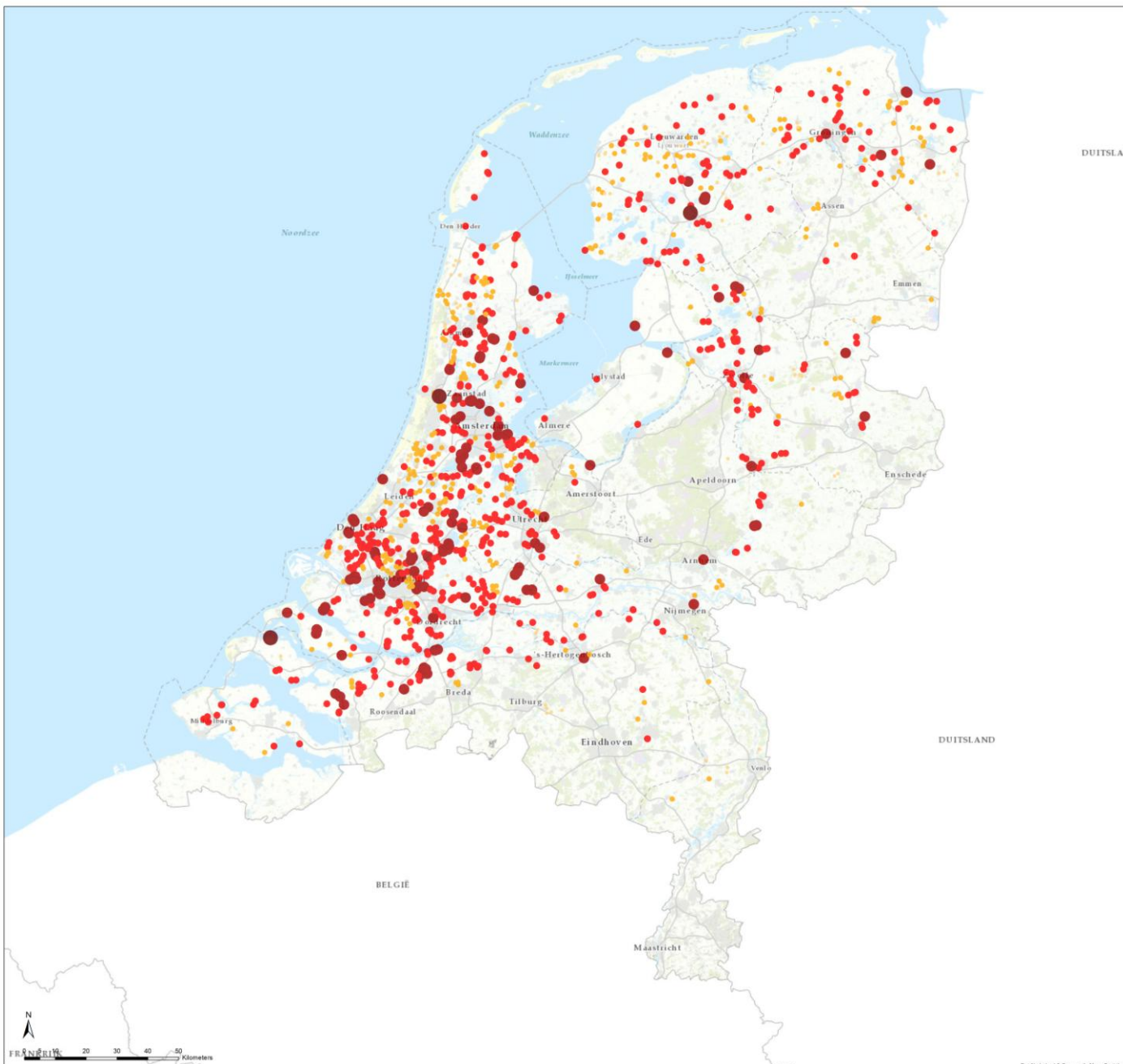
Auteur: C. van der Meer

Datum: 31 augustus 2016

Formaat: A3



Een Nederland & Community Maps Contributor



Economisch winbaar potentieel - warmtelevering uit gemalen

Legenda

Energievraag [GJ/ha/jaar]	Technisch Potentieel [GJ/ha/jaar]
Energievraag [GJ/ha/jaar]	25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)
25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)	Matig geschikt
50 – 1.000 woningen (2.000 – 40.000 GJ/ha/jaar)	Redelijk geschikt
> 1.000 woningen (> 40.000 GJ/ha/jaar)	Geschikt

Energievraag [GJ/ha/jaar]	Technisch Potentieel [GJ/ha/jaar]
Energievraag [GJ/ha/jaar]	50 - 100 woningen (2.000-4.000 GJ/ha/jaar)
25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)	Redelijk geschikt
50 – 1.000 woningen (2.000 – 40.000 GJ/ha/jaar)	Geschikt
> 1.000 woningen (> 40.000 GJ/ha/jaar)	Zeer geschikt

Energievraag [GJ/ha/jaar]	Technisch Potentieel [GJ/ha/jaar]
Energievraag [GJ/ha/jaar]	>100 woningen (>4.000 GJ/ha/jaar)
25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)	Geschikt
50 – 1.000 woningen (2.000 – 40.000 GJ/ha/jaar)	Zeer geschikt
> 1.000 woningen (> 40.000 GJ/ha/jaar)	Uitstekend geschikt

Toelichting kaart

- Deze kaart geeft het technisch potentieel weer, gecorrigeerd voor financiële haalbaarheid. Er geldt een minimaal vereiste energievraag/aanbod van 1.000 GJ voor een rendabel project. Daarnaast dient de energievrager zich voldoende nabij het gemaal (< 1 km) te bevinden.

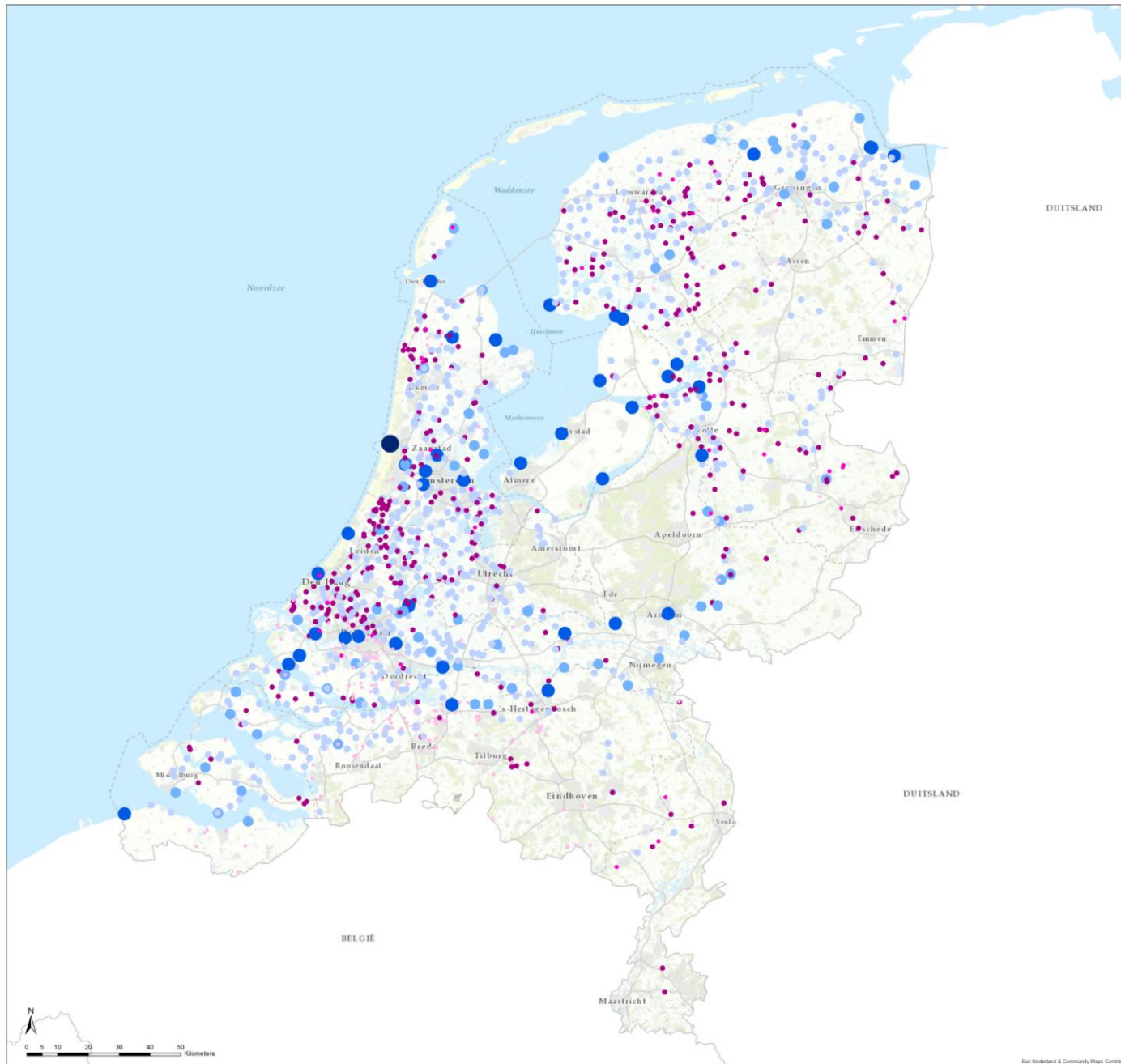
Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem

Referentie: 50920/06112015/RuW
 Auteur: C. van der Meer
 Datum: 17 augustus 2016
 Formaat: A1



Potentieelkaarten

1. Basiskaarten
 - a. Opslagcapaciteit ondergrond
 - b. Energievraag Energieatlas – Warmte
 - c. Energievraag Energieatlas – Koude
2. Waterlopen en plassen – Warmte en koudelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel
3. Diepe plassen – Koudelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel
4. Gemalen - Warmtelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel
5. Gemalen – Koudelevering
 - a. Potentiele energievoorraad
 - b. Technisch winbaar potentieel
 - c. Economisch winbaar potentieel



Potentiele energievoorraad - koudelevering uit gemalen

Legenda

Potentieel koudelevering

[GJ/j]

[woonequivalenten]

0 - 400	0 - 10
400 - 1000	10 - 25
1000 - 4000	25 - 100
4000 - 20000	100 - 500
20000 - 40000	500 - 1.000
40000 - 200000	1.000 - 5.000
> 200000	> 5.000

- 1 woonequivalent komt overeen met de energievraag van de CBS-standaard woning (gemiddelde energievraag van woning in Nederland in 2014) van 40 GJ.

Toelichting kaart:

- Voorliggende kaart presenteert de hoeveelheid energie die in het watersysteem zit en in theorie benut kan worden.

Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem

Referentie: 66345/31082016/RuW

Auteur: C. van der Meer

Datum: 31 augustus 2016

Formaat: A3



Een Nederland & Community Maps Contributor

Technisch potentieel - koudelevering uit gemalen

Legenda

Technische potentieel koudelevering

[GJ/j]	[woonequivalenten]
0 - 400	0 - 10
400 - 1000	10 - 25
1000 - 4000	25 - 100
4000 - 20000	100 - 500
20000 - 40000	500 - 1.000
40000 - 200000	1.000 - 5.000
> 200000	> 5.000

- 1 woonequivalent komt overeen met de energievraag van de CBS-standaard woning (gemiddelde energievraag van woning in Nederland in 2014) van 40 GJ.

Toelichting kaart:

- Deze kaart geeft de potentiële energievoorraad weer, die op basis van de huidige technische mogelijkheden/randvoorwaarden uit een waterlichaam kan worden gewonnen.
- De beschikbare opslagcapaciteit van de ondergrond voor de toepassing van energie-opslag vormt hierin een bepalende factor.
- Indien de opslagcapaciteit van de ondergrond kleiner is dan de potentiële energievoorraad in het watersysteem, dan geeft dit een technische beperking van het potentieel.

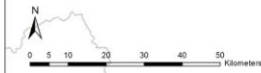
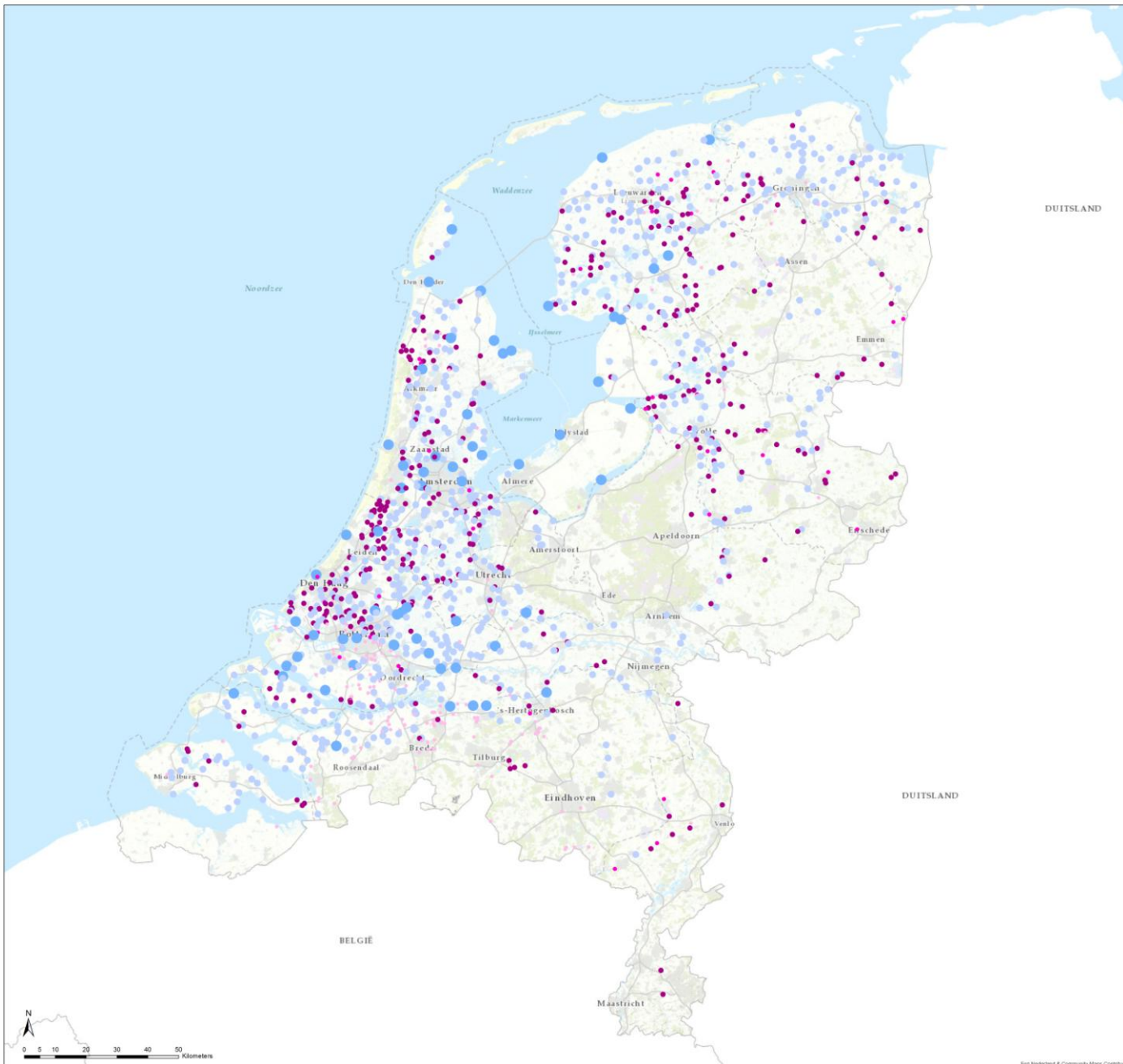
Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem

Referentie: 65345/31082016/RuW

Auteur: C. van der Meer

Datum: 31 augustus 2016

Formaat: A3



Een Nederland & Community Maps Contributors



Economisch winbaar potentieel - koudelevering uit gemalen

Legenda		Technisch Potentieel [GJ/ha/jaar]
Energievraag [GJ/ha/jaar]	25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)	25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)
25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)		Matig geschikt
50 – 1.000 woningen (2.000 – 40.000 GJ/ha/jaar)		Redelijk geschikt
> 1.000 woningen (> 40.000 GJ/ha/jaar)		Geschikt

Technisch Potentieel [GJ/ha/jaar]	
Energievraag [GJ/ha/jaar]	50 - 100 woningen (2.000-4.000 GJ/ha/jaar)
25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)	Redelijk geschikt
50 – 1.000 woningen (2.000 – 40.000 GJ/ha/jaar)	Geschikt
> 1.000 woningen (> 40.000 GJ/ha/jaar)	Zeer geschikt

Technisch Potentieel [GJ/ha/jaar]	
Energievraag [GJ/ha/jaar]	>100 woningen (>4.000 GJ/ha/jaar)
25 < woningen < 50 (1.000 < GJ/ha/jaar < 2.000)	Geschikt
50 – 1.000 woningen (2.000 – 40.000 GJ/ha/jaar)	Zeer geschikt
> 1.000 woningen (> 40.000 GJ/ha/jaar)	Uitstekend geschikt

Toelichting kaart

- Deze kaart geeft het technisch potentieel weer, gecorrigeerd voor financiële haalbaarheid. Er geldt een minimaal vereiste energievraag/aanbod van 1.000 GJ voor een rendabel project. Daarnaast dient de energievrager zich voldoende nabij het gemaal (< 1 km) te bevinden.

Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem

Referentie: 65345/31082016/RuW
 Auteur: C. van der Meer
 Datum: 31 augustus 2016
 Formaat: A3



Inhoud

1. Inleiding
2. Concepten
3. Data-inventarisatie
4. Rekenregels
5. Potentieelkaarten
6. Analyse landelijk potentieel
7. Bijlage toelichting rekenregels

Landelijk potentieel warmte

Warmtevraag gebouwde omgeving (go) = 350 PJ (Energieatlas)

I. Waterlopen & Plassen	[woonequivalenten]	[% warmtevraag go]
Potentiële energievoorraad	$800.000 * 10^3$	>> 100%
Technisch winbaar potentieel	$3.500 * 10^3$	25%
Economisch winbaar	$875 * 10^3$	10%

III. Gemalen	[woonequivalenten]	[% warmtevraag go]
Potentiële energievoorraad	$220 * 10^3$	2,5 %
Technisch winbaar potentieel	$175 * 10^3$	2,0 %
Economisch winbaar	$130 * 10^3$	1,5 %

Landelijk potentieel koude

Koudevraag gebouwde omgeving (go) = 7 PJ (Energieatlas)

I. Waterlopen & Plassen	[woonequivalenten]	[% koudevraag go]
Potentiële energievoorraad	$800.000 * 10^3$	>> 100 %
Technisch winbaar potentieel	$3.500 * 10^3$	>> 100 %
Economisch winbaar	$40 * 10^3$	20%

II. Diepe plassen	[woonequivalenten]	[% koudevraag go]
Potentiële energievoorraad	$100 * 10^3$	55 %
Technisch winbaar potentieel	$100 * 10^3$	55 %
Economisch winbaar	$45 * 10^3$	25 %

III. Gemalen	[woonequivalenten]	[% koudevraag go]
Potentiële energievoorraad	$290 * 10^3$	>> 100 %
Technisch winbaar potentieel	$200 * 10^3$	> 100 %
Economisch winbaar	$25 * 10^3$	15 %

Inhoud

1. Inleiding
2. Concepten
3. Data-inventarisatie
4. Rekenregels
5. Potentieelkaarten
6. Analyse landelijk potentieel
7. Bijlage toelichting rekenregels

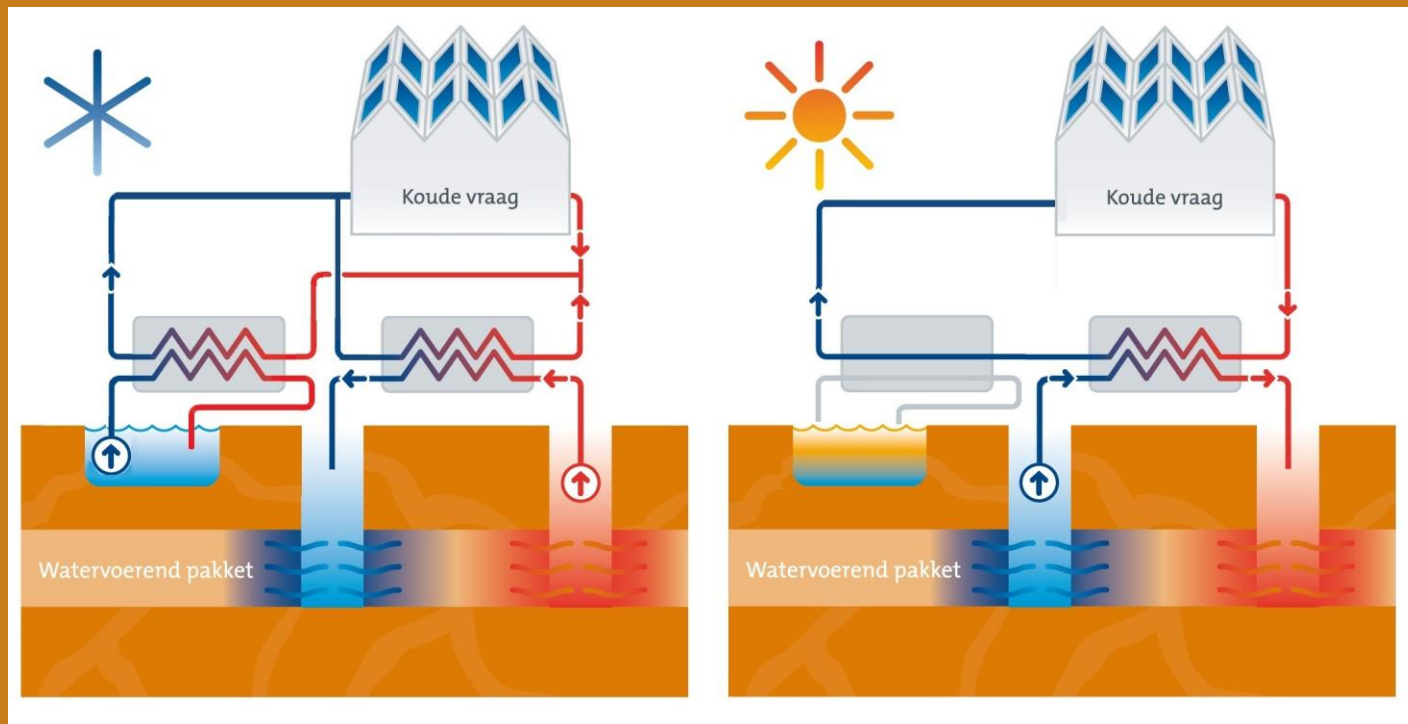


7. Bijlage – Toelichting rekenregels

- I. Waterlopen en plassen
- II. Diepe plassen
- III. Gemalen

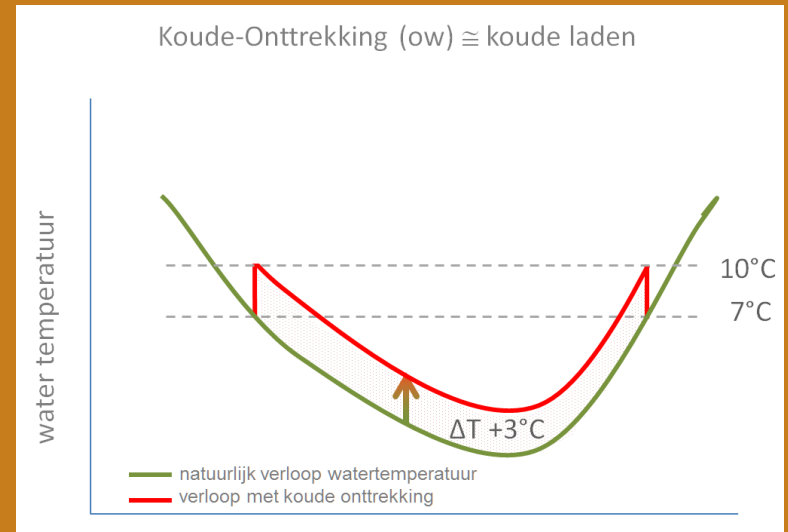
Concept I. Waterlopen en plassen

Koudewinning (winterperiode)



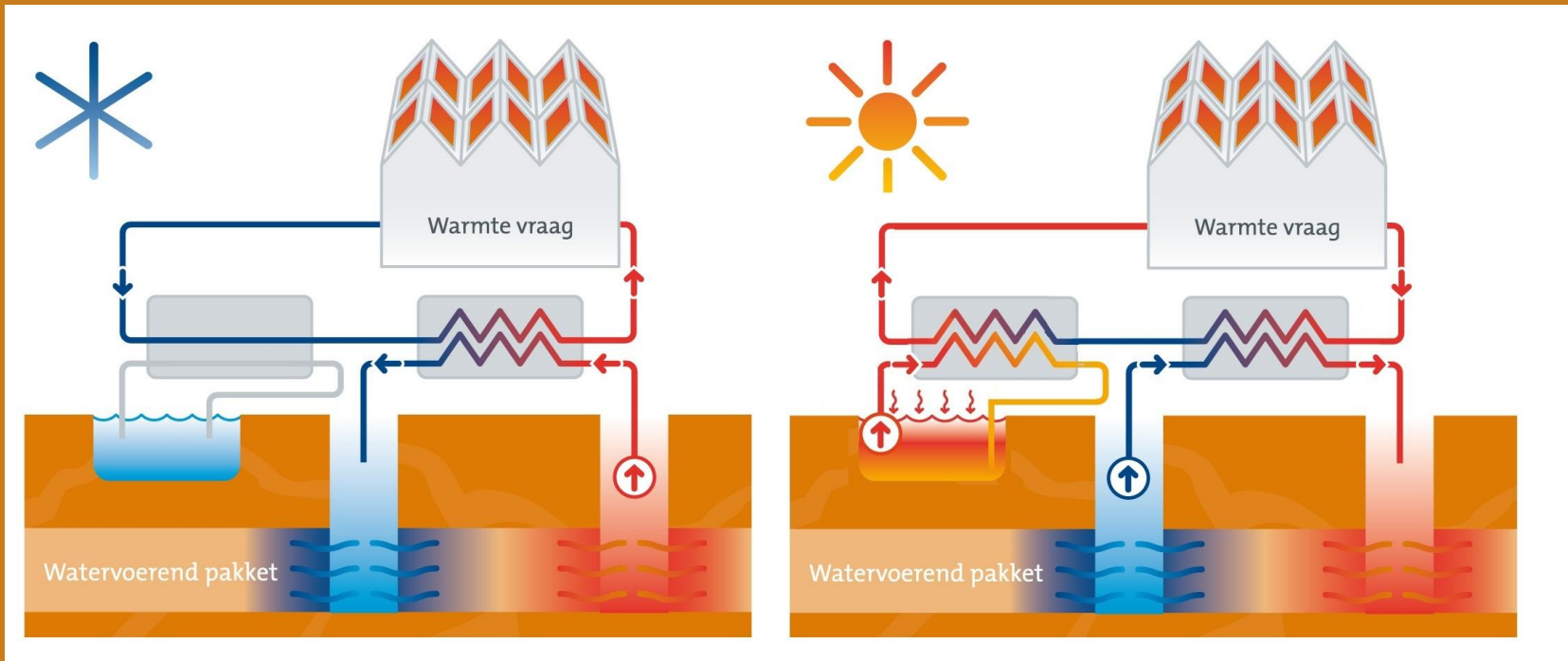
Concept I. Waterlopen en plassen

- Uitgangspunten koudewinning:
- winterperiode $T_w \leq 10^\circ\text{C}$
- ca. 3 maanden, 2000 vollastuur
- maximale opwarming 3°C
- energie opslaan in WKO
- In zomer inzetten voor koeling



Concept I. Warmte uit water

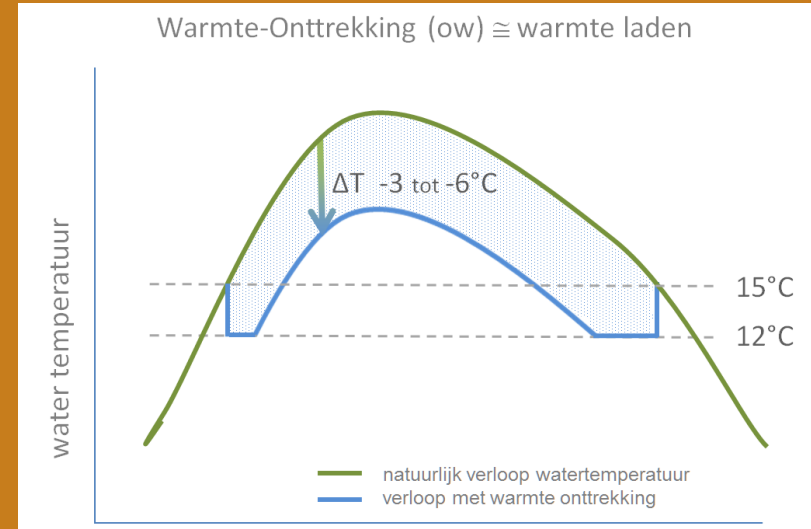
Warmtewinnig (zomerperiode)



Concept I. Waterlopen en plassen

Uitgangspunten warmtewinning:

- Zomerperiode $T_w \geq 15^\circ\text{C}$
- ca. 3 maanden, 2000 vollastuur
- maximale afkoeling 3°C
- energie opslaan in WKO
- In winter inzetten voor verwarming met warmtepomp



Concept I. Waterlopen en plassen

- Stilstaande waterlopen en plassen
- Stromende waterlopen



Concept I. Waterlopen en plassen

Berekening potentiële energievoorraad:

- Stilstaand water: oppervlakte is bepalend
- Plassen: oppervlakte is bepalend

Formule:

$$\text{Vermogen } P_t \text{ [kWt]} = (A * Z_{\text{jaar}} * dT) / 1000 = 0,03 * A$$

$$Z_{\text{jaar}} = 10 \text{ [W / m}^2 \text{ }^\circ\text{C]}$$

$$\text{Energie } Q_t \text{ [GJ/jaar]} = P_t * 2.000 \text{ (uur)} * 0,0036 \text{ (per/Ha)}$$

Note: Potentie voor warmte en koude is vergelijkbaar

Concept I. Waterlopen en plassen

Berekening potentiële energievoorraad :

- Langzaam stromend water: $v_w = 0,25$ m/s (KRW normering $< 0,50$ m/s)
- Snel stromend water: $v_w = 0,75$ m/s (KRW normering $> 0,50$ m/s)

Formule:

Vermogen uit stroming P_t [kWt] = $q_{wl} * dT * \rho_{water} * C_{water}$

- P_t [kWt] = $b * d * 0,25/0,75 * 3 * 998 * 4,185$
- P_t [kWt] Langzaam stromend water = $b * d * 3.132$
- P_t [kWt] Snelstromend water = $b * d * 9.397$

Vermogen uit Opp. P_t [kWt] = $(A * Z_{jaar} * dT) / 1000 = 0,03 * A$

(deze is verwaarloosbaar ten opzichte van P_t stroming)

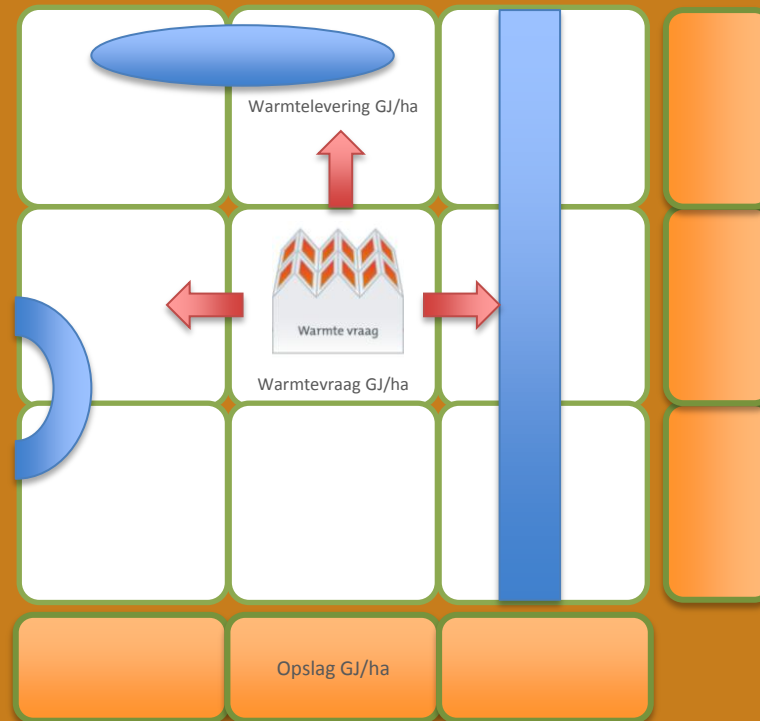
Energie Q_t [GJ/jaar] = $P_t * 2.000$ (uur) * $0,0036$ (per/Ha)

(warmte of koude is vergelijkbaar)

Concept I. Waterlopen en plassen

Berekening economisch winbaar potentieel

- energievraag warmte/koude (GJ/ha)
- levering waterlopen en plassen (GJ/9ha)
- opslag capaciteit (WKO) in bodem (GJ/9ha)



7. Bijlage – Toelichting rekenregels

- I. Waterlopen en plassen
- II. Diepe plassen
- III. Gemalen

Concept II. Diepe plassen



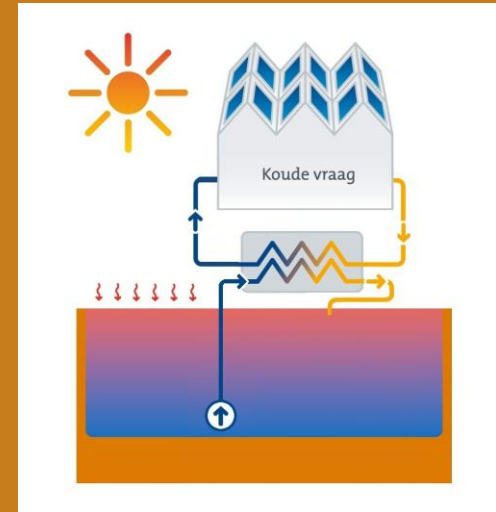
Concept II. Diepe Plassen

Uitgangspunten koudelevering:

- Plassen dieper dan 18 meter
- Thermocline op 10 meter
- $T_w = 6 - 8 \text{ }^\circ\text{C}$
- maximale opwarming $dT = 8 \text{ }^\circ\text{C}$
- 1000 vollastuur koeling
- In zomer inzetten voor koeling

Berekening technisch winbaar potentieel

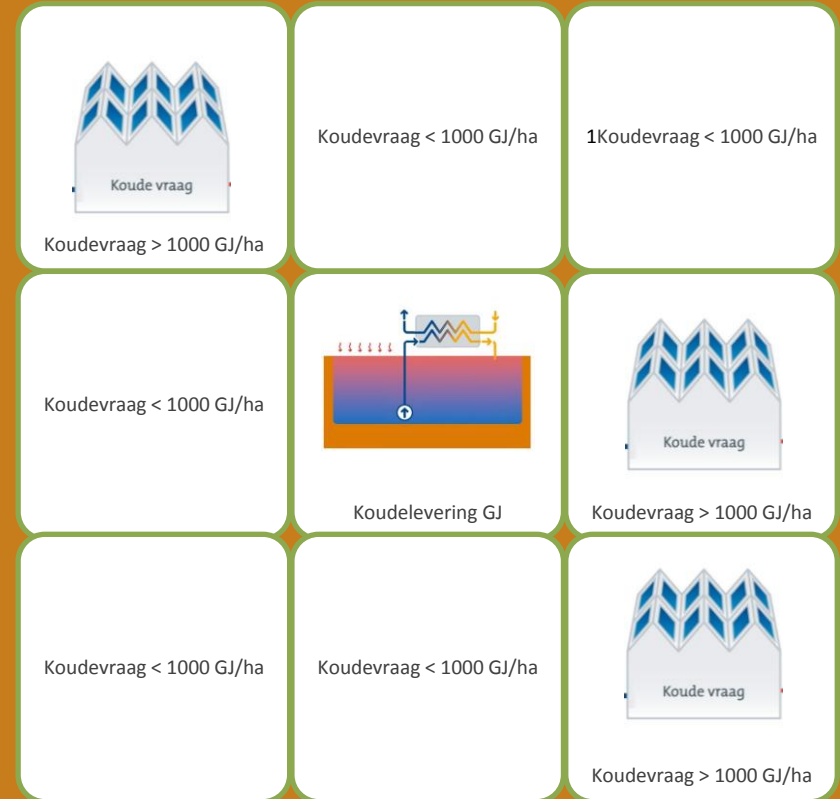
- Energie Q_t [GJ/jaar] = $0,2761 * h * A * 0,5 * dT * 1,16$
- Energie Q_t [GJ/jaar] = $1,28 * h * A * 0,0036$
- P_t [kWt] = $Q_t / 1.000$



Concept II. Diepe plassen

Berekening economisch winbaar potentieel

- Afnemers < 1000 GJ/ha vallen af
- Totale vraag binnen 1 km





7. Bijlage – Toelichting rekenregels

- I. Waterlopen en plassen
- II. Diepe plassen
- III. Gemalen

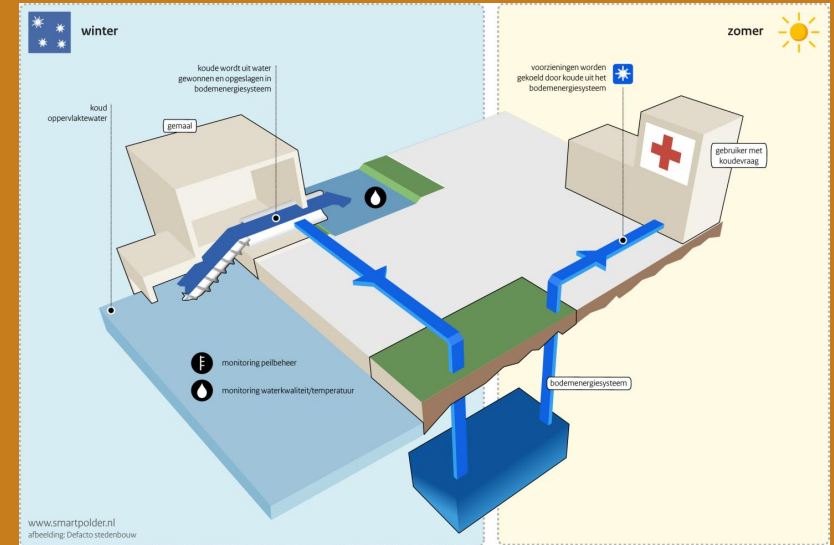
Concept III. Gemalen



Concept III. Gemalen

Uitgangspunten koudewinning (winterperiode)

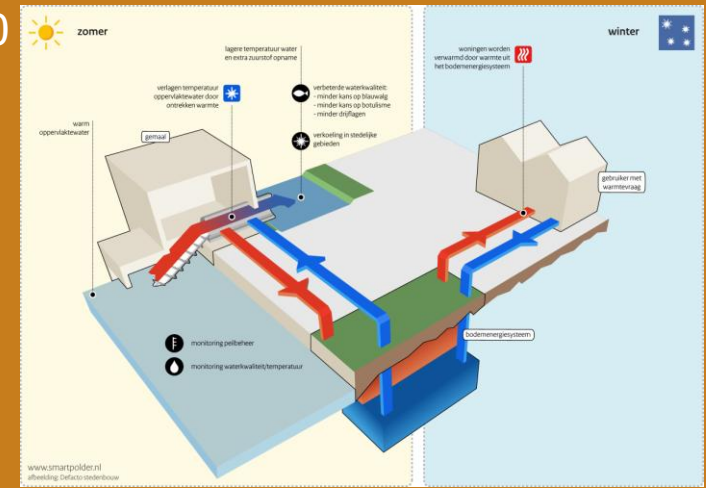
- Max. capaciteit gemaal * 1:15 = debiet
- winterperiode $T_w = < 10 \text{ }^\circ\text{C}$
- ca. 3 maanden, 2000 vollastuur
- maximale opwarming $3 \text{ }^\circ\text{C}$
- energie opslaan in WKO
- In zomer inzetten voor directe koeling



Concept II. Gemalen

Uitgangspunten warmtewinning

- Max. capaciteit polder/boezememaal * 1/20
- Max. capaciteit inlaatemaal * 1/1
(continu in zomer)
- Zomerperiode $T_w \Rightarrow 15^\circ \text{C}$
- ca. 3 maanden, 2000 vollastuur
- maximale afkoeling 3°C
- energie opslaan in WKO
- In winter inzetten voor verwarming met warmtepomp



Concept III. Gemalen

Berekening potentiële energievoorraad

$$Pt \text{ [kWt]} = q_{\text{gemaal}} * dT * \rho_{\text{water}} * c_{\text{water}} * F_{\text{inzet}} =$$

- Koude Pt [kWt] = $q_{\text{gemaal}} * 3 * 998 * 4,185 * (1/15) = q_{\text{gemaal}} * 835$
- Warmte Pt [kWt] = $q_{\text{gemaal}} * 3 * 998 * 4,185 * (1/20) = q_{\text{gemaal}} * 626$
- Warmte inlaat gemaal Pt [kWt] = $q_{\text{gemaal}} * 12.530$

$$\text{Energie } Q_t \text{ [GJ/jaar]} = Pt * 2.000 \text{ (uur)} * 0,0036 \text{ (per/Ha)}$$

Concept III. Gemalen

Berekening economisch winbaar potentieel

- Afnemers < 1000 GJ/ha vallen af
- Totale vraag binnen 1 km
- Kleinste: koudelevering of opslag

