

A photograph of two white wind turbines on a grassy hill under a blue sky with scattered white clouds. The turbine in the foreground is larger and more prominent, while the second one is further back and to the right.

NATIONAAL ENERGIETRAINEESHIP

In opdracht van het Ministerie van
Klimaat en Groene Groei

Power-to-heat in combinatie met warmteopslag in Cluster Rotterdam

28 maart 2025

Sammie Alolabi, Jelle Gilhuis, Iris Koster, Timo
Maassen, Frank Schippers, Sacha Schmitter

Inhoudsopgave

1. Context en aanleiding
2. Technische achtergrond
3. Onderzoeksvraag
4. Onderzoeksmethode
5. Overzicht knelpunten
6. Aanbevelingen voor het ministerie van
Klimaat en Groene Groei
7. Bijlagen



Context

Dit rapport, opgesteld door het Nationaal Energietraineeship, geeft inzicht in de knelpunten rondom **Power-to-Heat (PtH) in combinatie met warmteopslag** binnen het **Rotterdamse industriecluster**.

De energietransitie vraagt om innovatieve oplossingen om flexibiliteit in het energiesysteem te vergroten en industriële verduurzaming te versnellen.

In dit onderzoek identificeren we de belangrijkste **knelpunten** die de grootschalige implementatie van PtH met warmteopslag belemmeren. Daarnaast presenteren we concrete **aanbevelingen** om deze barrières weg te nemen.

Deze inzichten helpen het **Ministerie van Klimaat en Groene Groei** bij effectieve beleidsvorming.



- Klimaatwet: De Nederlandse industriesector moet in 2050 100% circulair en klimaatneutraal zijn. De overheid en industrie werken samen naar duurzaam energiesysteem. Het doel is om de CO₂-uitstoot van de industrie stap voor stap te verminderen richting 2050.
- Een groot deel (70-80%) van de energievraag van de Nederlandse industrie bestaat uit warmtevraag. Het totale wereldwijde warmtegebruik draagt bij aan meer dan 40% van de CO₂-uitstoot. De elektrificatie van industriële warmte wordt wereldwijd haalbaarder en economisch aantrekkelijker. Dit biedt mogelijkheden voor de energietransitie.
- Daarnaast groeit het (variabel) aanbod van energie door zon en wind.



ur & media

arkelijk

NOS Nieuws • Woensdag 27 juni 2018, 16:00



Klimaatwet komt er, maar niet alle doelen afdwingbaar

Zeven politieke partijen hebben de [Klimaatwet](#) gepresenteerd. De Tweede Kamer legt daarmee vast dat Nederland in 2050 nagenoeg klimaatneutraal moet zijn. Alle elektriciteit moet dan duurzaam worden opgewekt. Maar hoe en in welk tempo dat doel bereikt moet worden, is niet vastgelegd.

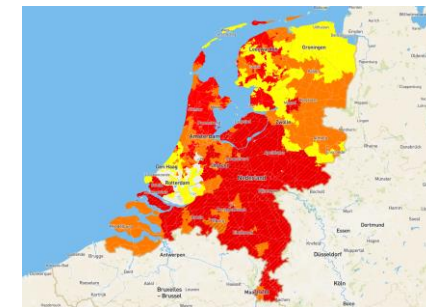
- De opkomst van duurzame energiebronnen zoals zon en wind brengt een grote variabiliteit in de elektriciteitsprijzen met zich mee. Dit zorgt voor een toenemende behoefte aan flexibiliteit in het energiegebruik. Er zijn meerdere mogelijke oplossingen om met de toenemende vraag om te gaan.
 - Energieopslag: het opslaan van overtollige energie om deze op een later moment te gebruiken. Bijvoorbeeld via batterijen of warmteopslag.
 - Energiemanagement: Energieverbruik wordt op een slimme manier gestuurd. Elektriciteit wordt gebruikt op momenten dat deze ruim beschikbaar en voordelig is.
 - Waterstof: hoewel waterstof een potentieel alternatief is, zijn de kosten momenteel hoog en is de industriële toepassing nog beperkt. Daarom wordt er door beleidsmakers gekeken naar aanvullende alternatieven, zoals PtH. Daarbij wordt elektriciteit direct omgezet in warmte.



- Wanneer (goedkope) elektriciteit overvloedig aanwezig is, wordt warmte geproduceerd en opgeslagen. Deze warmte kan vervolgens worden gebruikt op momenten waarop dit het meest efficiënt en voordelig is.
 - Warmte wordt bijvoorbeeld opgeslagen in (gesmolten) zout, thermische olie, zand- of steen.
- In momenten met hoge elektriciteitsprijzen wordt de warmte gebruikt. Dit kan zorgen voor:
 - Grotere benutting van duurzame energiebronnen.
 - Verlaagde piekvraag ten tijde van duurzame energietekorten.
 - Potentieel voorkomen van afname- en invoedingscongestie.
- Warmteopslag kan ook in hybride vorm toegepast worden, waarbij verschillende energiebronnen en opslagmethoden worden gecombineerd om flexibiliteit en efficiëntie te vergroten.



Thermische opslagbatterij, Energynest Noorwegen



Netcongestie in Nederland, 2023

- Bedrijven aarzelen om te kiezen voor elektrificatie i.c.m. warmteopslag. Het ministerie van Klimaat en Groene Groei vermoedt door:
 - Zorgen over technische en economische haalbaarheid.
 - Hoge netkosten.
 - Ontbreken van kennis over bestaande technologieën.
 - Gebrek aan operationele prikkels.
- Het is onzeker welke factoren de meeste invloed hebben op de keuze om wel of niet over te stappen naar PtH.

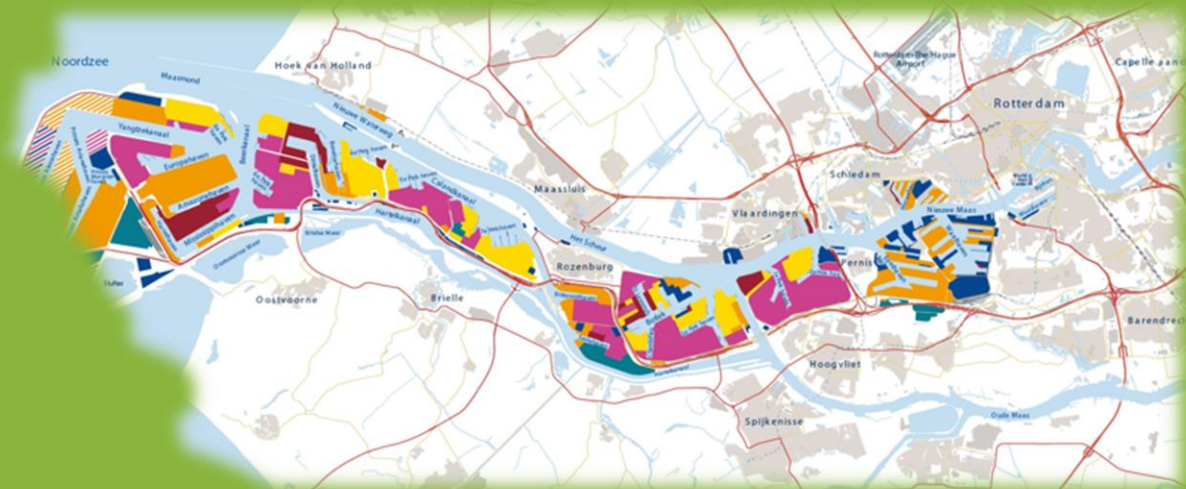
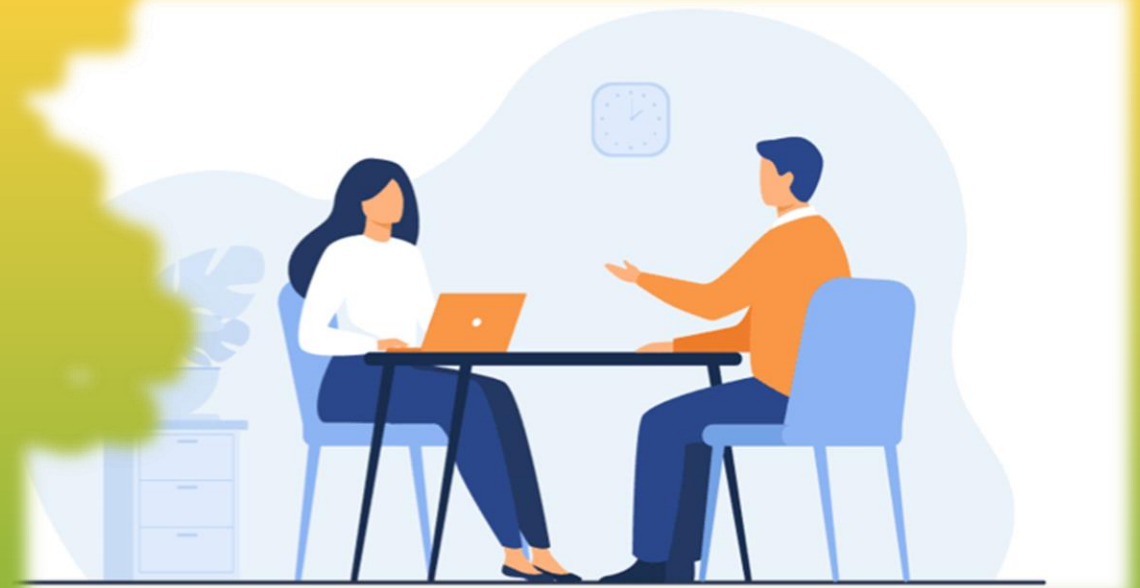


Onderzoeksvraag

Welke knelpunten ervaren bedrijven bij de implementatie van Power-to-Heat en warmteopslag? Wat zijn de belangrijkste knelpunten, en welke maatregelen kunnen deze belemmeringen wegnemen?

Onderzoeksmethode

- Er is desk, maar voornamelijk field research gedaan. De trainees zijn in gesprek gegaan met de bedrijven in de Rotterdamse Haven om de onderzoeksvraag te beantwoorden.
- Er zijn kwalitatieve en kwantitatieve onderzoeksmethoden toegepast.
 - Zo zijn er kwalitatieve interviews afgenomen met afnemers, opwekkers en (semi)overheid.
 - Daarnaast is er een enquête rondgestuurd naar de bedrijven na afloop van het onderzoek.
- Het onderzoek focust zich op de industrie in Cluster Rotterdam, die gebruik maakt van industriële warmte met een temperatuur tot 500 graden.
- Het onderzoek is betrouwbaar en valide: 19 bedrijven en organisaties werd dezelfde interviewvragen voorgelegd.



Knelpunten – wat zeggen de partijen?

Wat gaven industrie partijen, publieke instellingen, Thermal Energy Storage (TES) producenten en ESCO-partijen aan als knelpunten voor de implementatie van PtH en TES? Dat overzicht wordt in dit hoofdstuk weergegeven.

De knelpunten zijn gecategoriseerd en gelabeld met de partijen die het knelpunt benoemden.

- I Industriële partijen, brancheorganisaties en havenbedrijf
- TES Warmteopslag ontwikkelaars en Energy-service-companies
- P Publieke instellingen: netbeheerders en milieudienst

Op de volgende slide worden de knelpunten geprioriteerd aan de hand van een Invloed – Impact Matrix. In de bijlage zijn alle knelpunten te vinden die niet in het kwadrant ‘hoge mate van invloed en hoge impact’ vallen.

Categorieën

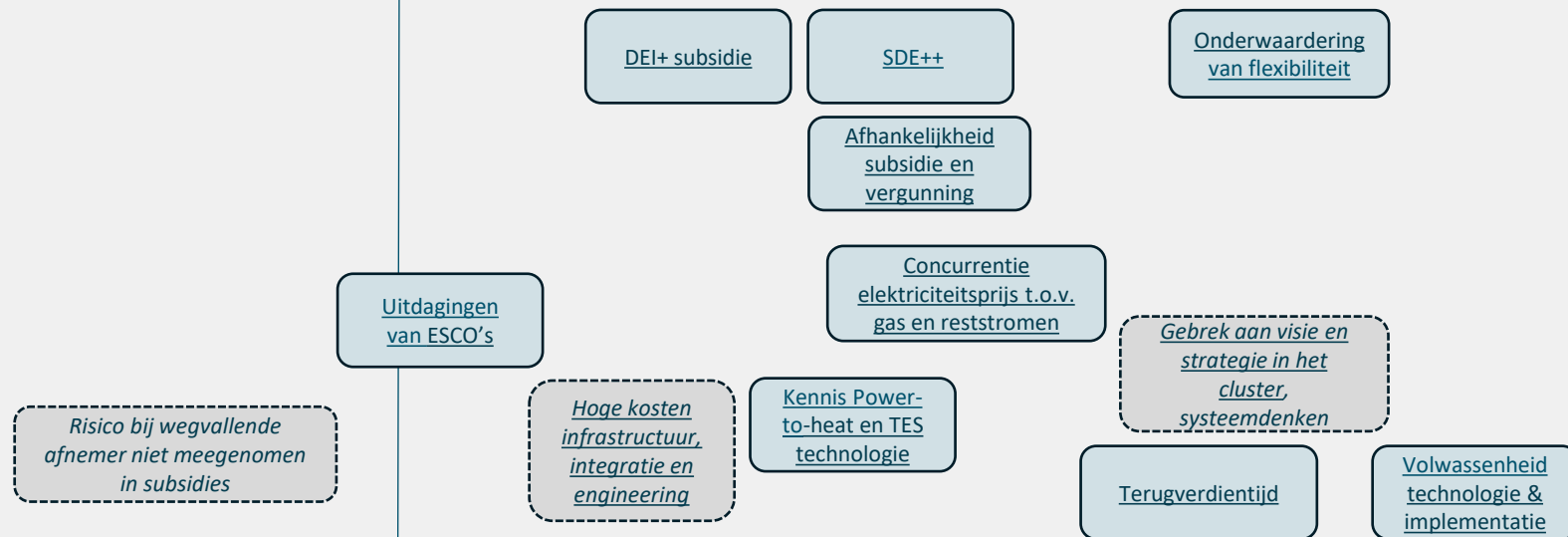
- Nationaal beleid en visie
- Vergunning
- Subsidies
- Business case
- Netcongestie en nettarieven
- Investeringsrisico's
- Tekort ruimte, arbeidscapaciteit en kennis
- Operationele risico's
- Energiesysteem complexiteit
- ESCOs

Invloed – Impact matrix

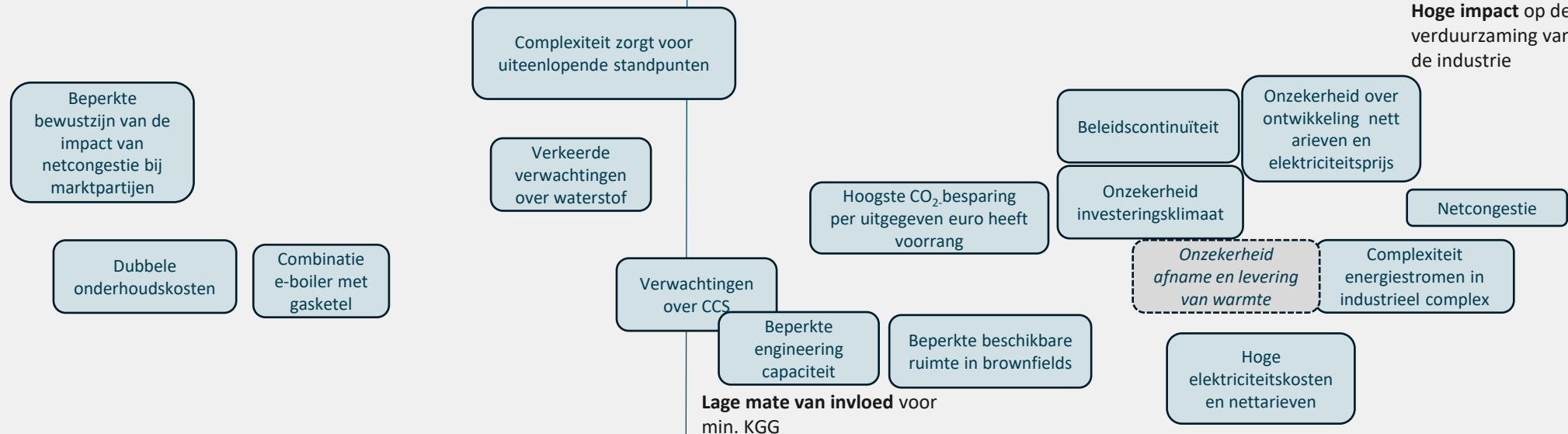
 = Knelpunt PtH & Warmteopslag

 = Knelpunt m.b.t collectieve warmte integratie

Hoge mate van invloed voor
min. KGG



Lage impact op de
verduurzaming van
de industrie



Lage mate van invloed voor
min. KGG

- I Industrie
- TES Leverancier
- P Publieke instelling

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettareven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	---------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

Onderwaardering van flexibiliteit P I

- Netbeheerders onderzoeken nog de waarde van flexibiliteit en de manier waarop deze vergoed moet worden. Flexcontracten als vast onderdeel van maatwerkafspraken zijn belangrijk, vooral voor grote bedrijven om kleinere bedrijven te overtuigen.
- Momenteel wordt congestie al uitgeroepen bij piekmomenten, waardoor bedrijven alternatieve aansluitingsmogelijkheden moeten overwegen. De clusters tonen interesse in PtH, maar informatie hierover is vertrouwelijk.

Vergunningen

Vergunningstrajecten zijn complex, maar technisch haalbare projecten kunnen uiteindelijk vergund worden.

Knelpunten

I

Industrie

TES

Leverancier

P

Publieke instelling

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettareven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	---------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

Afhankelijkheid subsidie en vergunning I TES

- De combinatie van vergunning- en subsidievereisten maakt het aanvraagproces complex en vertraagt de uitvoering. Bedrijven ontvangen pas subsidie wanneer de vergunning is goedgekeurd. De vergunningsaanvraag gaat echter gepaard met kosten, terwijl het onduidelijk is of de subsidie uiteindelijk wordt toegekend.
- Vergunningsprocedures duren vaak te lang om subsidies op tijd aan te vragen. Terwijl subsidies een globaal ontwerp vereisen, kunnen vergunningen niet op basis hiervan worden aangevraagd. Bovendien vereist een subsidieaanvraag een groot aantal documenten, zoals een omgevingsvergunning, een business case en financiële stukken.
- Langdurige vergunningprocedures vertragen projecten, wat de snelheid van de implementatie beïnvloedt. Dit maakt het moeilijk om duurzame technologieën in bestaande installaties te integreren vanwege bouweisen en vergunningsrestricties, zoals stikstof- en transportregels.

Subsidies

SDE++-subsidie en vergunningvereisten creëren onzekerheid en risico's voor warmteopslag-projecten

Knelpunten

- I Industrie
- TES Leverancier
- P Publieke instelling

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettarieven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	----------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

Vergunning met SDE++ TES P

De jaarlijkse cyclus van de SDE++ en de langdurige vergunningstrajecten zorgen voor problemen bij ontwikkelaars van warmteopslagtechnologieën. Er staat veel druk op de vergunningen. Wanneer de vergunning niet wordt binnengehaald, kan dit zelfd een faillissement veroorzaken.

SDE++ en elektriciteitsmix TES

Elektriciteit wordt als een mix (niet groen) beschouwd, waardoor CO₂-referentiefactor ongunstig uitvalt. De CO₂-referentiefactor voor niet-groene stroom kan de businesscase van projecten nadelig beïnvloeden. Vooral wanneer zij elektriciteit gebruiken in plaats van hernieuwbare energiebronnen.

SDE++ CO₂ merit-order TES

Warmteopslagprojecten kennen een relatief hoge CO₂-intensiteit, waardoor ze laag in de merit-order vallen voor de SDE-subsidies. De hoge CO₂-intensiteit komt door het gebruik van elektriciteit. Ook is de SDE++ ingericht op de laagste CO₂-intensiteit en houdt het geen rekening met flexibiliteit.

Subsidies

Beperkte subsidies belemmeren financiering van duurzame warmteopslag

Knelpunten

- I Industrie
- TES Leverancier
- P Publieke instelling

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettarieven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	----------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

DEI+ subsidie TES

De demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie subsidie, subsidieert maximaal drie projecten per techniek. Leveranciers stellen dat dit ervoor zorgt dat technieken minder snel volwassen worden.

VEKI subsidie TES

De Versnelde Klimaatinvesteringen Industrie (VEKI) sluit warmteopslag uit, omdat dit niet binnen de Europese kaders past. Hierdoor ontstaat een financieringskloof tussen de DEI-regeling en SDE++, waardoor sommige veelbelovende projecten niet van de grond komen.

SDE++ en kostenontwikkelingen I

De SDE++ houdt geen rekening met kostenontwikkelingen van elektriciteitsprijzen en nettarieven bij de aanvraag. Dit zorgt voor financiële risico's.

SDE++ - Minimale projectgrootte voor subsidies TES

De vereiste minimale projectgrootte bemoeilijkt het starten van kleine projecten en is financieel onaantrekkelijk.

Business case

Hoge elektriciteitskosten en lange terugverdientijd hinderen elektrificatie

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettarieven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	----------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

Onzekerheid SDE++ subsidie I

Bedrijven ervaren de SDE++-subsidie als onzeker. Omdat de toekenning nog niet vaststaat tijdens het opstellen van de business case, wordt deze vaak niet meegenomen in de berekeningen.

Terugverdientijd I TES

- Projecten met een terugverdientijd onder de drie tot vijf jaar worden uitgevoerd door bedrijven. Bij deze nieuwe techniek is de terugverdientijd vaak langer en de business case onzeker.
- Sommige bedrijven geven aan dat ze de OPEX prioriteren boven de CAPEX voor bedrijfseconomische beslissingen.

Concurrentie elektriciteitsprijs t.o.v. gas en reststromen I

Momenteel is het financieel voordeliger om met gas warmte te produceren dan met elektriciteit. Daarnaast gebruiken sommige bedrijven reststromen om warmte mee te produceren. Soms kan onbenutte restwarmte geïntegreerd worden in het proces. Er is weinig behoefte om deze warmtevraag te elektrificeren. (Zie: "Operationele risico's")

Investeringsrisico's

Hoge kosten, risico's en gebrek aan strategie belemmeren technologie-implementatie

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettareven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	---------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

Volwassenheid technologie & implementatie I

- Industriële partijen verschillen van mening over de impact van de volwassenheid van de technologie op de investeringskeuze.
- Naarmate de techniek breder wordt toegepast, volgen waarschijnlijk meer partijen. Het nadeel van de First Mover verdwijnt. Bovendien geven veel partijen aan geen eigen R&D-afdeling te hebben, waardoor zij sterker afhankelijk zijn van bewezen technologie.
- Bedrijven geven de voorkeur aan kleinere initiatieven om risico's te beperken. Dit zorgt echter voor hogere kosten en daardoor minder winst.
- De industrie garandeert een baseload productie aan hun klanten. De implementatie van nieuwe systemen, zoals TES of e-boilers, leiden mogelijk tot operationele risico's en onderbrekingen.
- Governance en integratie in bestaande bedrijfsprocessen zijn complex. Fabrieken moeten worden aangepast, dit vormt een groot obstakel.

Hoge kosten infrastructuur, integratie en engineering I

- Naast de kosten voor PtH en warmteopslag zijn investeringen nodig in infrastructuur, zoals leidingwerk, elektriciteitskabels en engineeringkosten.
- Leveranciers van warmteopslag kunnen de installatiekosten berekenen, maar de kosten voor aanpassingen binnen een plant zijn complex om uit te rekenen. Integratiekosten zijn hoger dan projectkosten.
- Hoge infrastructuurkosten maken deelname aan betrouwbare collectieve systemen aantrekkelijk, omdat het risico wordt gedeeld tussen alle partijen. Er is echter momenteel weinig geschikte infrastructuur voor collectieve warmteafgifte systemen. Dit beperkt de benodigde investeringen in PtH en warmteopslag oplossingen.

Tekort aan arbeidscapaciteit en kennis

Gebrek aan kennis en beperkte ruimte belemmeren implementatie van TES en Power-to-Heat

Knelpunten

I

Industrie

TES

Leverancier

P

Publieke instelling

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettarieven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	----------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

Kennis Power-to-heat I

- Sommige bedrijven hebben naar e-boilers gekeken en beschikken over kennis van Power-to-Heat-oplossingen. Andere bedrijven hebben deze kennis niet. Daarnaast twijfelen sommige bedrijven of elektriciteit beter ingezet kan worden voor elektrolyse dan voor warmteopslag.

Kennis TES technologie I

- De meeste partijen gaven aan geen kennis te hebben van TES-systemen of deze technologie serieus overwogen te hebben. Dit geldt ook voor adviserende organisaties, zoals het havenbedrijf of brancheorganisaties.
- Een aantal partijen gaven aan TES overwogen te hebben, maar dat de onvolwassenheid van de technologie de bottleneck is.
- Andere partijen gaven aan dat de business case te veel onzekerheden heeft. Al met al zit er dus een gat in de kennis die bedrijven hebben over TES.

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettarieven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	----------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

Systeem efficiëntie collectieve warmte P I

- Bedrijven in de publieke en industriële sector geven de voorkeur aan het benutten van onderlinge restwarmte (zoals uit afvalcentrales) boven eigen warmteopwekking. Dit verhoogt de systeemefficiëntie. Hoewel dit proces het meest kosteneffectief is in een fossiel energiesysteem met een ruime beschikbaarheid van moleculaire energiedragers (zoals aardgas), kan restwarmtebenutting in een elektrificerend systeem ook effectief zijn.

Beperkte infrastructuur collectieve warmte I

- Door hoge individuele infrastructuur kosten is het aantrekkelijk om deel te nemen aan betrouwbare collectieve systemen, mede omdat vanwege de risicospreiding tussen alle deelnemende partijen van de nieuwe technologie. Er is echter momenteel onvoldoende geschikte infrastructuur voor collectieve warmteafgifte systemen. Dit beperkt op zijn beurt weer de benodigde investeringen in PtH en warmteopslag oplossingen.

Gebrek aan cluster visie en strategie

- Volgens sommige bedrijven is er een gebrek aan overheidsvisie, -strategie en -steun bij het faciliteren van een collectief stoomnetwerk in grote bedrijfsclusters. Dit maakt het complex om de business case rond rekenen zonder langdurige onderlinge contracten/afspraken. Langdurige contracten zijn echter extra moeilijk om te bewerkstelligen, omdat toekomst onzeker is en er geen langjarige garanties gegeven kunnen worden.

Energy Service Company belemmeringen

Knelpunten

I

Industrie

TES

Leverancier

P

Publieke instelling

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettareven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	---------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

Voordelen van ESCO's TES

- Bedrijven investeren niet individueel in warmteopslag.
- Installaties komen niet op de balans, dit beïnvloedt de financiële positie van bedrijven minder.

Uitdagingen van ESCO's TES

ESCO's vereisen garanties voor grote investeringen (tientallen miljoenen euro's). De kredietwaardigheid van bedrijven is vaak een probleem om leningen af te sluiten. Bedrijven kunnen of willen deze garanties niet geven omdat het onzeker is of het bedrijf nog produceert over tien tot vijftien jaar. Huidige wetgeving belemmert ESCO's, onder andere door:

- WOZ-objectstatus, waardoor belastingvoordelen niet benut worden.
- Beperkingen op secundaire meters (MLOEA-constructie), dit bemoeilijkt het verdienmodel.

Wet WOZ (artikel 16) TES

- De Wet WOZ (artikel 16) bepaalt of een object een apart WOZ-object vormt. In theorie leidt een Recht van Opstal niet per se tot een eigen WOZ-object, maar in de praktijk doen gemeentes dit meestal wel. Het kernprobleem ontstaat bij leaseconstructies: de WOZ-classificatie vereist dat alle onderdelen samen één functionerend geheel vormen én dezelfde eigenaar hebben. Omdat leaseconstructies verschillende eigenaren hebben, beschouwen gemeentes deze vaak als aparte WOZ-objecten.
- Gemeentes hanteren verschillende interpretaties, waardoor vooraf onzekerheid bestaat over de classificatie. Dit belemmert opschaalbaarheid van contractstructuren.
- De Netcode Elektriciteit (art. 2.6 en 2.9) vereist dat installaties binnen hetzelfde WOZ-object vallen voor een secundair allocatiepunt of grootverbruikersaansluiting.

**Aanbevelingen
voor het Ministerie van Klimaat en
Groene Groei**

Aanbevelingen

In de volgende sectie staan de aanbevelingen voor het Ministerie van Klimaat en Groene Groei.

- 1. Stroomlijn subsidies en vergunningen**
 - Maak het subsidie- en vergunningstraject eenvoudiger.
 - Verbeter de waardering van flexibele oplossingen, zoals PtH en warmteopslag.
 - Geef meer ontwikkelkansen aan warmteopslag-technieken.
- 2. Verlaag investeringsrisico's**
 - Verhelp knelpunten van een ESCO-model voor collectieve en industriële stroomlevering.
 - Zet een stoomnet in combinatie met restwarmte op.
- 3. Verbeter bekendheid van thermische opslag**
 - Verbeter bekendheid van thermische opslag.

1. Stroomlijn de subsidies en vergunningen

Knelpunt:

Lange doorlooptijd van vergunning- en subsidieprocedures en gepaarde kosten vertragen of belemmeren elektrificatie en thermische opslag projecten (Zie: "[Vergunningen](#)" en "[Subsidie](#)" knelpunten). De voorwaarde van een vergunning voordat er zekerheid is voor een SDE++ subsidie, leidt bijvoorbeeld tot financiële onzekerheid.

Aanbeveling: Maak het subsidie- en vergunningstraject eenvoudiger, zodat projectenontwikkelaars minder risico lopen in de voorfinancieringsfase.

1. De richtlijnen voor elektrificatie en warmteopslag technologieën voor een vergunningsaanvraag moeten gestandaardiseerd worden. Zorg dat de technologische eisen voor de subsidieaanvraag duidelijk zijn, bijvoorbeeld met een PGS document voor thermische opslag.
2. Pas de vergunningseisen voor de subsidieaanvraag aan. Een mogelijke oplossing is een garantie voor subsidie of een bankgarantie in plaats van een vergunning. Zo hebben bedrijven financiële zekerheid voordat de gedetailleerde engineering plaatsvindt. **Let op:** dit kan veel inspanning vergen. Een ander voorbeeld is hieronder voorgesteld:

Maak van de vergunningsaanvraag een tweetrapsraket: eerst het pre-vergunningstraject, waarmee de SDE++ subsidie aangevraagd wordt. Daarna de definitieve vergunning. (1) Pre-vergunningstraject: De omgevingsdienst (DCMR) bepaalt of een vergunningsaanvraag op hoofdlijnen een grote kans van slagen heeft. (2) Subsidieaanvraag: Om de subsidie te kunnen aanvragen, moet de pre-vergunning zijn goedgekeurd door de Omgevingsdienst. (3) Definitieve vergunning: Nadat de SDE++ aanvraag is goedgekeurd, loopt het bedrijf het gehele vergunningstraject door om de definitieve vergunning te verkrijgen. **Let op:** "Het is belangrijk dat de vergunning- en subsidieverlener een afweging maakt tussen de voordelen en potentiële neveneffecten van deze tweetrapsraket", stelt RvO.

3. De welstandscommissie kan in een laat stadium van het project veel invloed uitoefenen op industriële projecten. Dit kan leiden tot financiële verliezen. Overweeg om welstandscommissies in een eerder stadium te betrekken.
4. Verkort de wachttijd voor SDE++ subsidie, zodat technologie leveranciers sneller projecten realiseren. Stel de subsidie tweemaal per jaar open in plaats van één keer per jaar. **Let op:** Overstappen op een tweejaarlijkse cyclus kan, maar dit brengt extra werk met zich mee. In het verleden werd een tweejaarlijkse cyclus gehanteerd, maar hier is later van afgestapt.

1. Stroomlijn de subsidies en vergunningen

Knelpunt:

Thermische opslag technieken hebben een lage merit order bij de SDE++ aanvraag. Dit maakt het lastig om in aanmerking te komen voor de SDE++. Daarnaast wordt de elektriciteitsprijs en nettariefkosten vastgezet aan het begin van de subsidieperiode. Variatie in deze kosten leiden tot een verhoogd risico. Dit zorgt ervoor dat het complex is om een betrouwbare businesscase op te stellen.

Aanbeveling: Verbeter de waardering voor PtH en warmteopslag, zodat flexibel gedrag beter tot zijn recht komt in het subsidie instrument.

1. Verbeter de merit order voor thermische opslag in de SDE++ subsidie door een aangepaste CO₂-emissiefactor te hanteren voor flexibele technologieën.
 - a. Wanneer een verduurzamingsproject meer CO₂-reductie per euro oplevert, heeft het een grotere kans om de subsidie binnen te halen. Een hogere CO₂-reductie zorgt voor een betere merit order voor de SDE++ subsidie.
 - b. Voor elektrificatieprojecten hangt de CO₂-reductie af van de CO₂-emissiefactor. De CO₂-emissiefactor voor elektriciteit staat nu vast en wordt berekend als mix van de opwektechnieken (zon, wind, gas etc.). De toegekende CO₂-reductie voor PtH en warmteopslag relatief laag, omdat elektriciteit grotendeel door grijze bronnen wordt opgewekt.
 - c. Flexibele technologieën (zoals PtH in combinatie met thermische opslag) verbruiken vooral elektriciteit op gunstige momenten, wanneer er een overschot van zonne- en windenergie op het elektriciteitsnet is. De daadwerkelijke CO₂-emissiefactor is op die momenten lager dan de CO₂-emissiefactor waarmee gerekend wordt.
 - d. Overweeg om een aangepaste CO₂-emissiefactor te gebruiken voor flexibele technologieën, zoals PtH en warmteopslag, zodat deze beter de daadwerkelijke CO₂-intensiteit representeert.
2. Overweeg om een correctie op de elektriciteitsprijs en nettarieven in de SDE++ in te voeren, zodat deze meebewegen met de daadwerkelijke elektriciteitsprijs en nettarieven. Dit zou een deel van de door-de-industrie-ervaren onzekerheid wegnemen.

1. Stroomlijn de subsidies en vergunningen

Knelpunt:

Beperkte subsidies en aanzienlijke afnemersrisico's voor PtH en warmteopslag belemmeren de financiering van deze technieken. De industrie twijfelt over de technische volwassenheid van thermische opslag, omdat er geen goede voorbeeldprojecten zijn (Zie: "[Investeringsrisico's](#)")

Aanbeveling: Geef meer ontwikkelkansen aan PtH en warmteopslag-technieken in het subsidie instrumentarium.

1. **Introduceer een specifiek financieringsinstrument voor projecten die van de demonstratiefase (TRL 6-7) naar de productiefase (TRL 8-9) gaan (bijv. in VEKI/NIKI). Hierdoor kunnen innovaties en producten uit de demonstratiefase sneller opschalen naar marktimplementatie.** De DEI+ kent subsidies toe aan innovatieprojecten met een lage volwassenheid (TRL 5/6), SDE++ kent de subsidies toe aan projecten met een hoge volwassenheid (TRL 9) die al bewezen zijn. Er mist een subsidie voor projecten met een TRL van 7-9 met een complexe marktimplementatie (*valley of death*), omdat er nog weinig bewezen voorbeelden zijn en een beperkt beleidsinstrumentarium.
2. Ondersteun of ontwikkel een financieringsinstrument voor de voor-engineering van projecten (DEVEX-fase). Dit verkleint de financiële risico's van ontwikkelaars van deze technologieën en verkleint de kans op faillissementen (e.g. zoals Ecovat, HoCoSto, Cellsius). Daarnaast ontwikkelen ontwikkelaars minder van 'project-tot-project', maar versnelt de projectontwikkeling door de toenemende financiële ruimte. Zie initiatief van Invest-NL (maart 2025).
3. Momenteel kent de subsidieregeling DEI+ een maximum van drie warmteopslag projecten per jaar. Het verhogen van dit maximum aantal projecten per techniek maakt verdere ontwikkeling mogelijk. Zo kan het de warmteopslag zich bewijzen tegenover de grotere afnemers.

2. Verlaag investeringsrisico's

Knelpunt:

De industrie is terughoudend om als eerste risico te dragen (*first mover disadvantage*) van een nieuwe techniek, zoals thermische opslag. Oplossingen zoals een ESCO-model (Energy Service Companies) hebben wetmatige knelpunten.

Aanbeveling: Verhelp de knelpunten van een ESCO-model voor collectieve en industriële stoom/warmtelevering en zorg voor een afnamegarantie.

1. Pas wetgeving aan zodat ESCO's belastingvoordelen kunnen benutten. Het vaststellen van een eigen WOZ-object bij opstalrechten of eigendomsoverdracht beïnvloedt de energiebelasting per object. Dit maakt de huidige situatie onvoorspelbaar en bemoeilijkt grootschalige implementatie van energieprojecten. Het probleem kan worden verholpen door de verplichting tot dezelfde rechtspersoon te schrappen en puur te beoordelen of de onderdelen functioneel onafscheidelijk zijn.
2. Versoepel de beperkingen op secundaire meters (MLOEA-constructies). Introduceer nieuwe wetgeving omtrent "cable pooling" – Dit kan het probleem rondom de eis van de Netcode Electriciteit (dat installaties zich op hetzelfde WOZ-object moeten bevinden) mogelijk oplossen.
3. Richt garantiefondsen voor ESCO's op. De overheid kan garantie- en verzekeringsfondsen opzetten om investeringsrisico's te verlagen.
4. Introduceer een afnamegarantie: om onzekerheid over de afzet van opgewekte energie te verminderen, kan een afnamegarantie worden verstrekt. De garantstelling voor een minimale afname van de opgewekte energie of warmte verkleint het risico voor de externe investeringspartij en vergroot daarmee de investeringsbereidheid. Mogelijk kan deze afnamegarantie in samenwerking met InvestNL.

2. Verlaag investeringsrisico's

Knelpunt:

De investeringen in collectieve infrastructuur zijn een grote kostenpost. Volgens de partijen ontbreekt er een duidelijke strategie en stimulans voor collectieve stoomnetwerken. Zonder zekerheid en steun vanuit de overheid, zijn collectieve stoomnetten financieel lastig haalbaar. De aanleg van collectieve stoomnetten vraagt om langdurige contracten tussen afnemer en producent. Dit is doorgaans lastig te realiseren in het bedrijfsleven en resulteert in operationele afhankelijkheden en risico's.

Aanbeveling: Denk in termen van systeemefficiëntie, stimuleer de ontwikkeling van collectieve warmte-infrastructuur in combinatie met restwarmte en versterk de strategische visie op dit gebied.

1. Bedrijven kunnen hun energieverbruik verduurzamen en kosten verlagen door restwarmte efficiënter te benutten via een gedeeld stoomnet.
2. Werk samen met het havenbedrijf en andere partijen om de kosten voor infrastructuur collectief te dragen. Dit verlaagt de financiële drempel voor individuele bedrijven.
3. Stimuleer onderlinge samenwerking binnen de industrie, zodat restwarmte effectiever kan worden uitgewisseld en benut.
4. DCMR als verbindende partij: DCMR beschikt over relevante data en kan een actieve rol spelen in het verbinden van bedrijven en het coördineren van warmte-uitwisseling.
5. Een warmte- en stoometiket ingevoerd moeten worden: huidige labels missen exergiewaarde. Dit zou uitgebreid moeten worden, inclusief normen voor stoomgebruik.



2. Verlaag investeringsrisico's

Knelpunt:

First movers disadvantage. Industrie is terughoudend om als eerste risico te dragen van een nieuwe techniek, zoals thermische opslag.

Aanbeveling: Focus en investeer in de pioniersprojecten.

1. Bedrijven willen geen 'proefkonijn' zijn en als eerste een investeringsrisico nemen. Wanneer bedrijven in de industrie zien dat de techniek werkt bij een ander bedrijf, stappen ze sneller over op een nieuwe technologie. Creëer voorbeeldprojecten en deel deze kennis.
2. Investeer in pilotprojecten of fieldlaps zodat projecten laten zien dat ze betrouwbaar kunnen opereren in industriële context.



3. Verbeter bekendheid van thermische opslag

Knelpunt:

De meeste partijen beschikken over beperkte kennis van PtH als warmteopslag oplossingen, zowel op het gebied van techniek als business case. Daarnaast is de arbeidscapaciteit niet altijd beschikbaar om te verdiepen in deze minder bekende technieken. Deze onbekendheid versterkt de conservatieve houding.

Aanbeveling: Verhoog de bekendheid van PtH en warmteopslag binnen de industrie

1. Informeer bedrijven beter over de technologie en business case van PtH en warmteopslag, in combinatie met de voordelen en mogelijkheden van warmteopslag. Denk bijvoorbeeld aan booklets/flyers, informatiedeling, of bijeenkomsten.
2. Stimuleer de kennisdeling tussen industriële partijen. Partijen die zich al bezighouden met dit onderwerp kunnen als inspiratie dienen. Denk bijvoorbeeld aan het opzetten van kennisdelingsdagen en bijeenkomsten.
3. Creëer een website met overzichtelijke informatie over de vraagstukken die bedrijven kunnen hebben over het onderwerp. Denk aan:
 - a. De beschikbare subsidies, vergunningen en technologische ontwikkelingen
 - b. De voordelen en mogelijkheden van warmteopslag en PtH
 - c. De businesscase
 - d. De Nederlandse visie
4. Organiseer branche-evenementen en conferenties binnen de industrie om kennisdeling en netwerken over thermische opslag te stimuleren. Dit biedt bedrijven de mogelijkheid om ervaringen uit te wisselen en samenwerkingsmogelijkheden te verkennen.



A photograph of a wind farm with several large white wind turbines on a grassy hill. The sky is filled with soft, white clouds. The entire image has a semi-transparent yellow-green overlay. The title text is centered in the upper half of the image.

HET NATIONAAL ENERGIETRAINEESHIP

deelnemende sectoren aan het onderzoek*

■ Industrie in Cluster Rotterdam

- Raffinaderijen
- Chemische fabrieken
- Voedselproducenten
- Agri-industrie
- Bio-raffineraderij
- Energieproducenten
- Energieleverancier
- Energieopslag
- Olie- en gasconcerns

■ Overheidsorganisaties

- Netbeheerder (Stedin, TenneT)
- Rijksoverheid (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, Ministerie van Klimaat en Groene Groei)
- Milieudiensten (DCMR)

■ Publiek-private instellingen

- Havenbedrijf (Port of Rotterdam)

■ Belangenbehartiging

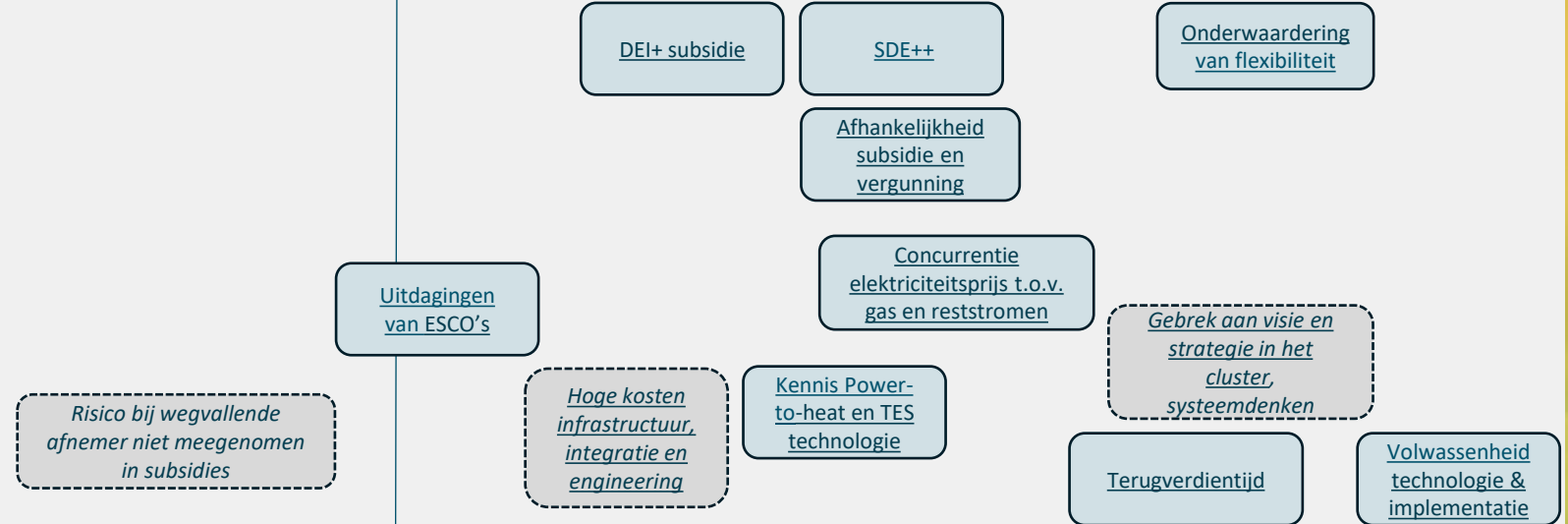


*Sommige bedrijven namen anoniem deel aan het onderzoek. Daarom worden niet alle bedrijven specifiek benoemd.

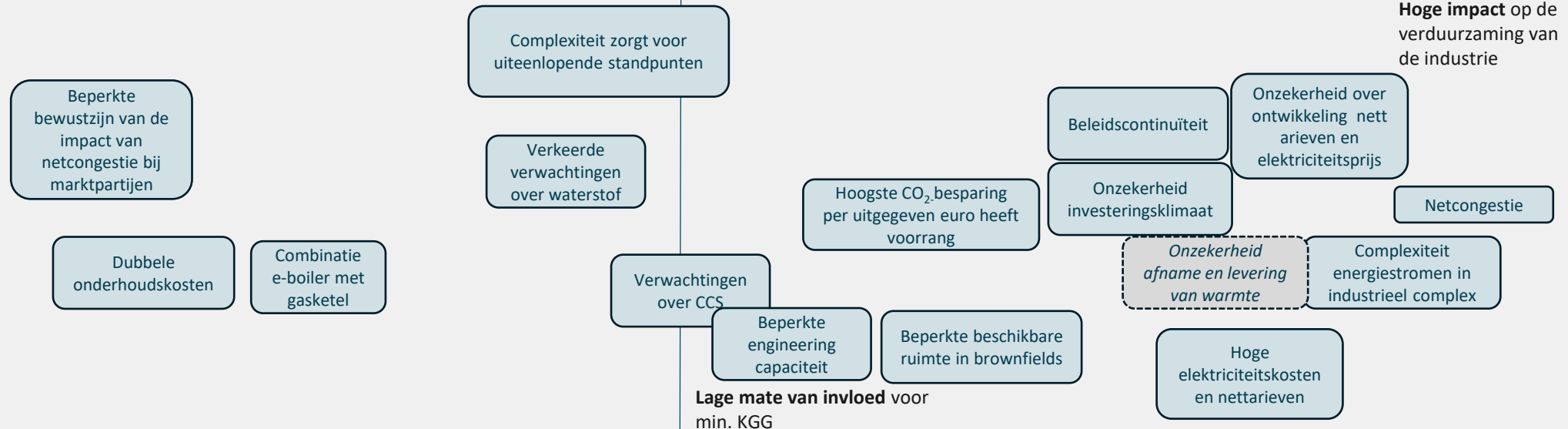
Invloed – Impact matrix

- = Knelpunt PtH & Warmteopslag
- = Knelpunt m.b.t collectieve warmte integratie

Hoge mate van invloed voor
min. KGG



Lage impact op de
verduurzaming van
de industrie



Lage mate van invloed voor
min. KGG

Hoge impact op de
verduurzaming van
de industrie

Beleid en visie

Streng Nederlands beleid en onzekerheid hinderen duurzame investeringen

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettarieven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	----------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

Beleidscontinuïteit ^I

- In de Europese Unie geldt een streng klimaatbeleid. Dit zet de concurrentiepositie met de rest van de wereld op scherp. Nederland doet hier nog een schepje bovenop, waardoor ook de concurrentie binnen Europa lastig wordt gemaakt. Sommige bedrijven aarzelen daarom om te investeren in de Nederlandse industrie.
- Sommige partijen zien het gebrek aan overheidsbesluiten op het gebied van technologiekeuze ook als een knelpunt.

Complexiteit zorgt voor uiteenlopende standpunten ^I

- Diverse opinies van 'experts' over de optimale inrichting van het energiesysteem van de toekomst.
- Door een gebrek aan duidelijke politieke en ambtelijke visie en informatievoorziening op het gebruik van lokale energiebronnen en technologieën, resulteert in meningen over het gebruik van waterstof, e-boilers, warmtepompen, kernenergie, wind en zon. Veel onduidelijkheid over de totale kosten, investering, prijs per energiehoeveelheid, etc.

Valse verwachtingen over waterstof ^{P I}

- Sommige bedrijven wachten nog op goedkopere waterstof, terwijl dit het niet waarschijnlijk is dat dit lukt in Europa. Partijen geven aan dat elektrificatie een betere oplossing is voor industriële warmte dan waterstof. Echter, niet alle publieke partijen zien dit zo. Er wordt gesuggereerd dat de waterstofroute goedkoper is dan directe elektrificatie en warmte/elektriciteit opslag.
- Bedrijven die elektrolyzers hebben (>100 MW) geven aan dat er maximaal tien procent flexibiliteit is.

Verwachtingen over CCS ^I

Bedrijven beschouwen het EU ETS als een goede regeling, maar extra Nederlandse heffingen zijn onwenselijk. Industriële partijen zien vanwege ETS en Porthos (CCS) weinig noodzaak om grote maatregelen te nemen om hun uitstoot te reduceren voor 2035. De bedrijven stellen zich al voldoende in te zetten voor verduurzaming, via ETS en CCS.

Vergunningen

Vergunningstrajecten zijn complex, maar technisch haalbare projecten kunnen uiteindelijk vergund worden.

Knelpunten

I

Industrie

TES

Leverancier

P

Publieke instelling

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettareven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	---------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

Verlies van kennis techniek I TES

- Lange doorlooptijden van vergunningsaanvragen zorgen voor vertraging van projecten. Hierdoor kan er kennisverlies ontstaan binnen organisaties door natuurlijk verloop. De Omgevingswet zorgt bijvoorbeeld voor langere doorlooptijden van subsidieaanvragen.

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettarieven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	----------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

Hoge elektriciteitskosten en nettarieven ^I

- Een van de grootste uitdagingen is dat de elektriciteitsprijs in Nederland hoger is in vergelijking met buur- en Europese landen. Dit maakt de overstap naar elektrificatie voor veel bedrijven economisch onaantrekkelijk.
- Elektrificatie in combinatie met de stijgende nettarieven betekent een grotere exposure aan de stijgende energiekosten. Flexibel gedrag wordt momenteel niet gewaardeerd in financiële termen. Partijen zijn juist duurder uit door de benodigde grotere aansluiting en grotere assets.

Netcongestie en Nettarieven

Netcongestie en onzekerheid over elektriciteitskosten remmen investeringen

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettarieven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	----------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

Netcongestie I P

- Er is onvoldoende capaciteit in het elektriciteitsnet om de benodigde e-boilers, elektrificatie en andere verduurzamingsplannen te ondersteunen.
- Bedrijven moeten lang wachten voor het verkrijgen van een aansluiting op het net. Dit bemoeilijkt de investeringsbeslissingen, vooral bij tijdsgebonden projecten.

Beperkte bewustzijn van de impact van netcongestie bij marktpartijen P

- In 2040 mogen er geen gascentrales meer in bedrijf zijn (ETS). Daardoor worden bedrijven afhankelijker van duurzame energie. Dit zorgt voor meer fluctuatie, wat lastig is voor de industrie (geen aantrekkelijk investeringsklimaat).
- Daarnaast onderschatten bedrijven de problemen rondom congestie. Er is weinig motivatie om de transitie te implementeren.

Onzekerheid over ontwikkeling nettarieven en elektriciteitsprijs TES I

- De onzekere elektriciteitskosten en nettarieven vormen een significante uitdaging voor de economische haalbaarheid van elektrificatie projecten.
- De industrie stelt investeringen uit vanwege onzekerheid over elektriciteitstarieven en onbalansprijzen. Hoewel de energiemarkt functioneert zoals bedoeld, blijven inkomsten moeilijk te voorspellen. Bedrijven hebben echter zekerheid nodig bij grote investeringen. De komst van PICASSO en regelmatige aanpassingen in de Netcode vergroten deze onzekerheid.

Tekort aan ruimte, arbeidscapaciteit en kennis

Gebrek aan kennis en beperkte ruimte belemmeren implementatie van TES en Power-to-Heat

Knelpunten

I

Industrie

TES

Leverancier

P

Publieke instelling

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettareven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	---------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

Beperkte engineering capaciteit ^I

- Bedrijven hebben beperkte een engineeringcapaciteit voor projecten. Bedrijven focussen op laaghangend fruit (bijv. efficiëntie en e-boiler verbeteren door slimme inzetbaarheid).

Beperkte fysieke ruimte in brownfields ^P

- Er is beperkte fysieke ruimte voor nieuwe technologieën in bestaande industriële clusters.

Operationele risico's

Onzekerheid over productiezekerheid en warmteafname belemmert investeringen

Knelpunten

- I Industrie
- TES Leverancier
- P Publieke instelling

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettareven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	---------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

Combinatie E-boiler met gasketel I

- Ondanks de lagere marginale kosten van de combinatie geeft de industrie het ongemak aan van dubbele investerings- en onderhoudskosten.
- Daarnaast brengt het complexiteit in de bedrijfsvoering met zich mee wat bedrijven terughoudend maakt.

Complexiteit energiestromen in industrieel complex I

- Industriële installaties zijn de afgelopen decennia geoptimaliseerd, bijvoorbeeld door de integratie van restwarmte in het eigen proces. Volgens sommige bedrijven zou een verandering in de energielevering van een industrieel complex leiden tot een verlaging van de efficiëntie van de gehele installatie.

Risico bij wegvallende afnemer I

Bij verkoop van warmte, is er een groot risico bij het wegvallen van een afnemer. Dit risico is onvoldoende meegenomen in het subsidielandschap.

Onzekerheid afname en levering van warmte I

- Mocht een bedrijf stoom leveren aan of afnemen van een derde partij, zijn daar extra risico's bij verbonden. Het wegvallen van de leverancier kan het hele bedrijfsproces stop zetten. Het wegvallen van een afnemer kan tot negatieve financiële gevolgen leiden. Deze onzekerheid verhoogt het investeringsrisico. Er ontbreekt een kader waarin deze risico's afgedekt kunnen worden, bijvoorbeeld in subsidielandschap of door een garantie voor een alternatieve afname/leveringsbron.
- Er is geen garantie voor langetermijncontracten (de contracten variëren van 1 tot 5 jaar), waardoor onzekerheid ontstaat bij het aantrekken van investeringen.

Energiesysteem complexiteit

In het huidige industriële energiesysteem wordt TES en power-to-heat niet als prioriteit gezien

Knelpunten

- I Industrie
- TES Leverancier
- P Publieke instelling

Beleid & Visie	Vergunningen	Subsidies	Business case	Netcongestie & Nettareven	Investeringsrisico	Ruimtegebrek & Human capital	Operationele risico's	Complexiteit	ESCO
----------------	--------------	-----------	---------------	---------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------

Hoogste CO₂ besparing per uitgegeven euro eerst ^I

- Vaak zijn er andere investeringen en aanpassingen die meer CO₂ besparen voor het bedrijf dan TES + PtH. Een efficiëntie verhoging of feedstock aanpassingen wordt door bedrijven beschouwd als laaghangend fruit.
- Bedrijven zien TES en PtH momenteel als een grote investering met weinig opbrengsten.