



Systeemstudie Zeeland

Hoe kan de energietransitie eruit gaan zien?
Wat is dan de impact op de energie-infrastructuur?



CE Delft

- Onafhankelijk onderzoek en advies sinds 1978
- Energie, transport en grondstoffen
- Economische, technische en beleidsmatige expertise
- 70 medewerkers
- Not-for-profit



Klanten



Bedrijven
(MKB, industrie,
transport, energie en
brancheorganisaties)



Overheden
(Europese Commissie,
Europees Parlement, ministeries,
provincies, gemeenten,
waterschappen)



NGO's

Aanleiding systeemstudie

- Energietransitie naar klimaatneutrale energievoorziening (2050)
- Verschillende wegen om dat te bereiken; accent op
 - Waterstof (blauw en groen)
 - Elektrificatie
 - Fossiel met CO₂-opslag
 - Kernenergie
- Wat zijn effecten op infrastructuur?
 - Kunnen industrie, mobiliteit en gebouwen transitie uitvoeren?
 - Welke aanpassing aan de energienetten zijn nodig?
- Uitgevoerd samen met Royal Haskoning DHV



Inhoud

- **Deel I**
 - Energie-infrastructuren in Zeeland
- **Deel II**
 - Stress test, scenario's in verschillende energievraag per sector
- **Deel III**
 - Integrale resultaten
 - Link met Vlaanderen



Deel I

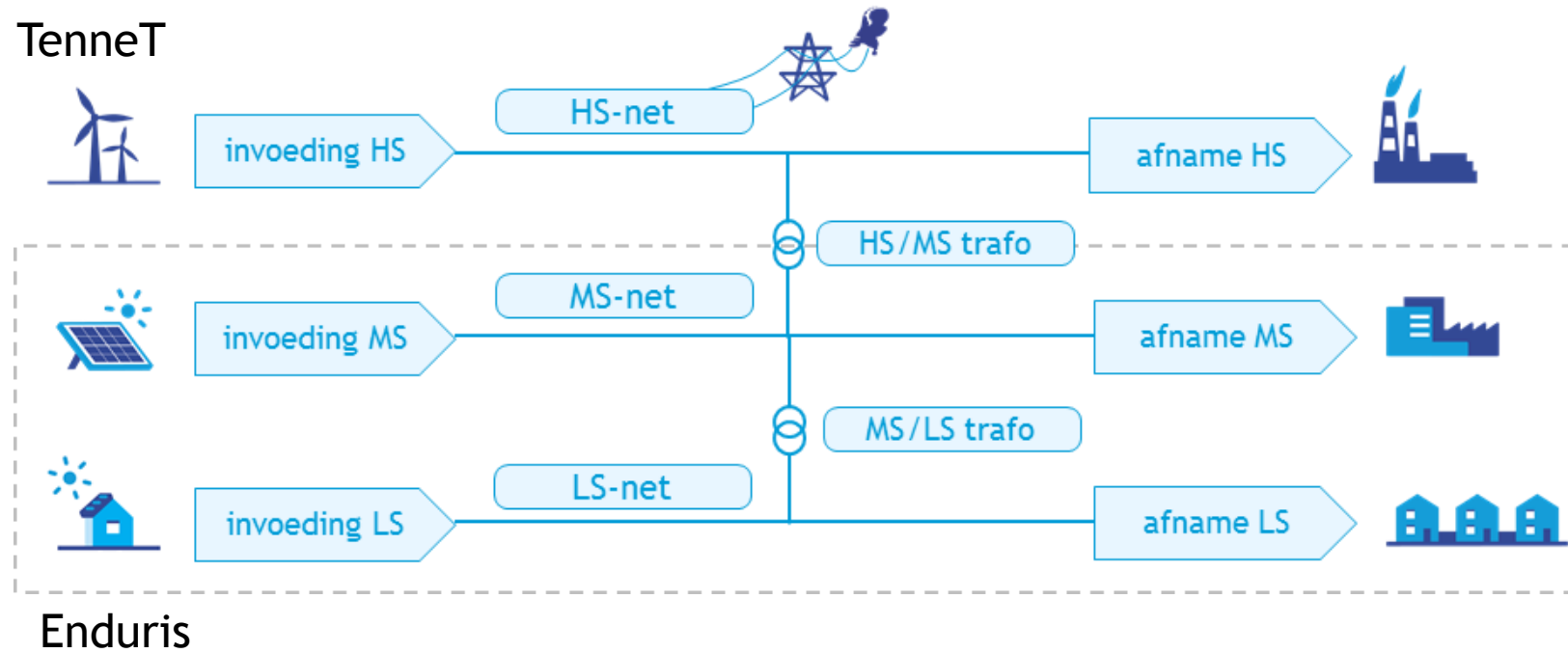
Energie-infrastructuur in Zeeland

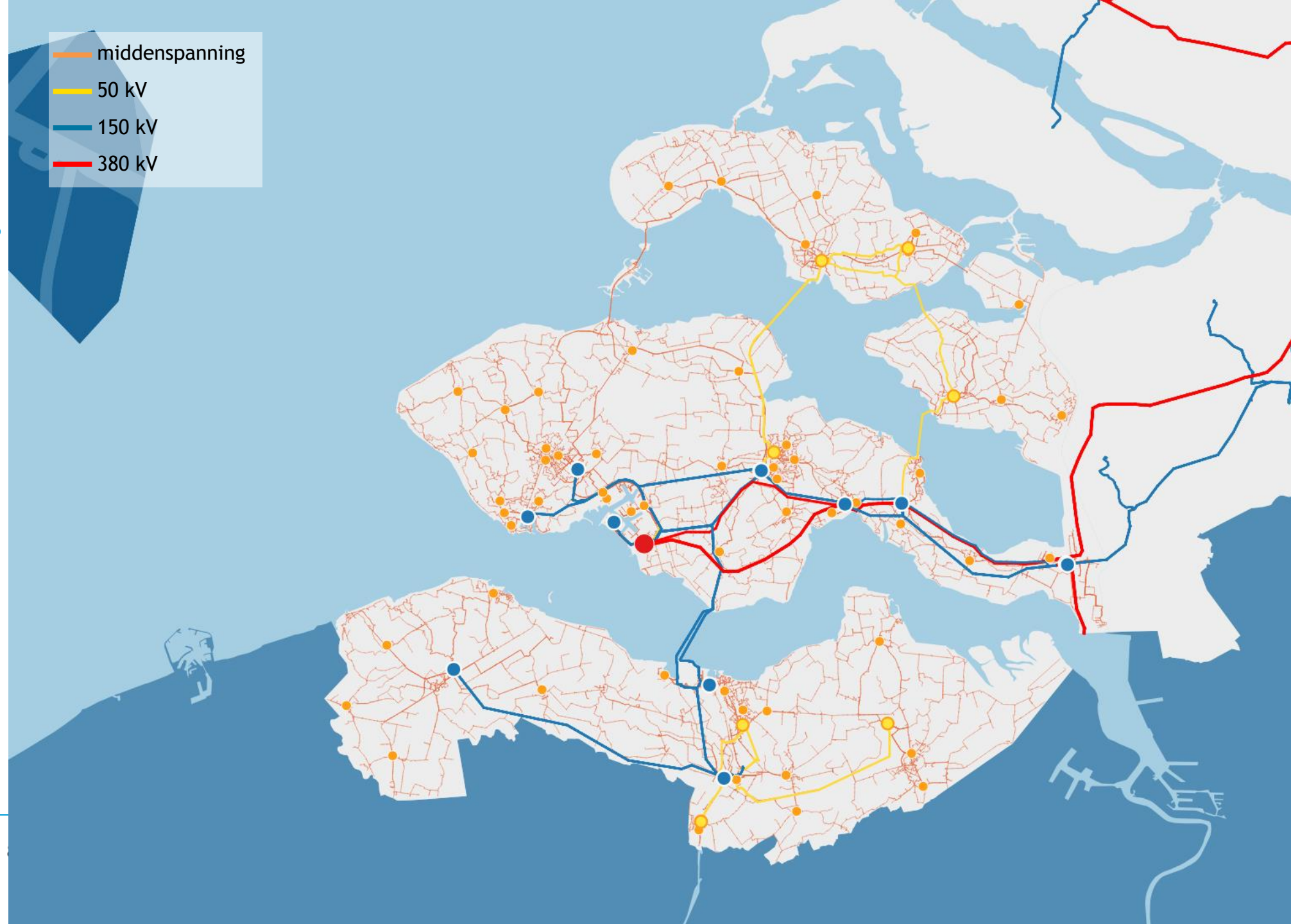


Beschouwd

- **Elektriciteitsnet**
 - TenneT
 - Enduris
- **Gasnet**
 - Gasunie
 - Enduris
- **CO2-net**
- **Warmtenetten**

Elektriciteitsnet schematisch





— buisleidingen aardgas
— buisleidingen overig





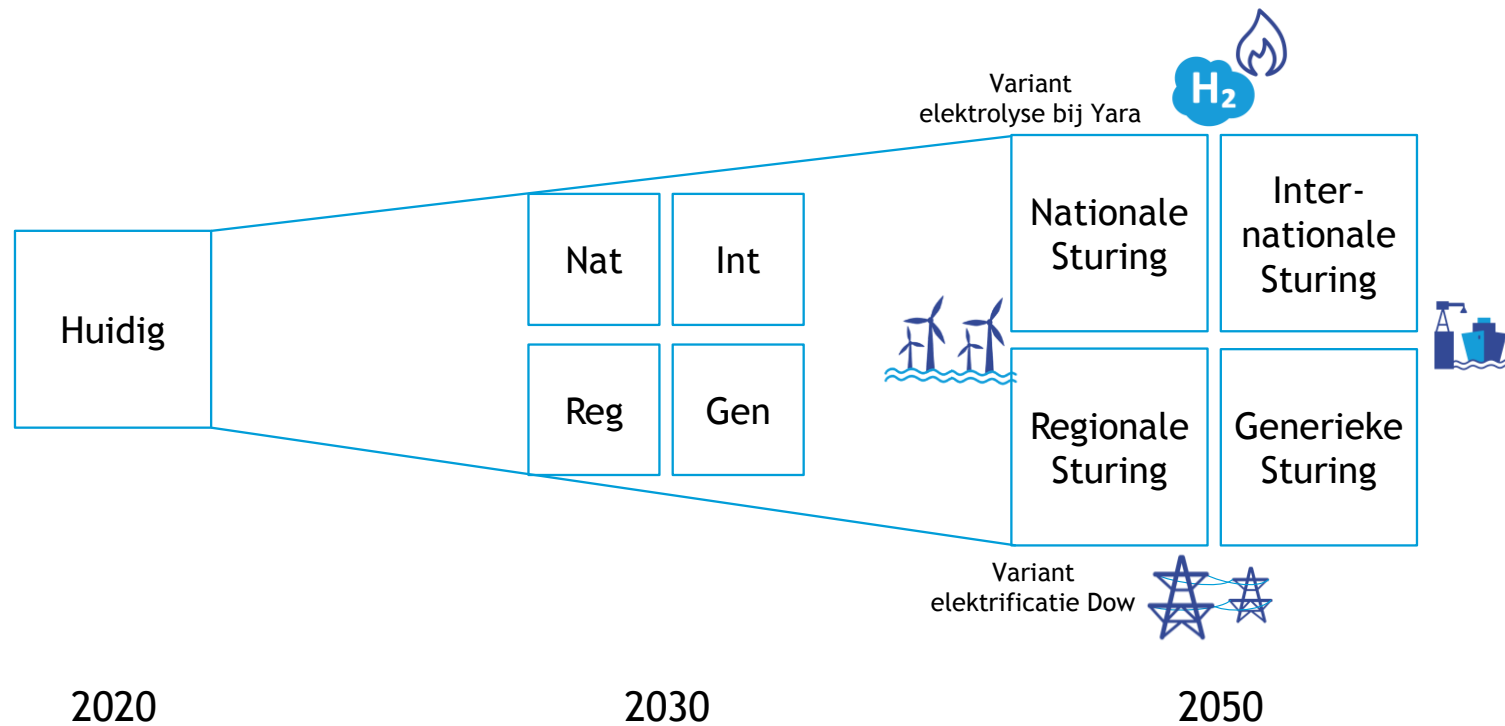
Deel II

Klimaatneutrale gebouwde omgeving, mobiliteit,
Industrie, glastuinbouw, centrales, wind op zee



Stress test

- De verschillende mogelijkheden zijn samengevat in vier scenario's, met ontwikkeling naar 2030 en 2050
- Ze zijn niet bedoeld als blauwdruk voor de toekomst, maar als uithoeken, voor een stresstest van de infrastructuur.



Vraag (PJ/jr)

* Vraag is hier gedefinieerd als afname aan de poort of aan de meter, wat er geleverd zou moeten worden via de energie-infrastructuren. Dit is anders dan finaal gebruik achter de poort of achter de meter. De cijfers zijn exclusief ruwe olie en andere grondstofstromen. De cijfers zijn exclusief de vraag van centrales voor productie voor de elektriciteitsmarkt.

** Dow, Trinseo en Elsta zijn hier als één vraagpartij opgenomen. Wat onderling wordt uitgewisseld aan stoom, warmte en kraakgassen blijft hier dus buiten beeld. Onder 2050 Regionale Sturing is als variant elektrificatie van Dow opgenomen: 2 GW, circa 60 PJ, waarvan circa 55 PJ additioneel ten opzichte van het reguliere scenario.

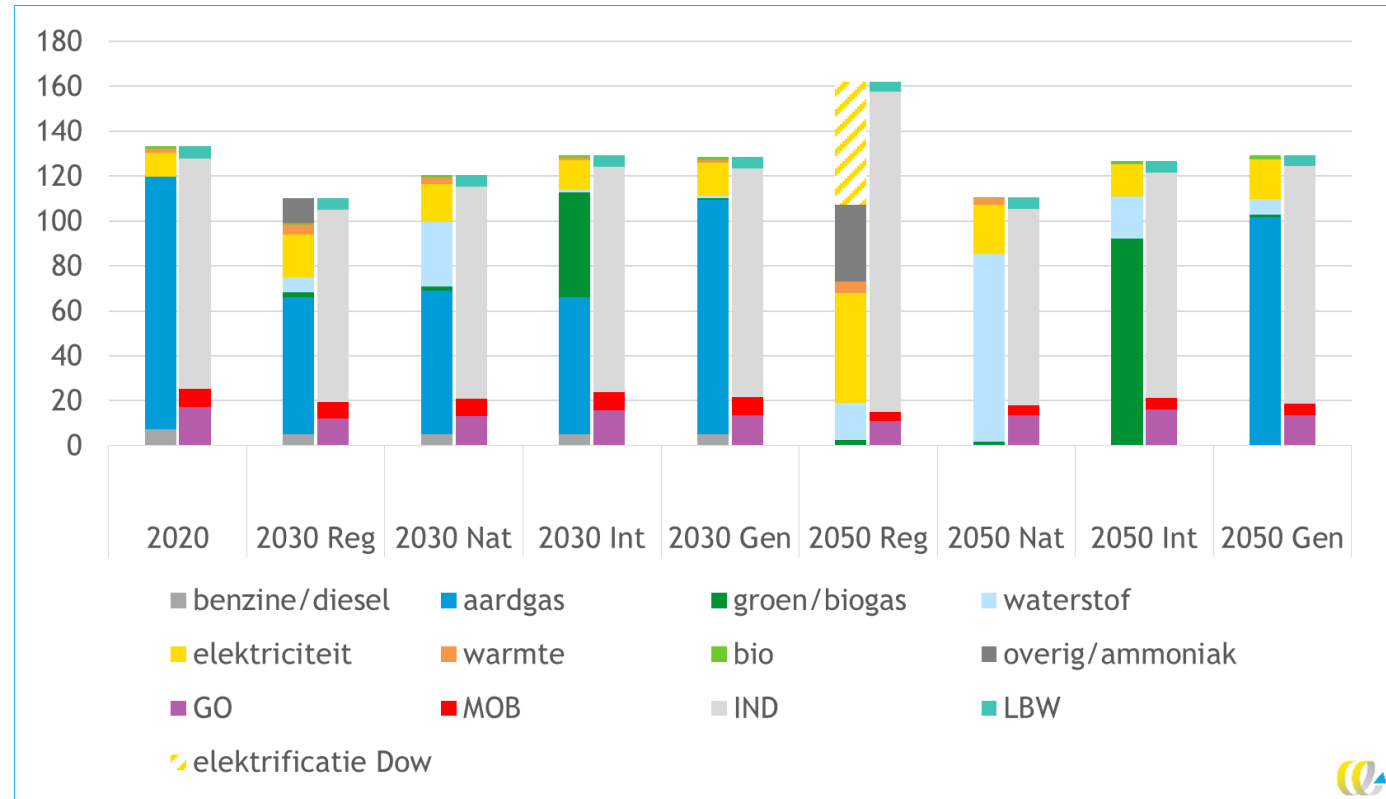
*** In afwijking van de andere cijfers geeft deze regel het waterstofgebruik weer (achter de poort), niet de afname aan de poort. Het laat zien dat de huidige industrie een waterstofgebruik kent van 48 PJ.

		2020	2030				2050			
			Reg	Nat	Int	Gen	Reg	Nat	Int	Gen
	Totaal	133	110	120	129	129	107	110	127	129
	Methaan	113	63	66	108	105	2	2	92	103
	Elektriciteit	11	19	17	13	15	49 (+55)	22	14	18
	Waterstof	-	7	29	1	1	17	83	19	7
	Warmte	2	4	3	1	1	5	3	0	-
	Bio	1	1	1	1	1	0	0	1	2
	Overig	7	16	5	5	5	34	-	-	-
	Gebouwde omgeving	17	12	13	16	14	11	13	16	14
	Aardgas	12	2	4	10	8	-	-	-	4
	Groengas	-	2	2	-	-	2	2	0	-
	Elektriciteit	5	6	6	5	6	6	6	5	6
	Waterstof	-	-	-	-	-	-	4	11	4
	Warmte	0	2	2	0	-	3	2	0	-
	Bio	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mobiliteit	8	7	8	8	8	4	4	5	5
	Fossiel	7	5	5	5	5	-	-	-	-
	Elektriciteit	0	1	1	1	1	3	2	2	2
	Waterstof	-	0	1	1	1	1	2	3	3
	Groengas	0	0	0	0	0	-	-	-	-
	Biobrandstof	1	1	1	1	1	-	-	-	-
	Industrie **	103	86	94	100	102	88	88	100	106
	Aardgas	97	57	57	48	95	-	-	-	98
	Biogas	-	-	-	46	-	1	-	92	-
	Elektriciteit	5	10	9	6	7	37 (+55)	13	6	8
	Waterstof	-	7	28	-	-	16	75	2	-
	- Waterstofgebruik***	48	44	65	48	48	19	83	50	48
	Overig	-	11	-	-	-	34	-	-	-
	Landbouw	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Aardgas	3	2	3	3	2	-	-	-	-
	Groengas	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Elektriciteit	1	1	1	1	1	2	1	1	2
	Waterstof	-	-	-	-	-	-	3	3	-
	Warmte	2	2	2	1	1	2	1	-	-

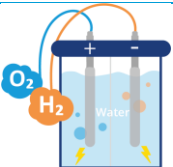


Vraag per energiedrager en per sector

- 1^e staafje
 - Per energiedrager
- 2^e staafje
 - Per sector



Aanbod (PJ/jr)

		2020	2030				2050			
			Reg	Nat	Int	Gen	Reg	Nat	Int	Gen
	Gas									
	Groengas (PJ/jr)	0	3	3	3	3	3	3	3	3
	Max potentie waterstof uit wind op zee (PJ/jr)	0	18	22	6	23	10	51	7	22
	CO ₂ (kton/jr)	1.500	2.770	2.770	870	930	9.680	2.770	3.070	7.390
	Wind (MW)	1.327	4.708	4.248	2.093	4.093	6.307	8.364	2.460	4.460
	Op land	575	1.206	745	590	590	2.805	1.424	958	958
	Op zee	752	3.503	3.503	1.503	3.503	3.503	6.941	1.503	3.503
	Zon (MW)	373	1.988	942	674	705	4.113	1.646	909	990
	Dak	238	975	483	412	420	1.343	537	393	406
	Veld	135	1.013	459	262	285	2.770	1.108	516	584
	Centrales (MW)	1.724	1.724	1.724	1.724	1.724	870	1.239	1.239	1.724
	Aard/groengas	1.239	1.239	1.239	1.239	1.239	870		1.239	1.239
	Waterstof							1.239		
	Biomassa									485
	Kernenergie	485	485	485	485	485	0	0	0	0
	Elektrolyse (MWe)	0	1.226	1.576	376	1.576	701	3.470	2.051	1.576
	Met wind op zee	0	1.226	1.576	376	1.576	701	3.470	451	1.576
	Met kernenergie								1.600	

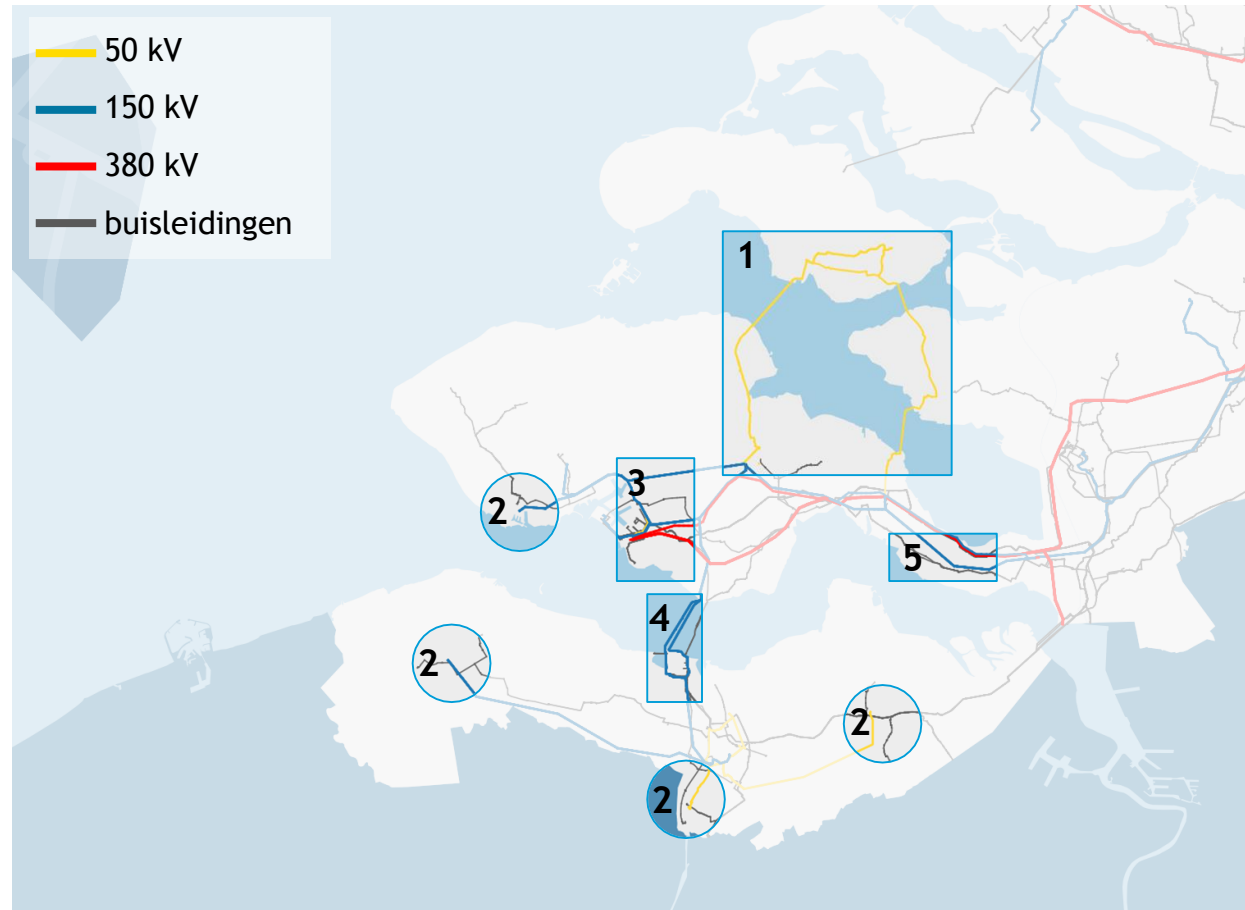


Deel III

Integrale resultaten

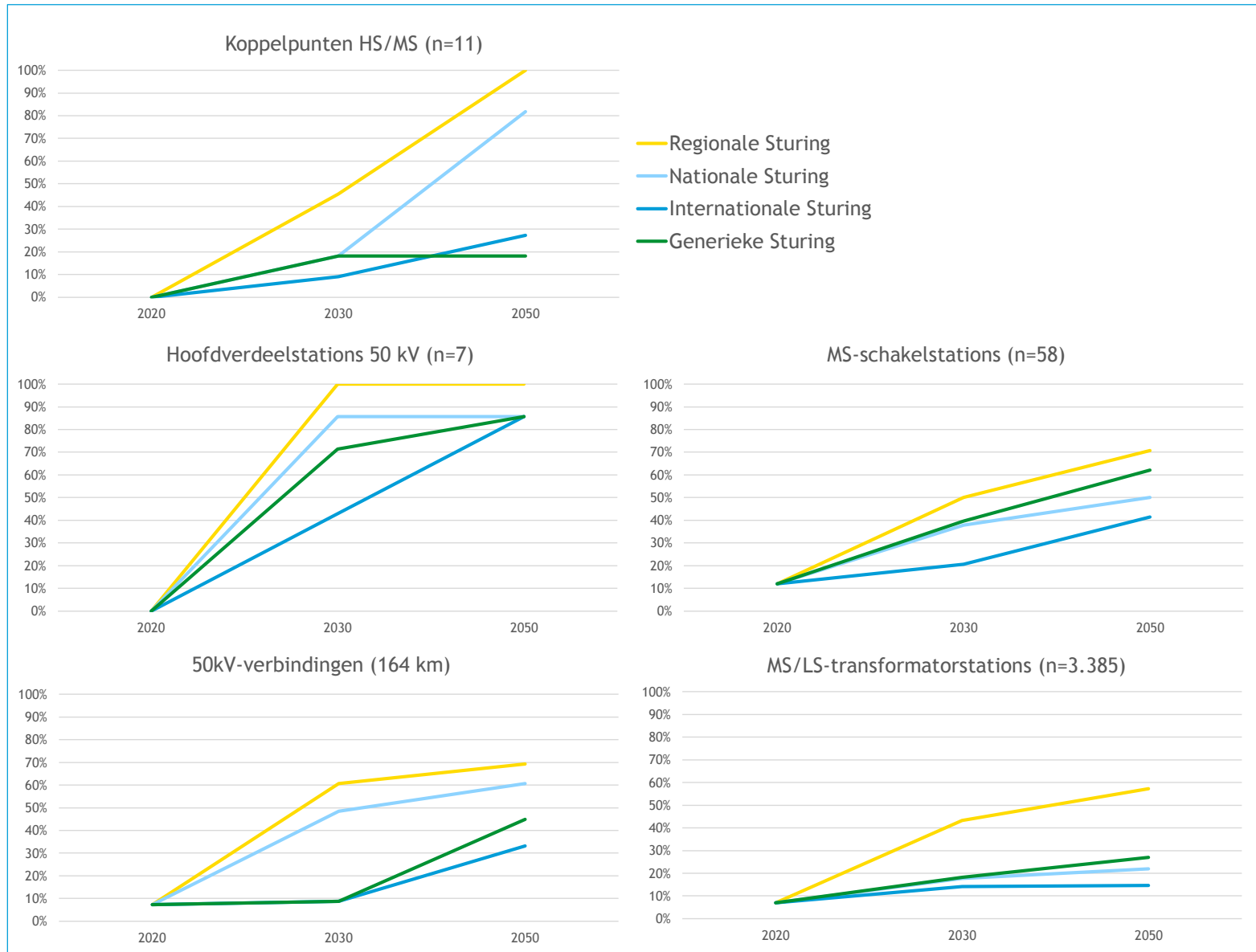


Bevindingen top-5



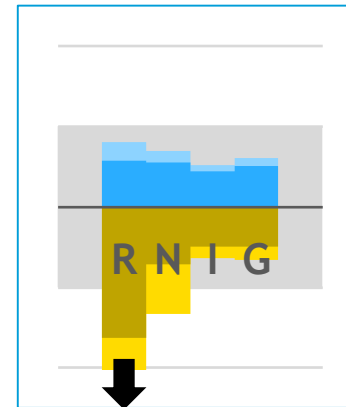
Bevindingen Enduris

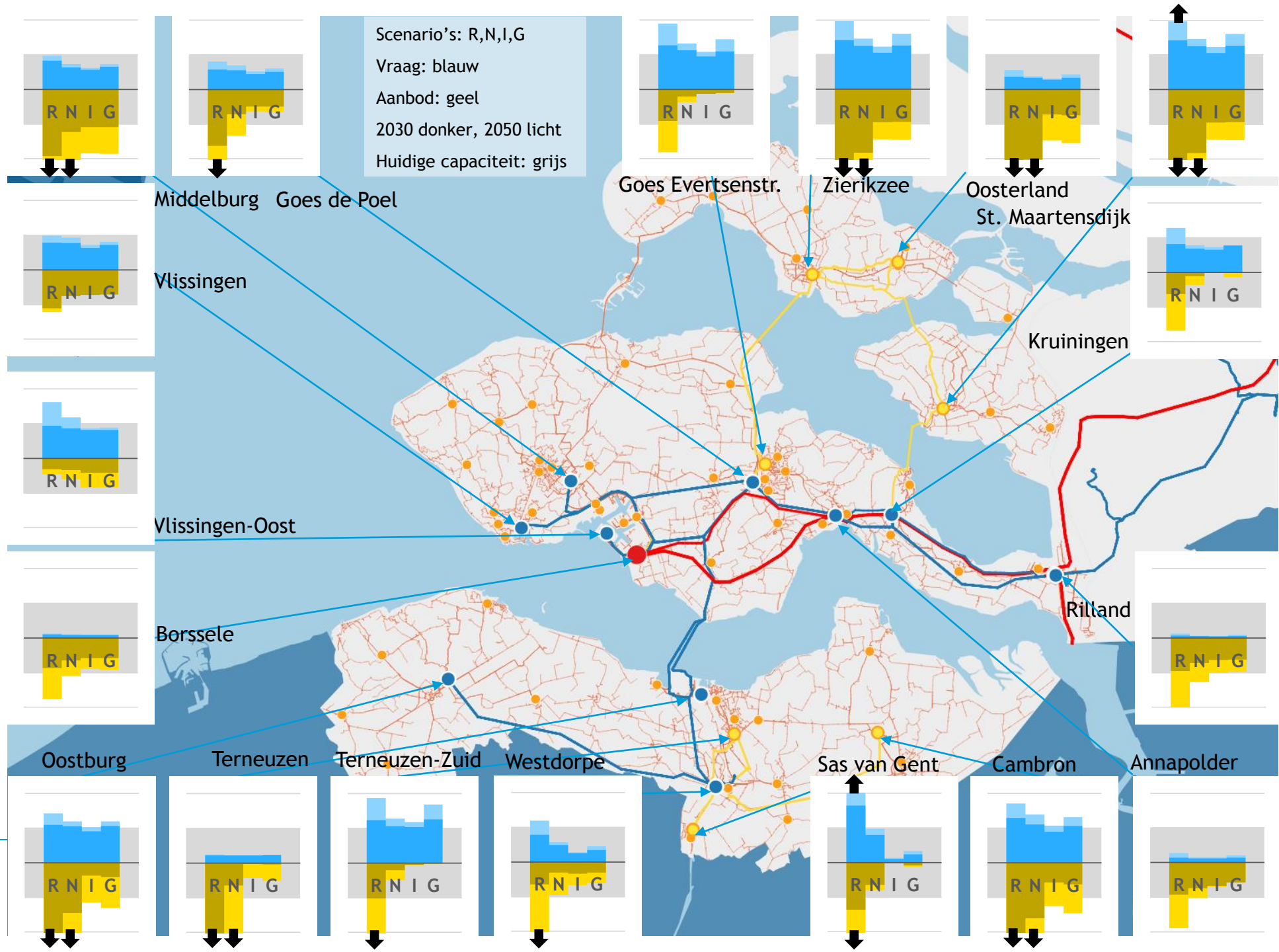
Deel van stations
en 50 kV-verbindingen
dat overbelast wordt



Inzoomen op de stations HS/TS/MS

- Legenda volgende slide
 - Omhoog/blauw is vraagbelasting (GO, MOB, IND op MS, en LBW)
 - Omlaag/geel is aanbodbelasting (Zon, WoL)
 - Donkere kleur is 2030, lichtere is 2050
 - Grijs achtergrond is capaciteit oftewel 100% belasting
 - Pijltje wijst op belasting >200%
 - R, N, I, G staan voor de scenario's (R is Regionale Sturing etc.)

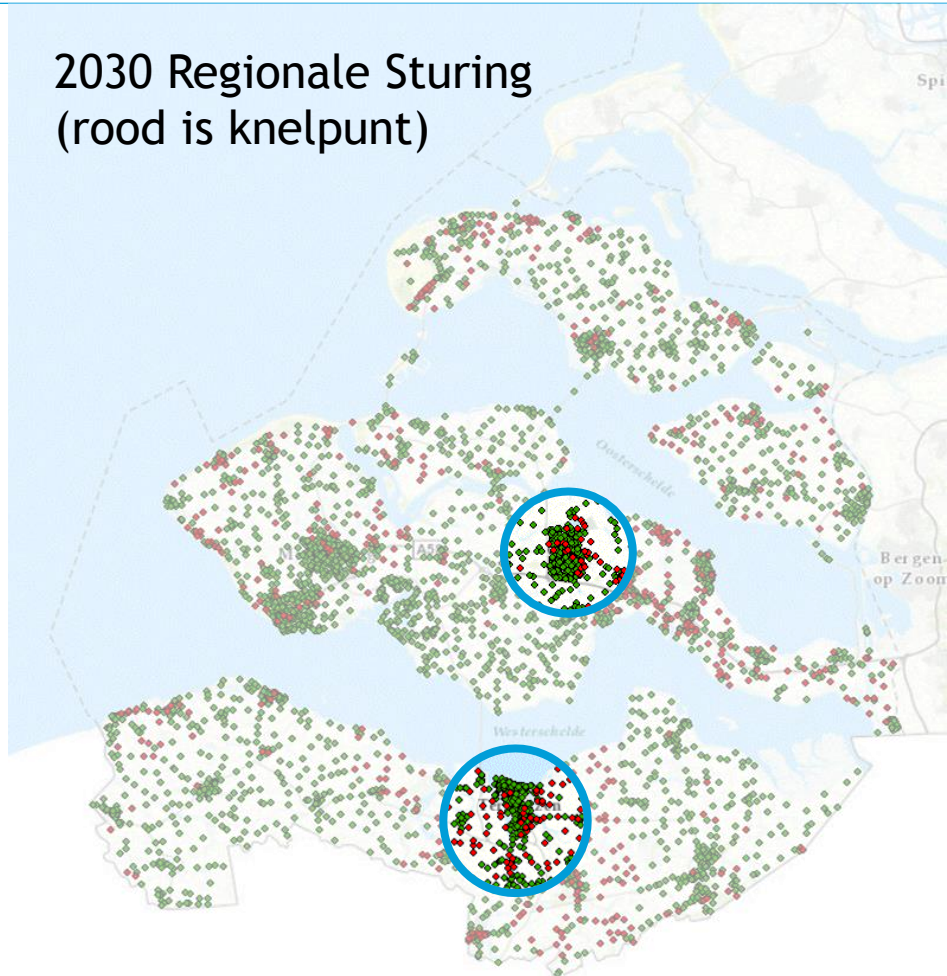




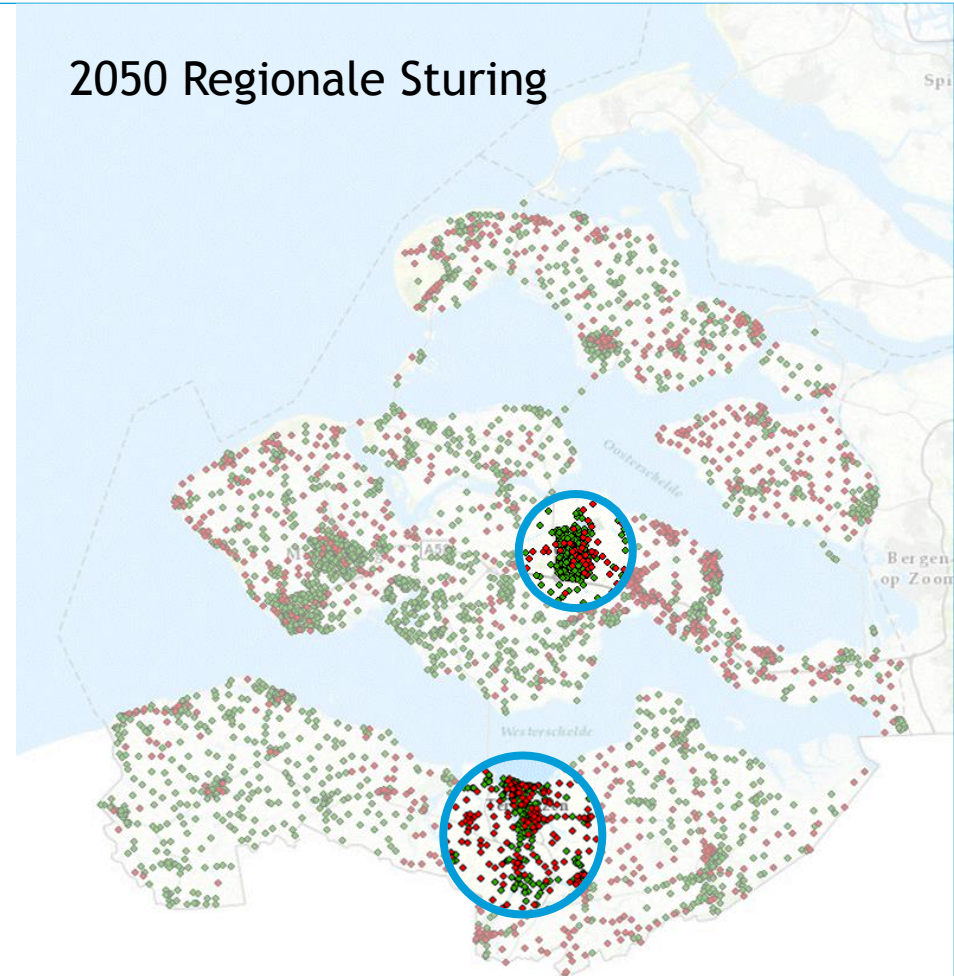
Inzoomen op stations MS/LS vraagbelasting

- Verschil tussen deze scenario's in Goes is transitie naar all-electric
- En in Terneuzen is het enige verschil de transitie naar elektrisch vervoer
- Warmtepompen en de laadvraag van EV's kunnen dus tot knelpunten leiden

2030 Regionale Sturing
(rood is knelpunt)



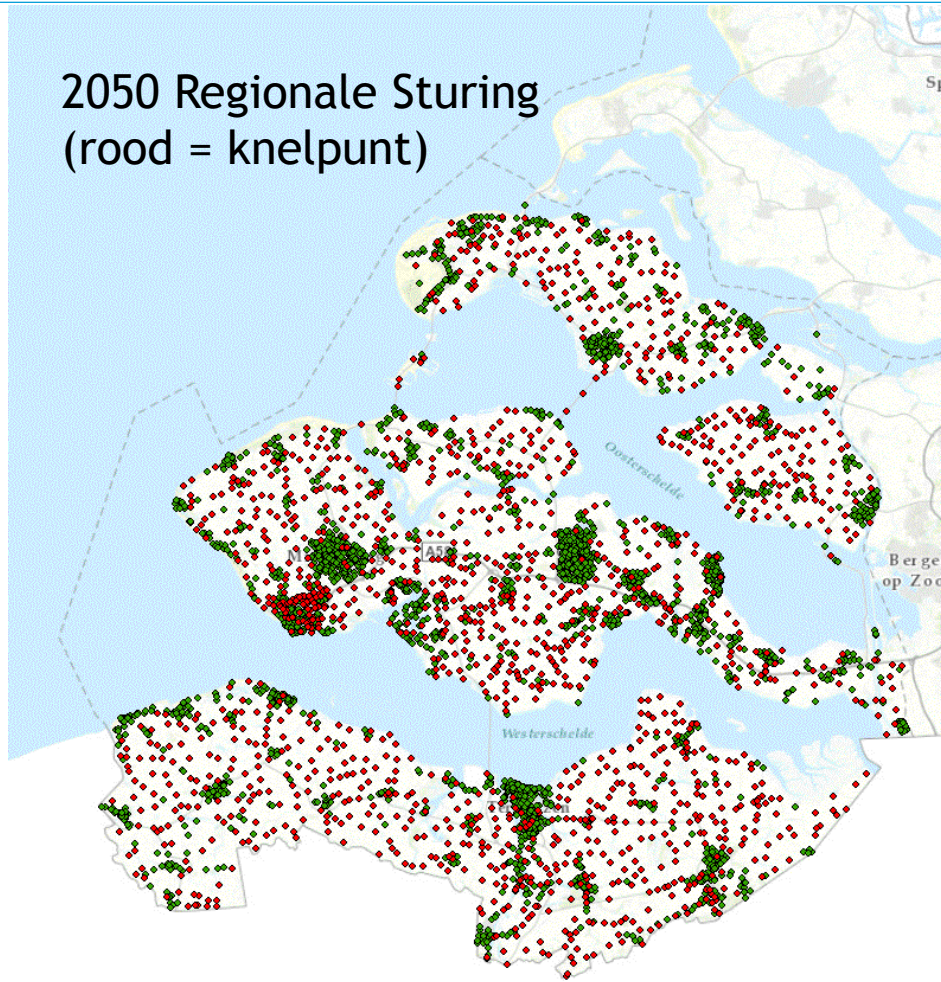
2050 Regionale Sturing



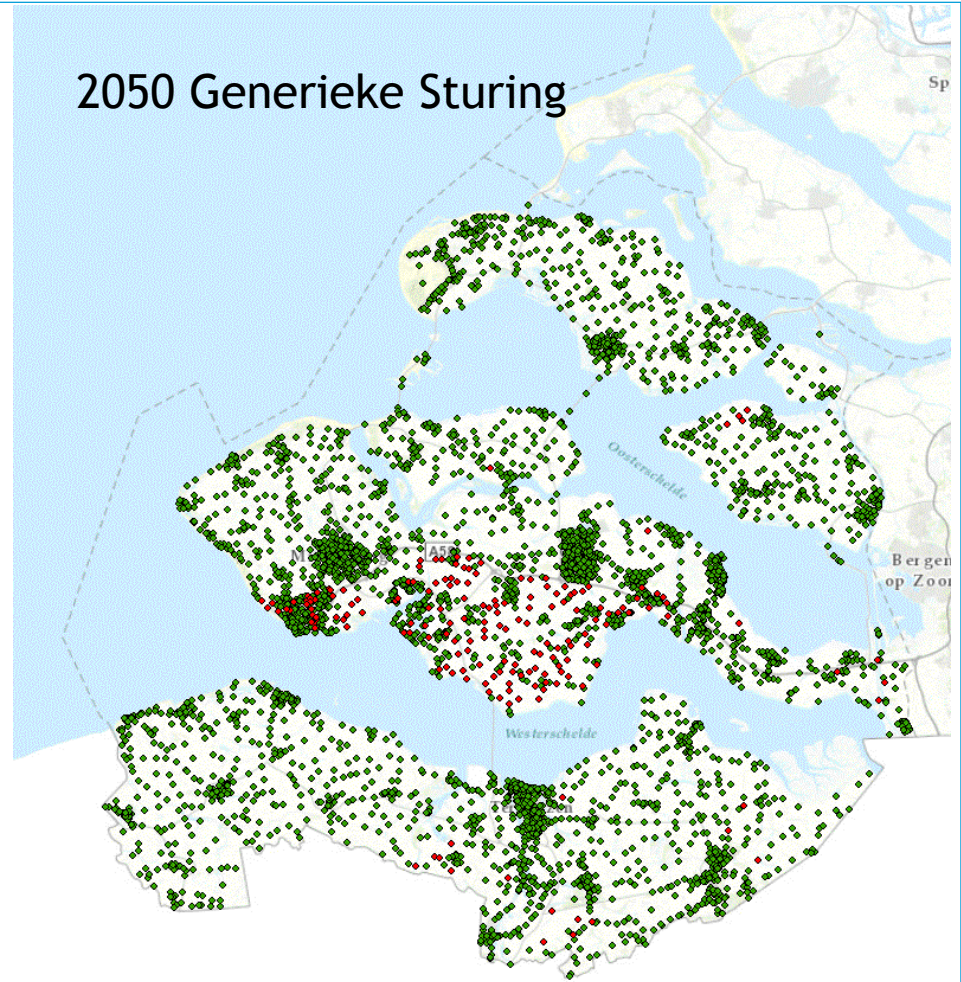
Inzoomen op stations MS/LS aanbodbelasting

- In scenario Regionale Sturing is veel meer lokale opwek
- Dit leidt tot knelpunten, met name in landelijk gebied

2050 Regionale Sturing
(rood = knelpunt)



2050 Generieke Sturing



Bevindingen Gasunie

- In 2050 geen knelpunten
 - Wel overschakelen op waterstof,
 - capaciteit voldoende
- Voor 2030 zijn buisleidingen nodig voor laag- en hoogcalorisch aardgas, waterstof en CO₂
- Mogelijk inzet van:
 - Naftaleiding Zeeland Refinery-Dow
 - Midden-Zeelandleiding (Zuid-Beveland)
 - Zebraleiding (Zeeuws-Vlaanderen)
- Extra buisleiding nodig ofwel over Zuid-Beveland, ofwel over Zeeuws-Vlaanderen, ofwel via Vlaanderen (BE)
- Andere alternatieven zijn nieuwe aanleg, transport per schip, of een mix van al deze oplossingen

Aanbevelingen

- Onderzoek
 - 380 kV-verbinding naar Zeeuws-Vlaanderen
 - gastransport en inzet van buisleidingen voor transitieperiode 2030-2040
 - CO2-transport ook van Arcelor-Mittal
- Voorbereiden op verzwaringen met name voor Schouwen-Duiveland en Tholen, Hulst, Sas van Gent, Oostburg, en Vlissingen
- Industrie en centrale E-opwek: centrale rol voor SDR
 - In samenwerking met NSP, Provincie, TenneT en Gasunie
- Gebouwde omgeving, mobiliteit en lokale opwek: centrale rol voor RES
 - In samenwerking met Enduris



Extra



Elektriciteitsnet

Enduris

- Laagspanning (LS)
 - Distributie in gebouwde omgeving
 - Invoeding van zon op dak
- Middenspanning (MS: 10 kV)
 - Distributie naar LS
 - Distributie naar kleine industrie, snellaadstations
 - Invoeding van wkk's, zon op veld en wind op land
- Tussenspanning (TS: 50 kV)
 - Tussenstap tussen HS en MS

TenneT

- Hoogspanning (HS: 150 en 380 kV)
 - Transport naar MS
 - Transport naar grote industrie
 - Invoeding van centrales en wind op zee

Elektriciteitsnet op de kaart

Enduris

- Met 11 stations verbonden aan het hoogspanningsnet (HS/MS)
- 50 kV
 - Lus die Schouwen-Duiveland en Tholen verbindt met Zuid-Beveland
 - Tracés naar Sas van Gent en Hulst
 - 7 hoofdverdeelstations (TS/MS)
- MS
 - Distributie over heel Zeeland
 - 58 schakelstations en 3.385 transformatorstations (MS/LS)
- LS
 - Fijnmazige distributie

Tennet

- 380 kV
 - Borssele - Rilland, op dit tracé wordt bovendien een nieuwe verbinding gerealiseerd (project Zuidwest 380 kV West)
- 150 kV
 - Over Zuid-Beveland: Rilland - Kruiningen - Willem-Annapolder - Goes - Vlissingen-Oost / Vlissingen / Middelburg
 - Van Zuid-Beveland onder de Westerschelde naar Terneuzen, Westdorpe en Oostburg

Gasnet en andere buisleidingen

Enduris

- Distributie van aardgas naar de gebouwde omgeving (laagcalorisch)

Gasunie

- Transport van aardgas voor distributie (laagcalorisch)
- Transport van aardgas naar industrie (hoogcalorisch)
- Transport van aardgas naar centrales (hoogcalorisch)

Diverse partijen

- Transport van andere grondstoffen in industrie: waterstof, olie, nafta, ethyleen, etc.

Op de kaart

- Vanaf Ossendrecht door Zuid-Beveland richting Vlissingen
- Vanaf Ossendrecht door Zeeuws-Vlaanderen richting Sluiskil
- Schouwen-Duiveland gevoed vanuit regio Rijnmond

Gebouwde omgeving

NU

- Warmtevraag met aardgas
- Elektriciteitsvraag voor apparaten en verlichting

STRAKS

- Warmtevraag lager door isolatie
- Warmtevraag met
 - Elektrisch (warmtepomp)
 - Groengas
 - Waterstof
 - Hybride: warmtepomp + groengas/waterstof
 - Warmtenet
- Elektriciteitsvraag voor apparaten en verlichting, en dus mogelijk ook voor verwarming (en verkoeling!)

Mobiliteit

NU

- Fossiele brandstoffen
- Bijmenging van biobrandstoffen
- Elektrisch rijden in opkomst

STRAKS

- Elektrisch rijden
- Brandstofcellen/ waterstof
- Biobrandstoffen (zwaar transport)

Lokale opwek

NU

- Zon op dak (klein)
- Zon op dak (groot)
- Zon op veld
- Wind op land

STRAKS

- Zon op dak (klein)
- Zon op dak (groot)
- Zon op veld
- Wind op land

- Voor 2030 plannen vastgelegd in de RES
- Zeeland gunstig voor lokale opwek: vaak (harde) wind en relatief veel zonuren

Industrie

- Scenario's specifiek per bedrijf in lijn met CUST:
 - Zeeland Refinery
 - Dow, Elsta, Trinseo
 - Yara
 - Cargill Sas van Gent
 - Eastman
 - Timmerman Groenvoederdrogerij
 - Lamb Weston
- Overige industrie volgens generieke uitgangspunten per scenario
- Aard en omvang van toekomstige industrie gelijk verondersteld
- Extra scenario's:
 - elektrolyse bij Yara
 - elektrificatie van kraakprocessen bij Dow

Industrie

NU

- Aardgas als grondstof
 - Koolstof
 - Waterstof (met SMR)
- Aardgas als brandstof
 - Hogetemperatuurwarmte
- Elektriciteit voor kracht, licht en koeling

STRAKS

- Circulaire koolstofstromen
- Groene waterstof
 - Centrale elektrolyse
 - Elektrolyse *on-site*
- Blauwe waterstof, Aardgas met CCS
- Biogas
- Elektrificatie van warmtevraag en processen (kraken bij Dow)

Glastuinbouw

NU

- Afname aardgas voor wkk:
 - CO₂
 - Warmte
 - Elektriciteit, voor eigen gebruik of productie voor het net
- Afname warmte (Warmco)
- Biomassa-installatie (Sirjansland)

STRAKS

- Wkk met biogas
- Wkk met waterstof
- Afname warmte
- Biomassa
- Besparing
- CCU

Centrale productie

NU

- Borssele, kerncentrale, 450 MW
- Sloe, gas, 870 MW
- Elsta, gas+waterstof, 460 MW
- Wind op zee
 - Borssele I+II (2020)
 - Borssele III+IV+V (2024)

STRAKS

- Regelbaar vermogen (thermische centrales) blijven nodig, maar voor minder uren
 - Geen opvolger Borssele / nieuwe kerncentrale ook voor waterstof 1,6 GW / centrale in combinatie met bioraffinage
 - Opvolger Sloe als gascentrale met CCS / biogas / waterstof
 - Elsta niet meer nodig voor Dow / met CCS / biogas / waterstof
- Wind op zee
 - Plus 2 GW IJmuiden-VER
 - Extra: elektriciteit of waterstof uit centrale productie op Noordzee (3,5 GWe)

Impact op elektriciteitsnet

LS

- Verdubbeling elektriciteitsvraag door elektrificatie van gebouwde omgeving en mobiliteit
 - Veel werk aan kabels en transformatoren
 - Slim laden kan piekvraag verlagen
- Knelpunten door aanbod van zon op dak en zon op veld, indien dit verder groeit dan ambities RES

MS en 50 kV

- Knelpunt 50 kV-lus naar Schouwen-Duiveland en Tholen
- Vraagknelpunten bij Hulst, Vlissingen
- Overbelasting mogelijk op stations in gebieden met veel potentie voor zon op veld en wind op land
 - Middelburg, Oostburg, ...
 - Mogelijk aansluiten op lagere zekerheid en/of op lagere capaciteit in combinatie met batterijen of Power-to-Heat
- Groei van vraag en aanbod werken door op HS (150 kV)

Impact op gasnet

- Vraag naar **aardgas** zal afnemen
- Mogelijk vervangen door **groengas**
- Eventueel door **waterstof** (maar dit is duurder, dus dan wil je eerst goed isoleren)
- Het gasnet biedt dus zeker **voldoende capaciteit**
- Als gasbuizen niet meer gebruikt worden, dan moeten ze uit de grond gehaald worden (**amoveren**)
- Bij inzet van het gasnet voor waterstof is **ombouw** nodig
 - Waterstof heeft lagere dichtheid en energiedichtheid, en moet daarom met hogere snelheid door de buizen

Impact op warmtenet

- Er is **potentie** voor warmtenetten in Vlissingen, Middelburg en Terneuzen
 - Gezien dichtheid van bebouwing en nabijheid van warmtebronnen (met name industrie)
- Daarvoor zou **aanleg van infrastructuur** nodig zijn
 - Transport: één buis van warmtebron naar de buurt, en één buis voor afgekoeld water retour
 - Distributie: ook twee buizen van/naar de gebouwen in de buurt

Impact op elektriciteitsnet

MS

- Sas van Gent
- Vlissingen-Oost
- Individuele aansluitingen

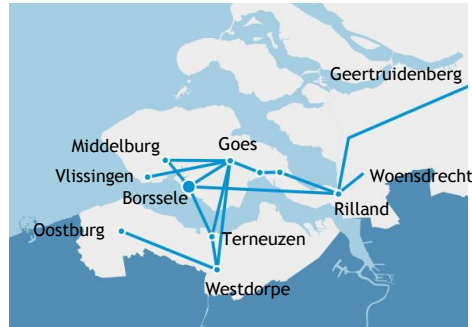
HS

- Huidige verbinding onder Westerschelde onvoldoende bij elektrificatie of elektrolyse in Zeeuws-Vlaanderen
 - Onderzoek 380 kV-verbinding vanuit Borssele
- 380 kV-verbinding Borssele-Rilland voldoende bij 3,5 GW wind op zee
 - Bij aanlanding extra wind op zee, in totaal 6,9 GW, zou hier een knelpunt ontstaan voor transport naar NL/DE/BE

Impact op gasnet

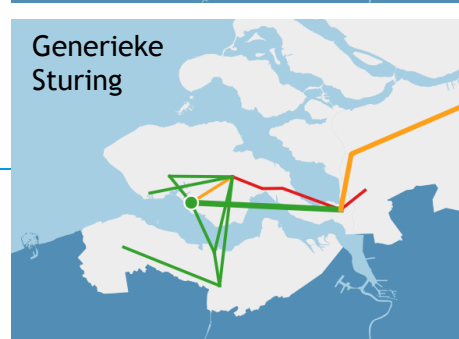
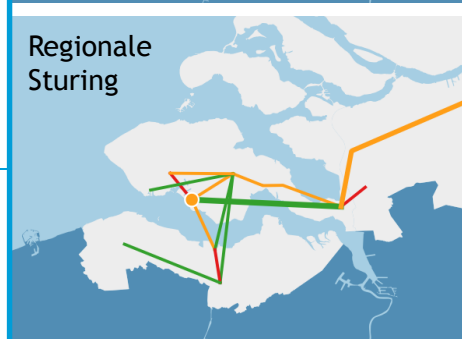
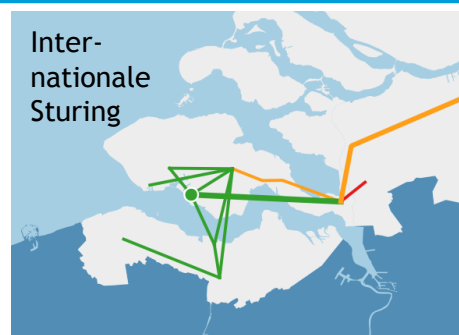
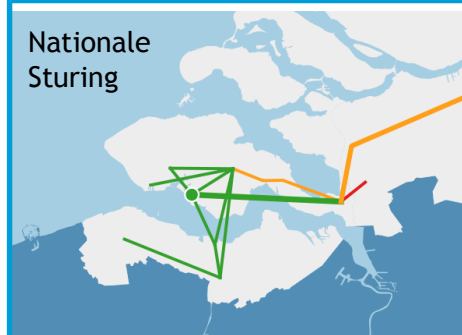
- Mogelijk vier **gassen** naast elkaar:
 - Hoogcalorisch aardgas
 - Laagcalorisch aardgas
 - Waterstof
 - CO₂
- Gaat dus niet alleen om **capaciteit**, maar ook om **aantal** buisleidingen
 - Sloe-Ossendrecht: 3 gasbuizen
 - Axel-Ossendrecht: 3 gasbuizen
 - Buizen tekort
- Puzzel waarin **planning** cruciaal is
- **Oplossingen** voorstelbaar met:
 - Andere bestaande buisleidingen
 - Vlaanderen
 - Aan-/afvoer per schip
 - Nieuwe buisleidingen

Bevindingen hoogspanningsnet



Oranje: N-1 knelpunt
Rood: N-0 knelpunt

2030



2050

