

Samenvatting Net voor de Toekomst Scenario's Energietransitiemodel

Juni 2018

1. Opzet en Aanpak:

- Quintel heeft van Gasunie en TenneT de opdracht gekregen om de vier scenario's uit het rapport "Net voor de toekomst" (NvdT, CE Delft, 2017)¹ beschikbaar te maken via het Energietransitiemodel (ETM). De vier scenario's zijn:
 - a) [Regionale Sturing](#) (RS)
 - b) [Nationale Sturing](#) (NS)
 - c) [Internationale Sturing](#) (INT)
 - d) [Generieke Sturing](#) (GS):
- De bovenstaande vier scenario's worden in de rapportage van CE Delft gekenmerkt door een Sankey-diagram dat energiestromen weergeeft. Quintel heeft bij het maken van de scenario's in het ETM getracht deze energiestromen zo goed mogelijk te reproduceren.²
- De belangrijkste verschillen in opzet tussen de NvdT scenario's en het ETM zijn:
 - a. **Functionaliteiten naar sectoren:** NvdT heeft de energiestromen opgedeeld in functionaliteiten, terwijl het ETM een opdeling heeft in sectoren. Hierdoor neemt het ETM ook landbouw mee, wat niet is gedaan in Net voor de toekomst. Dit heeft geen grote gevolgen voor de uitkomsten
 - b. **Feedstock en import:** De ETM scenario's RS en NS bevatten nog importstromen van aardolie, aardgas en biomassa, terwijl dit in de NvdT scenario's nauwelijks het geval is. Ook komt in het INT scenario de sterke inzet op non-energetische biomassa niet volledig terug. De belangrijkste reden is dat het niet mogelijk is om in het ETM non-energetische koolwaterstoffen te recyclen of biomassa non-energetisch in te zetten. Daarnaast importeert het ETM standaard al het groen gas. De belangrijkste oorzaak voor biomassa-import is dat het ETM zeer weinig beschikbare biomassa uit Nederlandse reststromen veronderstelt i.v.m. NvdT. De import van aardgas is vooral het gevolg van verschillen tussen de draaiuren bij elektriciteitsproductie. Dit alles heeft weinig effect op hernieuwbaarheid en de elektriciteitsnetten, wel op import, kosten en (in mindere mate) CO₂-uitstoot.
 - c. **Profielen:** Alle vragende technologieën hebben hun eigen profiel in het ETM. Deze profielen zijn niet afgestemd met CE Delft. Het gevolg is dat op ieder uur zowel de vraag als de opwek kan verschillen.
 - d. **Waterstof/Technologiekeuzes ruimteverwarming:** Het is op dit moment niet mogelijk om waterstof anders dan via een warmtenet in te zetten in de gebouwde omgeving. Daarnaast is de gas- en elektriciteitsvraag in de NvdT scenario's vrij hoog, waardoor soms cv-ketels en elektrische boilers zijn ingezet om de energiestromen te kunnen reproduceren. De H₂-gevoede warmtenetten en de technologiekeuzes hebben effect op kosten en mogelijk op netwerkpieken.

2. Energiestromen en opgestelde vermogens NvdT en ETM scenario's:

- **Finale vraag van de sectoren.**

¹ "Net voor de Toekomst", Netbeheer Nederland, November 2017 en "Net voor de Toekomst, Achtergrondrapport", Publicatienummer: 17.3L53.170, CE Delft 22 november 2017

² Quintel heeft van Maarten Afman van CE Delft een correct Excelbestand gekregen, met wat afwijkende nummers t.o.v. het rapport. Dit is opgenomen in het documentatiebestand in Excel.

- a. **Finaal energetisch:** De finale energetische vraag van de sectoren komt in alle scenario's op vrij goed overeen met de scenario's van CE Delft. De afwijking van de totale finale vraag tussen de NvdT en de ETM scenario's is kleiner dan 1%.
- b. **Finaal non-energetisch:** Bij de feedstock zijn er wel afwijkingen, zoals bij punt 1 genoemd. Daarnaast zijn er wat kleinere afwijkingen, zie Excel tabblad 'Validation Energy Flows' in het documentatiebestand voor een overzicht en de uitleg.

➤ **Opwek:**

- a. **Zon en wind:** Quintel heeft de opgestelde vermogens en jaarlijkse elektriciteitsproductie uit zon PV, wind op land en wind op zee exact overgenomen. Doordat het ETM andere productieprofielen gebruikt voor deze technologieën dan CE Delft, zal de opwek op een gegeven uur niet exact hetzelfde zijn.
- b. **Regelbaar vermogen:** Quintel heeft in samenspraak met CE Delft getracht het regelbaar productievermogen zo goed mogelijk na te bouwen. Daarbij is de inzet van H₂ voor elektriciteitsproductie als leidend genomen, om de balans van H₂ te kunnen reproduceren. Het ETM heeft echter andere type centrales beschikbaar en productie wordt bovendien door een 'merit order' module bepaald. Het gevolg is dat de vollasturen per technologie niet altijd goed overeenkomen. De technologie met laagste marginale kosten produceert daardoor fors meer elektriciteit dan in de NvdT scenario's, waar de vollasturen als een gegeven beschouwd worden. Dit heeft gevolgen voor primair gebruik van aardgas en groengas, alsook voor de CO₂-afvang bij elektriciteitsproductie
- c. **WKK:** Daarnaast draaien de decentrale WKKs in het ETM voor de warmte. Deze 'must-run' WKKs doen niet mee in de 'merit order'. Omdat dit gevolgen heeft voor overschotten wind- en zonnestroom is besloten deze WKKs niet te benutten. Het gevolg is dat de ETM scenario's fors minder decentrale opwek van elektriciteit bevatten en dat daardoor de invoeding en impact op de lager gelegen netvlakken sterk verschilt.
- d. **Overschotten H₂:** De productie van H₂ uit overschotten elektriciteit en biomassa komt goed overeen met de NvdT scenario's. Beschikbare overschotten van elektriciteit voor H₂-productie komen goed overeen. Alleen in het INT scenario wijkt de productie van waterstof af, omdat te weinig elektriciteitsoverschotten beschikbaar waren en meer biomassa wordt ingezet voor H₂ voor kunstmestproductie.

3. CO₂-uitkomsten in het ETM:

- De resterende emissies in de NvdT scenario's (p. 106 Achtergrondrapport) komen niet precies overeen met die in het ETM, ondanks dat de energiestromen wel goed overeen lijken te komen. Quintel zal samen met CE Delft proberen de verschillen te duiden. Mogelijk verschillen zijn te verklaren door het feit dat het ETM nu de negatieve emissies van CCS centrales die deels op groen gas draaien niet meetelt, maar ook lijkt de mate van CCS in de industrie per scenario te verschillen. Vooral het INT en GS scenario hebben in het ETM fors hogere emissies.

	Regionaal		Nationaal		Internationaal		Generiek	
	NvdT	ETM	NvdT	ETM	NvdT	ETM	NvdT	ETM
Resterende emissies	3	4.6	3	4.6	3.6	12.2	8.17	20.6

4. Vergelijking impact op netwerken NvdT en ETM scenario's

- De grootste verschillen tussen de benodigde netcapaciteiten hebben te maken met de koppeling van de technologieën per netvlak. Het ETM heeft bij grondgebonden Zon PV enkel de optie voor een 20MW zonnepark. Deze wordt automatisch aan het HS-net gekoppeld. Dat geldt ook voor wind op land. De NvdT scenario's veronderstellen dat grondgebonden Zon PV veelal aan het MS-net hangt, net als een deel van de wind op land. Samen met lagere inzet van decentrale WKK verklaart dit voor een groot deel de verschillen tussen MS- en HS-netten.
- De gekozen technologieën en de bijbehorende profielen op het LS-net creëren in het ETM een fors hogere piek in NS, INT en GS. Hoogstwaarschijnlijk verschillen in profielen van ruimteverwarming of EV's tussen CEGRID en ETM. We zijn nog niet in staat geweest deze te vergelijken.
- Gedetailleerd energiestromen (invoeding en afname) en belastingen per netvlak zijn te vinden in **Bijlage 1** bij deze Samenvatting.

	Huidig		Regionaal		Nationaal		Internationaal		Generiek	
	NvdT	ETM	NvdT	ETM	NvdT	ETM	NvdT	ETM	NvdT	ETM
Piekbelasting (GW)										
Wind op zee	1	0	26	26	53	53	6	6	5	5
Hoogspanning	20	17	36	85	57	82	18	24	19	25
Middenspanning	10	11	53	26	22	19	10	16	10	16
Laagspanning	11	11	24	26	13	18	11	15	11	15

5. Kostenvergelijking

- De kosten van de ETM scenario's liggen wat hoger dan de kosten van de NvdT scenario's. Algemene redenen zijn dat er in de ETM-scenario's een apart waterstofnet wordt aangelegd, terwijl in de NvdT scenario's dit met het bestaande net wordt getransporteerd. Ook heeft het ETM voor alle behalve zon PV op daken van huishoudens een hogere discontovoet (WACC 10%) dan in NvdT (4.5%). Daarnaast zorgen de verschillen van de elektriciteitsnetten voor verschillende kosten.
- Waterstof wordt in het NS en INT scenario ingezet in de verwarming van de gebouwde omgeving. Dit is nu in het ETM niet op een andere manier mogelijk dan via een warmtenet. Hierdoor komen er warmtenetkosten bij en vallen de scenario's wat hoger uit.
- De kosten voor het elektriciteitsnet in het NvdT GS scenario lijken vrij hoog. Er is enkel 4 GW wind op zee bijgebouwd en de kosten nemen met 2.9 mld. per jaar toe.

	Huidig		Regionaal		Nationaal		Internationaal		Generiek	
	NvdT	ETM	NvdT	ETM	NvdT	ETM	NvdT	ETM	NvdT	ETM
Totale kosten (€mld/jaar)	30.3	32.4	58.9	68.0	51.7	68.5	53.5	59.7	56.5	63.7
Infrastructuur (excl. waterstofnet)	3.8	3.2	13.0	15.5	11.3	17.3	6.1	6.2	6.9	3.9
Warmtenet	0.3	0.5	3.7	3.5	0.9	3.5	0.8	2.6	0	0.5
Gasnet	0.8	1.5	1.0	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.3	1.5
Elektriciteitsnet	2.7	2.7	8.3	12.2	8.9	14.2	3.9	3.9	5.6	3.8
Waterstofnet	-	0	-	2.1	-	2.7	-	2.3	-	1.3

6. Documentatie:

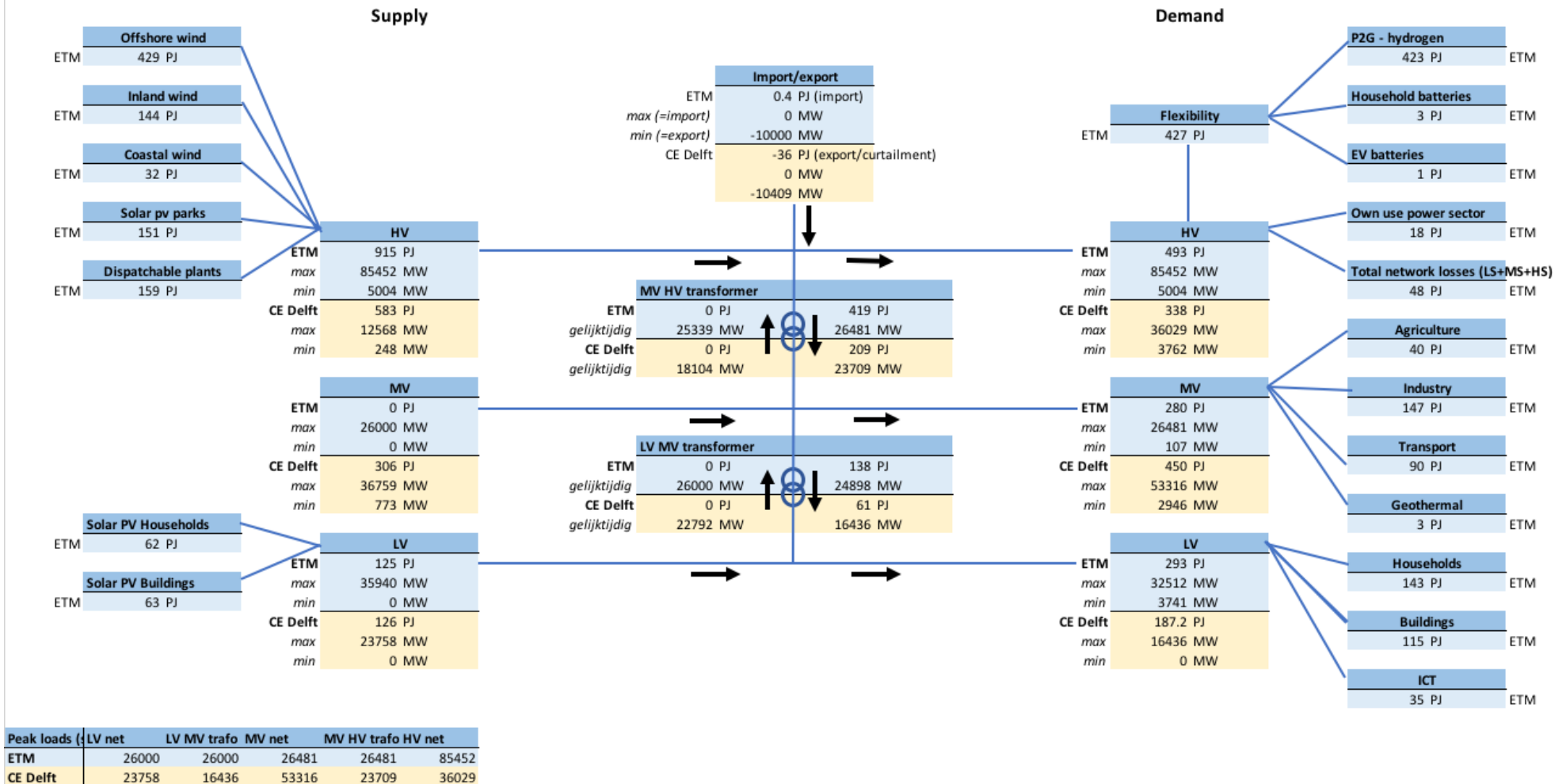
- Een uitgebreide documentatie over de keuzes en berekeningen die gemaakt zijn om de NvdT scenario's om te zetten in ETM-scenario's is te vinden in het Excelbestand "201806_documentatie_ETM_scenarios_Net_voor_de_toekomst.xlsx".

Bijlage 1. Invoeding, afname en netbelasting per netvlak van het Elektriciteitsnet

<https://beta-pro.energytransitionmodel.com/scenarios/873453>

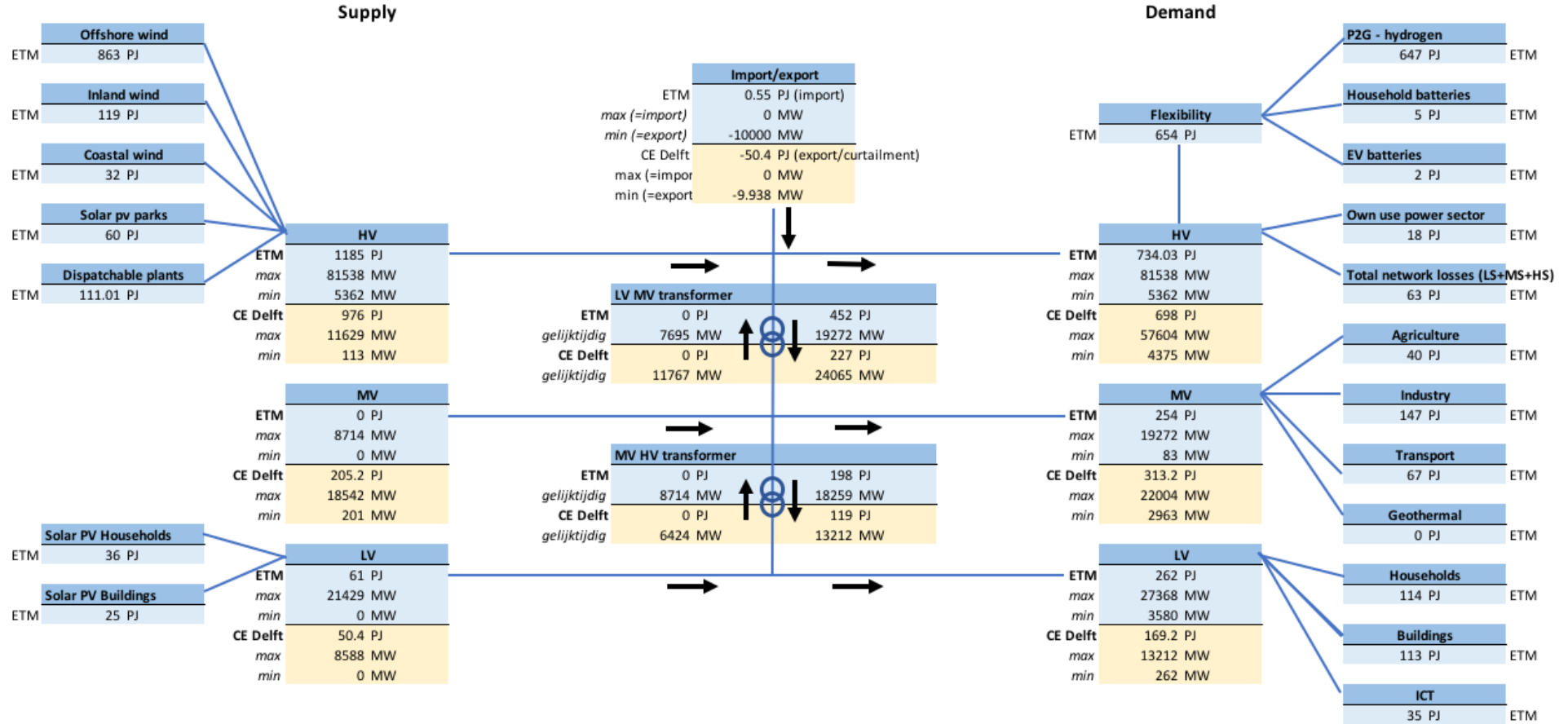
Scenario 1 Regionaal

Overzicht energiestromen en maximale en minimale capaciteiten



Scenario 2 Nationaal

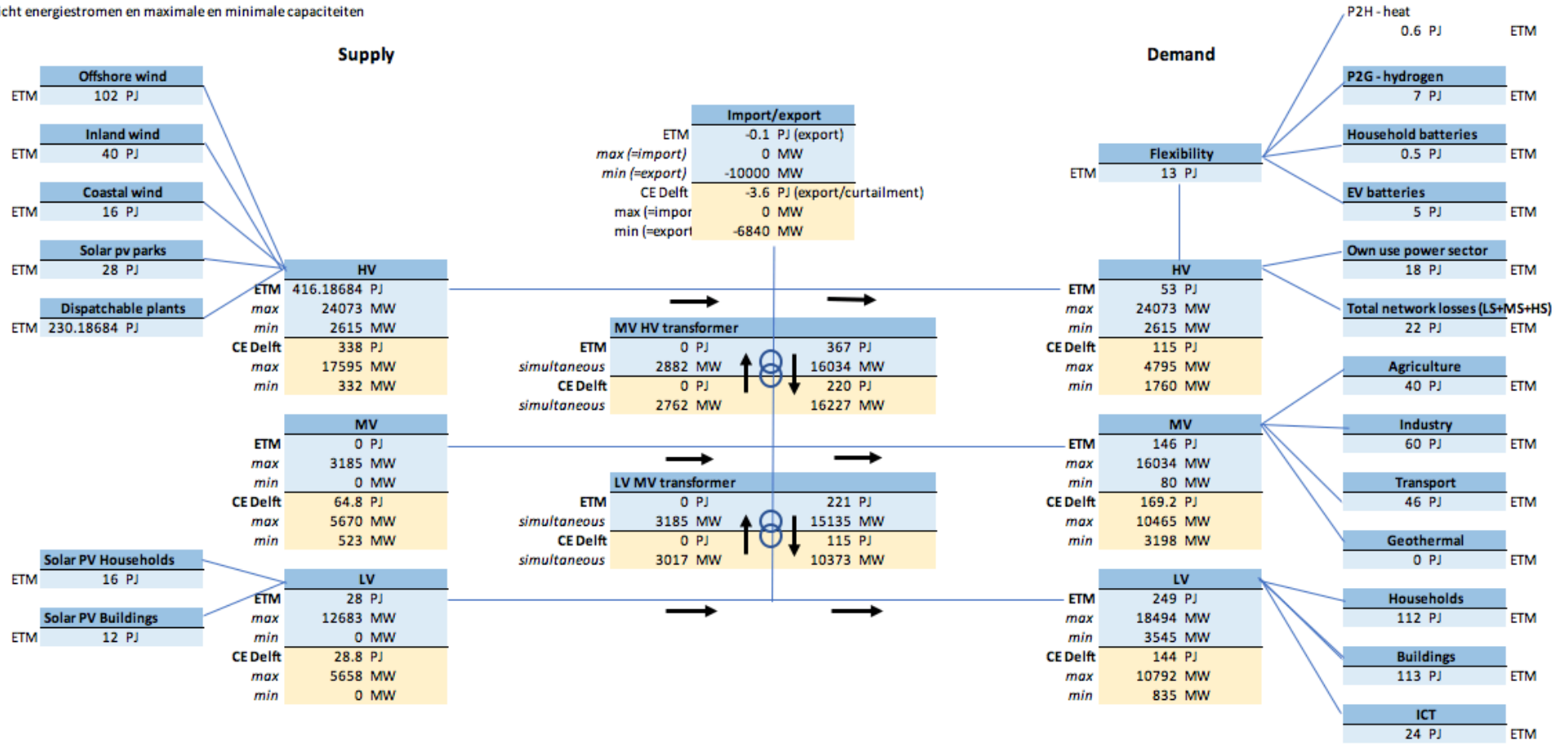
Overzicht energiestromen en maximale en minimale capaciteiten



Peak loads (LV net	LV MV trafo	MV net	MV HV trafo	HV net
ETM	18259	18259	19272	19272	0
CE Delft	13212	13212	24065	24065	57604

Scenario 3 Internationaal

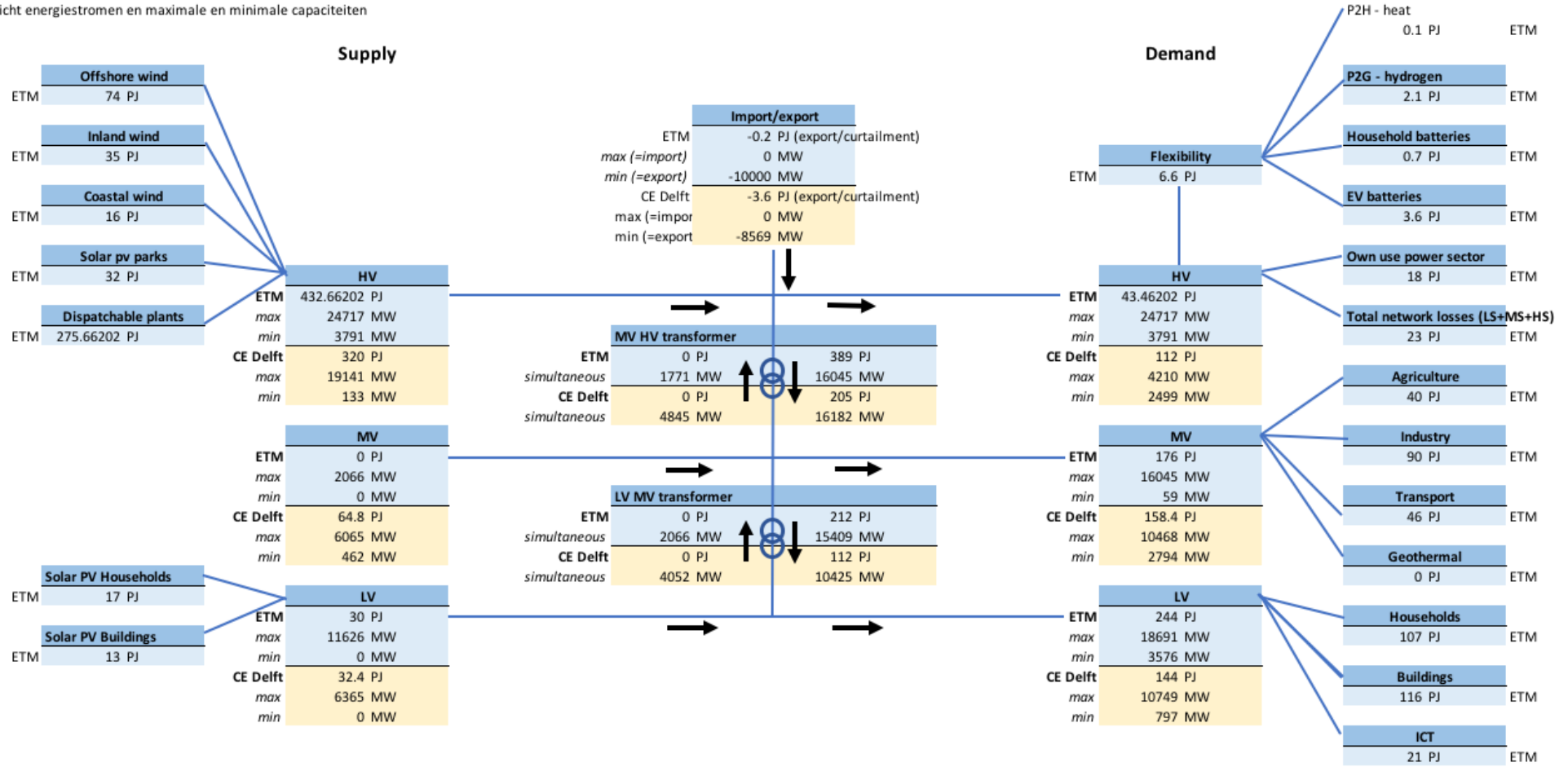
Overzicht energiestromen en maximale en minimale capaciteiten



Peak loads (MW)	LV net	LV MV trafo	MV net	MV HV trafo	HV net
ETM	24898	24898	26481	26481	0
CE Delft	10792	10373	16227	16227	17595

Scenario 4 Generic

Overzicht energiestromen en maximale en minimale capaciteiten



Peak loads (LV net	LV MV trafo	MV net	MV HV trafo	HV net
ETM	15409	15409	16045	16045	0
CE Delft	10749	10425	16182	16182	19141