

Memo aan:
Netbeheer Nederland

Memo Nr.: 10132353-PSA 21-0725 rev. 1

Van: Energy Systems

Datum: 31-5-2021

Opgesteld. door: Wim Kuijpers

Toelichting BLOS load flow tool Type B PGM revisie 31-5-2021

1 INLEIDING

In het Netbeheer Nederland document "Power-Generating Modules compliance verification" voor Type B, C en D wordt een simulatie voorgeschreven om aan te tonen dat aan de Netcode-eisen voor blindvermogen (reactive power capability) wordt voldaan. Deze BLOS tool type **B LO**ad flow **S**imulatie) is ontwikkeld als hulpmiddel in het Compliance proces voor Type B Power Park Modules. Deze kan hiervoor gebruikt worden als het een "basispark Type B" (definitie zie hieronder) betreft. De tool berekent op basis van de in te vullen nominale capaciteiten van de omvormers (PV inverter, windturbine), transformatoren en kabels het werkzame en blindvermogen (MW, Mvar) op het overdrachtpunt en laat de resultaten in tabel- en grafiekvorm zien. Hiermee wordt beoordeeld of aan de eisen van Netcode wordt voldaan.

Opmerking: de PPM eigenaar/ontwikkelaar blijft verantwoordelijk voor het aantonen van Compliance aan de netbeheerder en kan geen rechten ontleen of zich beroepen op de toepassing of uitkomsten van deze tool. DNV is niet aansprakelijk voor eventuele directe of indirecte gevolgen bij het gebruik. Het is niet toegestaan om deze tool te gebruiken voor andere doeleinden dan als hulpmiddel voor Type B compliance activiteiten, te kopiëren en/of te delen met andere partijen dan de netbeheerder.

2 BLOS LOAD FLOW TOOL VOOR BASISPARK PPM TYPE B

In deze tool kan een eenvoudige parknetconfiguratie worden gemodelleerd als dit net voldoet aan de uitgangspunten van een basispark, zie hoofdstuk 3.: overdrachtpunt - MS-verbinding - MS-installatie – MS verbinding - MS/LS transformator – LS-verbinding – omvormers. Een MS of LS-verbinding bestaat uit één of meerdere parallelle driefasen kabels of, ingeval van enkel-aderige kabels, één of meerdere parallelle driefase-circuits. De eventueel aanwezige MS-verbinding tussen het Overdrachtpunt en het centrale middenspanning-verdeelstation op het park wordt apart gemodelleerd. Verder wordt uitgegaan van de gemiddelde lengte van de MS- en LS-verbindingen naar de transformatoren in het park. Het aantal parallelle kabels tussen transformatoren en centrale MS-installatie specificeren we in het model per transformator. Hetzelfde geldt voor de LS-verbinding, die de transformator met de omvormers verbindt.

We specificeren het aantal transformatoren. In het basispark gaan we uit van gelijke transformatoren die zijn verbonden met een gelijk aantal parallelle MS-kabels naar het centrale MS-verdeelstation en een gelijk aantal parallelle LS-kabels naar de omvormers. Korte LS-kabels van de individuele inverter naar een verzamelkast worden verwaarloosd.

Het totaal aantal te specificeren omvormers is het totale aantal in het hele PV-park, dus niet per transformator. Het aantal omvormers per transformator wordt dus door een berekening bepaald. Ook hier nemen we voor het model aan dat het aantal omvormers per transformator gelijk is. De in te vullen nominale gegevens van de omvormer dienen afkomstig te zijn van omvormercertificaten/data sheets.

De transformatoren zijn meestal voorzien van een aftakchakelaar. We gaan uit van een aftakchakelaar met 5 standen met een spanningsverandering aan de middenspanningszijde van 2,5% per stap. De gekozen stand dient overeen te komen met de werkelijke stand in de installatie. Indien geen aftakchakelaar aanwezig is, dan stand 0 kiezen. Verstelling van stand geeft een verandering van 2,5% per stap in de primaire spanning en resulteert in een verschuiving van het Q-U venster. Dit kan nodig zijn om conformiteit aan te tonen.

DNV Netherlands B.V., Utrechtseweg 310-B50, 6812 AR Arnhem | Postbus 9035, 6800 ET Arnhem, Nederland,
Tel. 026 356 9111, Handelsregister Arnhem 09006404

3 UITGANGSPUNTEN VOOR GEBRUIK

3.1 Basispark

Uitgangspunten voor gebruik van deze eenvoudige BLOS load flow tool en configuratie basispark dat schematisch is weergegeven in Figuur 1 (bovenste schema) zijn:

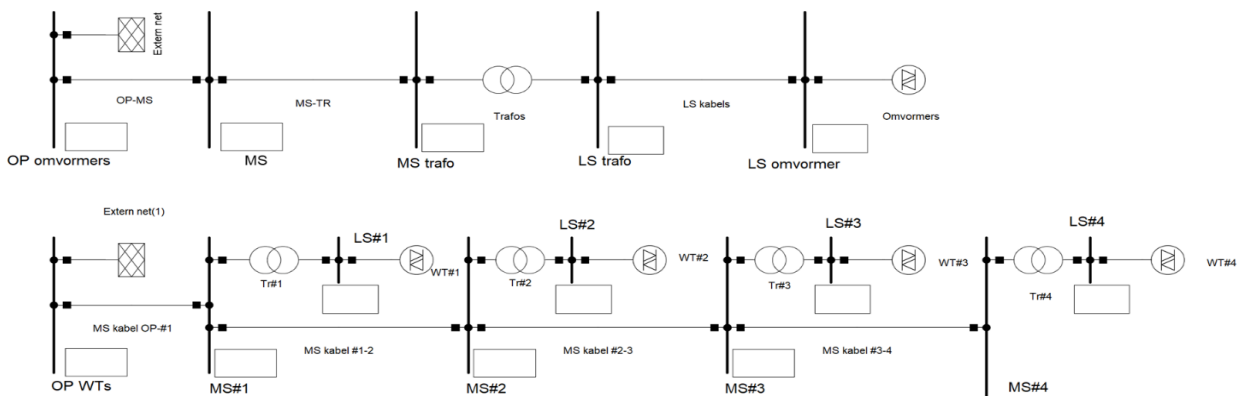
- Omvormers van één type
- Aansluiting omvormers op MS/LS transformatoren via LS-kabel (één of meerdere parallel) (LS-kabels). Maximale lengte LS-kabels: 500 meter
- Een of meerdere MS/LS transformatoren van één type, voorzien van een aftakschakelaar. Indien geen aftakschakelaar voorzien is, dan stand 0 kiezen
- Gelijke verdeling omvormers over MS/LS transformatoren. Een verschil in verdeling van maximaal 2 omvormers per transformator is acceptabel
- Aansluiting individuele MS/LS transformatoren via MS-kabel (MS-TR) op een centraal MS-verdeelstation (MS). Eén of meerdere kabels parallel. Lengte MS-kabel maximaal 2 km
- Aansluiting centraal MS-verdeelstation (MS) via MS-kabels (OP-MS) op het overdrachtspunt (OP). Eén of meerdere parallel. Lengte MS-kabel maximaal 10 km
- Inkoopstation (aansluitpunt/overdrachtspunt) (OP)
- Radiaal kabelnetwerk, niet vermaasd, geen dwarsverbanden
- Geen blindstroomcompensatiemiddelen

3.2 Deelparken en rijgleiding

Het komt voor dat een parkopbouw niet voldoet aan de uitgangspunten voor een basispark, maar bestaat uit secties ("deelparken") die wel hieraan voldoen. In dat geval kan per deelpark een BLOS model gemaakt worden. Indien alle deelparken voldoen, dan voldoet ook het hele park. De BLOS tools voor alle deelparken dienen dan verstrekt te worden aan de netbeheerder.

Bij uitzondering kan de BLOS tool ook gebruikt worden voor een park, waarbij de transformatoren door een gemeenschappelijke middenspanningsverbinding (rijgleiding) gekoppeld zijn aan het overdrachtspunt. Dit is in het onderste schema in Figuur 1 weergegeven voor de verbindingen MS kabel #1-2/#2-3/#3-4. De totale lengte van de rijgleiding tussen 1^{ste} transformator (MS#1) en laatste transformator (MS#4) mag echter niet meer bedragen dan 2000 meter. Bij de invoer van kabelverbinding OP-MS dient dan gekozen te worden voor het kabeltype dat aangesloten wordt op het overdrachtspunt (inkoopstation) met een lengte van het inkoopstation tot het eerste transformatorstation (MS#1) plus de helft van de totale lengte van de rijgleiding van transformatorstation MS#1 t/m MS#4 (maximaal 1000 meter). De MS-TR kabel in dit geval op 0 meter instellen.

Indien het PV-/windturbinepark niet aan deze uitgangspunten voldoet, dient u een netberekeningspakket te gebruiken.



Figuur 1 Schematische weergave van de basisparken

4 BLADEN IN BLOS TOOL

4.1 Blad Invoer en resultaten

In het "Invoer en resultaten" blad dienen de gegevens van het park te worden ingevoerd: omvormers/windturbine, laag- en middenspanningskabels en transformator. Het invoerveld is afgebeeld in Figuur 2. Er is een interne bibliotheek met kabels en transformatoren, waaruit gekozen kan worden. Daarnaast is het mogelijk om zelf middenspanningskabels (2 typen), laagspanningskabels (1 type) en transformator (1 type) met bijbehorende parameters zelf toe te voegen. De wit gekleurde velden zijn bedoeld om zelf de bijbehorende gegevens in te voeren.

Het blok OP-MS kabels betreft de kabels van overdrachtpunt naar de centrale MS-installatie. Het blok MS-TR kabels betreft de kabels van de centrale MS-parkinstallatie naar de transformator(en). Indien het overdrachtpunt zich op de centrale MS-parkinstallatie bevindt, dan een lengte van 0 meter voor de OP-MS kabels invullen, maar wel een (willekeurig) type kiezen.

Bij de transformator de nominale primaire en secundaire spanning invullen. Er is uitgegaan van een aftakchakelaar met 5 standen (resp. +2, +1, 0, -1, -2). De gekozen stand dient overeen te komen met de werkelijke stand in de installatie. Verstelling van stand geeft een verandering van 2,5% per stap in de primaire spanning en resulteert in een verschuiving van het Q-U venster. Dit kan nodig zijn om conformiteit te bereiken.

Bij ieder invoerveld is een noot opgenomen met korte toelichting. De tekst wordt zichtbaar bij het aanklikken van de cel.

Bijzonderheden:

- Bij omvormers waarden conform fabrikanteninformatie invullen. Bij maximale en minimale spanning rekening houden met instellingen beveiligingen tegen over- en onderspanning
- MS-TR kabels en LS-kabels naar transformatoren kunnen verschillende lengtes hebben. Uitgaan van de gemiddelde lengte van de kabels
- Indien er geen OP-MS kabel is, omdat overdrachtpunt op de centrale MS-installatie van het park is, waarop ook de transformatoren zijn aangesloten, dan voor OP-MS kabel wel een type kiezen maar lengte van 0 meter invullen
- Indien geen aftakchakelaar aanwezig is, dan stand 0 kiezen.

Invoergegevens		
Naam PGM	Demo park	
Type omvormers	Fabricaat/type	
Omvormers	Totaal aantal omvormers	50
	Schijnbaar vermogen per omvormer S _{nom} (kVA)	250
	Werkzaam vermogen per omvormer P _{nom} (kW)	250
	Maximaal blindvermogen levering per omvormer (kvar)	250
	Maximaal blindvermogen opname per omvormer (kvar)	-250
	Nominale spanning U _{nom} (V)	550
	Maximale stroom I _{max} (A)	262
	Maximale spanning U _{max} (V)	630
	Minimale spanning U _{min} (V)	480
	Maximale kortsluitstroom (A)	270
LS kabels Omvormers naar transformatoren	aantal (driefasen)parallel per transformator	10
	Lengte (km)	0.20
	Geleider kabel (mm ² Al)	240 Al
MS trafo's Transformatoren	aantal transformatoren	5
	Schijnbaar vermogen S (kVA)	2500
	Nominale spanning primair U _{ms} (kV)	10.50
	Nominale spanning secundair U _{ls} (kV)	0.55
Positie aftakchakelaar (0=nominale overzetverhouding)	+1	
MS TR kabel Transformatoren naar MS verzamelstation	aantal (driefasen)kabels parallel per trafo	1
	lengte per kabel (km)	0.50
OP-MS kabels MS verzamelstation naar overdrachtpunt	Doorsnede geleider kabel (mm ² Al)	95 Al
	aantal (driefasen)kabels parallel naar overdrachtpunt	1
MS verzamelstation naar overdrachtpunt	lengte per kabel (km)	5.00
	Doorsnede geleider kabel (mm ² Al)	800 Al
NET	Toegekende netspanning U _c (kV):	10.50

Rechts kan 1 eigen typen LS-kabel ingevoerd worden	Ruimte voor 1 type eigen LS kabel			
	Geleider (mm ²)	Weerstand R (Ohm/km)	Reactantie X (Ohm/km)	Belastbaarheid (A)
	95test	0.322	0.069	230

Rechts kan 1 eigen type transformator ingevoerd worden	Ruimte voor 1 type eigen Transformator			
	Vermogen (kVA)	Nullastverlies (kW)	Kortsluitverlies (kW)	Kortsluitspanning (%)
	5200	4.00	42.50	10.00

Rechts kunnen 2 eigen typen MS- kabels ingevoerd worden	Ruimte voor 2 typen eigen MS kabels				
	Geleider (mm ²)	Weerstand R (Ohm/km)	Reactantie X (Ohm/km)	Capaciteit C (microFarad/km)	Belastbaarheid (A)
	830test	0.053	0.106	0.470	580
95test	0.322	0.110	0.230	245	

Figuur 2 Overzicht van het invoerblad van de BLOS tool

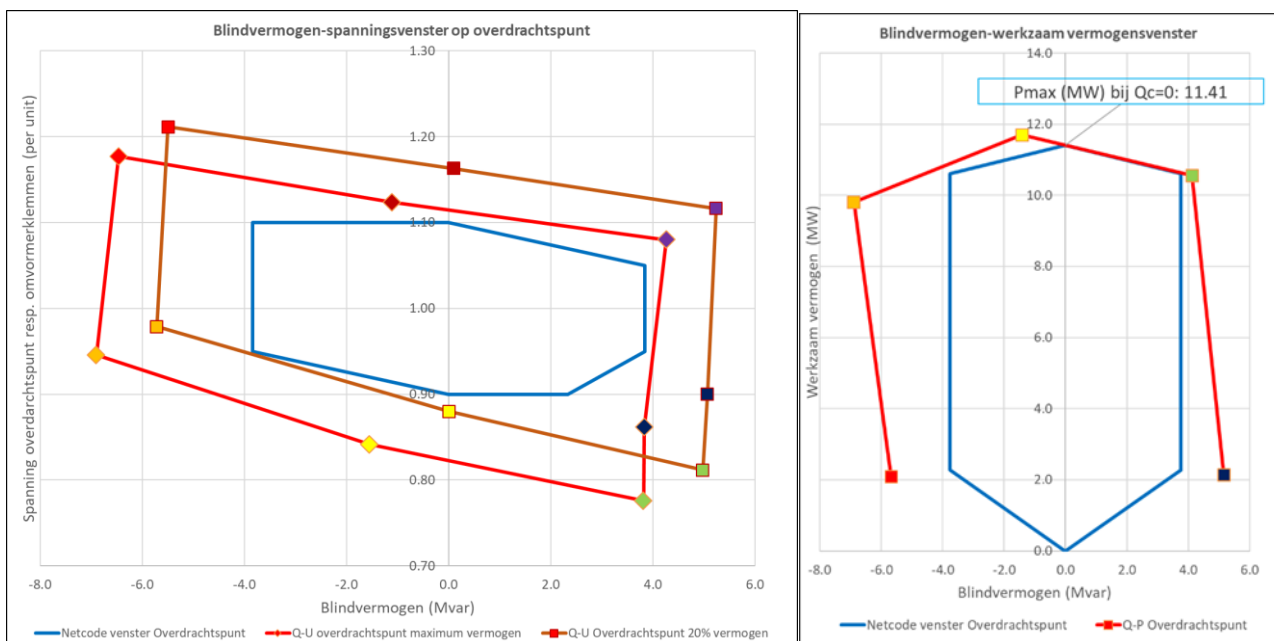
4.2 Blad Q-U en Q-P venster

Vervolgens dient in het blad "Q-U en Q-P vensters" gecontroleerd te worden of de berekende Q-U vensters van het park (rood en bruin) het venster met netcode-eisen (blauw) geheel omsluiten. De Q-U en Q-P vensters bepalen of er voldaan wordt aan de netcode-eisen. De berekende Q-U en Q-P vensters zijn als voorbeeld in Figuur 3 gegeven.

Het blauwe venster komt overeen met de minimale eisen van de netcode. Het rode en bruine venster zijn berekende waarden van het park op het overdrachtpunt, op basis van de ingevoerde gegevens, bij maximaal resp. 20% van het maximale werkzame vermogen van het park. Het rode en bruine venster in het blindvermogen-spanningsvenster dienen het blauwe venster geheel af te dekken. Zo niet dan wordt niet voldaan aan de eisen van de netcode.

Welke mogelijkheden zijn er om het Q-U venster aan te passen zodat toch voldaan wordt aan de netcode:

- Verstellen van de tapstand van de transformator. Daarmee verschuiven rode en bruine venster naar boven of naar beneden.
- Blindvermogensgrenzen van de omvormer verhogen, indien dat volgens de leverancier nog mogelijk is. Dat kan ten koste gaan van het werkzame vermogen.
- Verlagen van het werkzame vermogen van de omvormers, waardoor meer blindvermogen geleverd of opgenomen kan worden. Indien het totale werkzame vermogen van het park niet lager mag worden (Pmax), dan dienen er meer omvormers geplaatst te worden.



In blindvermogen-spanningsdiagram dienen rode en bruine venster het blauwe venster geheel af te dekken													Blindvermogen-werkzaam vermogen						
Uc netspanning (p.u.)	1.18	0.95	0.84	0.78	0.86	1.08	1.12	1.21	0.98	0.88	0.81	0.90	1.12	1.16	1.00	0.99	1.00	1.02	1.01
Pc overdrachtpunt (MW)	10.63	9.04	10.06	8.64	9.74	10.63	11.84	2.16	2.09	2.28	2.07	2.11	2.16	2.28	2.10	9.81	11.70	10.96	2.14
Qc overdrachtpunt (Mvar)	-6.47	-6.90	-1.55	-3.82	3.84	4.27	-1.10	-5.49	-5.71	0.01	4.97	5.06	5.23	0.09	-5.69	-6.89	-1.42	4.12	5.16
Uomv (p.u.)	1.15	0.90	0.87	0.87	0.95	1.15	1.15	1.15	0.90	0.87	0.87	0.95	1.15	1.15	0.92	0.95	1.03	1.09	1.03
Pomv omvormers totaal (MW)	11.29	9.89	10.91	9.49	10.59	11.29	12.50	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	10.65	12.50	11.29	2.33
Qomv omvormers totaal (Mvar)	-5.37	-5.37	0.00	5.37	5.37	5.37	0.00	-5.37	-5.37	0.00	5.37	5.37	5.37	0.00	-5.37	-5.37	0.00	5.37	5.37
Uc (p.u.)	1.18	0.95	0.84	0.78	0.86	1.08	1.12	1.21	0.98	0.88	0.81	0.90	1.12	1.16	1.00	0.99	1.00	1.02	1.01
Pc/Pmax (p.u.)	0.91	0.78	0.86	0.74	0.84	0.91	1.02	0.19	0.18	0.20	0.18	0.18	0.19	0.20	0.18	0.84	1.00	0.91	0.18
Qc/Pmax(p.u.)	-0.56	-0.59	-0.13	0.33	0.33	0.37	-0.09	-0.47	-0.49	0.00	0.43	0.43	0.45	0.01	-0.49	-0.59	-0.12	0.35	0.44

Figuur 3 Berekende Q-U en Q-P vensters inclusief eisen uit de netcode.

4.3 Blad LF-model

Een voorbeeld van de presentatie van de rekenresultaten is weergegeven in figuur 4. De belangrijkste uitkomsten van de berekeningen in de kolommen L t/m AC in blad "LF-model" worden automatisch voorzien van een celkleur. De betekenis daarvan staat toegelicht onder de tabel. Bij een oranje kleur ligt het bedrijfspunt van de omvormers precies op de grens of is de begrenzing actief. Als een cel roodgekleurd is, dan is er sprake van een overbelasting van de omvormers, transformator of kabel. In dat geval dient de betreffende component aangepast te worden door meer omvormers, kabels of transformatoren te installeren of er dient een onderbouwde verklaring gegeven te worden waarom de berekende overbelasting niet problematisch zal zijn. De berekeningen zijn gebaseerd op interpretatie van de eisen in Netcode.

Het 1^{ste} blok, met indices "c" betreft de berekende waardes op het overdrachtspunt.

Het 2^{de} blok, met indices "ms-op" betreft de kW en kvar verliezen in de kabels van overdrachtspunt naar de MS-parkinstallatie. Tevens is de relatieve belasting van de kabels vermeld. Op de MS-parkinstallatie zijn de transformatoren via MS-TR kabels aangesloten (3^{de} blok, indices ms-tr). Hiervan zijn eveneens de kW en kvar verliezen en de relatieve belasting van de kabels berekend. De kvar verliezen kunnen negatief zijn: in dat geval wekt de MS-kabel méér blindvermogen op dan wordt verbruikt.

Het 4^{de} blok, met indices "tr", betreft kW en kvar verliezen en de relatieve belasting van de transformatoren. De relatieve spanning op MS resp. LS-zijde van de transformatoren staat in de regel boven (Ums), resp. onder (Uls) dit blok.

Het 5^{de} blok, met indices "ls", betreft kW en kvar verliezen en de relatieve belasting van de kabels tussen transformatoren en omvormers/windturbines.

Het 6^{de} en 7^{de} blok, met indices "omv", betreffen het opgewekte werkzame, blind- en schijnbare vermogens van alle omvormers/windturbines samen resp. van de individuele omvormer/windturbine. Daaronder zijn de absolute (U_{omv} (V)) en relatieve (U_{omv} (p.u.)) spanning en de relatieve stroom (I_{omv} (p.u.)) van de omvormer/windturbine vermeld.

Als laatste de berekende bijdrage aan de kortsluitstroom op het overdrachtspunt. Deze is bepaald door de opgegeven maximale kortsluitstroom van de gezamenlijke omvormers/windturbines aan laagspanningszijde te delen door de overzetverhouding van de transformatoren.

De berekeningen zijn ook uitgevoerd voor een situatie waarbij 20% van het maximaal werkzaam vermogen wordt opgewekt. Deze resultaten worden ook in de BLOS tool gepresenteerd. Een voorbeeld van deze rapportage is in figuur 5 afgebeeld.

Resultaten loadflow	Load flow bij maximaal werkzaam vermogen											
Uc netspanning (p.u.)	0.970	1.177	0.946	0.841	0.776	0.861	1.080	1.123	1.177	0.994	1.003	1.016
Pc overdrachtpunt (MW)	11.65	10.63	9.04	10.06	8.64	9.74	10.63	11.84	10.63	9.81	11.70	10.56
Qc overdrachtpunt (p.u.)	-0.13	-0.61	-0.76	-0.15	0.44	0.39	0.40	-0.09	-0.61	-0.70	-0.12	0.39
Qc overdrachtpunt (Mvar)	-1.52	-6.47	-6.90	-1.55	3.82	3.84	4.27	-1.10	-6.47	-6.89	-1.42	4.12
Sc overdrachtpunt (MVA)	11.75	12.44	11.37	10.18	9.45	10.47	11.45	11.89	12.44	11.98	11.78	11.34
Ic overdrachtpunt (A)	666	581	661	665	670	668	583	582	581	663	646	613
Pms-op (kW)	351.7	270.2	349.8	351.3	354.3	352.3	267.4	268.6	270.2	351.4	330.8	296.1
Qms-op (kVAr)	622.9	428.0	628.3	641.7	653.0	636.9	431.7	430.0	428.0	623.5	575.6	500.3
Ims-op kabelstroom (p.u.)	1.15	1.01	1.14	1.15	1.15	1.15	1.00	1.00	1.01	1.15	1.11	1.05
Pms-tr (kW)	55.0	42.2	54.7	55.0	55.5	55.2	41.7	41.9	42.2	54.9	51.7	46.2
Qms-tr (kVAr)	0.3	-11.6	2.3	4.9	6.3	3.4	-9.6	-10.5	-11.6	0.6	-2.1	-5.4
Ims-tr kabelstroom (p.u.)	0.58	0.51	0.58	0.58	0.58	0.58	0.51	0.51	0.51	0.58	0.56	0.53
Ums (p.u.)	0.995	1.175	0.936	0.865	0.828	0.912	1.125	1.147	1.175	0.987	1.028	1.063
Ptr (kW)	112.9	97.9	109.3	107.9	107.8	110.7	97.5	97.6	97.9	111.4	108.7	102.3
Qtr (kVAr)	750.1	571.8	750.5	750.1	750.0	750.0	571.6	571.7	571.8	750.4	705.1	632.9
Itransformer (p.u.)	1.00	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.87	0.87	1.00	0.97	0.92
Uls (p.u.)	0.974	1.129	0.882	0.846	0.844	0.921	1.120	1.122	1.129	0.936	1.006	1.062
Pls (kW)	331.2	252.4	331.2	331.2	331.2	331.2	252.4	252.4	252.4	331.2	311.3	279.4
Qls (kVAr)	148.8	113.4	148.8	148.8	148.8	148.8	113.4	113.4	113.4	148.8	139.8	125.5
Ils-kabelstroom (p.u.)	0.55	0.48	0.55	0.55	0.55	0.55	0.48	0.48	0.48	0.55	0.54	0.51
Pomv omvormers totaal (MW)	12.50	11.29	9.89	10.91	9.49	10.59	11.29	12.50	11.29	10.65	12.50	11.29
Qomv omvormers totaal (Mvar)	0.00	-5.37	-5.37	0.00	5.37	5.37	5.37	0.00	-5.37	-5.37	0.00	5.37
Somv omvormers totaal (MVA)	12.50	12.50	11.25	10.91	10.91	11.88	12.50	12.50	12.50	11.93	12.50	12.50
Pomv omvormer (kW)	250	226	198	218	190	212	226	250	226	213	250	226
Qomv omvormer (kVAr)	0	-107	-107	0	107	107	107	0	-107	-107	0	107
Somv omvormer (kVA)	250	250	225	218	218	238	250	250	250	239	250	250
Uomv (V)	550	630	495	480	480	523	630	630	630	525	567	599
Uomv (p.u.)	1.00	1.15	0.90	0.87	0.87	0.95	1.15	1.15	1.15	0.95	1.03	1.09
Iomv (p.u.)	1.00	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.87	0.87	1.00	0.97	0.92
Kortsluitbijdrage overdrachtpunt (A)	690											

Resultaten loadflow	Load flow bij 20% van maximaal werkzaam vermogen											
Uc netspanning (p.u.)	1.212	0.979	0.880	0.812	0.900	1.116	1.163	1.212		0.998	1.005	1.012
Pc overdrachtpunt (MW)	2.16	2.09	2.28	2.07	2.11	2.16	2.28	2.16		2.10	2.28	2.14
Qc overdrachtpunt (p.u.)	-2.54	-2.74	0.00	2.40	2.40	2.42	0.04	-2.54		-2.71	0.02	2.41
Qc overdrachtpunt (Mvar)	-5.49	-5.71	0.01	4.97	5.06	5.23	0.09	-5.49		-5.69	0.05	5.16
Sc overdrachtpunt (MVA)	5.91	6.08	2.28	5.39	5.49	5.66	2.28	5.91		6.06	2.28	5.58
Ic overdrachtpunt (A)	268	342	142	365	335	279	108	268		334	125	304
Pms-op (kW)	59.2	95.1	16.0	103.7	87.0	59.6	9.2	59.2		90.9	12.4	71.0
Qms-op (kVAr)	2.4	116.0	-31.9	148.9	103.2	12.6	-92.7	2.4		104.3	-58.5	53.6
Ims-op kabelstroom (p.u.)	0.47	0.60	0.24	0.62	0.57	0.47	0.19	0.47		0.58	0.21	0.52
Pms-tr (kW)	9.3	14.8	2.5	16.1	13.5	9.2	1.4	9.3		14.2	1.9	11.0
Qms-tr (kVAr)	-23.9	-12.2	-14.1	-8.1	-11.9	-21.7	-25.5	-23.9		-13.2	-18.8	-16.9
Ims-tr kabelstroom (p.u.)	0.24	0.30	0.12	0.31	0.29	0.24	0.09	0.24		0.29	0.11	0.26
Ums (p.u.)	1.194	0.955	0.887	0.847	0.933	1.144	1.169	1.194		0.976	1.011	1.042
Ptr (kW)	43.7	42.4	20.4	42.6	41.5	43.3	30.4	43.7		42.1	24.2	41.7
Qtr (kVAr)	125.2	202.9	34.2	216.3	182.5	125.5	19.9	125.2		193.5	26.4	149.4
Itransformer (p.u.)	0.41	0.52	0.21	0.54	0.49	0.41	0.16	0.41		0.51	0.19	0.45
Uls (p.u.)	1.146	0.900	0.867	0.861	0.939	1.137	1.141	1.146		0.922	0.988	1.041
Pls (kW)	55.3	89.6	15.1	95.5	80.6	55.4	8.8	55.3		85.4	11.7	65.9
Qls (kVAr)	24.8	40.2	6.8	42.9	36.2	24.9	3.9	24.8		38.4	5.2	29.6
Ils-kabelstroom (p.u.)	0.23	0.29	0.12	0.30	0.27	0.23	0.09	0.23		0.28	0.10	0.25
Pomv omvormers totaal (MW)	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33		2.33	2.33	2.33
Qomv omvormers totaal (Mvar)	-5.37	-5.37	0.00	5.37	5.37	5.37	0.00	-5.37		-5.37	0.00	5.37
Somv omvormers totaal (MVA)	5.85	5.85	2.33	5.86	5.86	5.86	2.33	5.85		5.85	2.33	5.86
Pomv omvormer (kW)	47	47	47	47	47	47	47	47		47	47	47
Qomv omvormer (kVAr)	-107	-107	0	107	107	107	0	-107		-107	0	107
Somv omvormer (kVA)	117	117	47	117	117	117	47	117		117	47	117
Uomv (V)	630	495	480	480	523	630	630	630		507	546	578
Uomv (p.u.)	1.15	0.90	0.87	0.87	0.95	1.15	1.15	1.15		0.92	0.99	1.05
Iomv (p.u.)	0.41	0.52	0.21	0.54	0.49	0.41	0.16	0.41		0.51	0.19	0.45

Kleurcodering		Geen overschrijding van de grenzen van de omvormers, transformatoren of kabels
		Bedrijfspunt op nominale of grenswaarde van de omvormer, transformator of kabel
		Overschrijding van de grenzen van de omvormers, transformatoren of kabels
		Berekend blindvermogen, werkzaam vermogen en relatieve spanning op het overdrachtpunt

Figuur 4 Presentatie van de rekenresultaten bij maximaal en 20% van het maximaal werkzaam vermogen.