



**Aansluitingenconversie van  
Gaia LV *Network design* 7.x naar 8.4**

22-063 BJA

15 december 2022

Building 026  
Koningstraat 27-1d  
6811 DG Arnhem

Postbus 2013  
2800 BD Gouda

026 352 37 00  
[www.phasetophase.nl](http://www.phasetophase.nl)



## Documentversies

Versie	Datum	Auteur	Commentaar	Review
1.0	15-12-2022	BJA	Initiële versie	CWI

---

© Phase to Phase BV, Arnhem, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

Dit document bevat vertrouwelijke informatie. Overdracht van de informatie aan derden zonder schriftelijke toestemming van of namens Phase to Phase BV is verboden. Hetzelfde geldt voor het kopiëren van het document of een gedeelte daarvan.

Phase to Phase BV is niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.



## INHOUD

1	INLEIDING .....	1
1.1	Belastingmodel .....	1
1.2	Profielen .....	1
1.3	GM-types volgens jaarverbruik.....	1
1.4	Aansluitingen .....	2
2	CONVERSIE VAN AANSLUITINGEN .....	3
3	CONVERSIE VAN KABELAANSLUITINGEN .....	5
4	CONVERSIE VAN STRAND-AXELSSON NAAR EQUIVALENT GM-BELASTINGTYPE .....	5
4.1	Strand-Axelsson model en koppeling met de normale kansverdeling.....	6
4.2	Van de normale kansverdeling naar GM-belastingtype.....	6
4.3	Bepaling rekenmoment (één GM belasting met 2 kansverdelingen) .....	6



## 1 INLEIDING

Gaia LV *Network design* is vanaf versie 8 overgestapt naar een nieuw belastingmodel. Dit belastingmodel is flexibel en gericht op de huidige en komende veranderingen in de LS-distributienetten. De modellering van de belasting en de algoritmie is meer uitgebreid en complex. Dit document beschrijft de wijzigingen in het netwerk voor Gaia LV *Network design* 7-netwerkbestanden die in Gaia 8 worden geopend.

### 1.1 Belastingmodel

In Gaia 8 is het Strand-Axelsson-belastingmodel vervangen door het Gaussian Mixture belastingmodel. In de basis zijn beide modellen stochastisch. Het grote verschil is zit in het aantal normaalverdelingen om de belasting op een bepaald tijdstip te representeren. Vervolgens wordt in Gaia 8 een profiel aan iedere belasting toegekend, dit is gedaan om de toenemende aantallen apparaten in een netwerk verantwoord mee te kunnen nemen in een netbelastingberekening.

De kenmerken van het Strand-Axelsson model zijn:

- jaarverbruik (SJV) en één normale belastingverdeling, met een gemiddelde obv het jaargebruik (opgegeven als alfa) en spreiding (opgegeven als beta).

De kenmerken van het Gaussian Mixture model zijn:

- vier normale belastingverdelingen met een absoluut gemiddelde en spreiding, om een resulterende gemixte belastingverdeling te kunnen krijgen;
- ingebouwd profiel m.b.v. factoren per verdeling per kwartier;
- uitgebreide mogelijkheid om apparaten modelleren; en de
- mogelijkheid om correlatie (binnen één type) op te geven.

Omdat het Gaussian Mixture model verplicht met tijdstippen werkt, moeten alle overige belastingen en opwekkingen ook verplicht met tijdstippen werken. Daarom is de opgave van het interne profiel voor deze belastingen en opwekkingen nu belangrijk.

### 1.2 Profielen

Omdat profielen nu belangrijk zijn, maar waarschijnlijk niet in Gaia-7-netwerken zijn ingevuld, zijn twee standaard interne profielen aanwezig in Gaia 8. Dit zijn:

- “Avond”: 1 tussen 18 en 23 uur; anders 0,25
- “Middag”: 1 tussen 8 en 17 uur; anders 0,25

### 1.3 GM-types volgens jaarverbruik

Omdat het jaarverbruik niet meer exact bruikbaar is, zijn er 28 standaard GM-types volgens een bepaald jaarverbruik aanwezig in Gaia 8. Dit is voor verbruiken van 500 kWh tot 100000 kWh per jaar. Deze categorieën hebben een bandbreedte van 500 kWh tot 10000 kWh.



#### 1.4 Aansluitingen

In Gaia 7 bestaan aansluitingen uit diverse belastings- en opwekkingsitems. Dit zijn:

- Belasting
- Strand-Axelsson
- Koken
- OV
- Warmtepomp
- Laadpunt
- Opwekking
- PV
- Windmolen
- Accu
- HEMS
- Laadpaal potentieel
- PV potentieel

In Gaia 8 bestaan aansluitingen uit dezelfde en andere belastings- en opwekkingsitems. Dit zijn:

- Belasting
- GM
- OV
- Opwekking
- PV
- Windmolen
- Accu
- HEMS

Items van aansluitingen van Gaia 7-netwerkbestanden die in Gaia 8 ingelezen worden, moeten eventueel geconverteerd worden naar de nieuwe variant van hun voormalige soort, zodat geen gegevens verloren gaan. Dit gebeurt automatisch bij het openen van een Gaia-7-netwerkbestand.

In Gaia 7 kunnen kabels verdeelde belastingen en PV hebben. Dit zijn:

- Belasting
- Strand-Axelsson
- Koken
- OV
- Warmtepomp
- Laadpunt
- PV

Deze verdeelde kabelbelastingen komen in Gaia 8 terug als verdeelde kabelaansluitingen. Een kabelaansluiting kent:

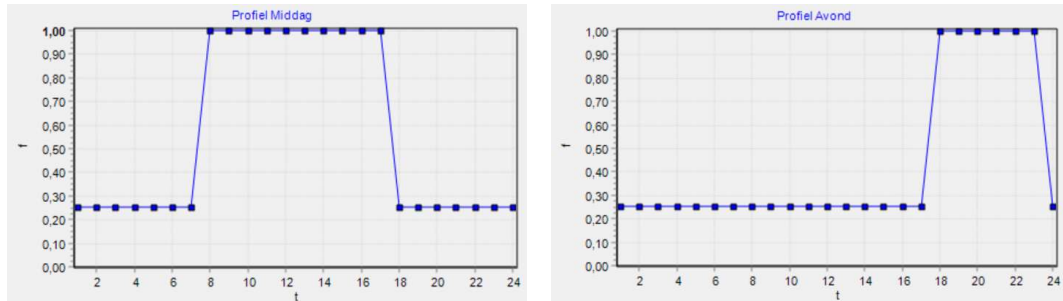
- Eerste afstand
- Tussenafstand
- Aantal
- Aansluiting



## 2 CONVERSIE VAN AANSLUITINGEN

Het soort aansluiting wordt eventueel gewijzigd. Combi, lichtmast en laadpunt blijven. Gebouw wordt combi.

Belasting blijft Belasting. Als het profiel "Default" was, wordt het profiel "Avond" toegekend. Als "piekt omgekeerd" was aangevinkt, wordt het profiel "Middag" toegekend.



Figuur 1: Middag en Avond profielen

Strand-Axelsson wordt GM met het GM-type van de jaarverbruikcategorie.

Gaia 8 kent 28 standaard-jaarverbruik-GM-typen en 28 verhoogde-jaarverbruik-GM-typen. Deze zijn gebaseerd op een jaarverbruik van 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 15000, 20000, 25000, 30000, 35000, 40000, 45000, 50000, 60000, 70000, 80000, 90000 en 100000 kWh. De standaard-jaarverbruik-GM-typen zijn gebaseerd op een Strand-Axelsson-alfa van 0,2332 en beta 0,0159. De verhoogde-jaarverbruik-GM-typen zijn gebaseerd op een alfa van 0,2532 en een beta van 0,0335.

Een Strand-Axelsson-jaarverbruik kleiner dan 400 kWh wordt geen GM, maar vervalt.

Een Strand-Axelsson-jaarverbruik groter dan 110000 kWh wordt een vaste belasting ter grootte van  $P_{max,n}$ .

De  $P_{max}$  van de aangeleverde Strand-Axelsson (V, alfa, beta) wordt berekend bij 100 aansluitingen:

$$P_{max,100} = \text{alfa} * V * 100 + \text{beta} * \text{wortel}(V * 100).$$

Ook worden de  $P_{max}$  van de standaard alfa en beta en de verhoogde alfa en beta berekend bij 100 aansluitingen:

$$P_{max,standaard,100} = 0,2332 * V * 100 + 0,0159 * \text{wortel}(V * 100).$$

$$P_{max,verhoogd,100} = 0,2532 * V * 100 + 0,0335 * \text{wortel}(V * 100).$$

Als  $P_{max,100} < 1,1 * P_{max,standaard,100}$  krijgt de GM een standaard-jaarverbruik-GM-type, anders

Als  $P_{max,100} < 1,1 * P_{max,verhoogd,100}$  krijgt de GM een verhoogd-jaarverbruik-GM-type, anders wordt het een vaste belasting ter grootte van  $P_{max,n}$ .

Koken wordt GM met het GM-type "Koken".

OV blijft OV.

Warmtepomp wordt GM met het GM-type "Warmtepomp". Het vermogen wordt berekend uit het voormalige soort, woningtype en oppervlakte.

Laadpunt wordt GM met het GM-type "Huislaadpunt" ( $\leq 15$  kW) of "Openbaar laadpunt" ( $> 15$  kW).

Opwekking blijft Opwekking.

Als het profiel "Default" was, wordt het profiel "Middag" toegekend. Als "piekt omgekeerd" was aangevinkt, wordt het profiel "Avond" toegekend.

PV wordt GM met het GM-type "PV".



Windmolen blijft Windmolen.

Accu blijft Accu.

HEMS blijft HEMS.

Laadpaal potentieel is vervallen en gaat verloren.

PV potentieel is vervallen en gaat verloren.

**Tabel 1: Overzicht van wijzigingen bij conversie aansluitingen**

Gaia 7.x	Gaia 8.4
Belasting: <ul style="list-style-type: none"><li>• profiel "Default"</li><li>• "piekt omgekeerd"</li></ul>	Belasting: <ul style="list-style-type: none"><li>• profiel "Avond"</li><li>• profiel "Middag"</li></ul>
Strand-Axelsson	GM-type van de jaarverbruikcategorie
Koken	GM-type "Koken"
OV	OV
Warmtepomp	GM-type "Warmtepomp"
Laadpunt: <ul style="list-style-type: none"><li>• &lt;= 15 kW</li><li>• &gt; 15 kW</li></ul>	GM-type: <ul style="list-style-type: none"><li>• "Huislaadpunt"</li><li>• "Openbaar laadpunt"</li></ul>
Opwekking: <ul style="list-style-type: none"><li>• profiel "Default"</li><li>• "piekt omgekeerd"</li></ul>	Opwekking: <ul style="list-style-type: none"><li>• profiel "Avond"</li><li>• profiel "Middag"</li></ul>
PV	GM-type "PV"
Windmolen	Windmolen
Accu	Accu
HEMS	HEMS
Laadpaal potentieel	–
PV potentieel	–



### 3 CONVERSIE VAN KABELAANSLUITINGEN

Een kabelbelasting wordt een driefasen kabel aansluiting met 10 m 4\*6 Cu. De afstand wordt eerste afstand.

Een kabel-Strand-Axelsson wordt een kabel aansluiting met 10 m 4\*6 Cu en GM met het GM-type van de jaarverbruikscategorie. De afstand wordt eerste afstand. Het aantal wordt kabel aansluiting.aantal.

Een kabel-OV wordt een kabel aansluiting met 10 m 4\*6 Cu en OV. De afstand wordt eerste afstand. Het aantal wordt kabel aansluiting.aantal, niet kabel aansluiting.aansluiting.OV.aantal.

Een kabel-PV wordt een kabel aansluiting met 10 m 4\*6 Cu en PV. De afstand wordt eerste afstand. Het aantal wordt kabel aansluiting.aantal.

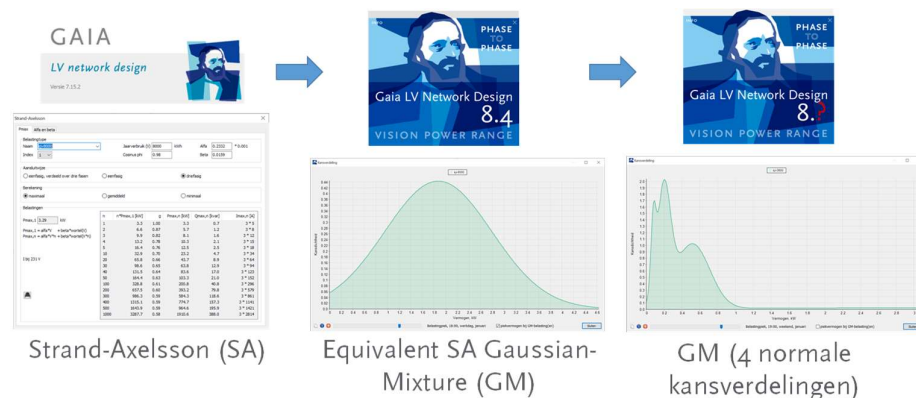
Een kabelwarmtepomp wordt één driefasen kabel aansluiting met 10 m 4\*6 Cu en GM met het GM-type "Warmtepomp". De afstand wordt eerste afstand. Het vermogen wordt berekend uit aantal, soort, woningtype en woonopervlakte.

Een kabellaadpunt wordt een driefasen kabel aansluiting met 10 m 4\*6 Cu en GM met het GM-type "Woninglaadpunt" of "Openbaar laadpunt". De afstand wordt eerste afstand. Het aantal wordt kabel aansluiting.aantal.

Een kabelkoken wordt een driefasen kabel aansluiting met 10 m 4\*6 Cu en GM met het GM-type "Koken". De afstand wordt eerste afstand. Het aantal wordt kabel aansluiting.aantal.

### 4 CONVERSIE VAN STRAND-AXELSSON NAAR EQUIVALENT GM-BELASTINGTYPE

De stap van oud Strand-Axelsson model naar het nieuwe GM-model en Monte Carlo simulatie in de stochastische loadflow is een zeer grote verandering. Om te zorgen voor de geleidelijke transitie is er een tussenstap geïntroduceerd (zie Figuur 2). Eerst worden de Strand-Axelsson belastingen naar equivalente GM-modellen omgezet die alleen maar één normale kansverdeling op een willekeurig tijdstip hebben. Dit zou ervoor zorgen dat de resultaten in de eerste instantie niet heel veel afwijken van die van Gaia 7. In tussentijd kunnen er ook betere GM-types gegenereerd en gevalideerd worden. Nieuwe GM-types zullen voor betere benadering van werkelijk stochastisch gedrag van moderne huishoudens en meer nauwkeurige schatting van potentiële overbelasting en spanningsproblemen in LS-netten zorgen.



Figuur 2: Transitie van SA naar GM-model in Gaia





4.1 **Strand-Axelsson model en koppeling met de normale kansverdeling**

Het Strand-Axelsson-belastingmodel heeft drie parameters: standaardjaarverbruik ( $V$ ) in kWh, gemiddelde (alfa) en spreiding (beta) die in p.u. vorm opgegeven zijn. Deze parameters worden impliciet gebruikt om de normale kansverdeling te modeleren. De koppeling tussen parameters van de normale kansverdeling (gemiddelde en standaarddeviatie in kW) is uit minimaal, maximaal en gemiddeld vermogens te herleiden:

$$P_{gem} = \mu = \alpha \cdot V$$

$$P_{max} = \alpha \cdot V + \beta \cdot \sqrt{V} = \mu + C \cdot \sigma$$

$$P_{min} = \alpha \cdot V - \beta \cdot \sqrt{V} = \mu - C \cdot \sigma, \quad P_{min} \geq 0$$

- waar  $P_{gem}$  – gemiddelde waarde van actiefvermogen van de belasting, kW;
- $P_{min}$  – minimale waarde van actiefvermogen van de belasting, kW;
- $P_{max}$  – maximale waarde van actiefvermogen, kW;
- $V$  – jaarverbruik, kWh;
- $\alpha, \beta$  – gemiddelde en spreiding in p.u. (parameters van SA model);
- $\mu$  – gemiddelde waarde van de normale kansverdeling, kW;
- $\sigma$  – standaarddeviatie van de normale kansverdeling, kW;
- $C$  – constante.

Aangenomen dat  $C = 2$  (95% kans voor de waarden tussen  $P_{min}$  en  $P_{max}$ , zonder in aandacht nemen dat  $P_{min}$  op nul begrensd is) zijn het gemiddelde en de standaarddeviatie gelijk aan:

$$\mu = \alpha \cdot V$$

$$\sigma = \frac{P_{max} - P_{gem}}{2}$$

Op zo'n manier kunnen de equivalente parameters van de normale kansverdeling ( $\mu$  en  $\sigma$ ) bepaald worden vanuit SA model parameters.

4.2 **Van de normale kansverdeling naar GM-belastingtype**

Het GM-belastingtype bestaat in het algemeen uit vier normale kansverdelingen. Om het GM-equivalent van het Strand-Axelsson model te maken zijn er echter twee verdelingen nodig. Eén verdeling correspondeert aan de maximale belasting (avondsituatie). De parameters van de verdeling kan bepaald worden zoals in paragraaf 4.1 beschreven is. Behalve maximale (avond) belastingscenario werd er in Gaia 7.x ook met geschaalde minimale waarde van de belasting gerekend (25% bij default). Dit correspondeerde aan de middagsituatie:

$$P_{gem\_middag} = \mu_{middag} = 0,25 \cdot P_{gem\_avond}$$

$$P_{max\_middag} = 0,25 \cdot P_{max\_avond}$$

De gemiddelde waarde is:

$$\mu_{middag} = 0,25 \cdot \mu_{avond}$$

en de standaarddeviatie is:

$$\sigma_{middag} = \frac{P_{max\_middag} - P_{gem\_middag}}{2} = 0,25 \cdot \sigma_{avond}$$

De avond- en middagsituaties kunnen dus gemodelleerd worden als twee losse kansverdelingen (één maximaal en één met 0,25 factor geschaald).

4.3 **Bepaling rekenmoment (één GM belasting met 2 kansverdelingen)**

In het GM-belastingtype is een stochastisch jaarprofiel ingebouwd. Dit gebeurt door aanwezigheid van kwartier- en maandfactoren in het GM-type. Het maximaal vermogen van de belasting per tijdstip kan bepaald worden als de som van gemiddelden en 2 keer equivalente standaarddeviatie van de individuele normale verdelingen:



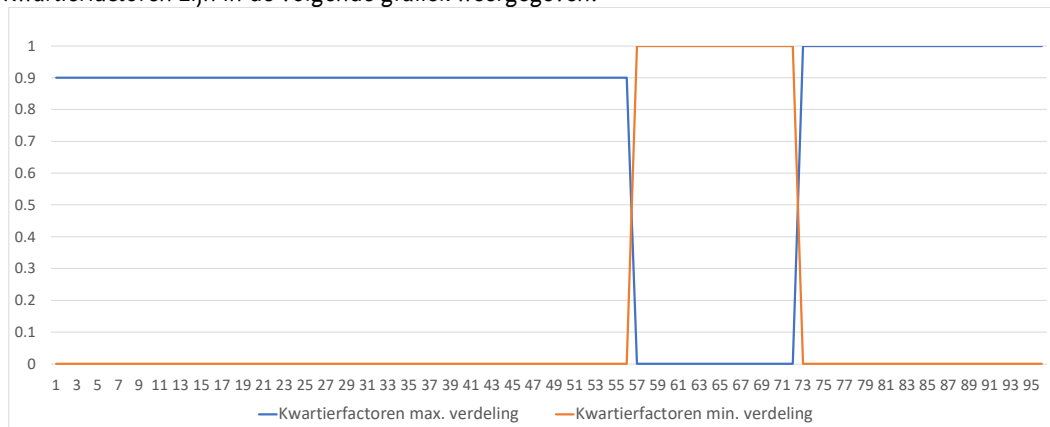
$$P_{GM}(\text{maand}, \text{kwartier}) = \sum_{i=1}^2 \omega_{\text{maand},i} \cdot \omega_{\text{kwartier},i} \cdot \mu_i + 2 \sqrt{\sum_{i=1}^2 (\omega_{\text{maand},i} \cdot \omega_{\text{kwartier},i} \cdot \sigma_i)^2}$$

In de stochastische loadflow/netbelastingsberekening zijn twee momenten in het jaar van groot belang, namelijk maximale en minimale belastingsituaties:

- **Belastingpiekmoment:** maand en kwartier (op een werkdag of in het weekend) corresponderende met  $P_{GM\_max} = \max\{P_{GM}(\text{maand}, \text{kwartier})\}$ .
- **Opwekkingpiekmoment (belastingdalmoment):** maand en kwartier (op een werkdag of in het weekend) corresponderende met  $P_{GM\_min} = \min\{P_{GM}(\text{maand}, \text{kwartier})\}$ .

De wegingsfactoren voor de andere tijdstippen moeten zo gezet worden dat de corresponderende  $P_{GM}$  waarde tussen  $P_{GM\_min}$  en  $P_{GM\_max}$  ligt. Belangrijk is dat beide typen kansverdelingen nooit tegelijk ingeschakeld worden. Anders representeert GM-type de combinatie van twee kansverdelingen i.p.v. één (dit is ook te zien in de formule hierboven).

Kwartierfactoren zijn in de volgende grafiek weergegeven:



Figuur 3: Kwartierfactoren van equivalent GM-model

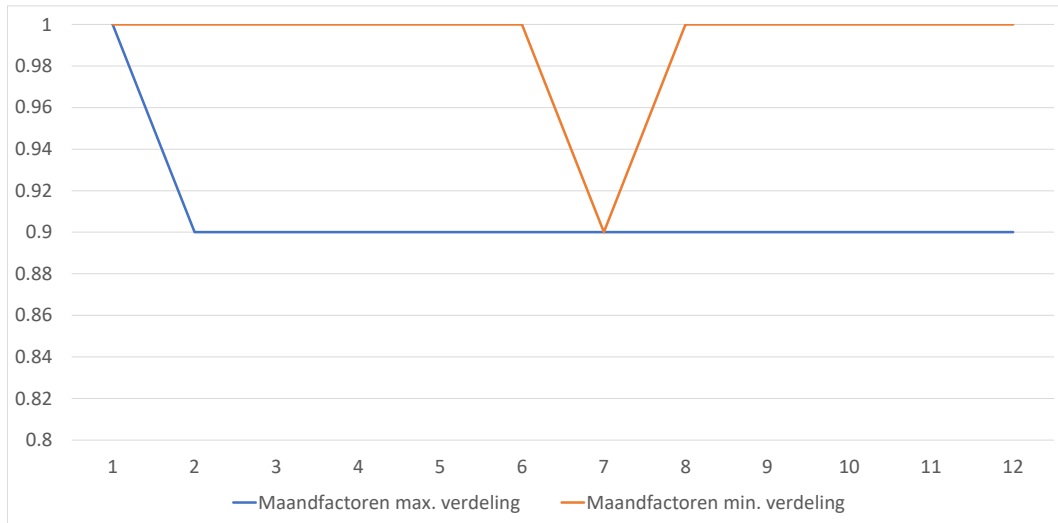
- Kwartierfactoren van maximale en minimale kansverdelingen zijn nooit tegelijk niet-nul.
- Ten minste één factor bij een tijdstip moet niet nul zijn (anders werkt de random sampling niet).
- Belastingpiekmoment ('avond' in de oude terminologie) is tijdens kwartier #73 (de eerste keer wanneer factor 1 bij de maximale kansverdeling aangetroffen wordt). Dit correspondeert met de kwartier beginnende om 18:00 uur.
- Belastingdalmoment ('middag' in de oude terminologie) is tijdens kwartier #57 (de eerste keer wanneer factor 0 bij de maximale kansverdeling aangetroffen wordt). Dit correspondeert met de kwartier beginnende om 14:00 uur.
- Factor 0,9 bij de maximale kansverdeling (kwartieren 1 t/m 56) zorgt ervoor dat het actiefvermogen  $P_{GM}$  bij deze kwartieren tussen de minimum- en de maximumwaarde liggen.

Maandfactoren kunnen als volgt ingesteld worden:

- Belastingpiek wordt in januari verwacht. Factoren voor beide kansverdelingen zijn tegelijk naar 1 gezet (het maximum). Kwartierfactoren zorgen ervoor dat de juiste verdeling gebruikt wordt.
- Belastingdal/opwekkingpiek wordt in juli verwacht. Factoren voor beide kansverdelingen zijn tegelijk naar 0,9 gezet (het minimum).
- Voor de momenten tussenin wordt één van de kansverdelingen geschaald naar 0,9.

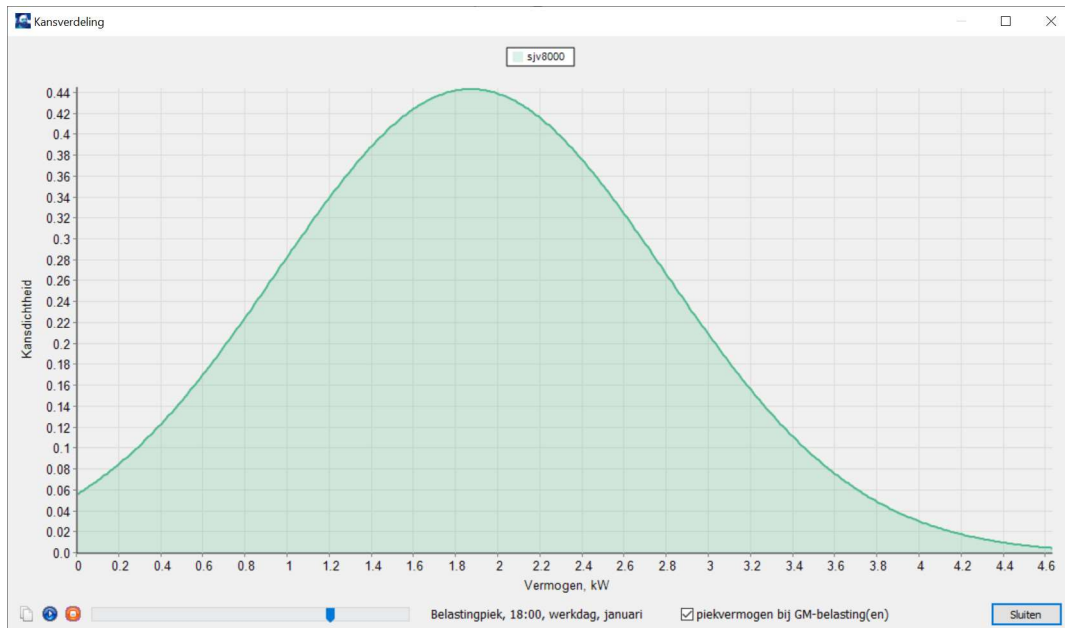


Maandfactoren zijn in de volgende grafiek weergegeven:

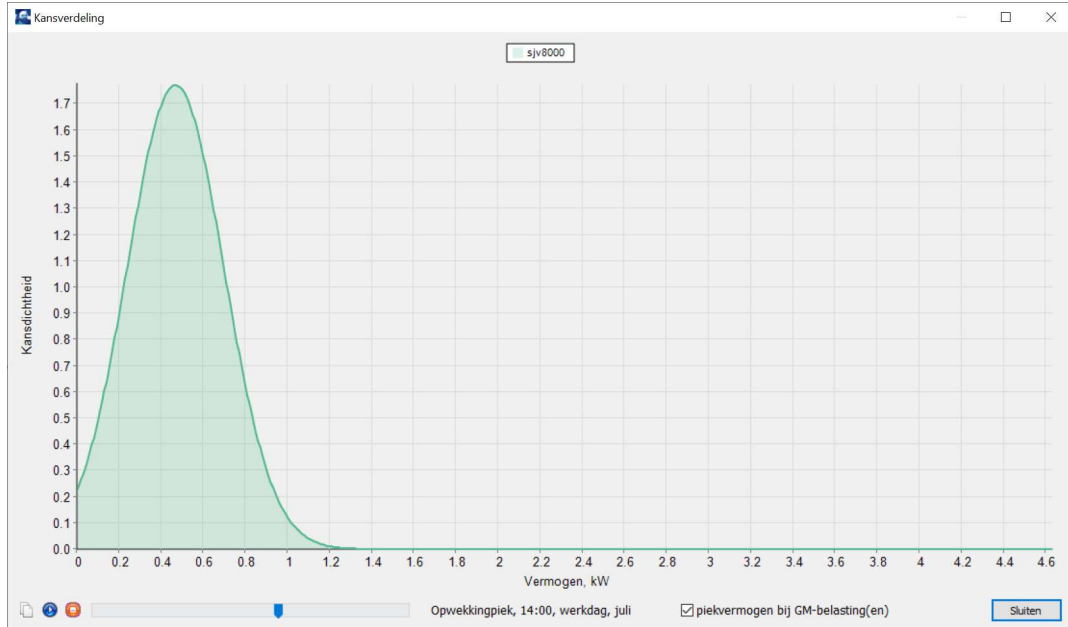


Figuur 4: Maandfactoren van equivalent GM-model

Een voorbeeld van de kansverdelingen van equivalent sjv8000 GM-type in Gaia 8 op piek- en dalmoment is beneden weergegeven. Het belastingpiekmoment vindt om 18.00u van een werkdag in januari plaats en het dalmoment – om 14.00u van een werkdag in juli. Vermogens van dalmoment zijn met factor 0,25 geschaald t.o.v. die van het piekmoment.



Figuur 5: Belastingpiekmoment van equivalent sjv8000 GM-type



Figuur 6: Opwekkingpiekmoment (belastingdalmoment) van equivalent sjv8000 GM-type