

PHASE TO PHASE

Netflicker

05-097 pmo

15 september 2005

Phase to Phase BV
Utrechtseweg 310
Postbus 100
6800 AC Arnhem
T: 026 352 37 00
F: 026 352 37 09
www.phasetophase.nl

© 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	4
2	Theorie netflicker	4
3	Eisen Netcode	7
4	Bijdrage netflicker motoren	8
5	Netflicker laagspanningsdistributienet	9
6	Samenvatting	12

1 INLEIDING

Tijdens de Gaia gebruikersmiddag op 18 november 2004 is door A.D. Proem een voorstel gedaan voor de analyse van de spanningsfluctuaties in het laagspanningsnet (bron: Syllabus Gaia Gebruikersmiddag 2004)". Dit rapport geeft nader inzicht in de definitie en de berekening ervan.

Eerst volgt een korte uiteenzetting van de theorie rond het fenomeen netflicker. Vervolgens worden de eisen vanuit de Netcode toegelicht. Daarna volgt een uiteenzetting over de bijdrage van motoren aan de netflicker en tenslotte wordt ingegaan op de concrete netflicker in een laagspanningsdistributienet

2 THEORIE NETFLICKER

Netflicker is een aanduiding voor hinder door snelle spanningsvariates. Eigenschappen van deze spanningsfluctuaties zijn:

- De spanningsvariates zijn relatief klein in grootte ($< 10\%$)
- Vooral het visueel effect van de spanningsvariates is hinderlijk
- Toestellen zelf hebben er niet veel last van

De hinder van netflicker is afhankelijk van een aantal meer en minder concrete zaken:

- Persoon en diens activiteit
- Frequentie lichtvariates ($f < 35$ Hz)
- Tijdsduur: korter is slechter
- Kleur van het licht
- Basislichtsterkte
- Lamptype

Enkele aandachtspunten ten aanzien van de verlichting:

- Fluorescentie lampen (TL-buizen) hebben een intrinsiek flickerprobleem
- Gloeilampen versterken het effect van snelle spanningsvariates
- De versterking is afhankelijk van de frequentie van de variatie
- Er bestaat een standaard voor metingen aan een 60 W gloeilamp

De sterkte van netflicker wordt aangeduid met de naar het Engels vertaalde Duitse term "perturbation", wat betekent: verstoring.

Er zijn twee begrippen om de netflicker mee aan te duiden:

- P_{ST} : Perturbation short time
- P_{LT} : Perturbation long time

De P_{ST} wordt berekend met onderstaande experimentele formule (Mombauer):

$$P_{ST} = 0.36 \cdot R \cdot F \cdot d_{MAX} \cdot r^{0.31}$$

waarin:

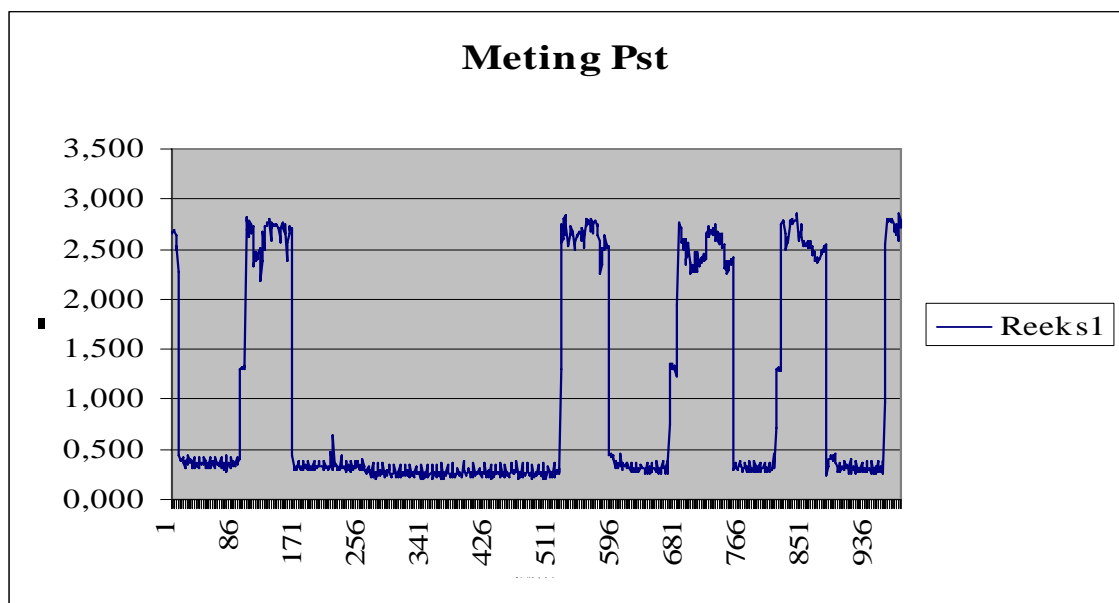
R : correctiefactor (1 voor $0,2 < R < 30$ inschakelingen/minuut)

F : vormfactor (1 voor stapvorm)

d_{MAX} : absolute procentswaarde spanningsdip (Z_{FASE} !!)

r : aantal inschakelingen per minuut

De P_{ST} wordt bepaald uit het gemiddelde van de metingen over een periode van 10 minuten. De meettijd is één week (7 x 24 uur). Er zijn dus 1008 meetwaarden van de P_{ST} . Figuur 1 geeft een voorbeeld van een P_{ST} meting.

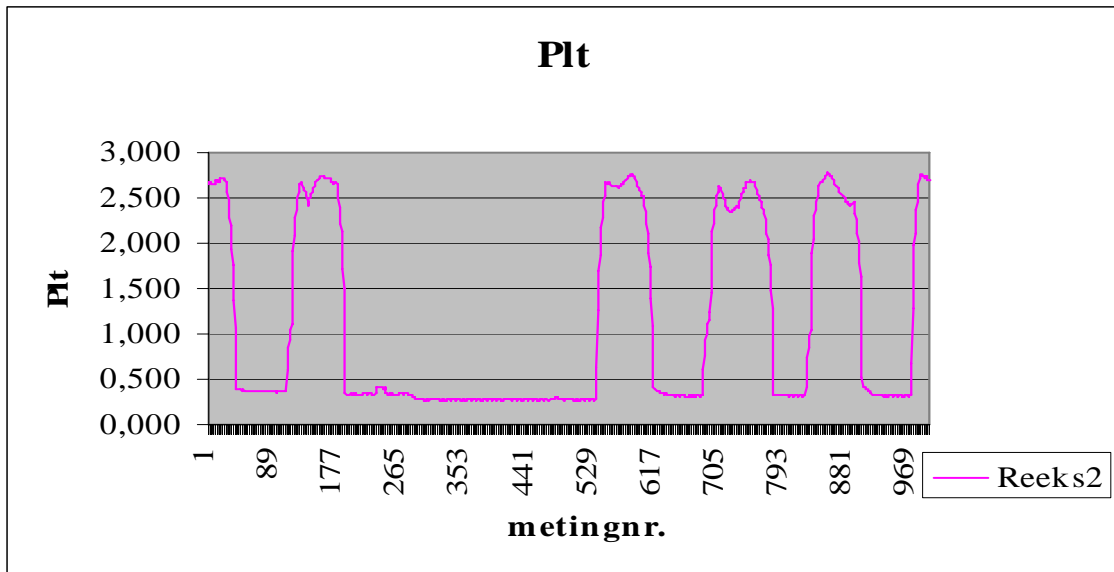


Figuur 1 Voorbeeld van een P_{ST} meting

De P_{LT} wordt bepaald als voortschrijdend gemiddelde uit 12 opeenvolgende 10 minuten-waarden van de P_{ST} met behulp van de formule:

$$P_{LT} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{STi}^3}{12}}$$

Er zijn dan dus $1008 - 11 = 997$ bruikbare 10 minuten-waarden voor de bepaling van de P_{LT} . Figuur 2 geeft een voorbeeld van het bepalen van de P_{LT} . Deze grafiek heeft globaal dezelfde vorm als de grafiek van de P_{ST} , maar de korte termijnvariaties zijn eruit gefilterd.

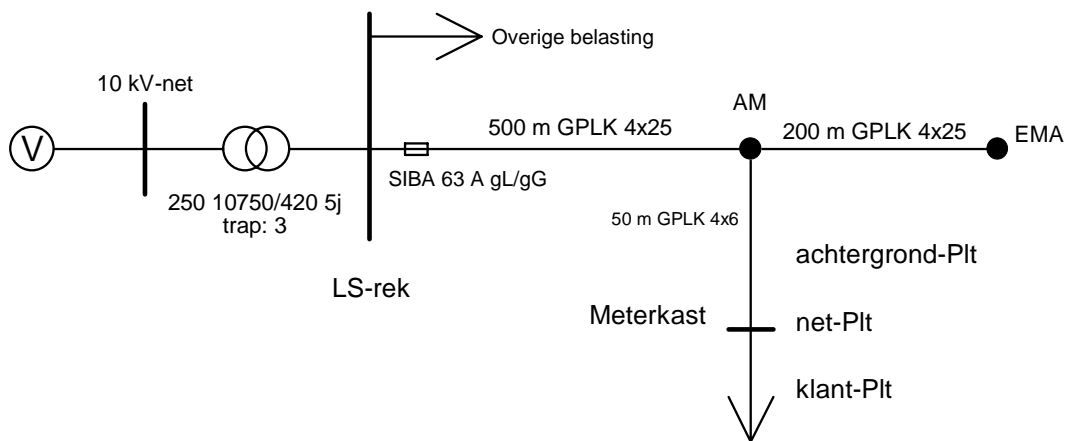


Figuur 2 P_{LT} , berekend uit de gemeten P_{ST} waarden

De flickerbronnen kunnen gesommeerd worden. Zo is de net- P_{LT} samengesteld uit de achtergrond- P_{LT} en de Klant- P_{LT} . Ten aanzien van het sommeren van de afzonderlijke flickerbronnen geldt onderstaande formule, waarbij de derde macht wordt gebruikt:

$$NetP_{LT}^3 = AchtergrondP_{LT}^3 + KlantP_{LT}^3$$

Onderstaand netschema illustreert de aanwezigheid van de diverse flickerbronnen.



Figuur 3 Aanwezigheid van de flickerbronnen in een net

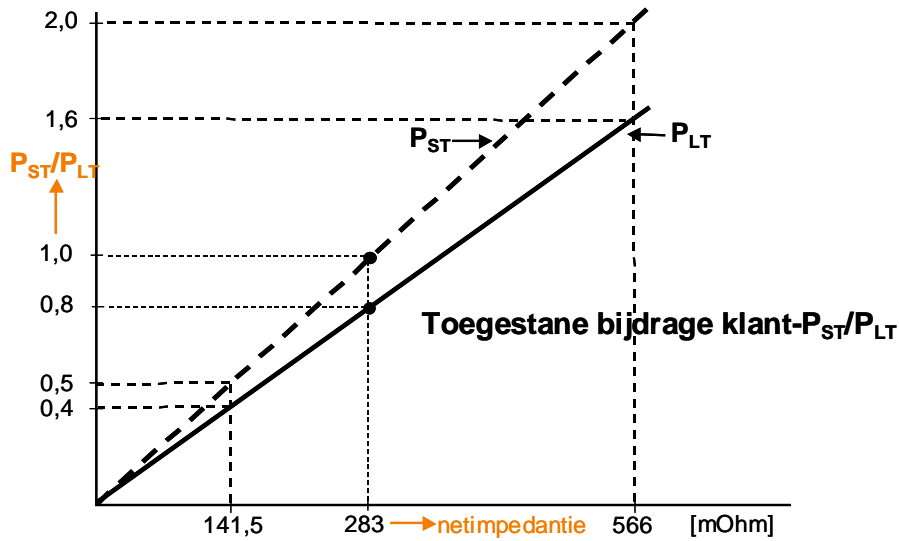
3 EISEN NETCODE

De Netcode stelt onder andere onderstaande eisen ten aanzien van de netflicker:

- De net- P_{LT} moet kleiner zijn dan 1 in 95% van de 10 minuten-waarden.
- De net- P_{LT} moet kleiner zijn dan 5 in alle 10 minuten-waarden.

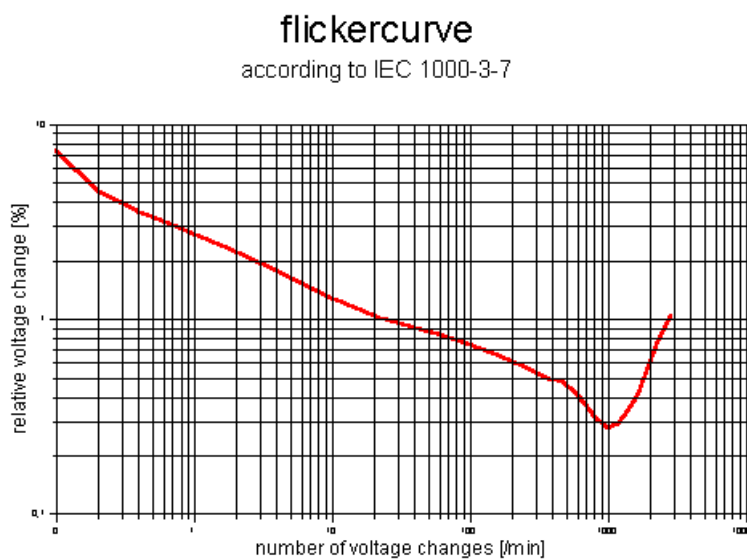
De bijdrage aan netflicker door de aangeslotene op het aansluitpunt wordt beperkt door een maximale bijdrage aan de P_{ST} en de P_{LT} .

- De klant- P_{ST} moet kleiner zijn dan 1 en de klant- P_{LT} moet kleiner zijn dan 0,8.
- Dit geldt bij een netimpedantie (Z_{FASE}) van 283 mOhm, conform IEC 61000-3-3.



Figuur 4 Relatie tussen netimpedantie en P_{ST}

De norm IEC 61000 schrijft een flickercurve voor, die een verband tussen de frequentie van de spanningsfluctuaties en de toegestane grootte ervan voorschrijft. De curve geldt voor $P_{ST} = 1$ bij stapvormige spanningvariaties.



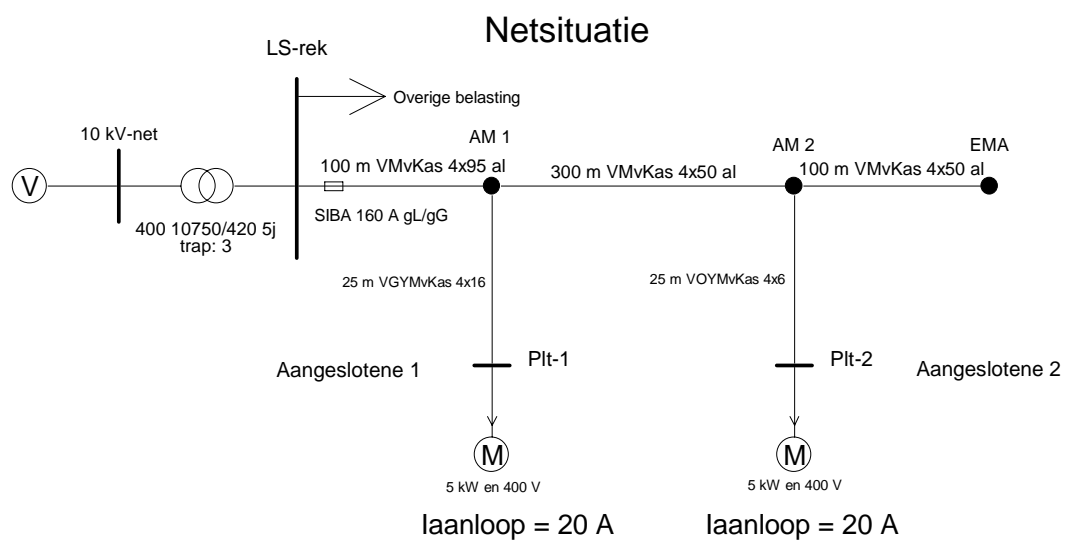
Figuur 5 Flickercurve volgens IEC 61000

Bij 2 inschakelingen per minuut en een spanningvariatie van 2,25% bedraagt de P_{ST} volgens de experimentele formule van Mombauer:

$$P_{ST} = 0.36 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2.25 \cdot 2^{0.31} = 1.00$$

4 BIJDRAGE NETFLICKER MOTOREN

De bijdrage van de motoren aan de netflicker wordt beschreven aan de hand van onderstaand voorbeeldnet:



Figuur 6 Voorbeeldnet voor bijdrage motoren

De aanloopstromen resulteren in een spanningsdip van 1,62% bij aangeslotene 1 en van 7,56% bij aangeslotene 2. De berekende netimpedantie bedraagt respectievelijk 83 en 366 mOhm.

Indien het aantal inschakelingen 2 maal per minuut bedraagt, is de bijdrage aan de P_{ST} ter hoogte van aangeslotene 1 volgens de experimentele formule gelijk aan:

$$P_{ST} = 0.36 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.62 \cdot 2^{0.31} = 0.723$$

De maximaal toegestane bijdrage aan de P_{ST} wordt berekend met de verhouding van de netimpedantie uit de Netcode (283 mOhm, zie figuur 4) en de berekende netimpedantie (82 mOhm):

$$\frac{83}{283} \cdot 1 = 0.293$$

De maximaal toegestane waarde (0.293) is kleiner dan de berekende bijdrage (0.723), dus is dit bij aangeslotene 1 niet in orde.

De bijdrage aan de P_{ST} ter hoogte van aangeslotene 2 is volgens de experimentele formule gelijk aan:

$$P_{ST} = 0.36 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 7.56 \cdot 2^{0.31} = 3.374$$

De maximaal toegestane bijdrage is:

$$\frac{366}{283} \cdot 1 = 1.293$$

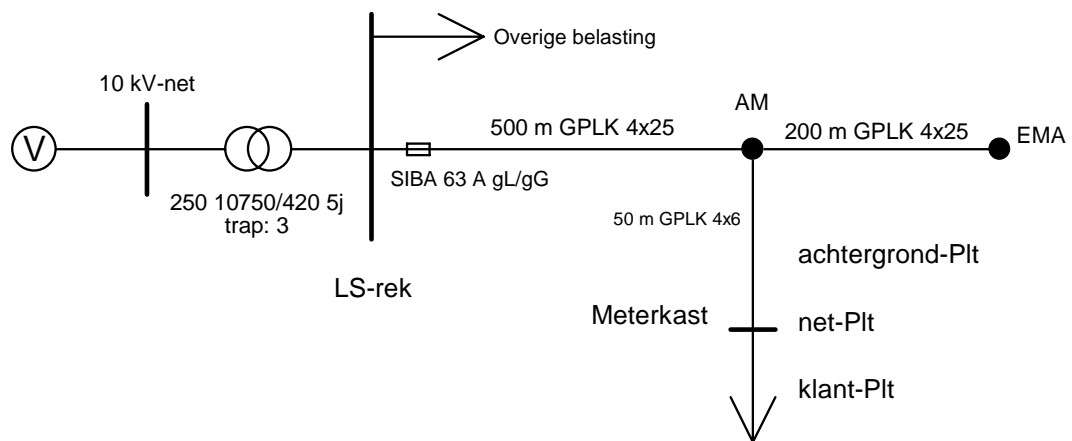
De maximaal toegestane waarde is kleiner dan de berekende bijdrage, dus is dit bij aangeslotene 2 niet in orde.

Conclusie:

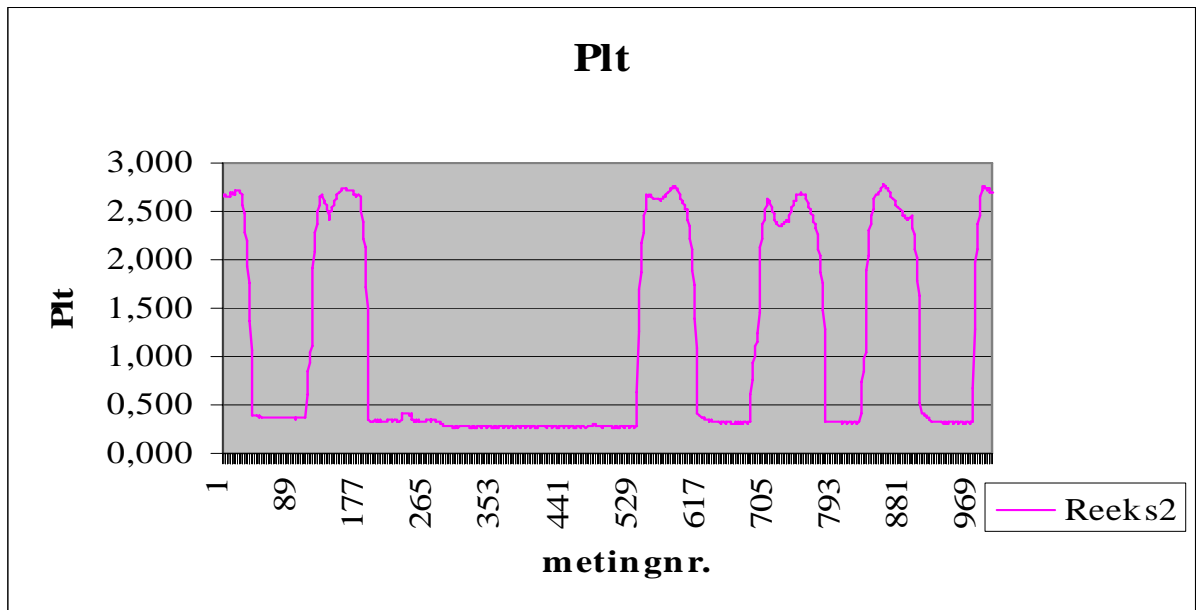
- Het is belangrijk door metingen zicht te krijgen op de bijdrage van aansluitingen in de netflicker (P_{ST}).
- Hierop kan de maximale netimpedantie afgestemd worden.

5 NETFLICKER LAAGSPANNINGSDISTRIBUTIENET

In het volgende voorbeeld klaagt de aangeslotene over netflicker. Het voorbeeldnet is weergegeven in figuur 7. De P_{LT} -meting is weergegeven in figuur 8.



Figuur 7 Voorbeeldnet voor netflickerprobleem



Figuur 8 Voorbeeldcurve P_{LT}

Uit de analyse van de P_{LT} -metingen blijkt dat 375 van alle 10 minuten-waarden, ofwel 37,6% van de 1000, groter zijn dan 1, zie figuur 8.

De Netcode geeft aan dat maximaal 5% van deze waarden groter dan 1 mogen zijn. Dat betekent dat in bovenstaande reeks (figuur 8) maximaal 50 van de 1000 P_{LT} -waarden groter dan 1 hadden mogen zijn. De klacht blijkt dus terecht.

Overige gegevens:

- Net- P_{LT} max. 2,789;
- Achtergrond- P_{LT} max. 1,0.
- De netimpedantie bedraagt 602 mOhm.

Vragen ten aanzien van de netflicker zijn:

- "Wie de veroorzaker(s) is (zijn)?"
- "Wie moet wat doen?"

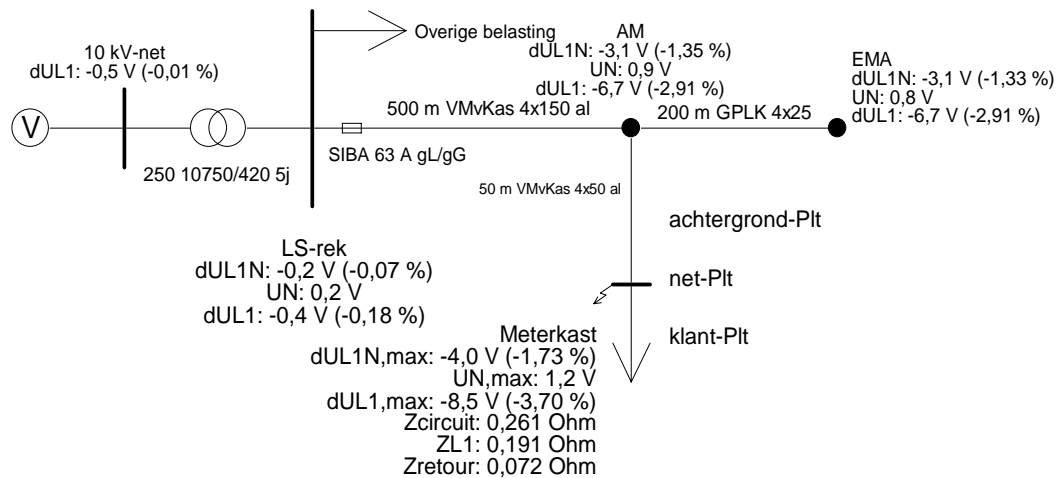
Twee oplossingen worden in het nu volgende behandeld:

- De "Nostra culpa"-oplossing (onze schuld).
- De "Tua et nostra culpa"-oplossing (jouw en onze schuld).

De "Nostra culpa"-oplossing luidt als volgt:

- De netbeheerder zorgt dat het net (weer) voldoet aan de Netcode.
- Analyse van de 1000 PLT-metingen van de reeks in figuur 8 moet dan volgens de 5% eis van de Netcode opleveren:
50 meetwaarden $P_{LT} > 2,705$.
- Als de netimpedantie wordt verlaagd tot een factor 0,37 ($1/2.705$), dan wordt voldaan aan de 5 %-eis.
- Dat betekent dat Z_{fase} kleiner is dan $0,37 \times 602 (=222)$ mOhm.

NOSTRA CULPA



Figuur 9 Nostra Culpa netgegevens

De "Tua et nostra culpa"-oplossing luidt als volgt:

- De klant-installatie moet voldoen aan de Netcode.
- Daartoe wordt eerst de klant- P_{LT} bepaald.

De maximale waarde van de net- P_{LT} is 2,789. De klant- P_{LT} volgt dan uit:

$$klantP_{LT}^3 = netP_{LT}^3 - achtergrondP_{LT}^3 \Rightarrow$$

$$klantP_{LT}^3 = 2.789^3 - 1.0^3 \Rightarrow$$

$$klantP_{LT} = 2.745$$

Bij een netimpedantie van 283 mOhm geldt dan voor de bijdrage:

$$\frac{283}{602} \cdot 2.745 = 1.290$$

De conclusie voor dit voorbeeld is dat de klant-PLT te hoog is ($> 0,8$, volgens de Netcode bij een standaard impedantie van 283 mOhm).

Stel dat de klant neemt zodanige maatregelen neemt dat de klant- P_{LT} gelijk is aan 0,8 bij 283 mOhm. Om dan de netflicker na de verbeteringen in de klantinstallatie te beoordelen kunnen twee methoden worden toegepast:

- Een nieuwe P_{LT} -meting.
- Bepaling van de nieuwe net- P_{LT} door middel van een berekening.

Mogelijkheid a: Nieuwe PLT-meting na verbetering.

De nieuwe P_{LT} -meting wordt geanalyseerd.

Bepaal het niveau X waarbij 50 meetwaarden groter zijn dan X.

De factor tot waar de netimpedantie verlaagd moet worden is dan gelijk aan: $1/X$.

Mogelijkheid b: Berekening van de nieuwe net-PLT na verbetering.

Na verbetering wordt de klant- P_{LT}' gelijk aan:

$$klantP_{LT}' = 0.8 \cdot \frac{602}{283} = 1.702$$

De verbeterde net- P_{LT}' (maximale waarde) volgt uit:

$$NetP_{LT}'^3 = AchtergrondP_{LT}'^3 + KlantP_{LT}'^3 \Rightarrow$$

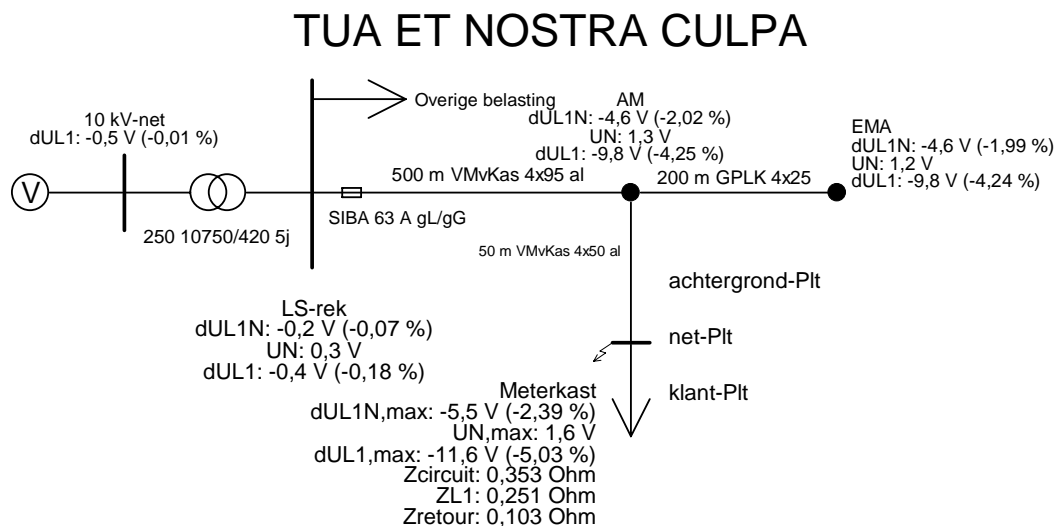
$$NetP_{LT}'^3 = 1.03^3 + 1.702^3 \Rightarrow$$

$$NetP_{LT}' = 1.810$$

Teneinde de net- P_{LT} kleiner dan of gelijk aan 1 te krijgen, dient de netimpedantie te worden verlaagd tot een factor $1/1,810 = 0,55$.

De nieuwe netimpedantie dient dan maximaal te bedragen: $0,55 \times 602 = 331$ mOhm.

In dat geval zullen alle 10 minuten-waarden van de PLT kleiner dan of gelijk aan 1 zijn.



Figuur 10 Tua et Nostra Culpa netgegevens

6 SAMENVATTING

- De netflicker is recht evenredig met netimpedantie.
- Door metingen is het mogelijk om zicht te krijgen op de bijdrage van de aansluitingen in de netflicker (de P_{ST}). Hierop moet de maximale netimpedantie afgestemd worden.
- De "Tua et nostra culpa"-oplossing kan worden toegepast bij netflickerklachten.