

# PHASE TO PHASE

## Spanningsafhankelijkheid van de belasting

01-124 pmo

24-4-2001

Phase to Phase BV  
Utrechtseweg 310  
Postbus 100  
6800 AC Arnhem  
T: 026 356 38 00  
F: 026 356 36 36  
[www.phasetophase.nl](http://www.phasetophase.nl)

## 1 INLEIDING

De belasting is afhankelijk van de spanning in het net. Aangezien de spanning in HS- en MS-netten niet constant is, verdient dit punt nadere aandacht. De spanningsafhankelijkheid is in Vision gemodelleerd met het belastingsgedrag.

In Vision kunnen meerdere modellen voor het spanningsafhankelijke belastingsgedrag gebruikt. Het constante P en Q belastingsgedrag (geheel spanningsonafhankelijk) is default meegeleverd. Het constante impedantie belastingsgedrag voor P en Q (kwadratisch afhankelijk van de spanning) kan eenvoudig door de gebruiker worden aangemaakt. Door een combinatie van die twee is een instelling tussen geheel spanningsonafhankelijk en kwadratisch afhankelijk mogelijk. In Vision wordt de actuele belasting gemodelleerd als:

$$P = a \cdot P_o + (1-a) \cdot P_o \cdot (U/U_{nom})^2 \quad \text{voor het actieve deel en}$$

$$Q = b \cdot Q_o + (1-b) \cdot Q_o \cdot (U/U_{nom})^2 \quad \text{voor het reactieve deel.}$$

Hierin is:

- a : gedeelte constant actief vermogen (= Const.P / 100%)
- P<sub>o</sub> : opgegeven actieve belasting bij nominale spanning
- b : gedeelte constant blindvermogen (= Const.Q / 100%)
- Q<sub>o</sub> : opgegeven reactieve belasting bij nominale spanning
- U : actuele spanning op het knooppunt
- U<sub>nom</sub> : nominale spanning op het knooppunt

## 2 DISTRIBUTIENETTEN

Voor distributienetten kunnen de waarden voor a en b sterk variëren. In praktijk blijken a en b zelfs dagelijks te kunnen variëren als functie van de tijd. Indien de spanningen zich in de buurt van de nominale waarde bevinden, wat in normale distributienetten het geval is, is het echter niet noodzakelijk lang stil te staan bij de exacte waarde. Een benadering voldoet.

Enkele vuistregels:

- bestaat de belasting voornamelijk uit asynchrone machines (industrie), dan volstaat het constante P en Q model; indien de loadflow moeite heeft tot een oplossing te komen (in een zwaar belast net) levert een combinatie van 50% constante Q en 50% constante X voor het blindvermogen ook een goede benadering (Const.P = 100%, Const.Q = 50%)
- bestaat de belasting voornamelijk uit verlichting, dan volstaat het constante admittantie model voor P en Q (Const.P = 0%, Const.Q = 0%)
- bestaat de belasting uit huishoudens of (zakelijke) dienstverlening (verlichting, vermogenselektronica en kleine machines), dan volstaat het constante stroommodel; dit is een representatief gemiddelde tussen de uitersten en is in Vision te modelleren als 50% constante P en Q en 50% constante admittantie voor P en Q (Const.P = 50%, Const.Q = 50%).

### 3 HOOGSPANNINGSNETTEN

Op HS-niveau is de industrie dominant en kan met P en Q onafhankelijk van de spanning worden volstaan (het default belastingsgedrag in Vision). Bovendien wordt door de regelende transformatoren een spanningsonafhankelijkheid bij de belastingen geïntroduceerd. Op MS-niveau is al veel meer inzicht in de type afnemers en kan meer differentiatie in de verdeling van de spanningsonafhankelijke en kwadratisch afhankelijke modellen worden aangebracht. Op LS-niveau is een 50%/50% verdeling heel goed.

### 4 MIDDENSPANNINGSNETTEN

Om een inzicht te krijgen in het effect van de spanningsafhankelijkheid is een proef uitgevoerd op een MS distributienet met 381 knooppunten en 334 belastingen. Onderstaande tabel geeft de resultaten weer.

Belastingsmodel Const.P en Const.Q		Totale belasting [MW] en [Mvar]		Laagste spanning [kV]
100%	100%	58.6	32.9	8.009
50%	50%	55.6	30.3	8.474
0%	0%	53.0	28.9	8.791

In de tabel zien we dat in dit geval de laagste spanning in het net als gevolg van de keuze van het belastingsmodel zo'n 8% verschilt voor de twee uitersten constant P en Q en constante admittantie. In dit geval zijn de spanningen dan ook vrij laag ten opzichte van de nominale waarde (10,6 kV), zodat met behulp van inzicht over de aansluitingen een beter resultaat verkregen wordt. In een MS-net is dan een waarde van 100% tot 50% voor const.P en const.Q een juiste benadering. Het constante admittantie model of een waarde kleiner dan 50% voor Const.P en Const.Q geeft dan een te optimistisch resultaat.

### 5 LITERATUUR

G. Buse et al, Kassel, Das verhalten der Netzleistung bei veranderlicher Netzspannung, Elektrizitätswirtschaft (1983)

C. Concordia, Loads, Voltage-frequency characteristics and modelling, Power System Stability Seminar, November 1979

IEEE task force on load representation for dynamic performance analysis, IEEE 1992

The effects on reduced voltage in the operation and efficiency of electric systems, EPRI EL-3591, june 1984

G.P.T. Roelofs, De invloed van belastingsmodellen op het gedrag van elektriciteitsnetten, Elektrotechniek 6, juni 1989

C.J. van de Water, Een oriënterend belastingsonderzoek naar belastingsrepresentatie in elektriciteitsvoorzieningssystemen, TU-Delft, 1979