



# Het Hoogspanningsnet en Netcongestie

Masterclass Provincie Drenthe  
19-11-2024

# Even voorstellen

## **Bas van Duijnhoven**

Senior Consultant Reliable Systems @ Soltegro

06 3007 8206

[bvd@soltegro.nl](mailto:bvd@soltegro.nl)



57 jaar  
Getrouwd  
Woont nabij Arnhem

35 jaar ervaring in ontwerp  
van elektrotechniek.

Hoogspanning maar ook  
tunnels, bruggen, spoor,  
industrie enz.

Overdag bij Soltegro

S'avonds vrijwilliger bij  
[Hoogspanningsnet.com](http://Hoogspanningsnet.com)



# Over Soltegro

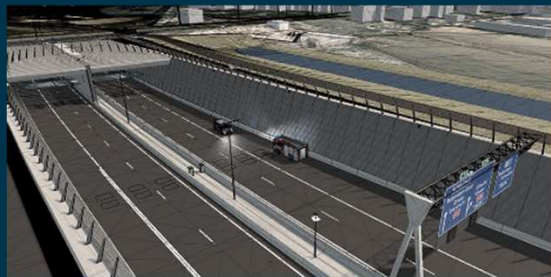


## ➤ Actief in

- Systems Engineering: Sluizen, Bruggen, Tunnels
- Software: Prorail, Covra, Infra
- Energy: Hoogspanning en Smart-grids

## ➤ Totaal ca. 55 FTE

## ➤ Deel van het TBI-concern (maar zelfstandig)



# Het Hoogspanningsnet

Een "korte" introductie



# Waar denkt u aan bij het Hoogspanningsnet?



# Wat wilde u altijd al weten?

Van het hoogspanningsnet!



# Stellingen:

1. Het net is minder dan 99,9% van de tijd beschikbaar!
2. We kunnen het hele hoogspanningsnet prima ondergronds doen!
3. De netbeheerders weten precies wat erin het wijknet gebeurt!



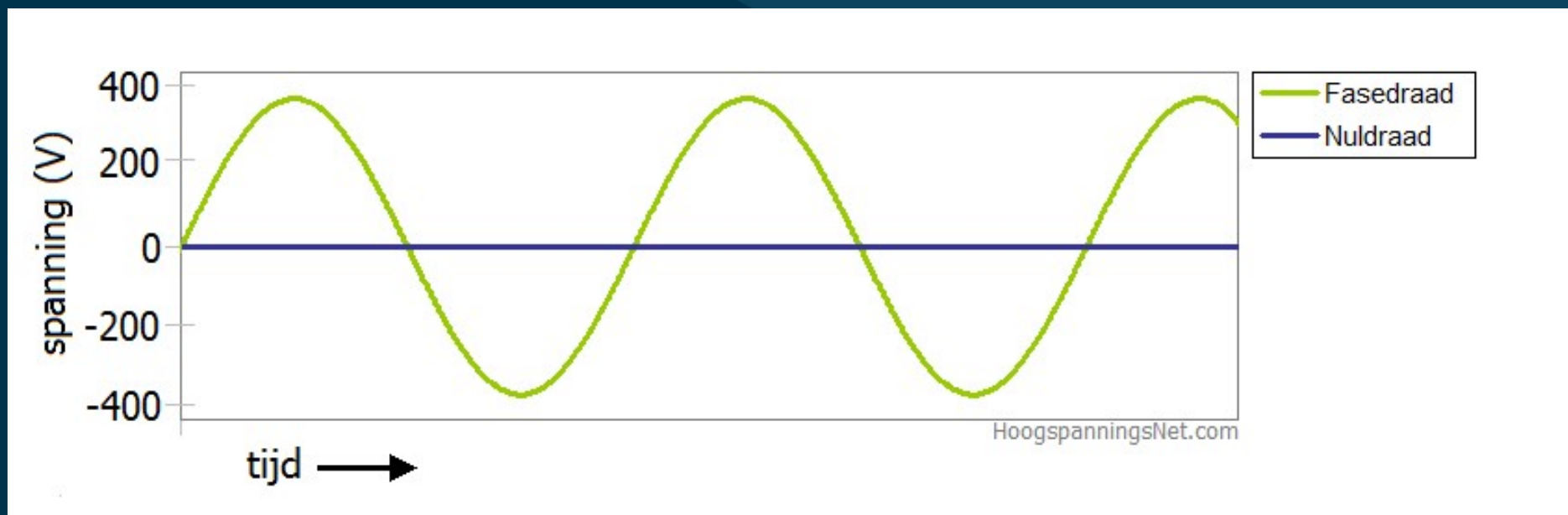
# Wisselspanning



Het elektriciteitsnet gebruikt wisselspanning

De spanning varieert continue volgens een sinus patroon

De stroom wisselt van richting 50 maal per seconde (50 hertz)



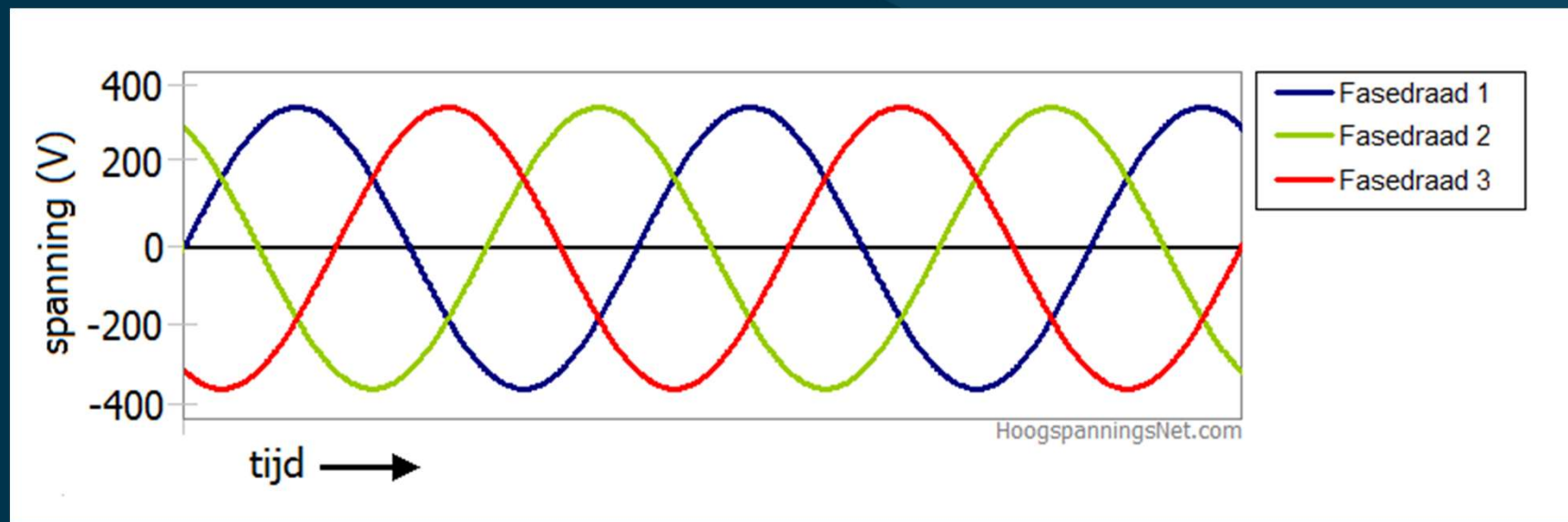


# Drie fasen

Het elektriciteitsnet gebruikt een drie-fasen-systeem

Het heeft 3 geleiders die het vermogen transporteren

Iedere geleider is verschoven in de tijd (+/-6,66ms) tov de andere twee



# Hoge spanning

Transportvermogen verhogen

Vermogen = Spanning x Stroom

Watt = Volts x Ampere

Verhoging van de spanning geeft groter vermogen

Dunnere kabels / Minder verliezen

The infographic features the formula  $P = U \times I$  in large black letters. Above the formula are several icons: a stack of books, a magnifying glass, an open book, a squiggly line, a resistor symbol ( $\Omega$ ), and an atom symbol. Below the formula, the text "Vermogen = Spanning x Stroom" is written. At the bottom, three triangles illustrate the derivation of the formula: the first triangle has  $P$  at the top,  $U$  and  $I$  at the bottom, with  $P = U \times I$  below it; the second triangle has  $P$  at the top,  $U$  and  $I$  at the bottom, with  $U = \frac{P}{I}$  below it; the third triangle has  $P$  at the top,  $U$  and  $I$  at the bottom, with  $I = \frac{P}{U}$  below it.



# Vermogen vs Energie

Energie is het leveren van een vermogen over een bepaalde tijd

kWh: één kiloWatt (1000 Watt) gedurende één uur

of

twee kilowatt (2000 Watt) gedurende een half uur

etc

Joule:           1 Wattseconde  
(1 kWh = 3,6MJ)



# Stroom bij u thuis

Een laagspanningsaansluiting:

Spanning	230 Volt
Stroom	maximaal 1 x 35 of 40 Ampere
Vermogen	maximaal 9200 Watt

Of

Spanning	3 x 230 / 400 Volt
Stroom	3 x 25 Ampere (zwaarder kan ook)
Vermogen	max. 17250 Watt

(ook wel krachtstroom genoemd)



# Wat is dan hoogspanning?

Wettelijk: Alle spanningen boven 1000Vac

Praktisch hanteren we:

- Middenspanning: 3-20 kiloVolt (kV)\*)
- Tussenspanning: 22-50 kV\*)
- Hoogspanning: 110-150 kV
- Extra Hoogspanning: 220-380 kV

\*) De grenzen variëren wel eens

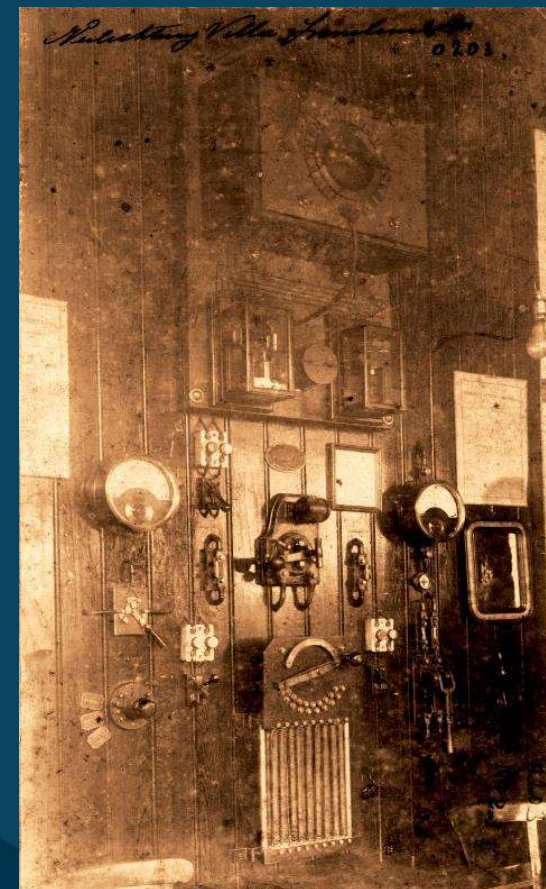


# Historie van het net

1880	Eerste elektriciteit in NL (individuele huizen)
1895	Eerste gemeentelijke netten (R'dam, Utrecht, A'dam)
1918	Eerste plannen voor een landelijk koppelnet (100kV)
Tot 1940	Uitbouw gemeentelijke en regionale netten
1950	Opbouw Regionale netten (110 en 150kV)
1966	Start aanleg landelijk koppelnet (220 en 380 kV) Koppeling regionale netten
1969	Eerste internationale koppeling
2008	Eerste zeekabel (Norned)

In 135 jaar opgebouwd

Steeds grotere netten!  
Steeds hogere spanning!



# Opbouw

Het net bestaat uit:

Stations: De knooppunten in het net

Schakelstation                      Schakelt

Transformatorstation            Koppelen spanningen

Verbindingen:            Verbinden stations

Kabels

Luchtlijnen



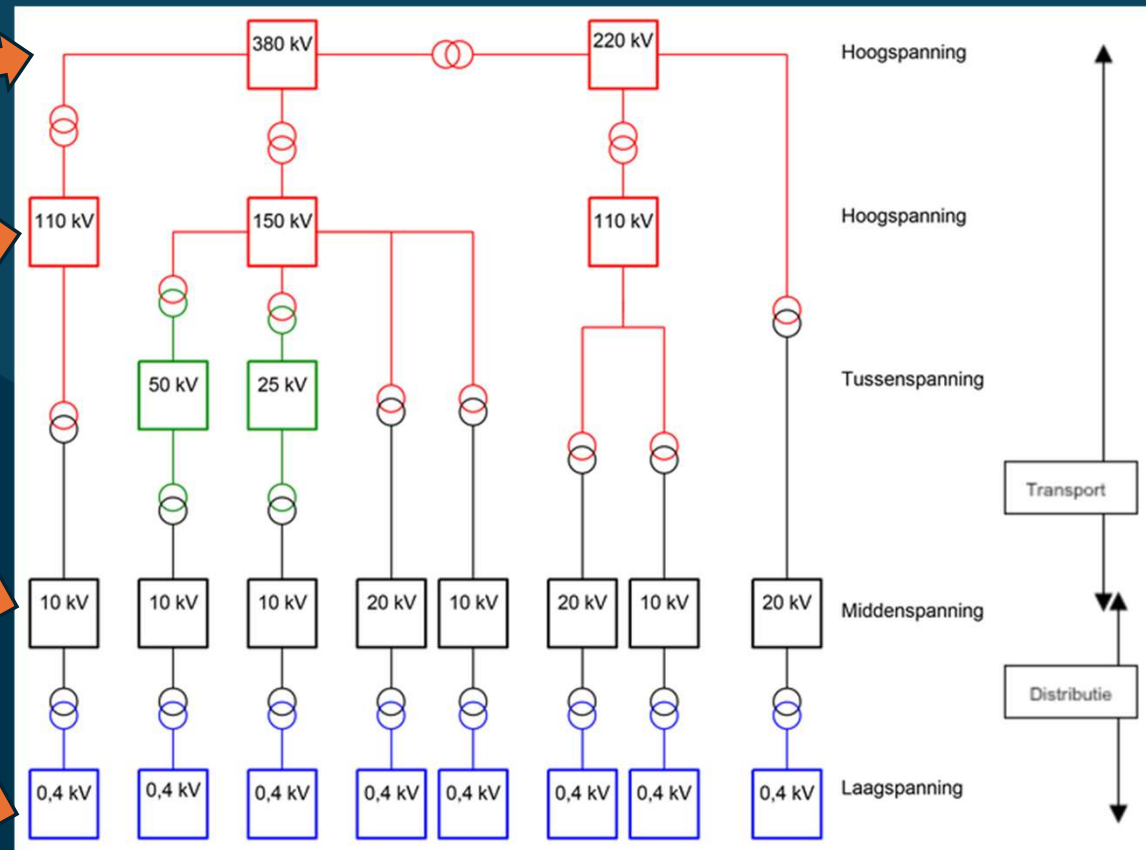
# Opbouw van het net

Koppelnet

Transportnet

Distributie MS

Distributie LS





# Luchtlijnen

Lijnen bestaan uit  
Masten  
Circuits

Relatief goedkoop  
Eenvoudig onderhoud  
Weinig hinder  
Zichtbaar  
Magneetvelden



# Kabels

Na aanleg onzichtbaar  
Magneetvelden nihil

Forse graafschade  
Lastig repareren / uitbreiden  
Duur



# Waarom zo groot?

Lucht is een prima isolator (maar vocht / vuil niet)

150 kV      150 cm afstand

380 kV      400 cm afstand

Veiligheid voor personeel

Opstelling op minimaal 2,5m



# Kan dat niet kleiner?

Gas geïsoleerd materiaal  
SF6 ipv lucht (380kV ca 20cm)

- Duur
- Lastig uitbreidbaar
- SF6 = 24000 CO2eq



# Betrouwbaarheid

Het NL net is een van de betrouwbaarste in de wereld

Gem. uitval duur bij u thuis: 20 minuten / jaar  
99,9962%

TenneT netwerk: 99,999%

Grote storingen zijn zeldzaam  
Dat willen we wel graag zo houden!



# Redundantie (N-1)

Het hele net is (minimaal) dubbel uitgevoerd  
Muv het laatste stukje naar uw huis

N-1: 1 fout zonder verstoring bij verbruikers

N-2: 1 fout en onderhoud tegelijkertijd  
zonder verstoring bij verbruikers



# Elektriciteitsnet NL

Ca 500 HS stations (>50kV)

Ca 25.000 km HS lijn en kabel

Ca 300.000 km MS/LS kabel

Ca 110.000 Wijk transformatoren



<https://webkaart.hoogspanningsnet.com>



# Waarom duurt uitbreiding zo lang?

Van plan tot in bedrijf ca 10-12 jaar

- Planvorming                      Meerdere opties, inspraak, MER
- Vergunningen                    Omgevingsvergunning, beroepen
- Ontwerp                            Specials, personeel
- Inkoop                              Lange levertijden, personeel
- Bouwen                              Specials, personeel





# Kan dat niet versneld worden?

Planvorming en vergunningen verkorten?

Door Standaardisatie, Modularisatie en Prefab

Werkt positief op

Personeel

Levertijden

Bouwen

Kosten

Lastiger voor acceptatie



# Vragen over het net?



Hoofdstuk 02

# Netcongestie

Een “korte” introductie



# Stellingen:

1. Ons elektriciteitsverbruik is veel groter dan 10 jaar geleden!
2. Netcongestie is er altijd!
3. Elektrische auto's en Warmtepompen zijn slecht voor het net!



# Invloed van Groningen

Goedkoop aardgas

Uitgebreid gasnetwerk

Warmteopwekking op Gas

Gevolg:

E-net in NL is relatief "DUN"

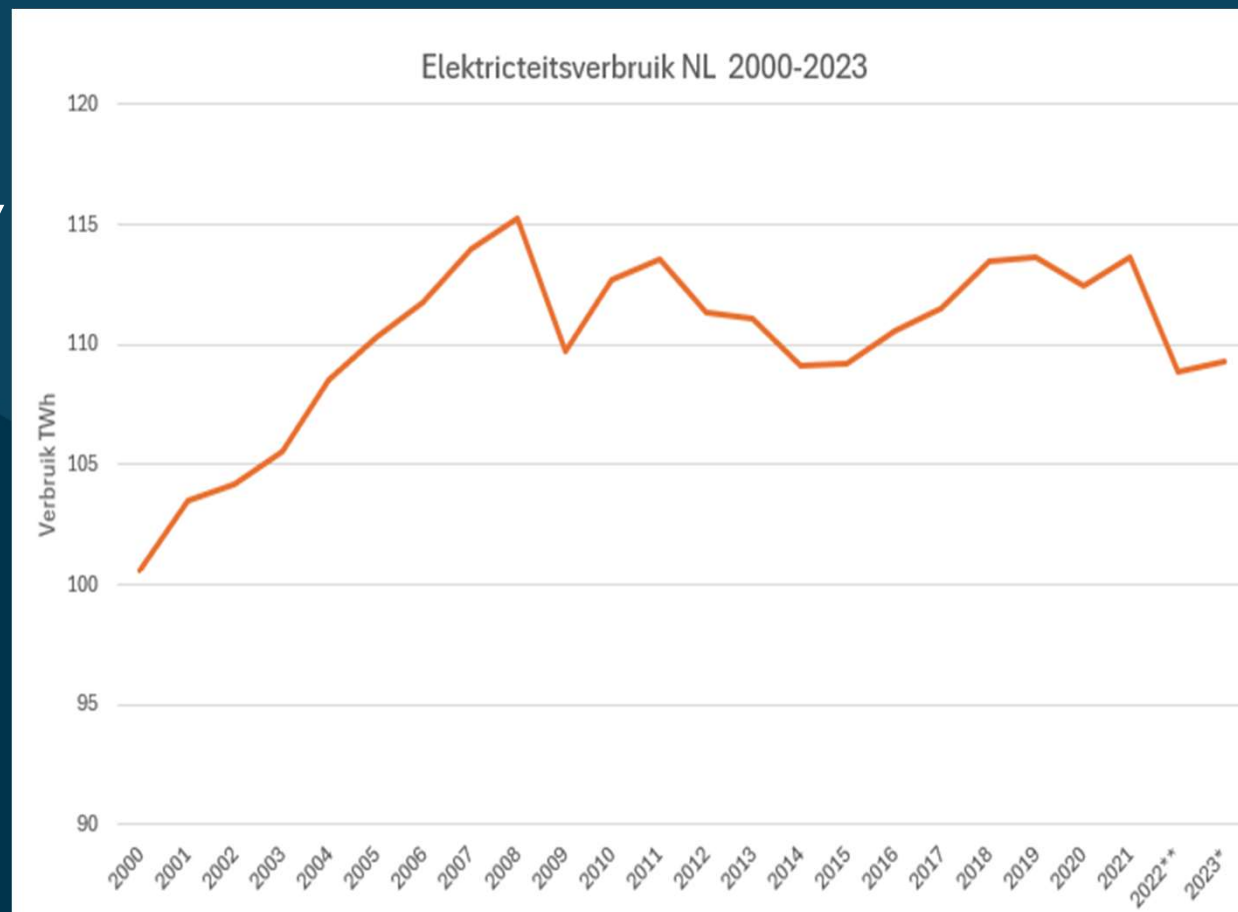


# E-verbruik NL

Sinds 2025 "Constant"

Energie besparingen  
VS

Toename verbruik



# Trends E-verbruik

Huishoudens: Dalend (nog)

Zon voor de meter

Energie labels

Industrie: Constant (nog)

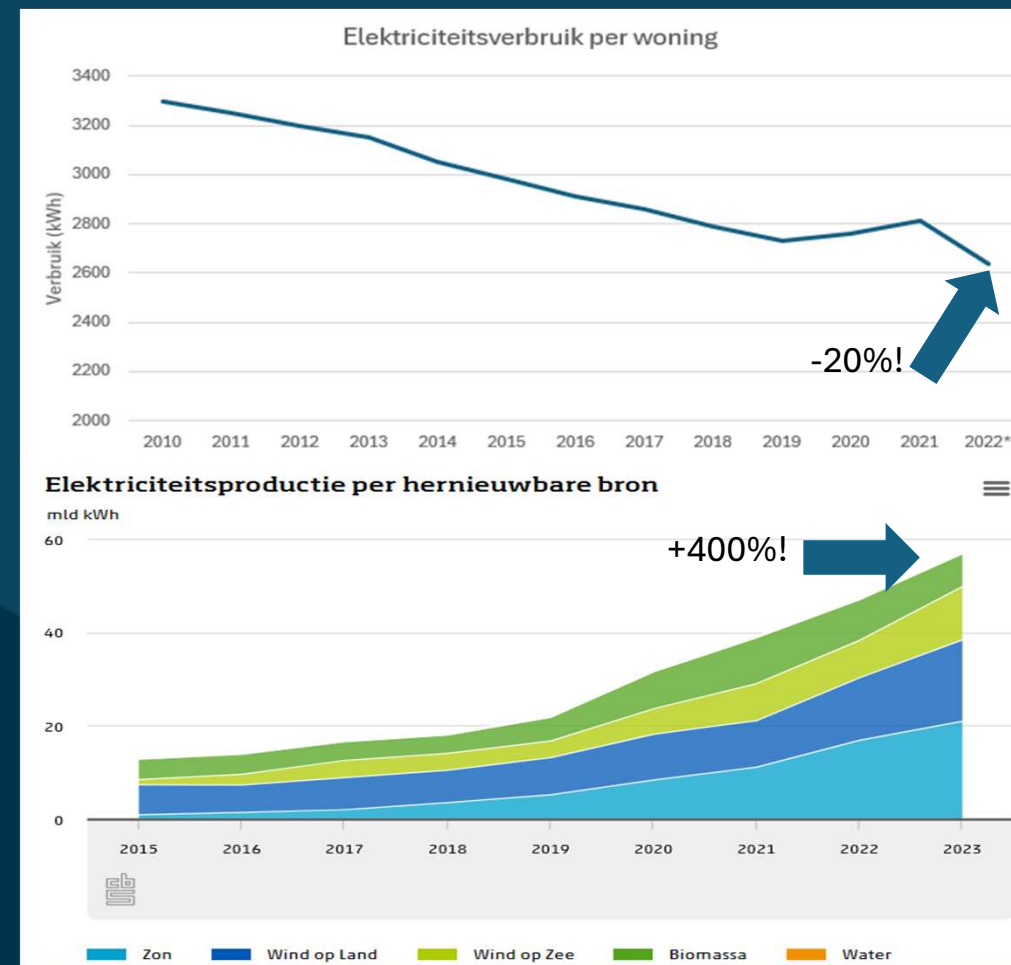
Efficiëntie

CO2 reductie

Vervoer: Stijgend (klein)

EV's

Opwekking: Geëxplodeerd



# Nu ineens netcongestie?



## Technisch

- Beperkte capaciteit
- Groei hernieuwbaar
- Opwekking ver van Verbruik
- Groei Transitie => Elektrisch
  - Airco, Warmtepomp, Inductie, EV's



## Wetgeving:

- Weinig investering
  - Toezicht ACM
  - Druk Aandeelhouders
  - Onderschatting netbeheerders

## Psychologisch:

- FOMO
- Sneeuwbal



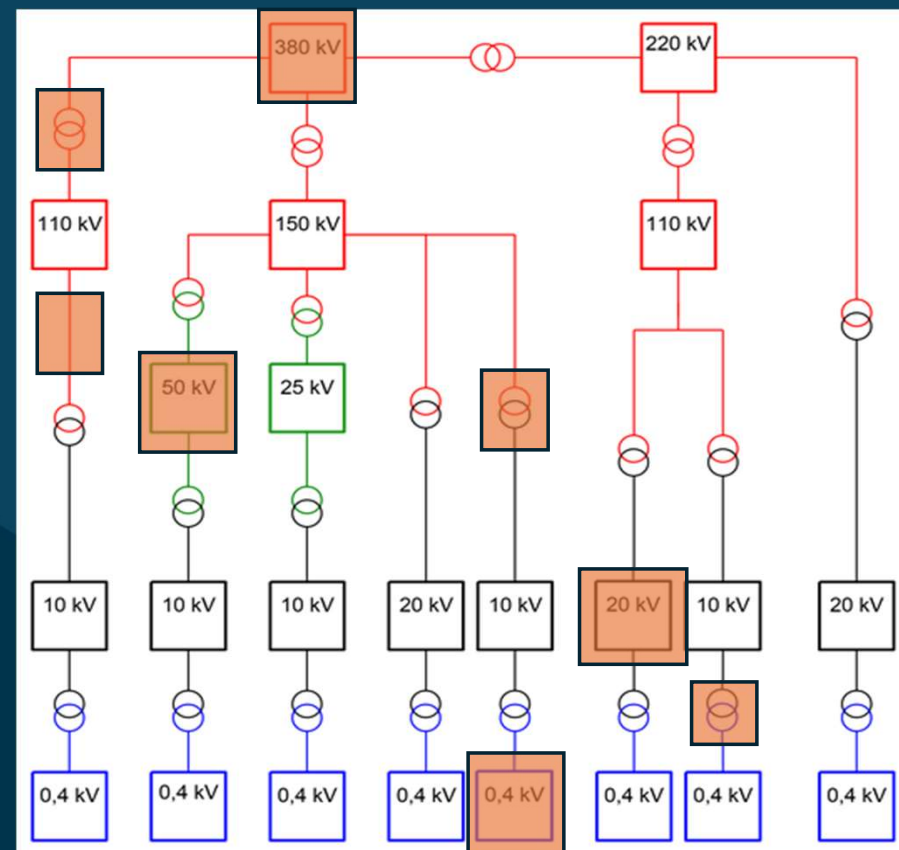


# Wat is netcongestie?

Op enig moment een tekort aan (transport)capaciteit op een of meer locaties

Tijd en plaats gebonden dus

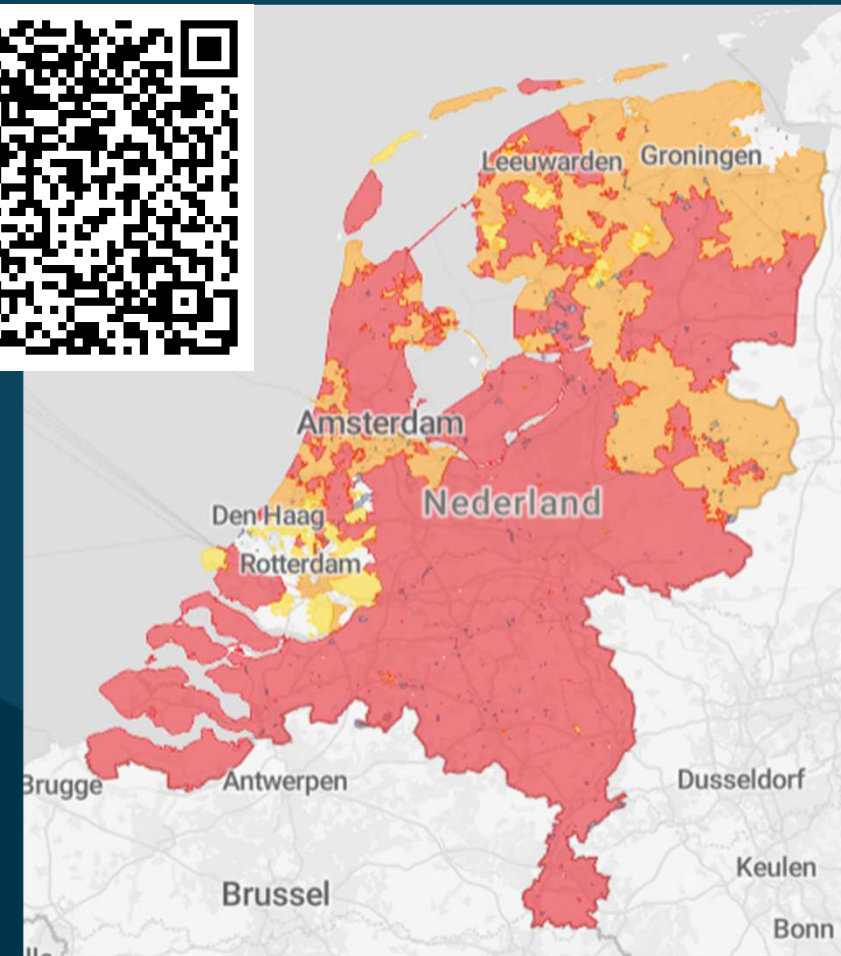
Kan voor afname en invoeding verschillen



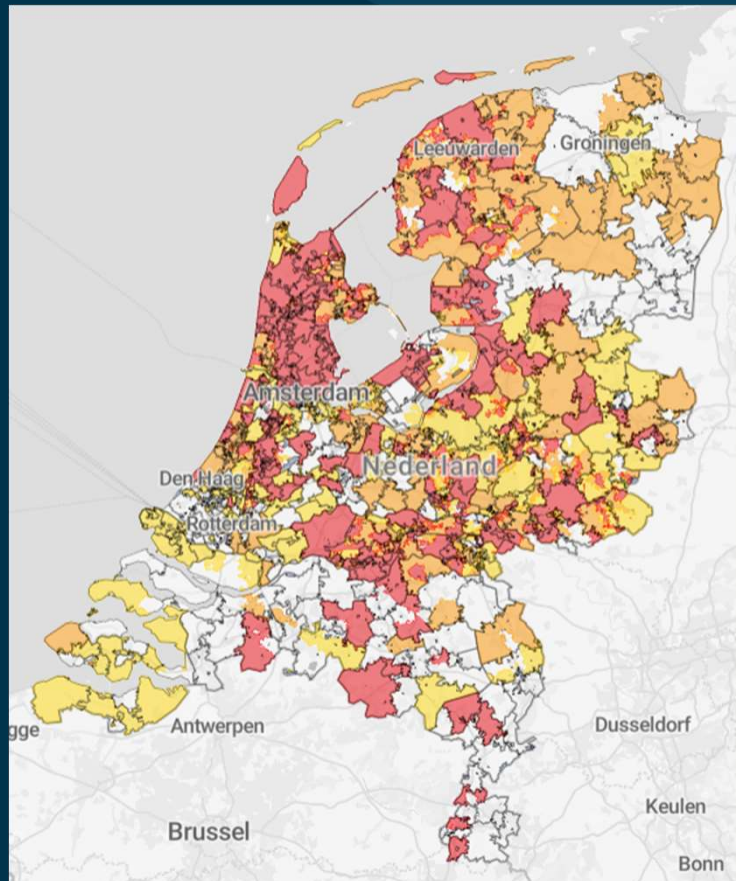
# Netcongestie NL

Heel NL?

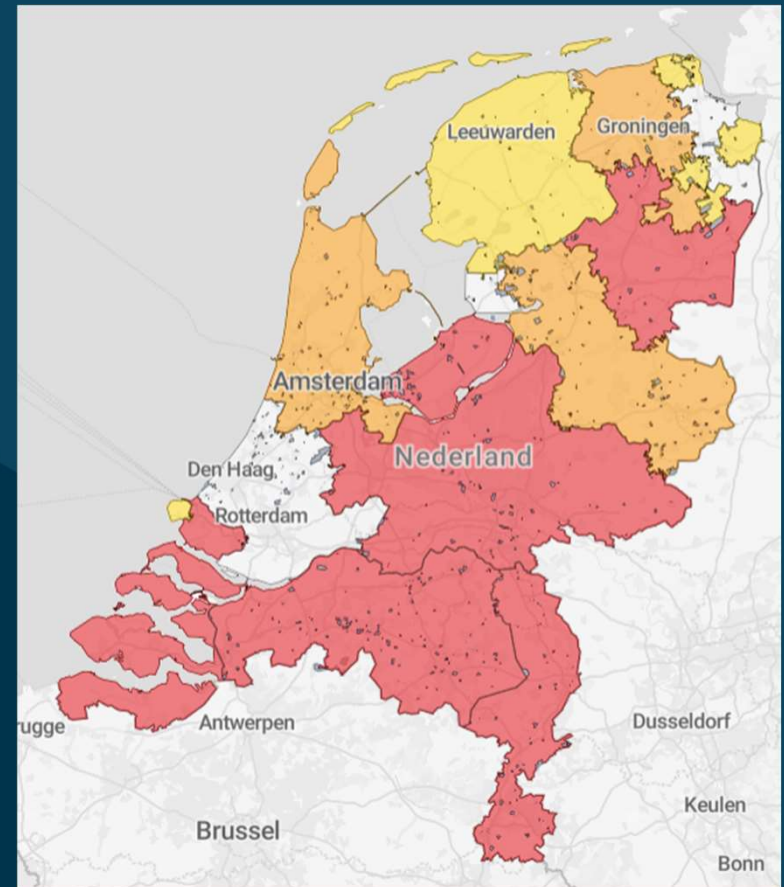
Muv van enkele locaties  
die al een sterk net hadden  
Delfzijl / Rotterdam



# Wie heeft die congestie?



TenneT ->



<- RNB's



# Altijd congestie

Voorbeeld Meppel

Op afname

Alleen in de winter

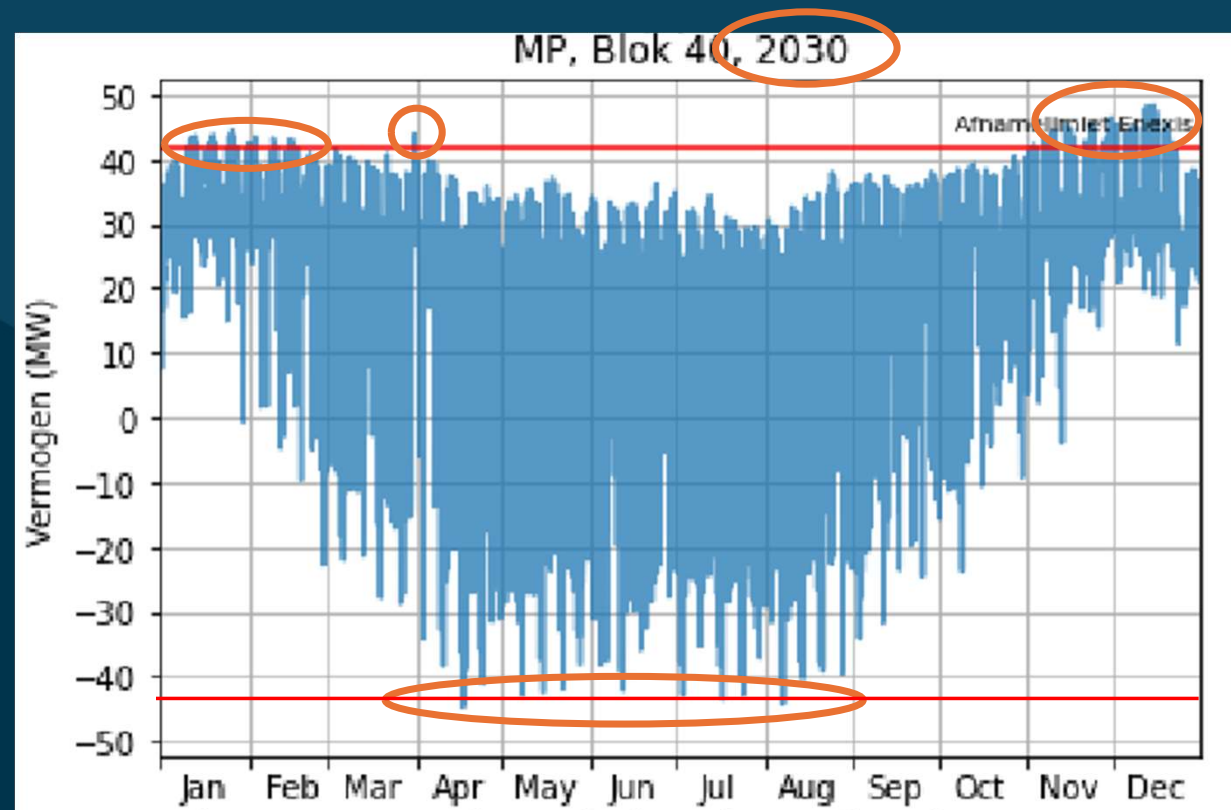
Overdag & avond

Op invoeding

Alleen in de zomer

Overdag

Soms in de toekomst



# Congestie en nu?

## Congestiemanagement

Ontsluiten bestaand flex-vermogen

Vrijwillig maar later verplicht

## Wijzigingen GV op wachtlijst

Verzwarend en nieuwe aansluitingen

Prioritering is nu mogelijk

## Congestie onderzoek

Per locatie / gebied

## Uitbreiding net



# Wat te doen - Contractueel

## Contracten:

- Use it or lose it (Vrijmaken rijstrook)
- Tijdgebonden contracten (Spits mijden)
- Groepscontracten ("met de bus")
- Energie hubs (Groepsvervoer)
- Lagere betrouwbaarheid (Vluchtstrook gebruiken)

## Algemeen:

Aanpassen aan beschikbare capaciteit  
Belonen voor goed gedrag



# Wat te doen - Netzijde

- Energie opslag bouwen (Spits mijden)
- Cable pooling (Samen rijden)
- N ipv N-1 soms (Vluchtstrook gebruiken)
- Prioritering wachtlijst (Toeters en bellen)
- Sturing balancering (Spits heffing)
- Uitbouw (Extra wegen / rijstroken)



# Nieuwe contractvormen

Veel nieuwe contractvormen

- Capaciteitsbeperkingscontract
- Biedplichtcontract voor redispatch
- Vrije biedingen via GOPACS
- Groeps Transport Overeenkomst
- Blokstroom

RNB kan u verder helpen  
(soms nog onbekendheid met de materie)





# Voorbeeld GOPACS

## Uitvraag via veiling

- Gebied
- Benodigd vermogen
- Tijdvak
- Gebied



# Netuitbreiding

Ca. 2-3 maal zo groot net nodig  
In 10-15 jaar

Verdubbelen in 15 jaar wat we in 130 jaar  
hebben opgebouwd => Grote Kosten

In een tijd van grote tekorten op de  
arbeidsmarkt



# Bedenk

## Netbeheerders bouwen

- Heel veel uitbreidingen (HS/MS/LS)
- Betrouwbaar (N-1)
- Met beperkt personeel
- Veilig
- Voor 40-50 jaar
- In een druk werkende keuken

## Maar ook:

- Zeer conservatief (verandert wel)



Vacature!



# Vragen over congestie?





Bedankt voor uw aandacht!

