

# Naar verbeterde actuele verdamping: Van Makkink naar Penman-Monteith?

NHV symposium actuele verdamping



stowa

DEFINITIESTUDIE

## VERBETERING BEPALING ACTUELE VERDAMPING VOOR HET STRATEGISCH WATERBEHEER



RAPPORT

2009

11

[www.stowa.nl](http://www.stowa.nl): 2009-11

[www.futurewater.nl/publications/2009](http://www.futurewater.nl/publications/2009)



## Doelstelling:

“Verbetering van de schatting van de actuele verdamping van water, bodem en diverse vormen van landgebruik in ruimte en tijd voor toepassingen in het regionale waterbeheer.”

## Lange- en korte termijn aanbevelingen

1. Bestaande actuele verdampingsmetingen ontsluiten
2. Actuele verdamping in modellen verbeteren
3. Operationeel meten actuele verdamping
4. Referentieverdamping verbeteren



- Terminologie
- Belang referentieverdamping: Makkink vs P-M
- Inventarisatie: P-M binnen NL
- Regionalisatie P-M
- Aanbevelingen

# Verdamping: stralingsbalans



$K_{\downarrow}$ : globale straling

$$K_{\uparrow} = \alpha * K_{\downarrow}$$

$\alpha$ : albedo

$L_{\uparrow}$

$L_{\downarrow}$

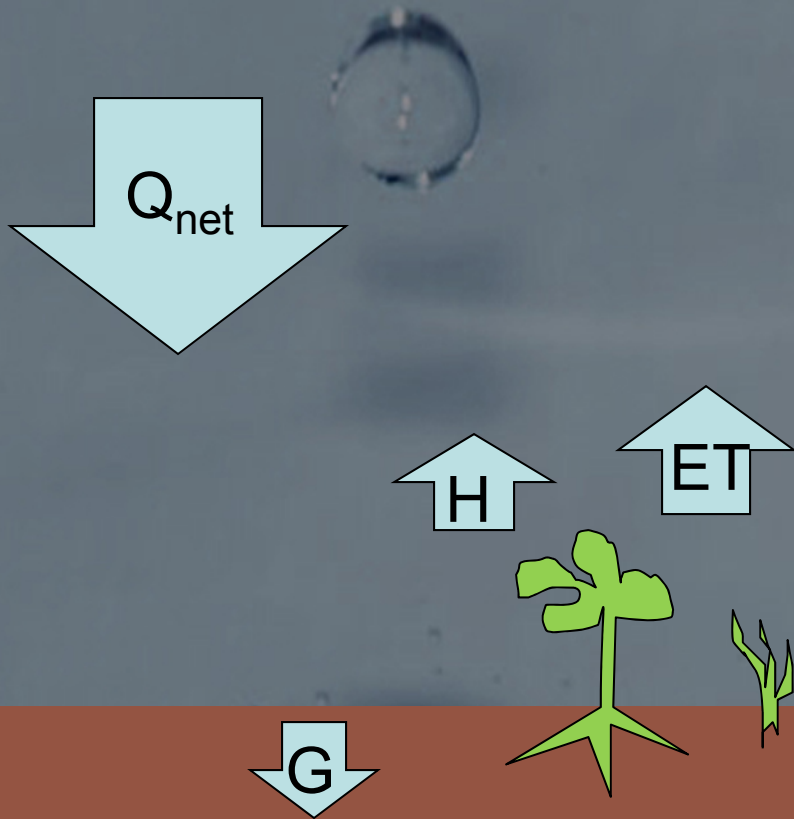
netto straling:

$$Q_{\text{net}} = K_{\downarrow} - K_{\uparrow} + L_{\downarrow} - L_{\uparrow}$$

# Verdamping: energiebalans



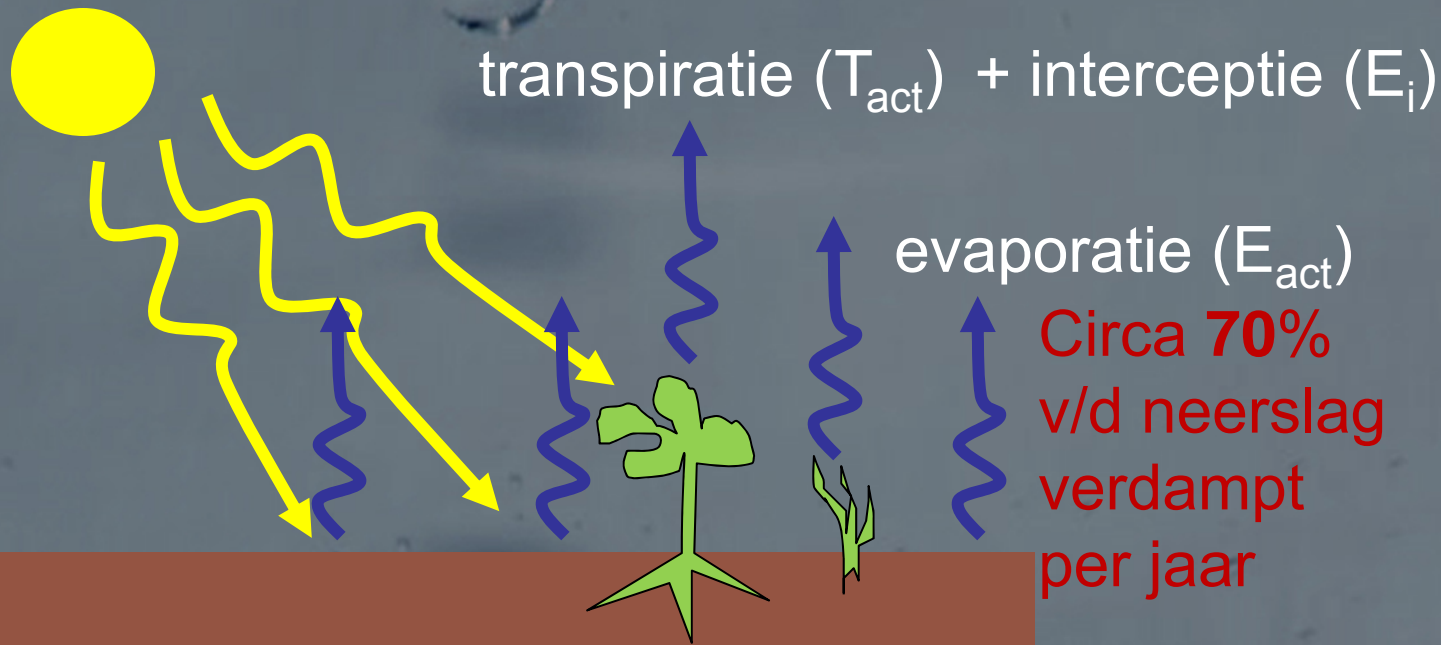
$$Q_{\text{net}} = ET_{\text{act}} + G + H$$



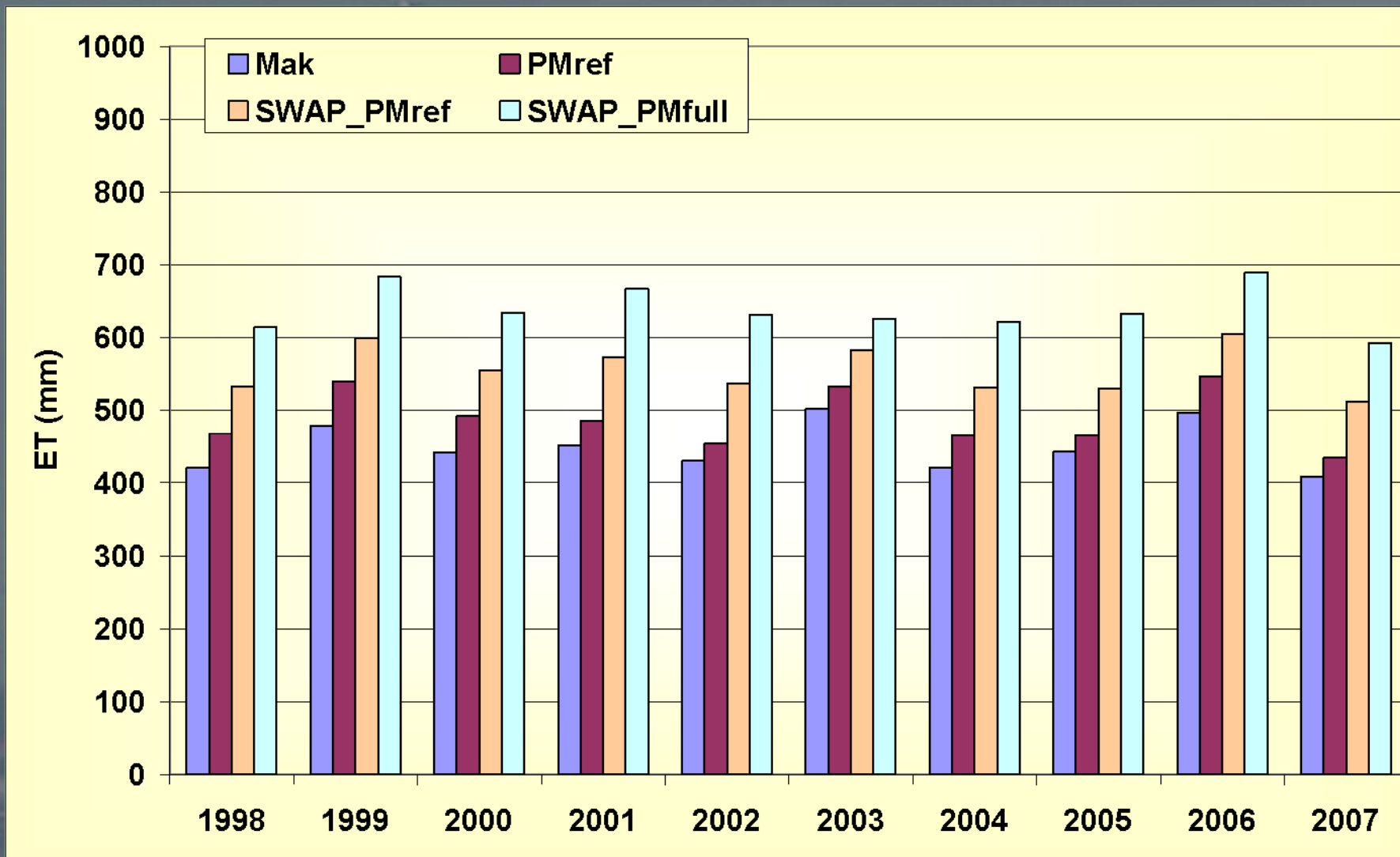
# Verdamping: terminologie



Gangbare term: evapotranspiratie ( $ET_{act}$ )



# Verdamping belangrijk?





# Verdamping belangrijk?



200 mm/jaar verkeerd in waterbalans...

Oppervlakte waterschap: 2000 km<sup>2</sup>

200 mm/jaar = 400 miljoen m<sup>3</sup>/jaar = 13 m<sup>3</sup>/s gemiddeld per jaar

Aanname: investeringskosten gemaal

gemaalcapaciteit 600 m<sup>3</sup>/min = 100 m<sup>3</sup>/s

kosten: 100 miljoen €

} 1 milj. €  
per m<sup>3</sup>/s

13 miljoen € overbodige investeringskosten



- Terminologie
- Belang referentieverdamping: Makkink vs P-M
- Inventarisatie: P-M binnen NL
- Regionalisatie P-M
- Aanbevelingen



Gangbare methode om  $ET_{act}$  te berekenen in hydrologische modellen:  
gewasfactoren-methode

Gewasfactoren afh. van methode  $ET_{ref}$

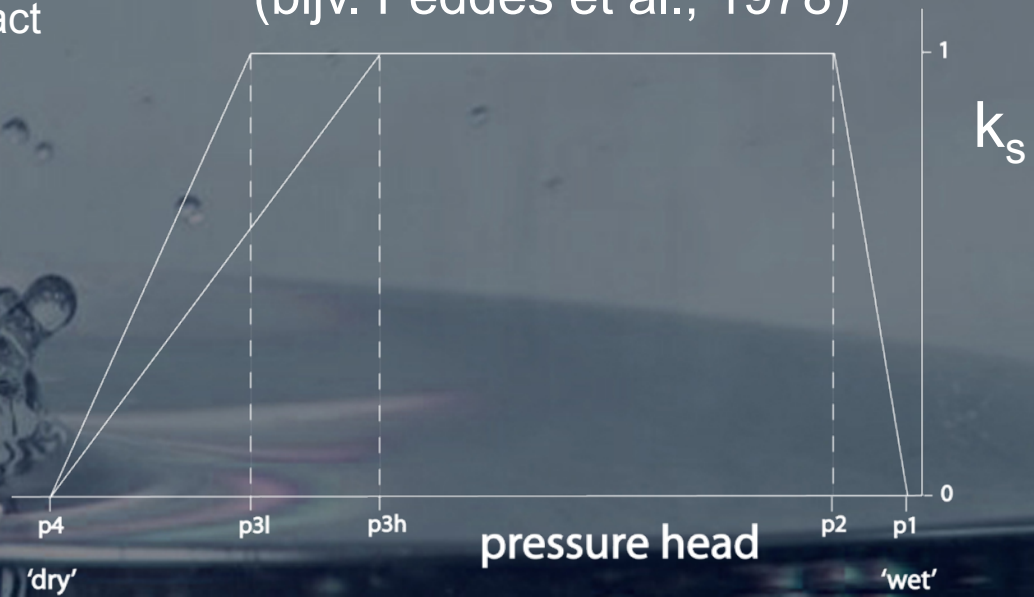
- Referentie verdamping:  $ET_{ref}$
- Potentiële verdamping:  $ET_{pot}$

$$ET_{pot} = k_c * ET_{ref}$$

- Actuele verdamping:  $ET_{act}$

$$ET_{act} = k_s * ET_{pot}$$

Wortel ontrekkingsfunctie  
(bijv. Feddes et al., 1978)





- Operationeel waterbeheer: monitoring  $ET_{act}$
- Strategisch waterbeheer: scenario's (landgebruik, klimaat)



## Referentie verdamping

- Standaard binnen Nederland: Makkink
- Standaard internationaal: Penman-Monteith (FAO 56)



# Makkink vs Penman-Monteith



- Makkink (De Bruin, 1988)

$$\lambda \cdot \rho \cdot ET_{ref} = 0,65 \cdot \frac{s}{s + \gamma} \cdot K^{\downarrow}$$

Geldig voor:

“Een goed van water voorzien kort gewas”

- Penman-Monteith (FAO 56; Allen et al., 1998)

$$ET_{ref} = \frac{0,408 \cdot s \cdot (Q_{net} - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T} \cdot u_2 \cdot [e_s - e_a]}{s + \gamma(1 + 0,34 \cdot u_2)}$$

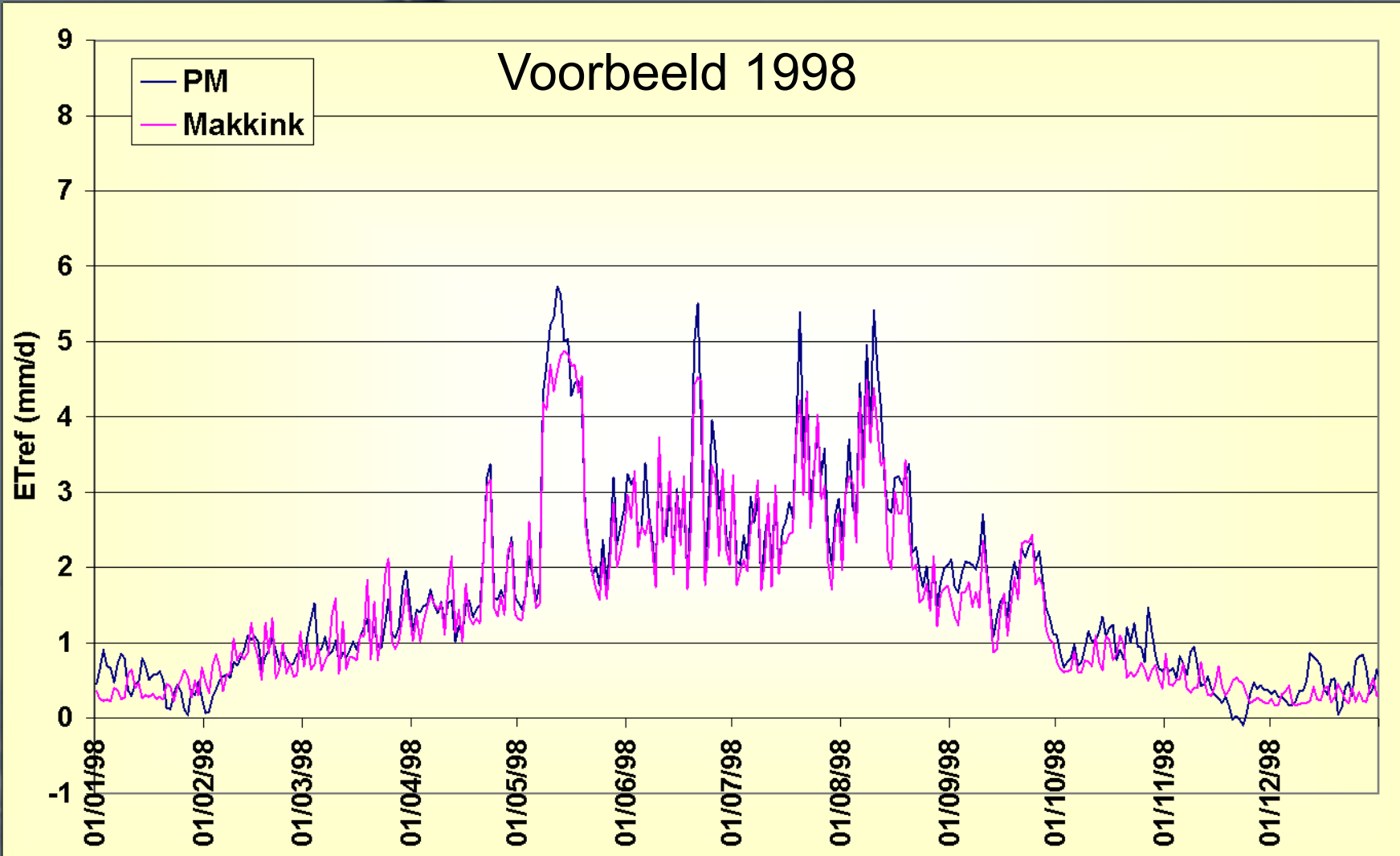
Geldig voor standaardgewas:

- hoogte: 12 cm
- gewasweerstand:  $70 \text{ s m}^{-1}$
- albedo: 0,23

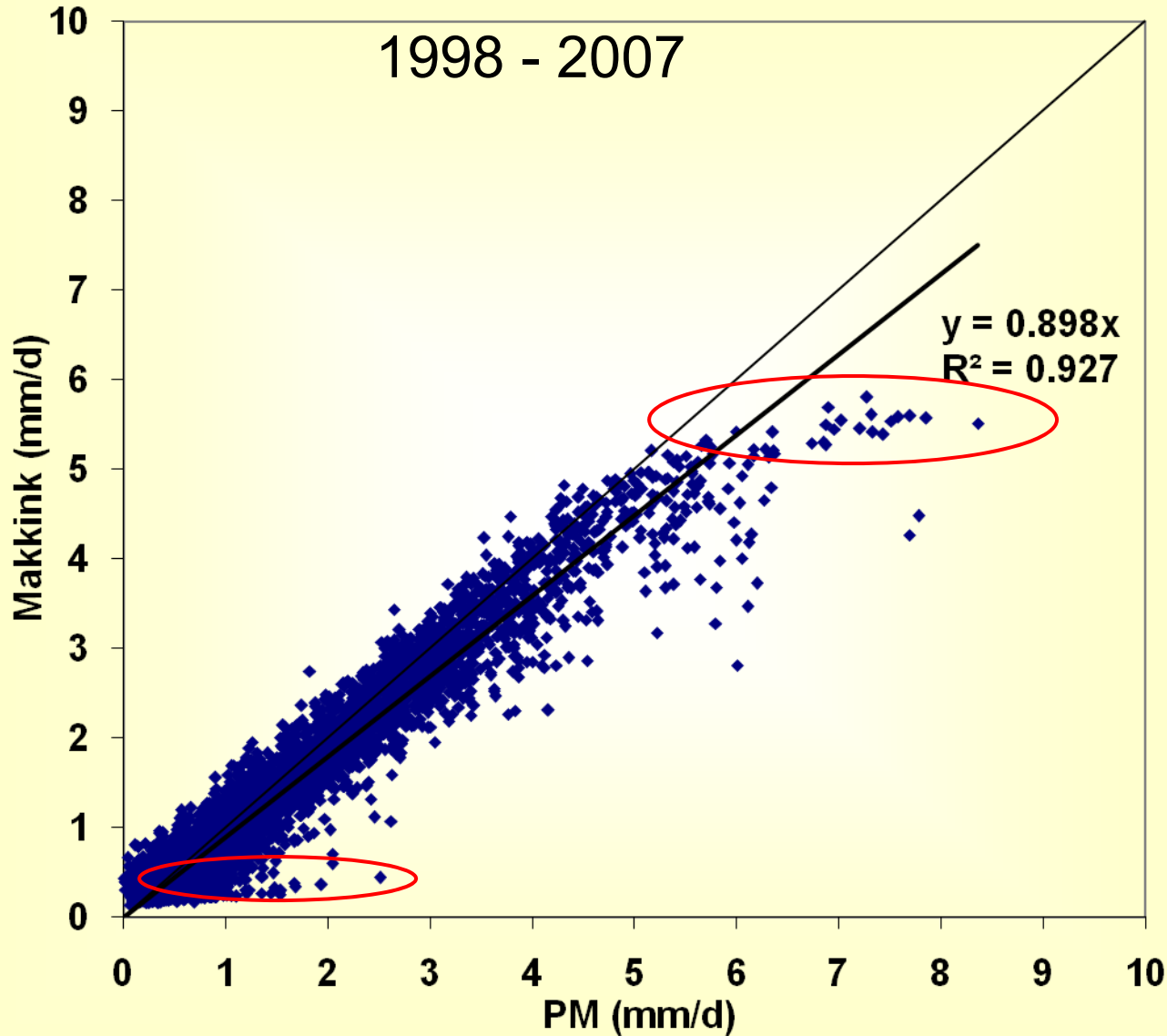
stralingsterm

aerodynamische term

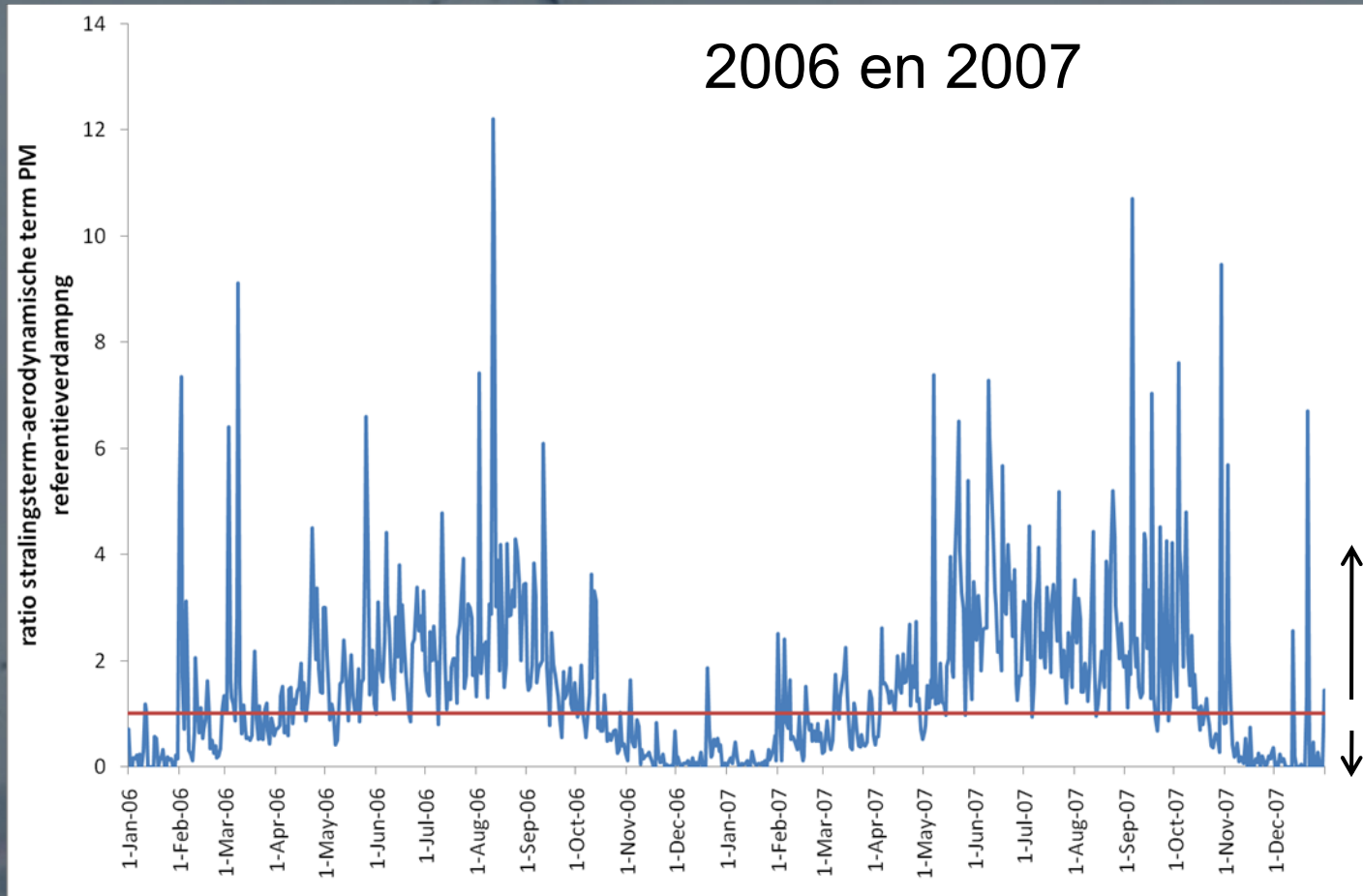
# Makkink vs Penman-Monteith



# Makkink vs Penman-Monteith



# Penman-Monteith



↑  
straling  
↓  
aerodyn.





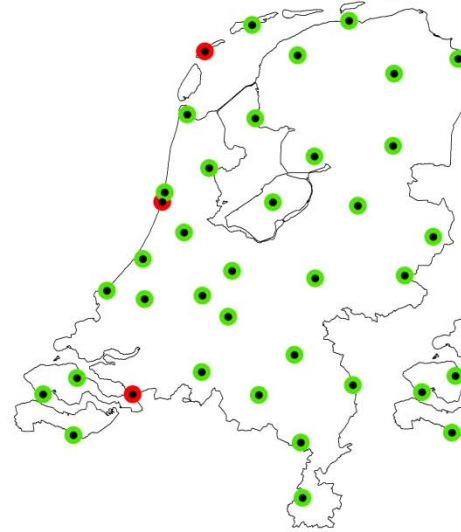
- Terminologie
- Belang referentieverdamping: Makkink vs P-M
- **Inventarisatie: P-M binnen NL**
- Regionalisatie P-M
- Aanbevelingen

# Invoergegevens

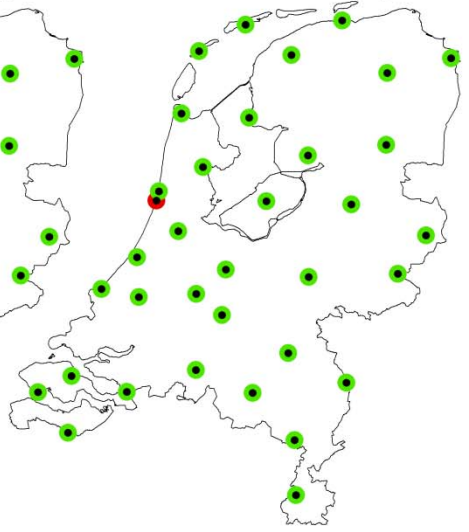


- Makkink:
  - Globale straling
  - Temperatuur
- Penman-Monteith:
  - Netto straling
  - Temperatuur
  - Windsnelheid
  - Relatieve luchtvochtigheid

Globale straling



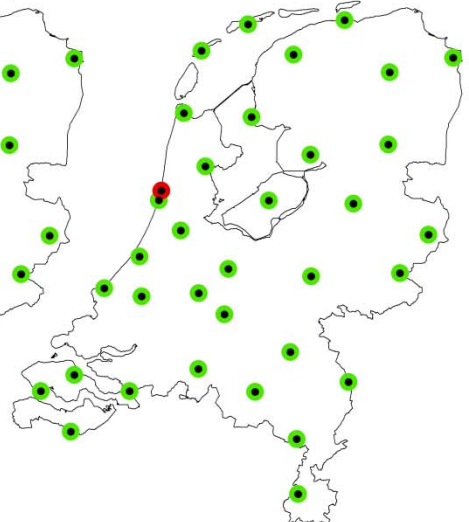
Temperatuur



Relatieve luchtvochtigheid



Windsnelheid





- KNMI
- Meteo Consult
- WeerOnline
- WeatherNews
- WaterWatch
- NEO
- EARS



- KNMI
- Meteo Consult
- WeerOnline
- WeatherNews
- WaterWatch
- NEO
- EARS

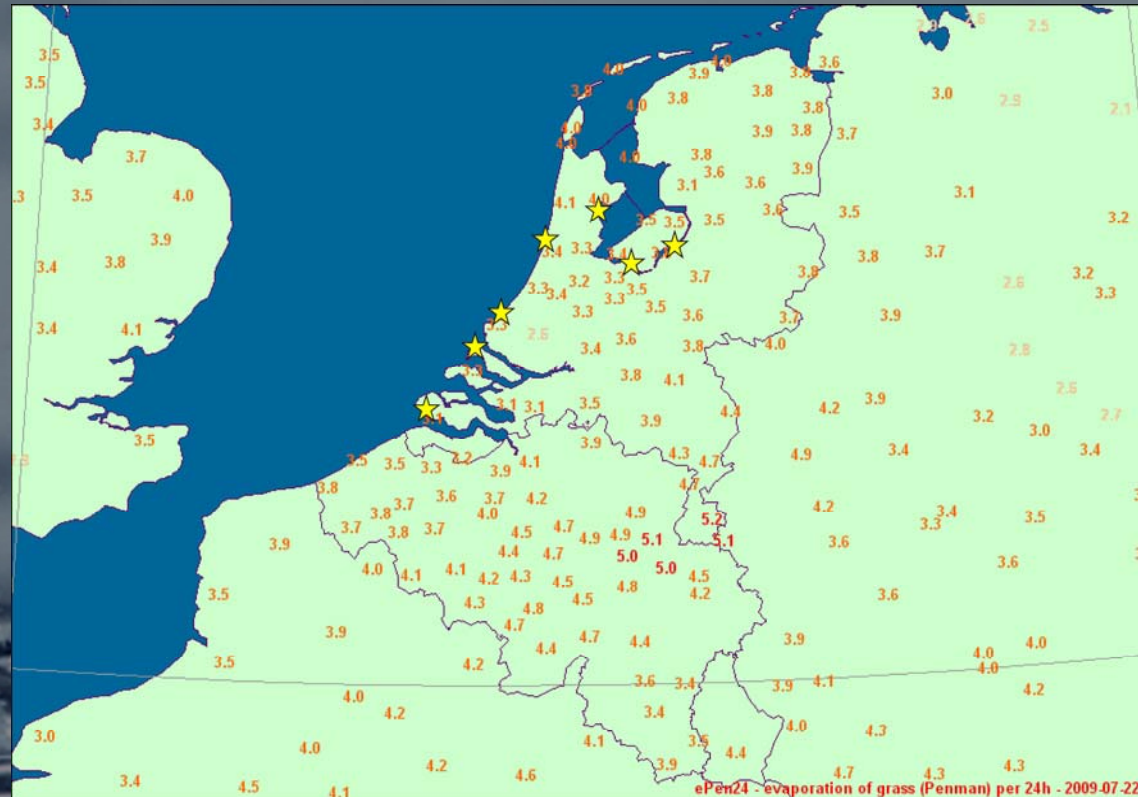


- KNMI: 35 automatische stations; interpolatie speerpunt
- Meteo Consult
- WeerOnline
- WeatherNews
- WaterWatch
- NEO
- EARS

# Inventarisatie data/methoden binnen NL



- KNMI
- Meteo Consult: wind; straling; temp. + rel. luchtvocht.
- WeerOnline
- WeatherNews
- WaterWatch
- NEO
- EARS





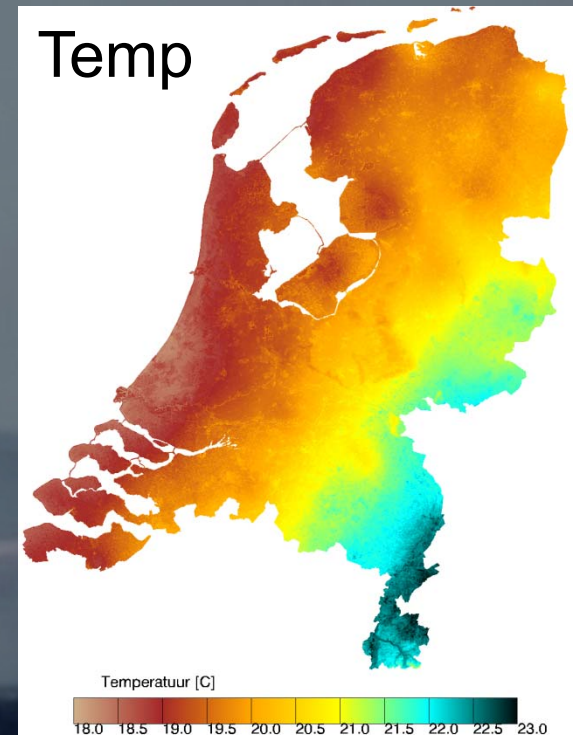
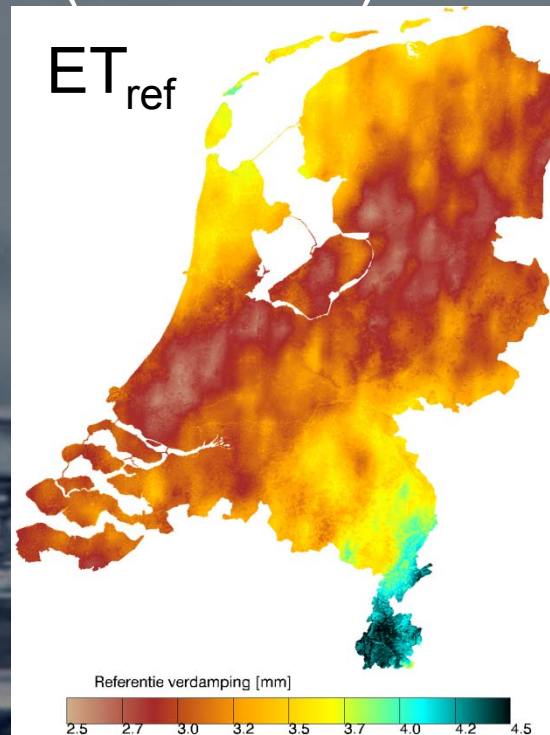
- KNMI
- Meteo Consult
- WeerOnline: temp. + rel. luchtvochtigheid
- WeatherNews
- WaterWatch
- NEO
- EARS



# Inventarisatie data/methoden binnen NL



- KNMI
- Meteo Consult
- WeerOnline
- WeatherNews
- WaterWatch: MSG (MeteoSat) + MeteoLook
- NEO
- EARS





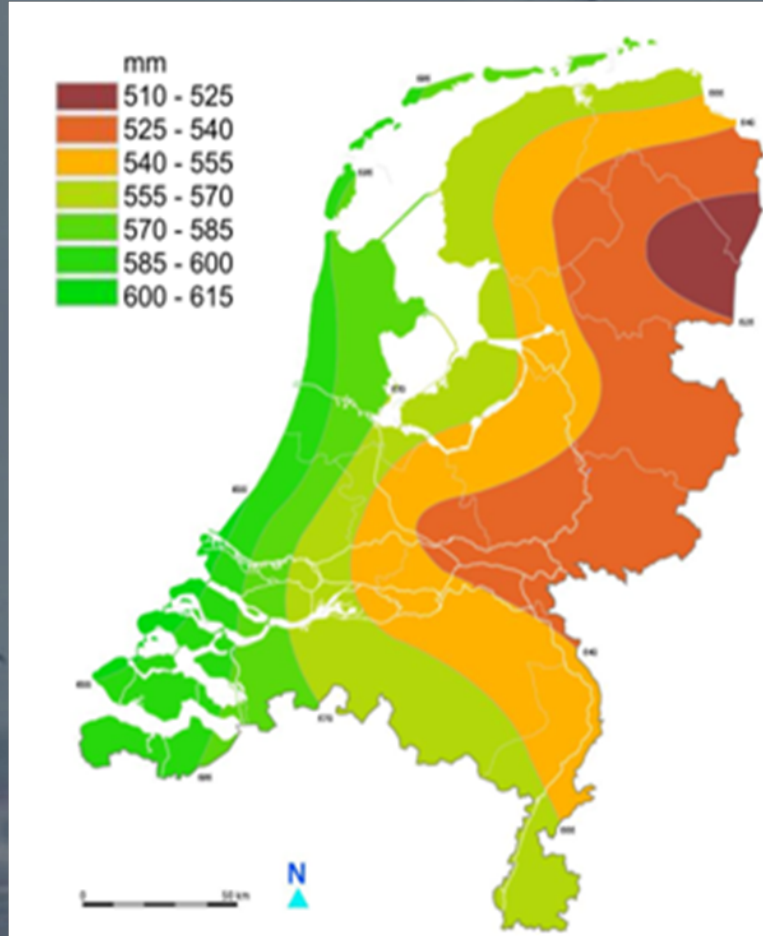


- Terminologie
- Belang referentieverdamping: Makkink vs P-M
- Inventarisatie: P-M binnen NL
- **Regionalisatie P-M**
- Aanbevelingen

# Regionalisatie verdamping

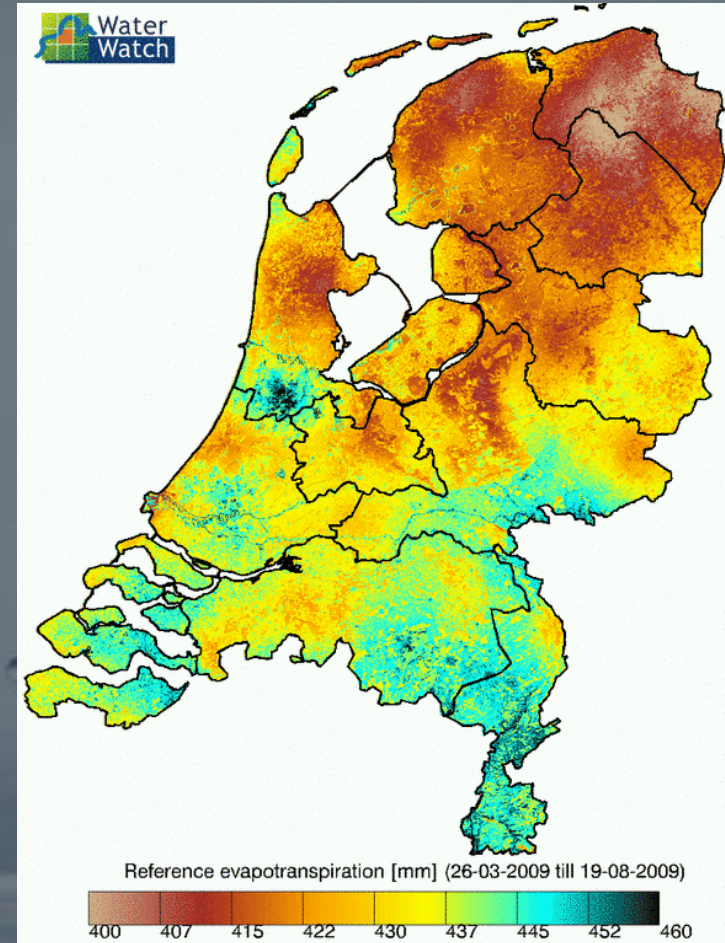


geen hulpinformatie



[www.knmi.nl](http://www.knmi.nl)

wel hulpinformatie



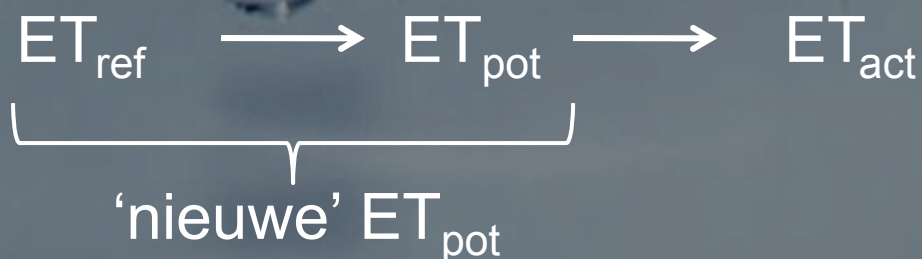
[www.waterwatch.nl/verdamping](http://www.waterwatch.nl/verdamping)



- KNMI:  $ET_{ref}$  volgens Makkink + Penman-Monteith
- Meten netto straling (KNMI)
- Vergelijkingsstudie interpolatiemethoden
- Modelstudies: ET splitsen in  $E - T - E_i$



- Heroverweging gewasfactoren-methode:



- albedo: landgebruik + hydrologische toestand + helling
- minimale gewasweerstand: landgebruik + weer
- gewashoogte

- Studie naar interceptieverdamping landbouwgewassen
  - Vergelijkingsstudie wortelonttrekkingsfuncties
  - Eén verantwoordelijke organisatie verzamelen  $ET_{act}$  metingen
    - KNMI
    - Meteo Consult / WeerOnline
    - STOWA
    - ? Suggesties ?
- beschikbaar  
- garantie op voortbestaan



Dank voor uw  
aandacht!

