

# CUR HANDBOEK SOILMIX-WANDEN

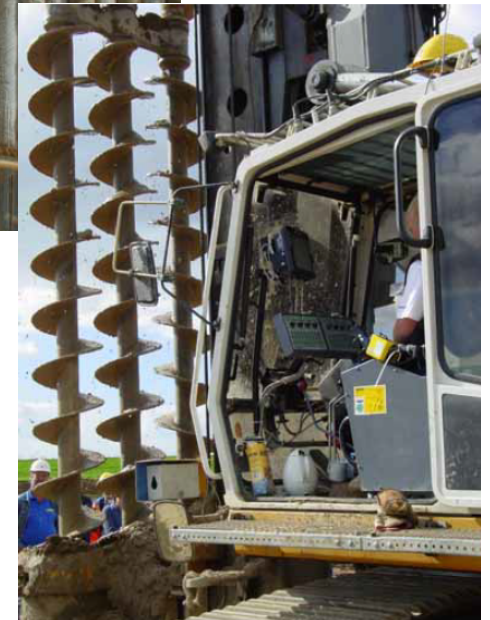
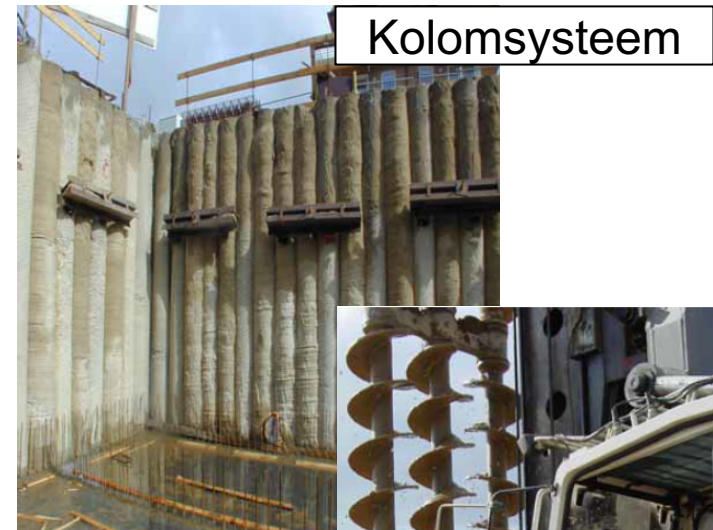
## ONTWERP EN UITVOERING



Jeroen de Leeuw - **ConGeo**

# Soilmix-wanden

- Wandsysteem voor met name bouwkuipen
- Hoe ziet dit er uit?



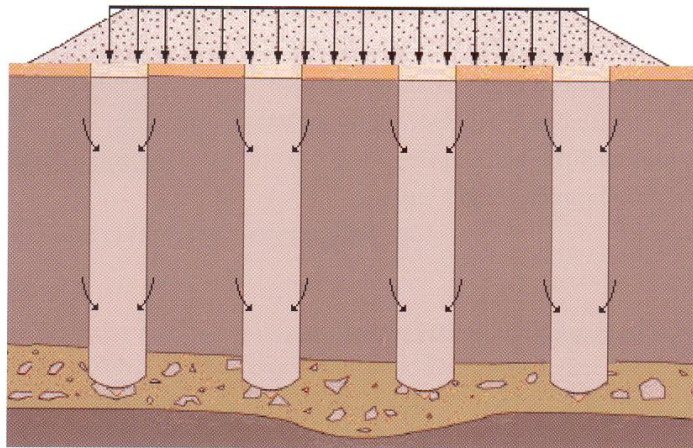
# Soilmix-wanden

- In de grond gevormde wanden
- Aanbrengen d.m.v. frees (d = 550)
- Aanbrengen d.m.v. triple avegaar (d = 380/550)
- Mixen van grond met een groutmengsel
- Versterken d.m.v. toepassing wapening
- Verschillende toepassingen:
  - Grondkerend
  - Verticaal dragend
  - Waterkerend
- Ook permanent



# Geschiedenis Soilmix

- Jaren '70 Japan: Van oorsprong als grondverbeteringstechniek.
- Jaren '80 ook in Scandinavië en later in VS en rest van Europa.
- Gestabiliseerde grondkolommen



# Geschiedenis Soilmix



- Jaren 2000-2010 steeds meer bij vorming van kerende wanden.
- Met name in België en Nederland.
- Constructieve toepassing bij bouwkuipen.
- Afgehangen staalprofielen om de sterkte en stijfheid te vergroten.
- Behoefte aan praktisch toepasbare ontwerp- maar ook uitvoeringsrichtlijn.

# Handboek Soilmix-wanden



## VOORSCHRIFTEN BETON TGB 1990

Constructieve eisen en rekenmethoden  
(VBC 1995)

TGB 1990 Regulations for concrete  
Structural requirements  
and calculation methods

Technische grondslagen voor bouwconstructies

Nederlandse norm

## NEN 9997-1 (nl)

Geotechnisch ontwerp van constructies -  
Deel 1: Algemene regels

Geotechnical design of structures -  
Part 1: General rules

Vervangt NEN 9997-1+C1:2012  
NEN 9997-1:2011/C1:2012  
NEN 9997-1+C1:2012/C2:2015;  
NEN 9997-1+C1+A1:2016 Ontbr.

ICS 91.080.01; 93.020  
juni 2016

## Nederlandse norm NEN-EN 1994-1-1+C1 (nl)

Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-  
betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels  
en regels voor gebouwen

Eurocode 4: Design of composite steel and  
concrete structures – Part 1-1: General rules  
and rules for buildings

Vervangt NEN-EN 1994-1-1:2005 (nl)  
Vervangt NEN-EN 1994-1-1:2005+NB:2007, deels

ICS 91.010.30; 91.080.10; 91.080.40  
december 2011

## NEN 6720 2e druk, september 1995

TECHNISCH CENTRUM  
TOEGEPASTE WETENSCHAP  
EN ONDERZOEK

NEDERLANDS  
NORMALISATIE-  
INSTITUUT

Bouwen met kennis

## Damwandconstructies



6<sup>e</sup> herziene druk, deel 1

Vervangt NEN-EN 14679:2003 Ontbr.

Nederlandse norm

## NEN-EN 14679 (en)

Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk -  
Diep mengen

Execution of special geotechnical works - Deep mixing

ICS 93.020  
april 2005

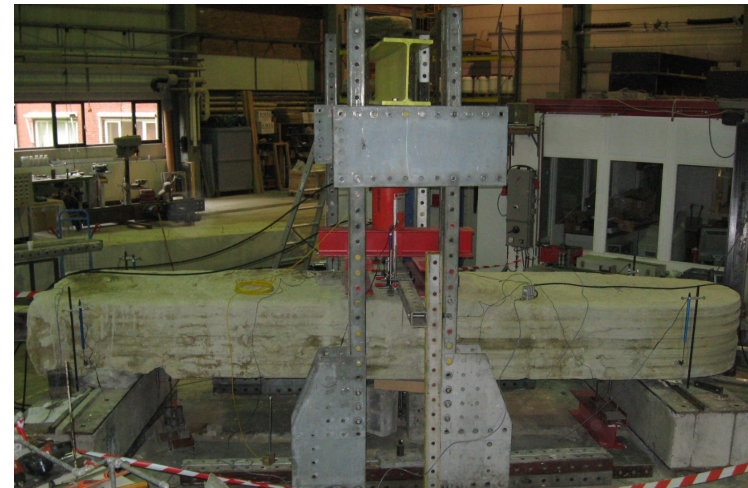
# Belgische ervaringen

- Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf : WTCCB
- Onderzoek naar de karakteristieken van het Soilmixmateriaal
- Proefpanelen



# Belgische ervaringen

## □ Laboratoriumonderzoek





# Handboek Soilmix-wanden

- SBRCURnet & WTCB
- Unieke samenwerking België - Nederland
- Start commissie in januari 2013
- Uitgave handboek in juni 2016



# Soilmix-mengsel

- De grond wordt gemengd met een bindmiddel
- Vaak nat mengsel van cement en bentoniet



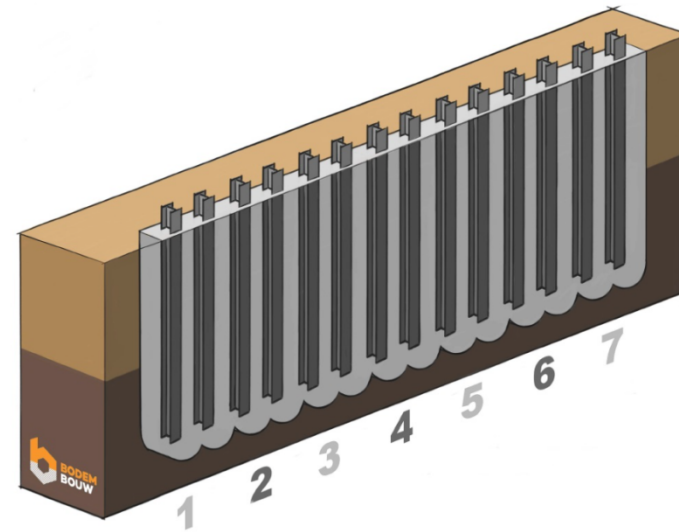
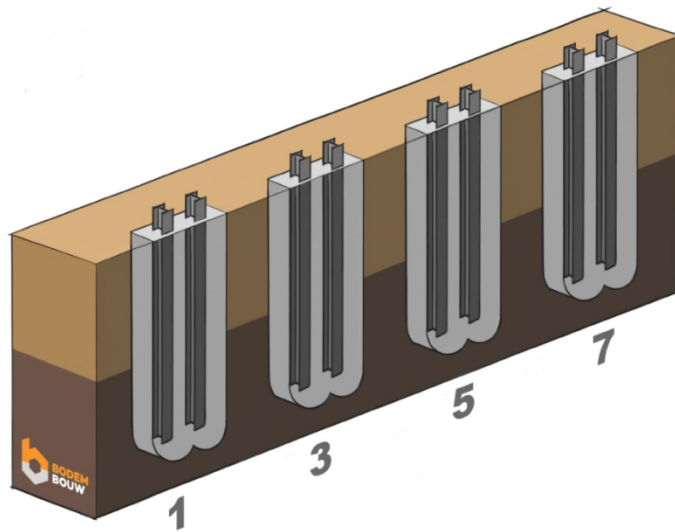
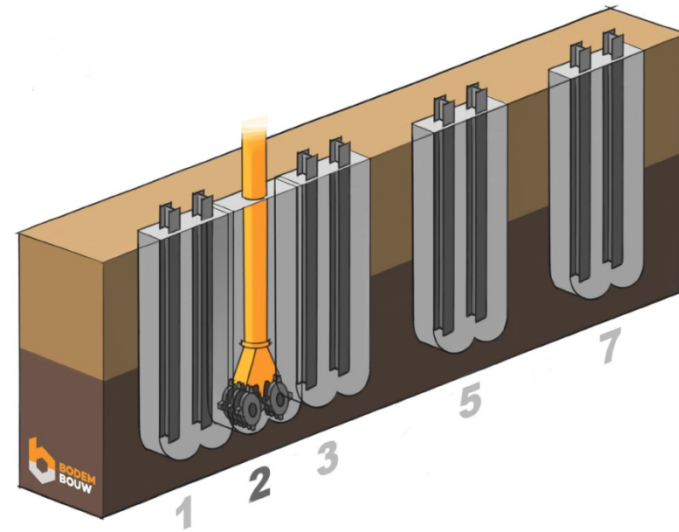
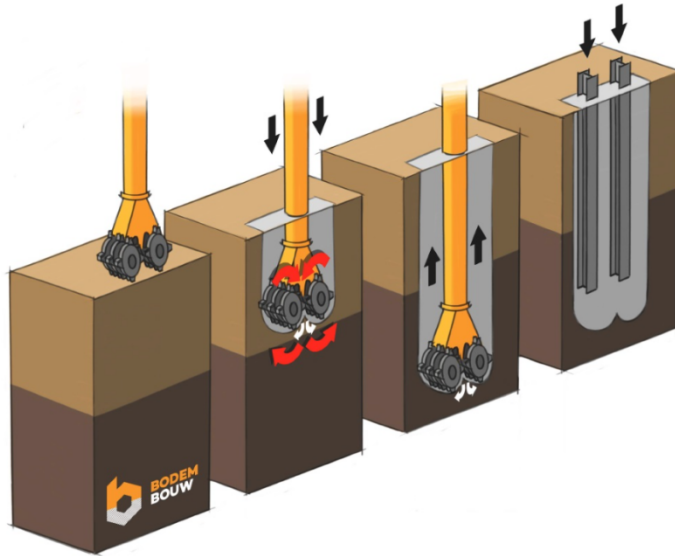
## Per m<sup>3</sup> soilmixwand:

- 250-500 kg cement
- 15-30 kg bentoniet
- water in wcf 0,6 à 1,2

# Soilmix-mengsel

- Eisen aan grondsamenstelling:
  - Zand, uitermate geschikt.
  - Klei en veen, dunne lagen geen probleem.
  - Beoordeling door uitvoerende partij gevraagd.
- Eisen aan menging
- Te behalen druksterkte van belang
- 3 à 12 N/mm<sup>2</sup>

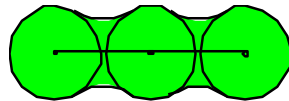
# Uitvoering Soilmix-wanden



# Uitvoering Soilmix-wanden

## □ Dubbele pelgrimsgang:

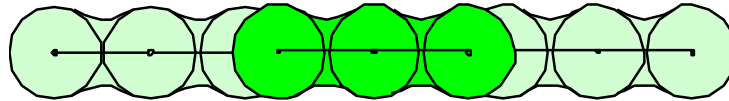
**Primair paneel**



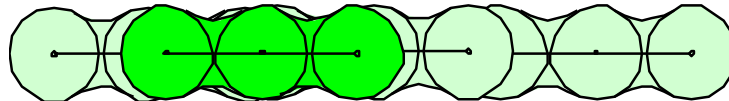
**Primair paneel**



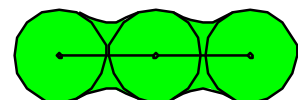
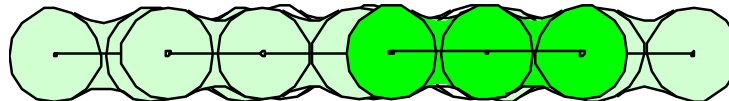
**Secundair paneel**



**Additioneel paneel**



**Additioneel paneel**



# Voor- en nadelen

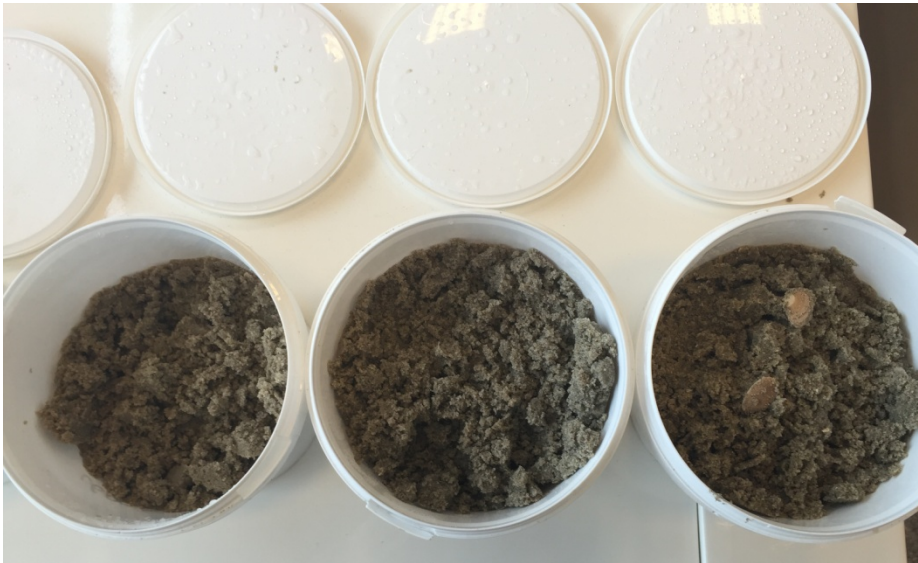
- Voordelen:
  - Trillingsarme methode
  - Minimale geluidsoverlast
  - Beperkt ruimtegebruik bij uitvoering
  - Gebruik aanwezige grondslag:  
Minimaal transport aanvoer materialen
  - Ook toepasbaar in vastgepakte grondlagen

# Voor- en nadelen

- Nadelen:
  - Lagere bouwsnelheid dan ingetilde damwand
  - Niet in elke grondslag geschikt:  
(dikke klei- / veenlagen; grind)
  - Ontbreken van ervaringen langetermijngedrag
  - Niet terugwinbaar
  - Onbekendheid bij controlerende partijen

# Vooronderzoek

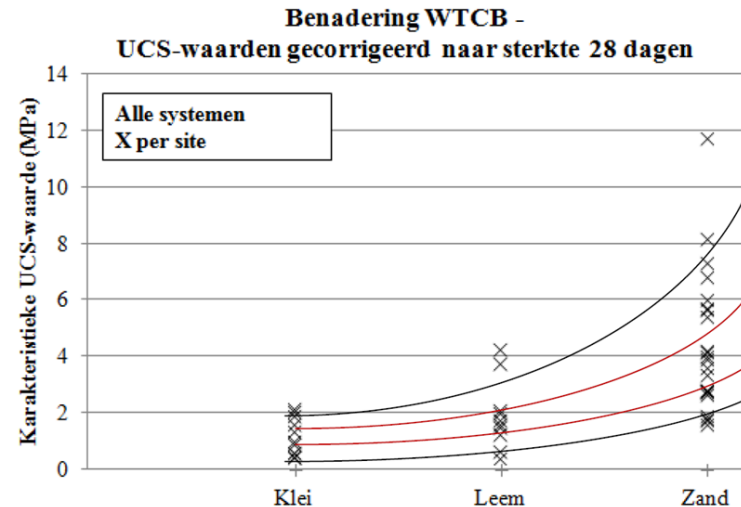
- Beoordeling geschiktheid grondslag
- Aanwezigheid verontreinigingen, brak water
- Inschatting druksterkte
- Bepaling optimale slurry





# Vooronderzoek

- Richtwaarden druksterkte zijn in handboek opgenomen
- Beoordeling beoogde uitvoerende partij



Type grondsoort	Gemiddelde druksterkte $f_{sm,m}$		Karakteristieke druksterkte $f_{sm,k}$	
	Ruime range	Nauwe range	Ruime range	Nauwe range
<b>Klei</b>	1,5 – 4,0 MPa	2,0 – 3,0 MPa	0,5 – 2,0 MPa	1,0 - 1,5 MPa
<b>Leem</b>	2,0 – 5,0 MPa	2,5 – 4,0 MPa	0,75 – 3,0 MPa	1,25 - 2,0 MPa
<b>Zand</b>	4,0 – 16,0 MPa	6,0 – 10,0 MPa	2,0 – 8,0 MPa	3,0 - 5,0 MPa

## □ Rekenwaarde druksterkte:

$$f_{sm,d} = \alpha_{sm} \frac{f_{sm,k}}{\gamma_{SM} k_f} \beta$$

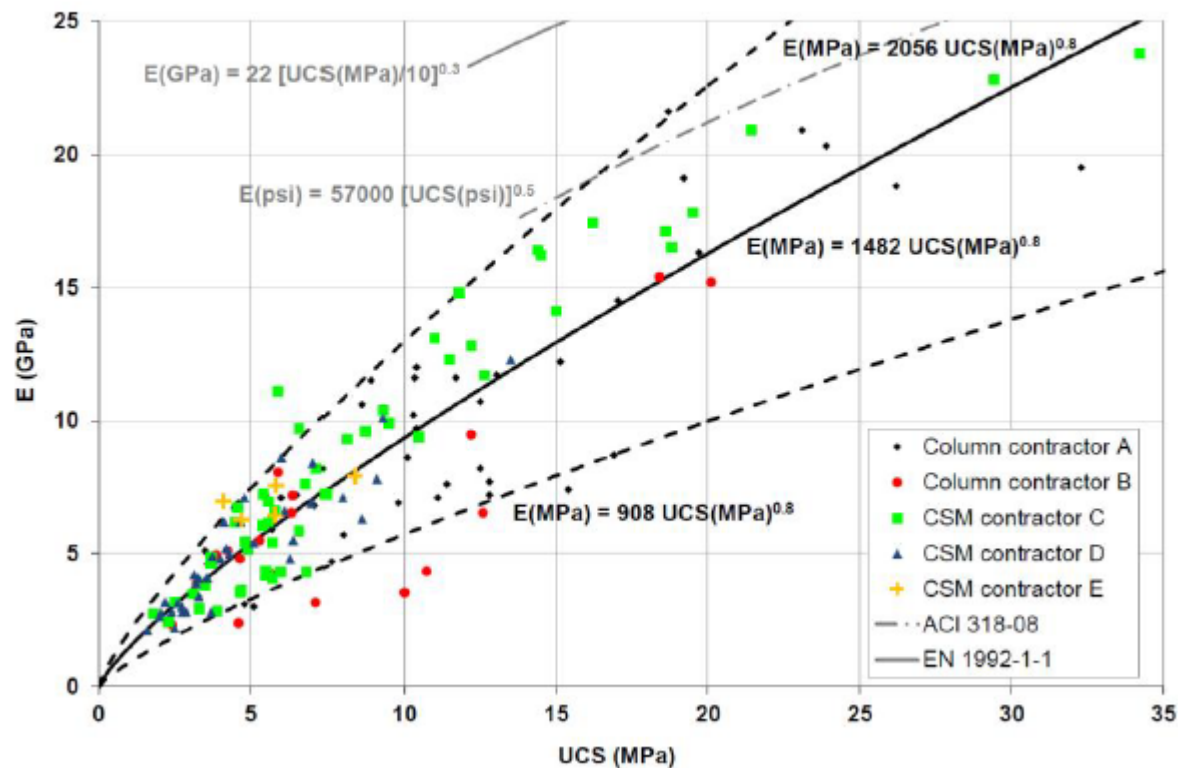
- $f_{sm,k}$  = karakteristieke druksterkte
- $\alpha_{sm}$  = 1,0 voor tijdelijk en 0,85 voor langeduur
- $\gamma_{SM}$  = 1,5
- $k_f$  = 1,1 (inschatting druksterkte); 1,0 bij gemeten waarde.
- $\beta$  = reductiefactor indien jonger dan 28 dagen.

# Elasticiteitsmodulus

□ Correlatie met druksterkte:

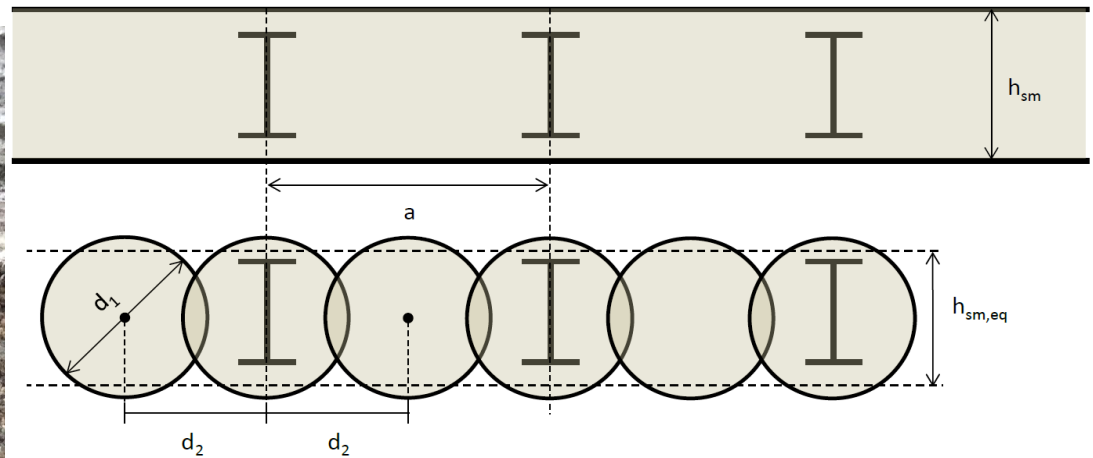
$$E_{sm} = 1482 * f_{sm;m}^{0,8}$$

Correlatie stijfheid / druksterkte



# Wapening Soilmix-wand

## □ Staalprofielen



- Gangbare h.o.h.-maat:  $a = 1100$  mm
- Staalprofielen HE- of IPE-profielen

# Hechtsterkte

- Aanhechting / afschuifsterkte staal – soilmix
- Grenswaarde 1:  $f_{bd} = \eta_1 \eta_2 0.240 \sqrt{f_{sm,k}}$
- Grenswaarde 2:  $f_{bd} = \max. 10\% \text{ van } f_{sm,d}$

## □ Grenswaarde 3:

### Bij bepaling momentcapaciteit:

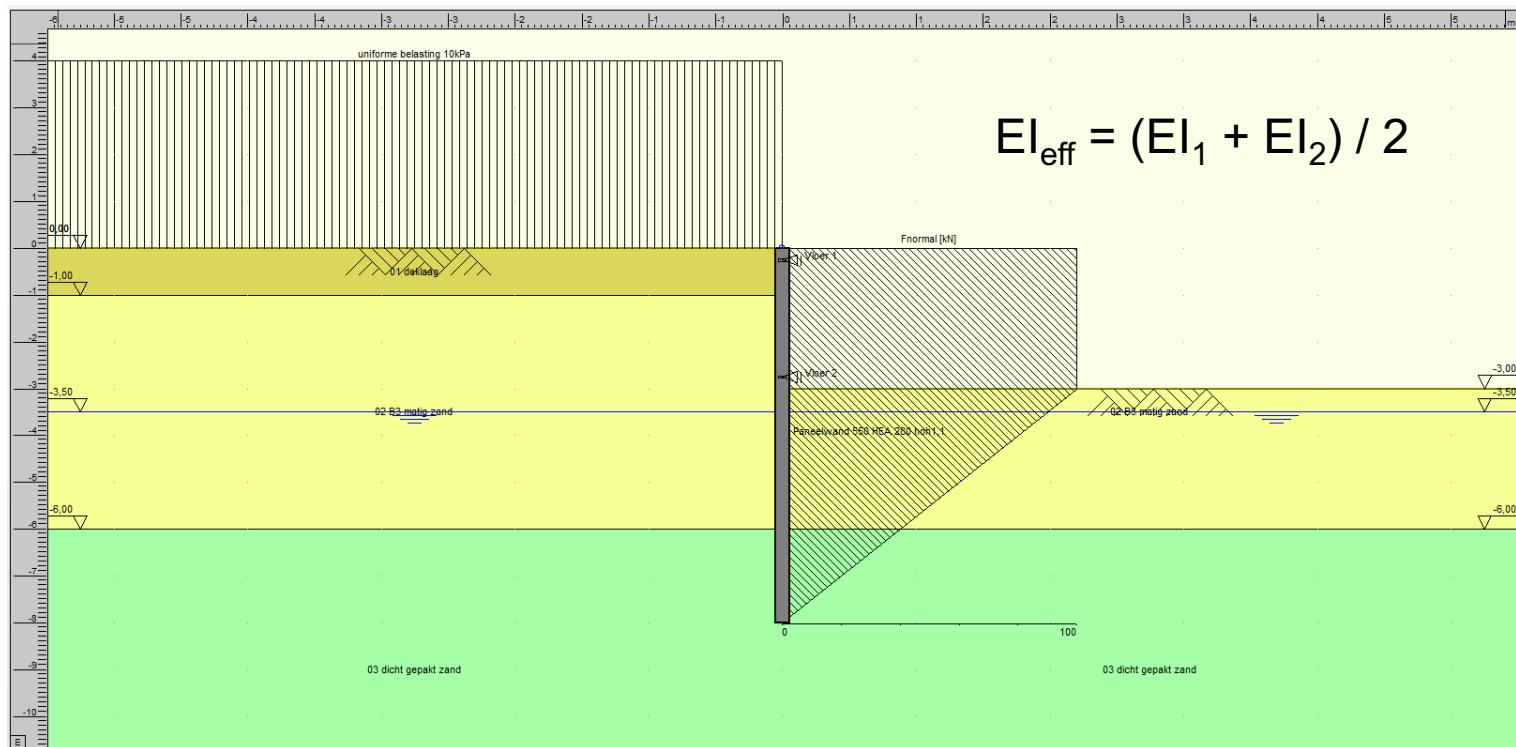
- Max.  $0,3 \text{ N/mm}^2$  voor tijdelijke situatie
- $0 \text{ N/mm}^2$  voor langetermijnsituatie (= geen aanhechting)  
(Afwijking i.o.m OG onder bepaalde voorwaarden)

### Bij verticale lastafdracht:

- Max.  $0,3 \text{ N/mm}^2$  voor tijdelijke situatie
- Max.  $0,3 \text{ N/mm}^2$  voor langetermijnsituatie  
(Alleen onder bepaalde voorwaarden)

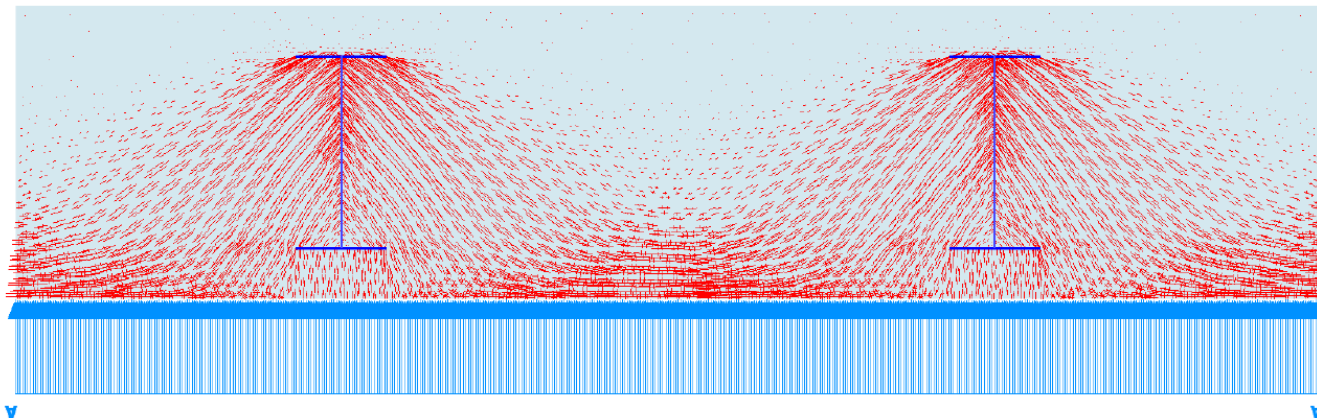
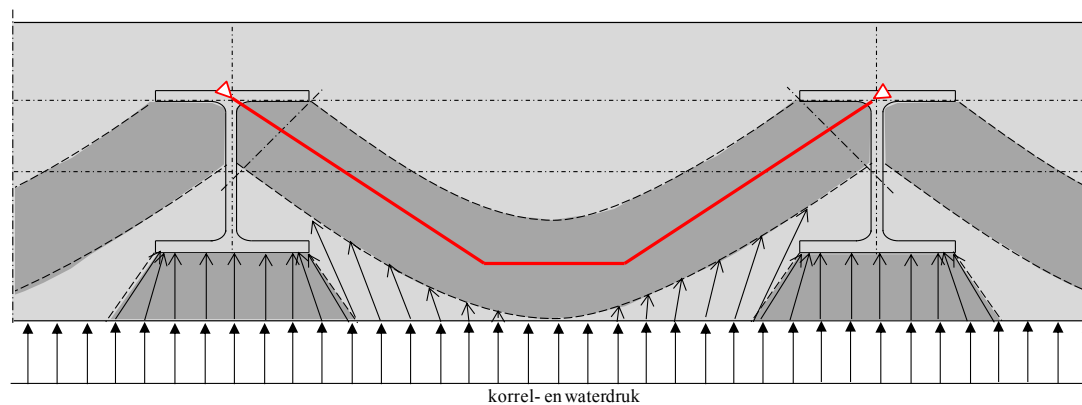
# Ontwerp Soilmix-wanden

- Berekening met DSheet (of Plaxis)



# Drukboog

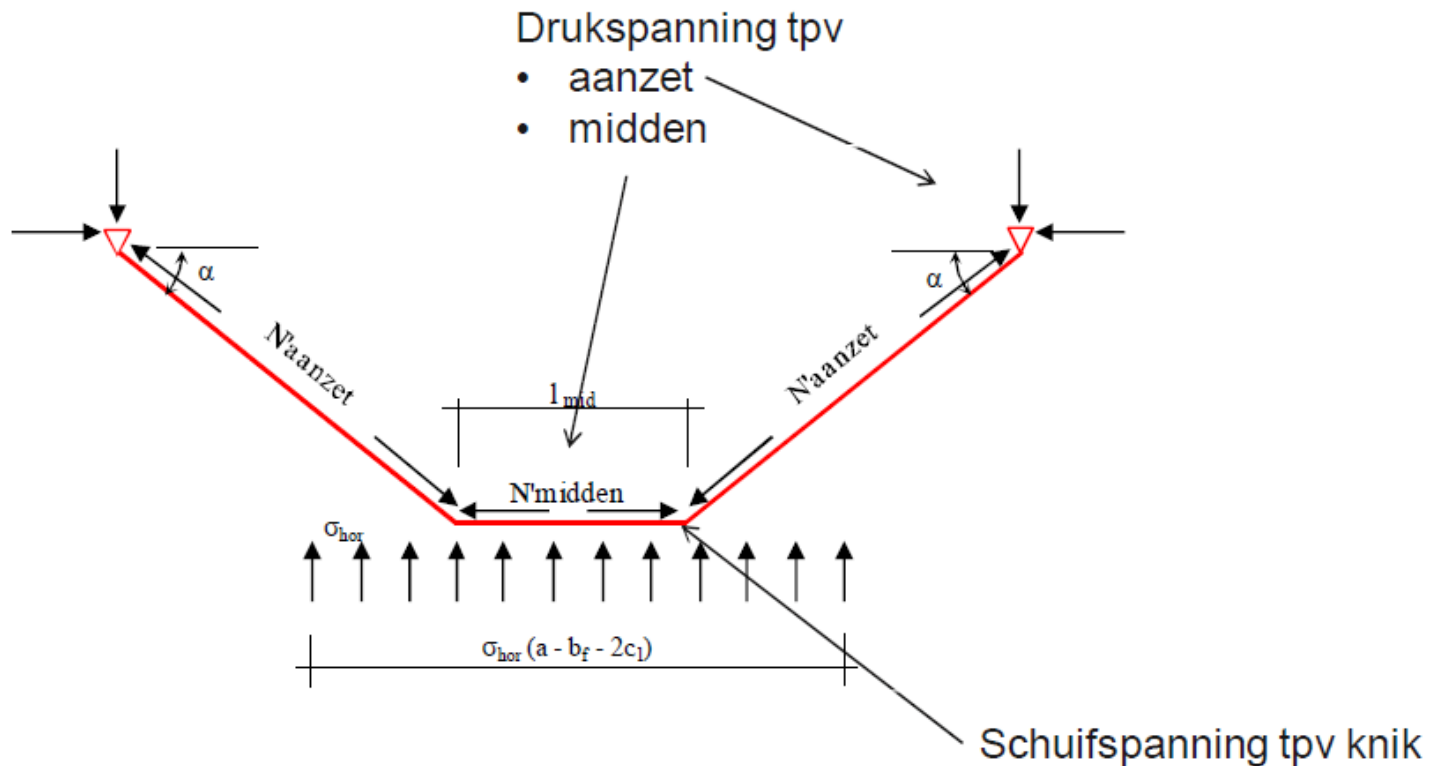
- Boogwerking binnen soilmixmateriaal
- Belasting wordt doorgegeven aan staalprofielen





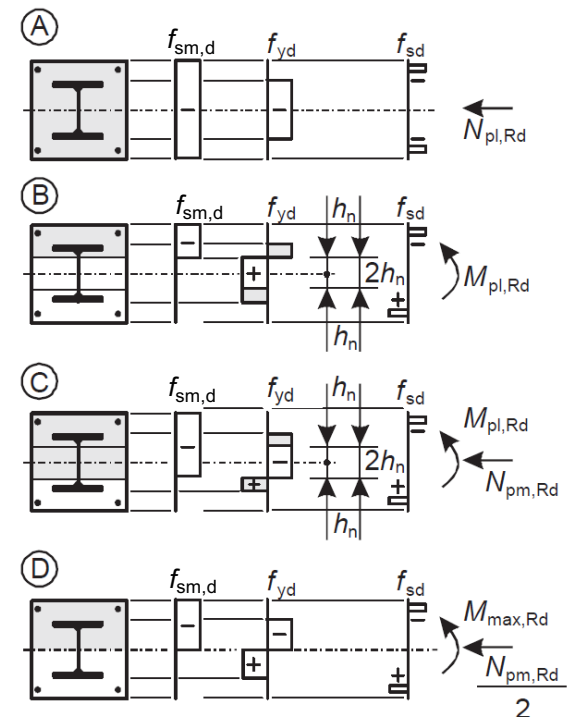
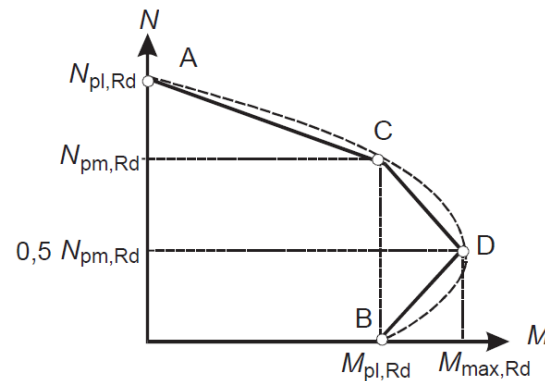
# Drukboog

## □ Raamwerkmodel



# Sterktetoets

- Gecombineerde wand
- Beperking meewerkende breedte drukzone soilmix (o.a. 2 x flensbreedte)
- Toetsing snedekrachten



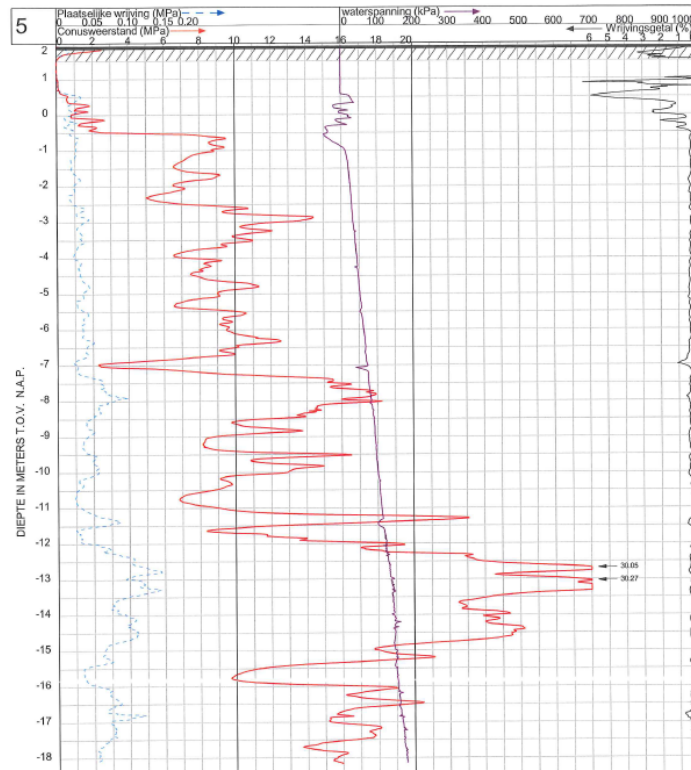
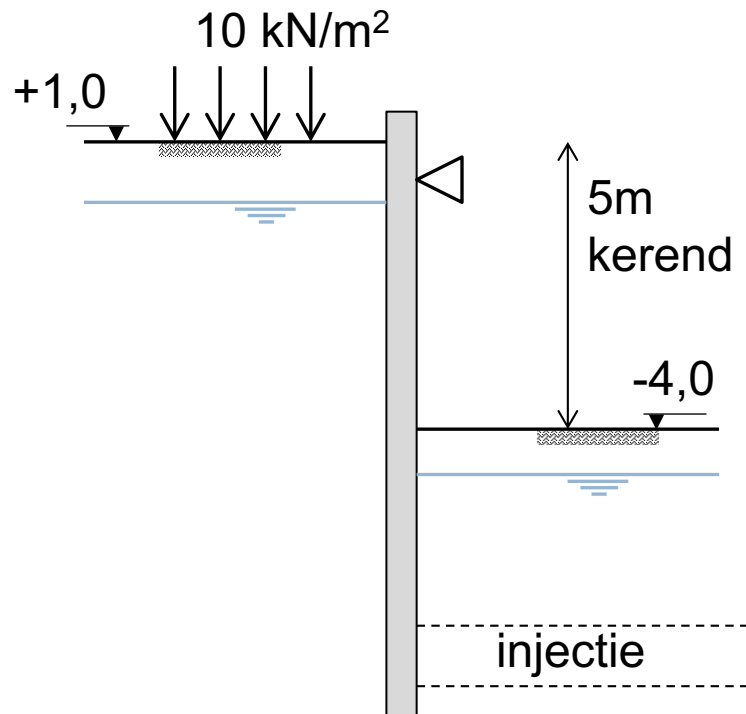
# Ontwerp Soilmix-wanden

- Overige ontwerpaspecten:
  - Steunpunten
  - Hoekoplossingen
  - Verticaal draagvermogen
  - Beëindiging staalprofielen

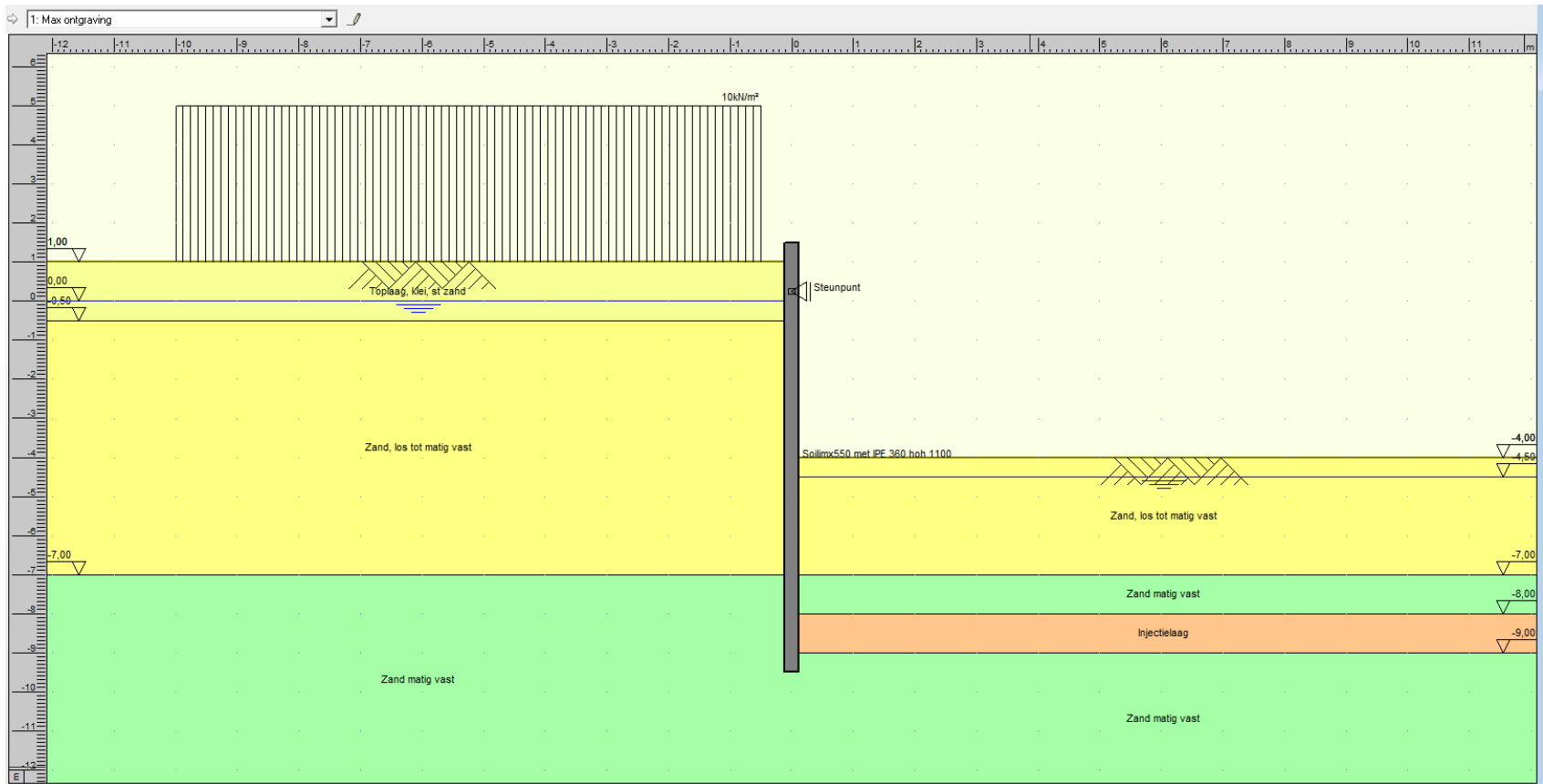


# Vergelijk met damwand

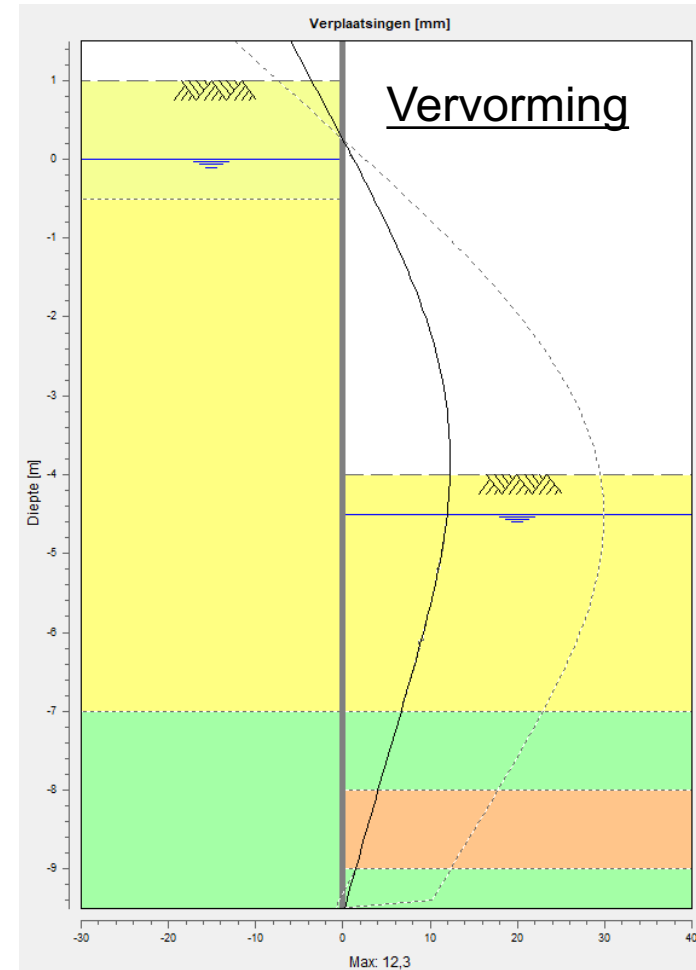
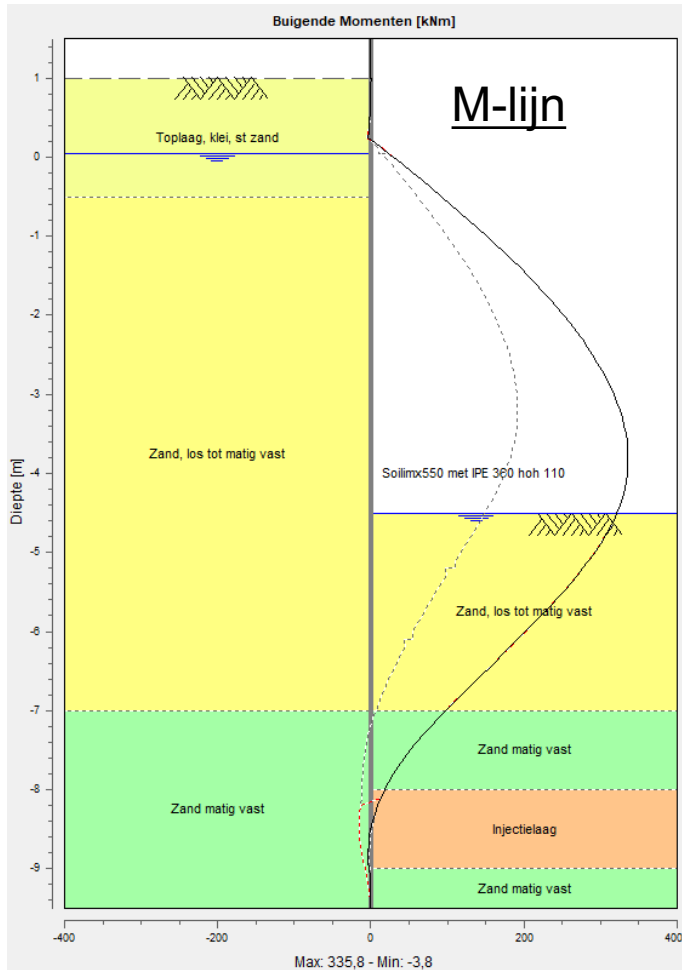
- Damwandontwerp vs. Soilmix-wandontwerp
- Project Utrecht



# Vergelijk met damwand



# Vergelijk met damwand



# Vergelijk met damwand

	Damwand	Soilmix-wand
Specificatie	AZ13-770	IPE360 hoh 1100
Staalkwaliteit	S240GP	S355
Stijfheid EI	46960 kNm <sup>2</sup> /m	110309 kNm <sup>2</sup> /m
Vervorming	20.4 mm	12.3 mm
M toelaatbaar	371 kNm/m	389 kNm/m
M optredend	323 kNm/m	336 kNm/m
Staal	99 kg/m <sup>2</sup>	52 kg/m <sup>2</sup>

# Kwaliteitsbeheersing

- Beoordeling kwaliteit soilmix-wand





# Kwaliteitsbeheersing

- Monstername achteraf - kernboringen



**Kernboring horizontaal**

# Kwaliteitsbeheersing

- Monstername achteraf - kernboringen

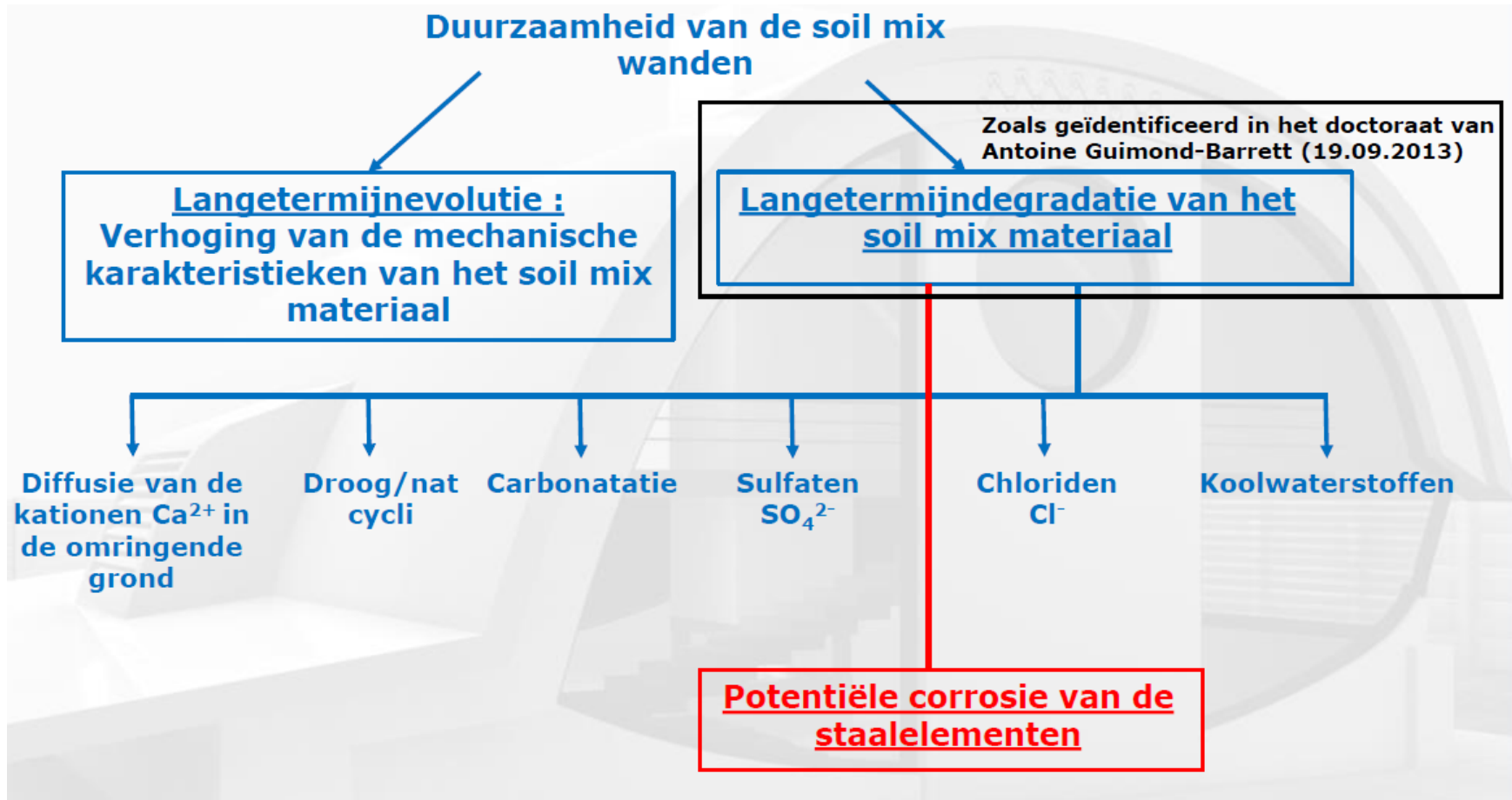


# Kwaliteitsbeheersing

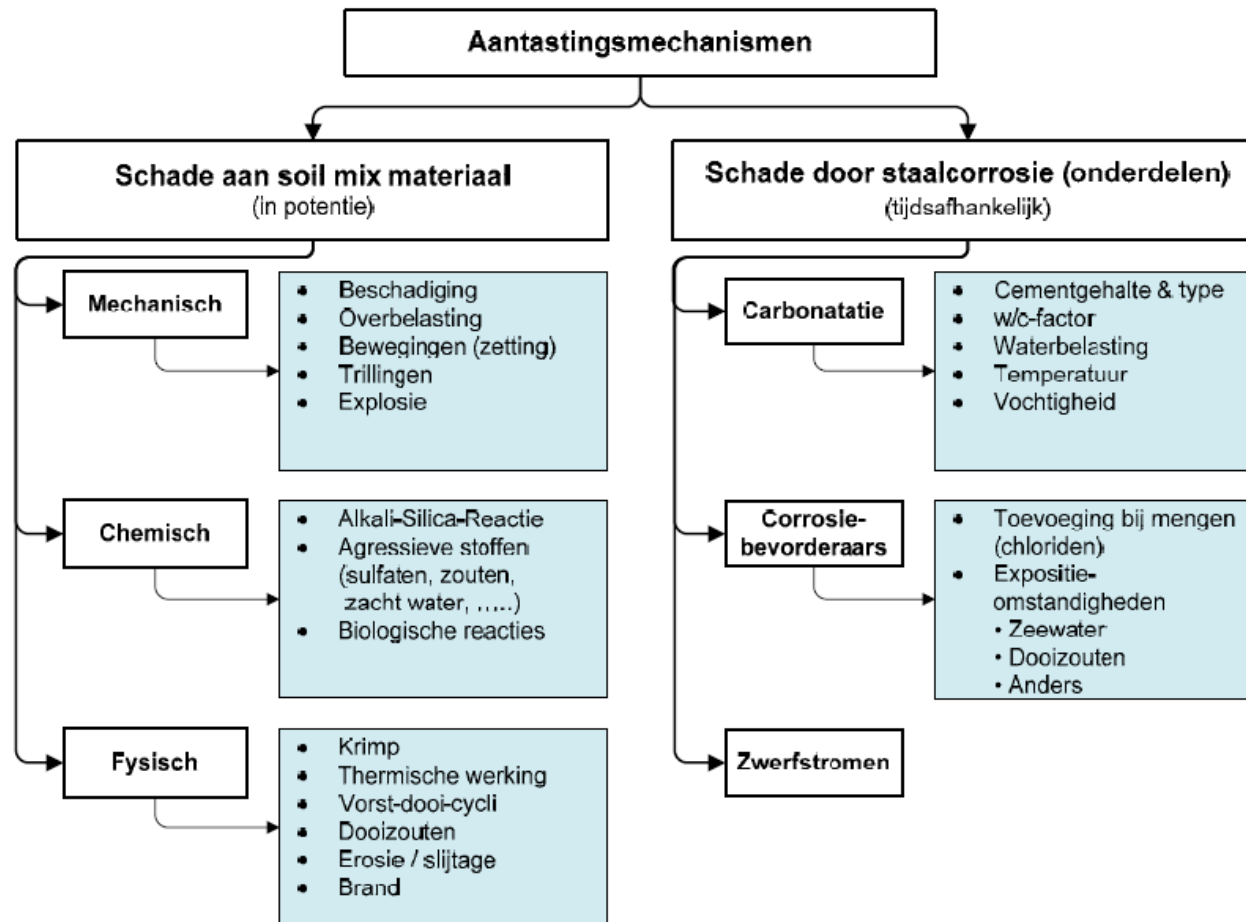
## □ Monstername achteraf - liners



# Levensduur, beheer, onderhoud



# Levensduur, beheer, onderhoud



# Tot slot

- Te koop via SBRCURnet
- Prachtig boekwerk
- 282 pagina's

