

HOE AANNEMELIJK IS EEN RESTZETTINGSEIS?

Joop van der Meer

Van Oord / SSB

1

INHOUD

- SSB
- Design, Construct & Maintenance projecten
- restzettingseisen
- onzekerheden zettingsprognoses
- onderzoek SSB in Delft Cluster verband

2

WAT IS HET SSB?

- Stichting **Speurwerk** **Baggertechniek**
- in zestiger jaren begonnen als CSB
- technisch samenwerkingsverband Boskalis en Van Oord
- onderzoeksdoelen
- investering ca. Euro 500.000,- per jaar

WAT DOEN DE BEDRIJVEN VERDER NOG?

- eigen onderzoek
- afstudeerders

3

“DESIGN & CONSTRUCT” PROJECTEN

- toename aantal D, C & M projecten (binnen en buitenland)
- in korte tijd ontwerpen / aannemer verantwoordelijk
- adviesbureaus ingehuurd door aannemers
- D&C lijninfrastructuur: korte bouw tijden en scherpe eisen restzetting

4

RESTZETTINGSEISEN

Bron: CROW-rapport "Betrouwbaarheid van zettingsprognoses"

- **Rijksweg:**
 - < 15 cm in ca. 27 jr. na oplevering grondwerk
 - < 10 cm in ca. 12 jr. na oplevering verharding
 - < 15-30 cm in ca. 27 jr. na ingebruikname
 - < 10 cm in ca. 10 jr. na ingebruikname

- **Provinciale weg:**
 - < 20-40 cm in ca. 27 jr. na ingebruikname
 - < 10 cm in 30 jr. na oplevering grondwerk
 - < 5 cm in 30 jr. na oplevering verharding

- **Spoorweg:** IC ballastspoor < 30 cm in 30 jr. na ingebruikname
strengere eisen voor HSL en Betuwelijn

5

RESTZETTINGSEISEN

VOORBEELDEN TENDERS IN 2005:

- N201:
 - restzetting < 5 cm in 30 jr.
 - ca. 7 m zanderige klei
 - consequentie: terpen op (zand)palen

- Westrandweg:
 - restzetting < 15 cm in 30 jr.
 - langsonvlakheid < 5 cm over 25 m
 - ca. 7-8 m humeuze / zanderige klei

- Hanzelijn:
 - < 15 cm in 30 jr. na start exploitatie
 - waarbij:
 - < 4 cm in eerste jaar
 - < 3 cm in tweede jaar
 - < 2 cm in de volgende jaren

6

RESTZETTINGSEISEN

CONCLUSIES

- uiteenlopende eisen t.a.v. restzettingen en tijden
- eisen onafhankelijk van de ondergrond?
- eisen onafhankelijk van onderhoudstermijn?
- eisen niet altijd realistisch (b.v. 5 cm in 30 jr. in klei/veen pakket)?

ONDUIDELIJKHEDEN

- aanpak zettingsberekening voor grondconstructies (wegen/spoorwegen) niet beschreven (niet in NEN)
- BGT of UGT?
- verwachtings- of bovengrenswaarde?

7



7 laboratoria / 5 samendrukkingsproeven

Conclusies rapport

significante verschillen in:

- C_s , C_α , c_v (zelfs bij identieke proefdata) mede bepalend voor restzetting

Redenen:

- verschil interpretatiemethoden
- verschil procedures inbouw monsters
- monsterverstoring
- apparatuur
- meetfouten
- dimensiefouten
- kruipzetting gedurende weekend

8



3 bureaus / 3 cases zettingsprognose
 - identieke basisgegevens

Conclusies rapport:

- onderlinge verschillen >> 30%
- verschil met werkelijkheid >> 30 %

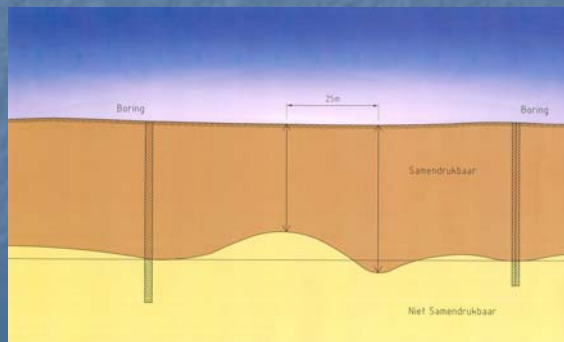
Redenen:

- verschil in samendrukkingsparameters (>2x)
- ontwerpvrijheid adviseur
- maaiveldniveau
- schematisatie grondlaagindeling
- stijghoogte grondwater
- volumiek gewicht ophoging

VERDERE BEPERKINGEN / ONZEKERHEDEN

GRONDONDERZOEK

- aannemer ondanks ontwerpverantwoordelijkheid niet betrokken bij keuze grondonderzoek
- lokale variatie in bodemopbouw (langsonvlakheid)



VERDERE BEPERKINGEN / ONZEKERHEDEN

GRONDONDERZOEK (vervolg)

- kruipgedrag 1 dag vertalen naar 30 jaar - belangrijk voor restzetting (primaire zetting eruit door tijdelijke voorbelasting)

BEREKENINGSMODELLEN

- Koppejan, Anglosaksische methode, Isotachen (lineaire of natuurlijke rek), Soft soil creep, etc.
- we weten niet precies wat kruip is

2-D GEOMETRIE LIJNINFRASTRUCTUUR

GRONDGEDRAG NA ONTLASTEN

- geen van de modellen beschrijft ontlastgedrag 100% correct

GRONDGEDRAG NA ONTLASTEN

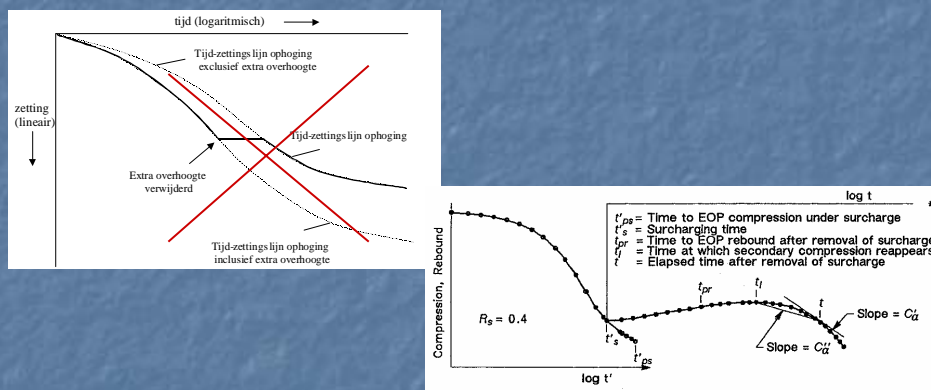


Fig. 2 Definition of elapsed times used in surcharging

Langeduurmetingen zijn niet beschikbaar

ONDERZOEK SSB / DELFT CLUSTER

initiatief aannemers

“INVLOED VAN EEN VOORBELASTING OP DE RESTZETTING”

Opdracht aan Geodelft

1. Literatuurstudie
2. Gevoeligheidsanalyse
3. Laboratoriumproeven
4. Narekenen labproeven + aanpassing theoretisch model
5. Publicatie

13

ONDERZOEK SSB / DELFT CLUSTER

GRONDMONSTERS

- 2 Begemann boringen dia. 66 mm lengte 5 m (Krimpen a/d Lek)
- humeuze klei met nat vol. gewicht ca. 12.5 kN/m³

BEPROEVING

- 17 stuks langeduur samendrukkingsproeven (3 mnd. – 1 jr)
- proeven uitgevoerd in triplo
- 1 kruipmeting bij 10 graden Celsius

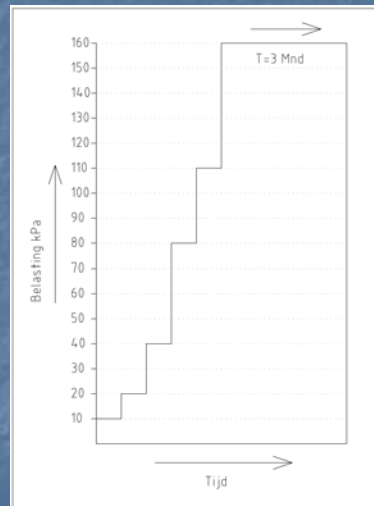
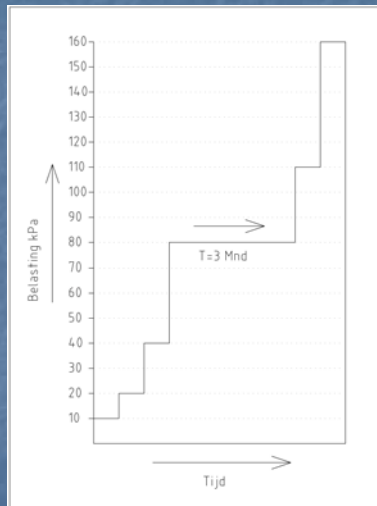
OMSTANDIGHEDEN

- geconditioneerde temperatuur +/- 0.5 graden Celsius
- geijkte inductieve verplaatsingsopnemers + meethorloges

KLANKBORDGROEP (begeleiding project)

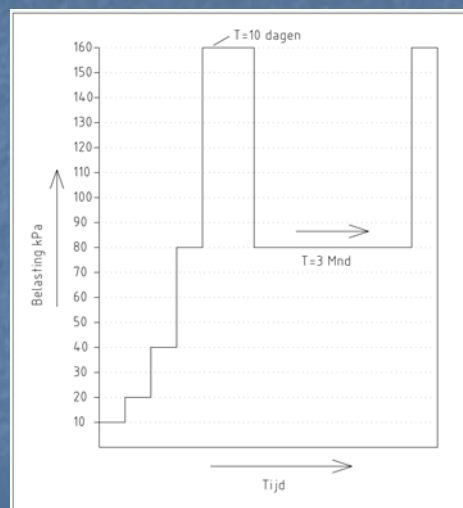
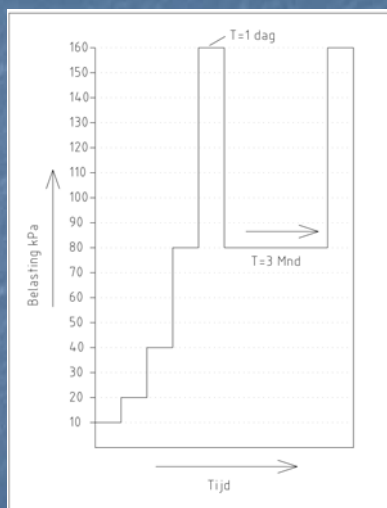
- engineers van beide bedrijven (C. Dykstra / M. v.d. Molen)
- prof. F. Molenkamp TU-Delft

14



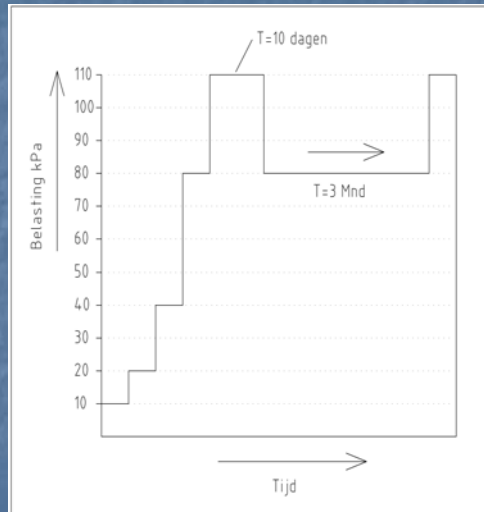
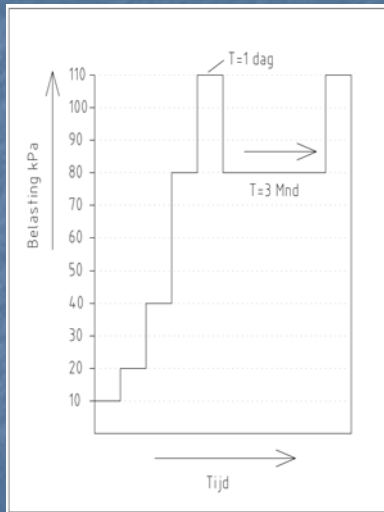
referentieproeven

15



Voorbelasting = 2 x toekomstige terreinbelasting

16



Voorbelasting = ca. 1.4 x toekomstige terreinbelasting

17

ONDERZOEK SSB / DELFT CLUSTER

VERWACHTINGEN

- meer inzicht in zettingsgedrag na verwijderen voorbelasting
- aanpassing in theoretisch berekeningsmodel
- meer vertrouwen in prognose restzetting traditionele ophoging

BEPERKING

- laagdikte effect

WENSEN

- proefterpen

18

VOORSTEL

Koppel de restzettingseis aan een onderhoudsinterval rekening houdend met de grondcondities

- realistische restzettingseisen
- onderbouwing restzettingseisen
- evt. heroverweging restzettingseis

19

HOE AANNEMERLIJK IS EEN RESTZETTINGSEIS?

20