

Innovatief ondergronds bouwen folieconstructies in beperkt ruimtebeslag



Centrum Ondergronds Bouwen
Jaarcongres 'VindingRijk in arme tijden'
29 november 2012

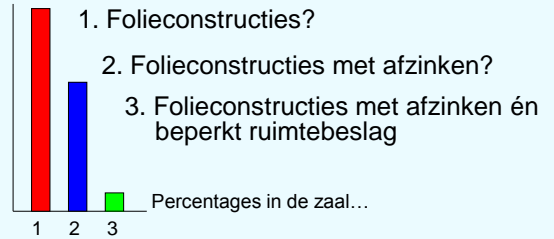
Witteveen+Bos
Leeuwenbrug 27
Deventer
Tel. 0570 – 69 75 11
r.gerritsen@witteveenbos.nl



Rijk Gerritsen

Peiling... 3 publieksvragen...

Wie heeft te maken gehad met...



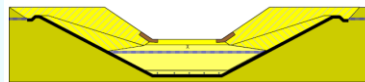
Inhoud presentatie

- Inleiding
- Afwegingen bouwmethoden
- Praktijk-proef U-polder
- Praktijk-proef damwand-polder
- Projecten.. Assen Peelo, Deventer, Walcheren N57...
- Kosten bouwmethoden
- Milieu-effecten CO₂-footprint
- Risico's en kritische aspecten
- Conclusies
- Einde



Afweging bouwmethoden

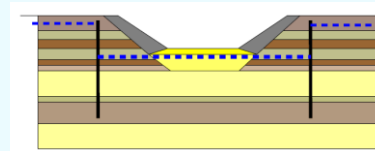
Folieconstructie in open ontgraving



Belangrijke factoren

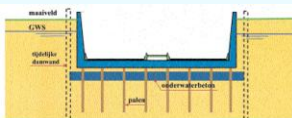
Ruimtebeslag,
aankoop
percelen

Natuurlijk polderprincipe met 'groene taluds'

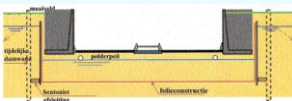


Aanwezigheid
betrouwbare
waterremmende
bodemlaag

Afweging bouwmethode



- Traditioneel (damwanden, OW-beton, trekpalen, constructiebeton)



- Innovatieve folieconstructie met verticale begrenzing
 - U-polder
 - U-polder varianten
 - Damwand-polder

Referentie: De Vries e.a., Damwandpolder een innovatieve manier voor verdiepte aanleg, Cement, 2001

Afweging bouwmethode

| Bouw Methode | Breedte constructie | Ervaring | Duurzaam Bouwen (CO ₂) | Kosten |
|--------------------------------------|---------------------|----------|------------------------------------|--------|
| Traditioneel (OW-beton en trekpalen) | 0 | +++ | -- | - |
| Polder principe | +/- | +/- | +++ | +++ |
| Folieconstructie in open ontgraving | --- | ++ | +++ | +++ |
| U-polder | + | + | ++ | ++ |
| Damwand polder | ++ | + | + | + |

Afweging bouwmethoden

- Gewenste vormgeving toeritten 'groene taluds'
- Beschikbare werkruimte en ruimtebeslag
- Aanwezige bodemopbouw – hergebruik materiaal
- Mogelijke milieukundige verontreinigingen in grond en/of grondwater
- Risico's ten aanzien van ontwerp, uitvoering en beheer
- Directe en indirecte kosten

→ **Keuze optimale bouwmethode**



Praktijkproef U-polder N57 Ouddorp



Studie + uitvoering 1993 / 1994

- Tijdelijke verankerde damwanden
- Folieconstructie afgezonken tegen afschermconstructie
- Terre-armee constructie / keerwanden binnenzijde

Praktijkproef U-polder N57 Ouddorp

- Consortium van 3-tal aannemers – Bouwdienst RWS
- Omvang U-polder 52 meter lang, 28 meter breed
- Folie afgezonken tegen beschermingsconstructie



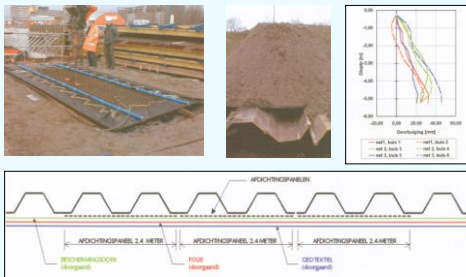
Praktijkproef U-polder N57 Ouddorp

- Folie afgezonken tegen beschermingsconstructie



Praktijkproef damwandpolder

proeflocatie aquaduct De Vliet



Referentie: Hemelop, Praktijkproef damwandpolder, Geotechniek, oktober 2002

Uitvoering 2001

Damwand-polder - primeur

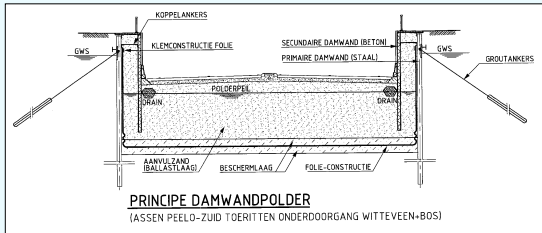
Assen Peelo-zuid toeritten onderdooring



Doorgaande verkeersroute:
zeer beperkte werkruimte!!

Vorbereiding + uitvoering 2006 / 2008

Assen Peelo: damwand-polder



- Permanente verankerde primaire damwanden
- Folieconstructie afgezonken tegen afschermconstructie
- Gekoppelde secundaire betonwand (zichtzijde)

Assen Peelo: damwand-polder



Afscherming damwandkassen en ankerkoppen met gaspanelen en ophangstrip folie

Assen Peelo: damwand-polder



Overtrekken folieconstructie met liersysteem binnen primaire damwandconstructie, hierna afzinken

Assen Peelo: damwand-polder



Koppeling primaire damwanden met secundaire kopwand

Assen Peelo-zuid onderdoorgang Eindsituatie met secundaire voorzetwanden



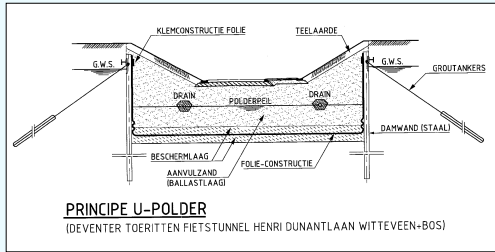
Referentie: Maester / Gerritsen, Folieconstructies met damwand-polder en U-polder te Assen, Land+Water, mei 2009

Fietstunnel Deventer Henri-Dunantlaan



Voorbereiding + uitvoering 2008 / 2009

Fietstunnel Deventer – Variant U-polder



- Permanente verankerde damwanden
- Folieconstructie afgezonken in damwandkassen
- Groene taluds met schankorfconstructie

Fietstunnel Deventer

Afzinken folieconstructie in damwandkassen



Aandacht voor

- Ontstaan mogelijke trekspanning: geometrie folie en afzinkproces damwandkas
- Risico beschadiging: scherpe delen damwand en ankerkoppen

Fietstunnel Deventer

Eindsituatie met 'groene taluds'



Aquaduct N57 Walcheren

Afzinken folieconstructie – verticale begrenzing



Uitvoering
2009/2010

Aquaduct N57 Walcheren

Afzinken folieconstructie – verticale begrenzing



- Afwerking met houten voorzet constructie
- Grondkerende constructie (stalen damwand) teruggewonnen

Kosten bouwmethode

belangrijkste kostenposten

| Innovatieve folieconstructie | Traditionele bouwmethode (OW-beton en trekpalen) |
|--|--|
| Aanbrengen (tijdelijke) damwanden en ankers (zwaardere dimensies!) | Aanbrengen (tijdelijke) damwanden en ankers |
| Grond ontgraven (dieper!) | Grond ontgraven en afvoer |
| Hergebruik of aanvoer nieuw zand | Aanbrengen trekpalen |
| Afzinken folieconstructie | Aanbrengen onderwater beton |
| Afweging inzet lekdetectiemethode | Aanbrengen constructieve beton |
| Afweging externe kwaliteitsborging | |

Uitgangspunten vergelijking bouwkosten

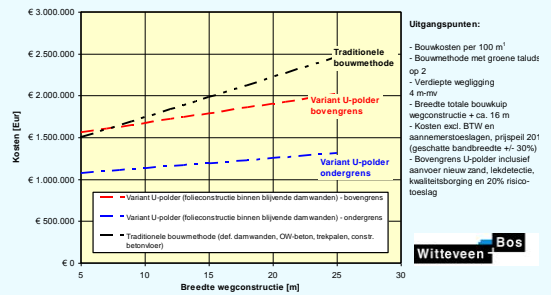
- Bouwkosten per 100 m¹ toerit/onderdoorgang
- Kosten excl. BTW en aannemerstoeslagen, prijspeil 2012 (geschatte bandbreedte +/- 30%)
- Toepassing van groene taluds aan weerszijden
- Verdiepte ligging 4 m-mv
- Variatie in hergebruik van materiaal (aanvoer nieuw zand)
- Meenemen lekdetectie en gedeeltelijke externe kwaliteitsborging
- Eventuele risico-toeslag op bouwmethode?

Witteveen Bos

november 2012 25

Bouwkosten afhankelijk van wegbreedte

Globale bouwkosten afhankelijk van breedte wegconstructie bouwmethoden weg 4 m-mv met blijvende stalen damwand

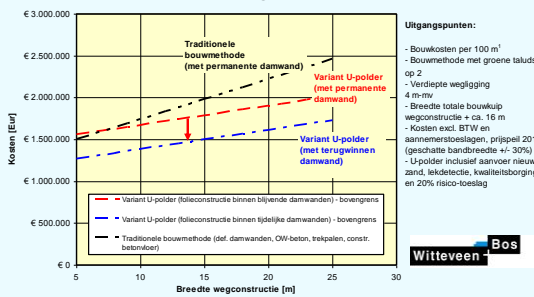


Witteveen Bos

november 2012 26

Bouwkosten afhankelijk van wegbreedte

Globale bouwkosten afhankelijk van breedte wegconstructie bouwmethoden weg 4 m-mv invloed stalen damwand

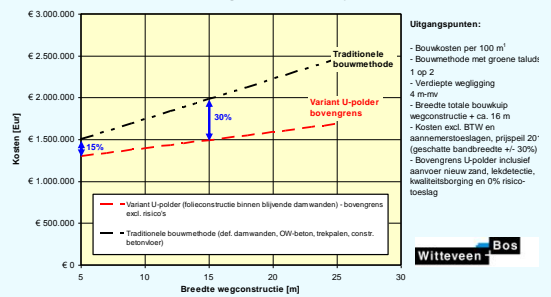


Witteveen Bos

november 2012 27

Bouwkosten afhankelijk van wegbreedte

Globale bouwkosten afhankelijk van breedte wegconstructie bouwmethoden weg 4 m-mv met blijvende stalen damwand

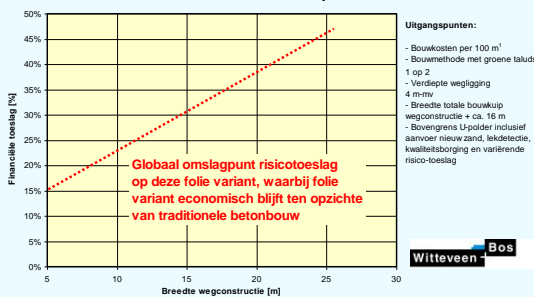


Witteveen Bos

november 2012 28

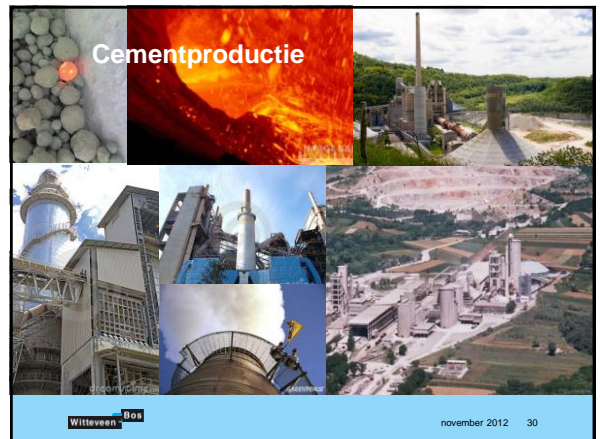
Bouwkosten afhankelijk van wegbreedte

Globaal omslagpunt risico-toeslag weg 4 m-mv Traditionele bouw versus U-polder met damwand



Witteveen Bos

november 2012 29

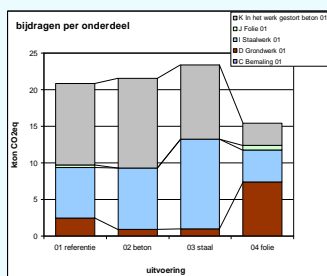


Milieu-effect CO₂-footprint

Vergelijking verschillende bouwmethoden

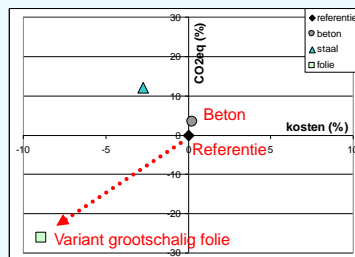
Bouwmethoden

1. Referentie (toeritten korte folie, middendeel lang traditioneel)
2. Geheel traditionele betonbouw, tijdelijke damwanden
3. Wanden in definitieve stalen damwand, vloer OW / constructieve beton
4. Lange folie toeritten – kort traditioneel middendeel (betonbouw, damwand)



Milieu-effect CO₂-footprint

Vergelijking verschillende bouwmethoden

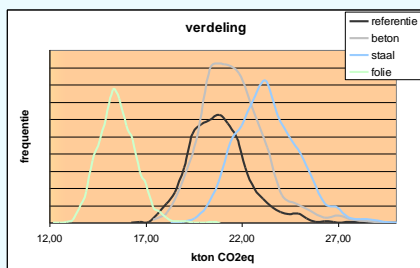


Conclusie:

variant met grootschalige folie in deze case geeft ca. 9% kostenreductie en ca. 27% CO₂ reductie

Milieu-effect CO₂-footprint

Vergelijking met Monte Carlo analyse - variaties



Risico's en kritische uitvoering aspecten

- Stabiliteit primaire of secundaire wanden
- Stabiliteit steundrukken taluds / L-muren binnen constructie
- Opbouwen waterdruk achter wandconstructie
- Afschermingsconstructie voor damwanden of afzinken in damwandkassen
- Terugwinnen van damwanden, beschadiging folie/deformaties
- Positionering en afzinken folieconstructie binnen bouwkuip
- Detaillering ophangingconstructie wanden (trekkrachten)
- Optreden zettingen na aanbrengen folie (ongewenste trekkrachten)
- Beschadiging folie aan scherpe delen (damwanden/beton)
- Detaillering aansluiting op betonwerk (klemconstructie)
- Etc...



Risico's en inschaling specifiek voor elk project: altijd opnieuw bekijken!



| | |
|--------|--|
| Issue | • Foutieve uitvoering ophanging geotextielen |
| Gevolg | • Afscheuren beschermdoek • Risico schade aan folie |

Conclusies

- Techniek afzinken van folieconstructies tegen verticale begrenzing is verder ontwikkeld.
- Risico's uitvoering folie zijn aanwezig maar beheersbaar.
- Innovatieve folieconstructies scoren ten opzichte van traditionele betonbouw goed qua kosten en CO₂-footprint.
- ...Innovatie in een traditioneel ingestelde bouw... acceptatie van innovatie is lang lopend proces.

Folieconstructies in beperkt ruimtebeslag: 'Vindingrijk in arme tijden'

Einde en oproep:

Waar komt eerste grootschalige U-polder in NL?



Centrum Ondergronds Bouwen
Jaarcongres 'Vindingrijk in arme tijden'
29 november 2012



Witteveen
bos

tel 020 69 79 11
fax 020 69 72 44
www.witteveenbos.nl

Dordrecht
Almere
Amsterdam
Brno

Den Haag
Hilversum
Maastricht
Rotterdam

Stuttgart (Afhankelijk)
Indonesië (Jakarta)
Kuala Lumpur (Malaysia, Aya-Hai)
Lissabon (Portugal)
Ruzhik (Oekraïne)
Vietnam (Ho Chi Minh City)