

Erosjon og ingeniørbiologi Studietur til Cranfield University, UK

Tseday Damtew og Aina Anthi,
Statens vegvesen region øst

Studieturen

- ▾ Stipend: NVF, Nordisk vegteknisk forening
- ▾ Cranfield University, UK
- ▾ Short course 1 uke:
Soil and Watershed management/Soil Erosion,
Conservation and Bioengineering
- ▾ Rapport + presentasjoner

Bakgrunn og formål

- Nye og gamle vegprosjekter:
 - Erosjonsproblemer og utglidninger langs skråninger
- Statens vegvesen, region øst:
 - Spesialistregion for geosynteter
- Økt kunnskap:
 1. Erosjon og ingeniørbiologi
 2. Bruk av geosynteter mot erosjon

vegvesen.no



Inndeling av presentasjonen

- Erosjon: Aina
- Ingeniørbiologi: Tseday



vegvesen.no



Erosjon

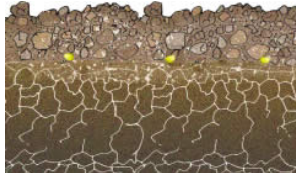
Definisjoner

- ✎ **Erosjon:**
Avgnaging, bortsliting og nedbryting av materiale

- ✎ **Eroderende krefter:**

1. Elver
2. Isbreer
3. Rennende vann
4. Vind
5. Bølger

1-5: drar med seg og forflytter materiale fra ett sted til et annet.



Erosjon

Påvirkningsfaktorer

- ✎ Smeltevann om våren (fra snø, is)
- ✎ Regn: Intensitet, Årstid, Varighet
- ✎ Kompaksjon av materiale
- ✎ Materialtype(r)
- ✎ Helningsvinkel og lengde på skråningen
- ✎ Vegetasjon



Avrenning *Formler*

- ✦ Mange formler for avrenning
- ✦ Felles for alle:
 - *Ikke "sanne"*, forklarer *ikke* virkeligheten.
 - En formel for en del av verden kan *ikke* brukes for en annen del av verden (ulikt jordsmonn)
 - Komplekse og vanskelige verdier i likningene

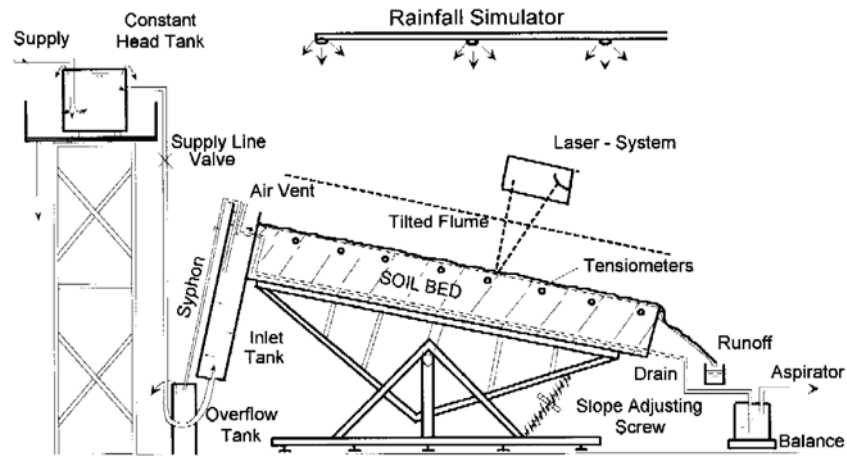
⇒ Erfaringsbasering og fullskalaforsøk mest pålitelig

Labororientert avrenning *Påvirkningsfaktorer*

- ✦ Regn, Intensitet, Varighet
- ✦ Kompaksjon av materiale
- ✦ Materialtype(r) sammensetning
- ✦ Helningsvinkel på skråningen
- ✦ Uten geotekstiler
- ✦ Med geotekstiler, ulik type

Laboratorietest avrenning

Oppsett av utstyr



Erosjon

Problemer i forhold til veg

1. Estetikk



Erosjon

Problemer i forhold til veg

2. Dreneringssystemene våre tettes/skades



Erosjon

Problemer i forhold til veg

3. Vi forurensar naturen



Erosjon

Problemer i forhold til veg

4. Dårlig vanninfiltrasjon i jorda
=> oversvømmelser



Erosjon

Problemer i forhold til veg

5. Jordras
=> Stengte / farlige veger



Erosjon

Problemer i forhold til veg

6. Vedlikehold koster



Medisin / Tiltak mot erosjon

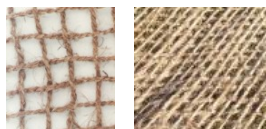
1. Bark
 - Vekst raskere og lettere



Medisin / Tiltak mot erosjon

2. Geotekstiler

- Tekstilmateriale brukt for å bedre egenskaper til jorda
- Naturlige materialer eller syntetiske
- Lettere vegetasjon



Medisin / Tiltak mot erosjon

3. Terrasser

- Minsker skråningslengden
- Minsker skråningsvinkelen
- Minsker avrenningsområde



Medisin / Tiltak mot erosjon

4. Plastring

- Drenering langs grus/stein lagene for å hindre vann i å grave ut jordmassene i skråningen



vegvesen.no



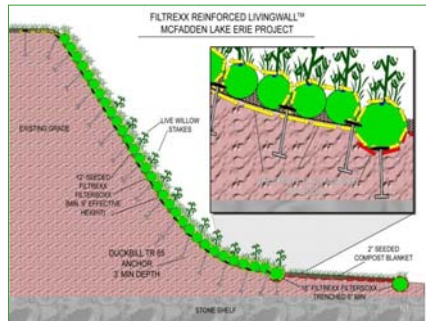
Fullskalaforsøk, Cranfield



vegvesen.no



Kompostruller



vegvesen.no



Klimaendringer

- ▾ Mer nedbør generelt
- ▾ Oftere ekstremnedbør
- ⇒ Mer erosjonsproblemer i fremtiden
- ⇒ Tiltak nye og eksisterende veger
 - ⇒ Skråningshelning kan planlegges ved nye veger
 - ⇒ Vegens nærhet til elver og utforming av vegen ved/langs elveløp kan planlegges

vegvesen.no



Hva er Bioingeniørstudie?

- Generelt: et studie hvor "levende" og "ikke levende" materialer brukes i kombinasjon for å oppnå ingeniørløsninger.
- Det er forskjellige fagfelter innen bioingeniørstudiet. Men den vi fokuserer på er: "Soil Bioengineering"
- Soil Bioengineering \approx Geo Bioteknikk??

Hvorfor Bioingeniørløsninger?





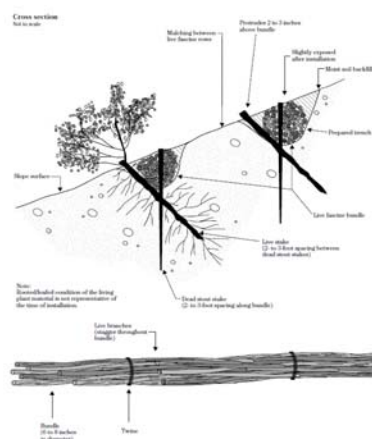
Hvorfor Bioingeniørløsninger?



vegvesen.no

Hva innebærer Bioingeniørfaget?

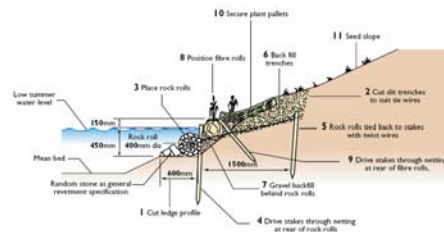
- Undersøke, prosjektere, bygge og vedlikeholde levende vegetasjoner.
- Forbedring av problemer ifm erosjon og stabilitet med bruk av vegetasjon.
- Beskyttelse og Bevaring av fungerende systemer.



vegvesen.no



Eksempler - Gjenoppbygging av elver



vegvesen.no

Statens vegvesen



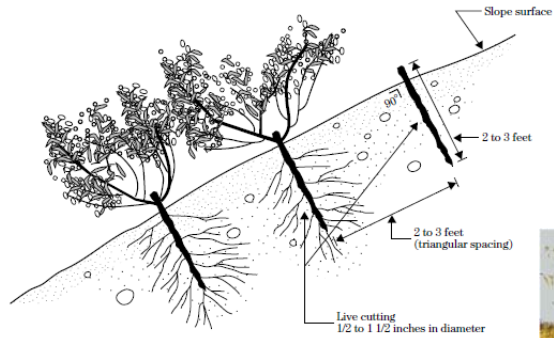
Eksempler: Gjenoppbygging av Elver



vegvesen.no

Eksempler – Forbedring av stabilitet

Cross section
Not to scale

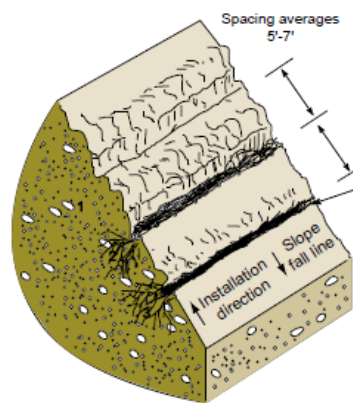


Note:
Rooted/leafed condition of the living
plant material is not representative of
the time of installation.

vegvesen.no

Statens vegvesen

Eksempler – Forbedring av stabilitet



vegvesen.no

Statens vegvesen

Bioingeniørløsning – stabilitet av skråninger

▸ Ting som tyder på at vegetasjon hjelper med stabilitet

- Glideflater som skje i grenseflate mellom jord med røtter og jord uten røtter
- Brudd i skråninger etter at vegetasjon er tatt bort – skjer etter ca. 5-10 år.

Bioingeniørløsning – stabilitet av skråninger

▸ Hvordan påvirker vegetasjon stabilitet?

- Kohesjon
- Adhesjon
- Strekkstyrke i selve røttene

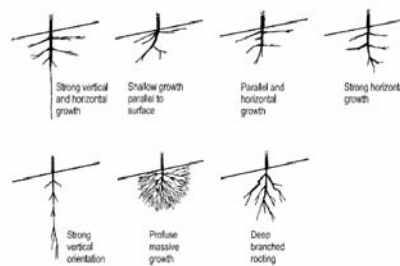
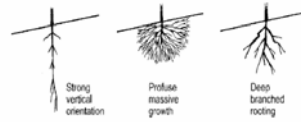


Figure 2.2 Different patterns of root growth (after Yen, 1972)

Bioingeniørløsning – stabilitet av skråninger

▸ Hvordan å ta hensyn til bidrag fra vegetasjon

- Kohesjon
- Adhesjon
- Strekkstyrke i selve røttene



$$C_u = (c + c_R + c_S) + \sigma_n \tan \phi$$



vegvesen.no

Statens vegvesen

Kohesjon

Soil / vegetation	Increase in cohesion due to roots (C_R ; kN/m ²)
Mountain till soils under conifers, Alaska	3.4 – 4.4
Mountain till soils under conifers, British Columbia	1.0 – 3.0
Cultivated loam soils under alder	2.0 – 12.0
Mountain till soils under conifers, Alaska	5.9
Clay loam containers growing pine seedlings	5.0 (approx.)
Shallow stony loam till soil under mixed evergreen forests, New Zealand	3.3
Sandy loam soils under conifers, Idaho	10.3
Bouldery, silty clay colluvium under sugar maple forest	5.7
Mountain and till soils, under conifers, W. Oregon and Idaho	3.0 – 17.5
Boulder clay fill under grass in concrete block cells	3.0 – 5.0

vegvesen.no

Statens vegvesen

Strekstyrke

Grasses and herbs	Tensile strength (MN/m ²)
Couch grass	7.2 – 25.3
Bellflower	0.0 – 3.7
Bindweed	4.8 – 21
Plantain	4 – 7.8
Dandelion	0 – 4.4
Red clover	10.9 – 18.5
Alfalfa	25.4 – 86.5
Trees and Shrubs	
Alder	32
Birch	37
Broom	32
Sitka spruce	23
Radiata pine	18
Black poplar	5 – 12
Hybrid poplar	32 – 46
Douglas fir	19 – 61
Oak	32
Black locust	68
Willow	36
Sallow	11

	Minimum		Maximum	
	Tensile strength (MN/m ²)	Diameter (mm)	Tensile strength (MN/m ²)	Diameter (mm)
Living trees	7.6	0.13	37.5	1.4
3 months after felling	2.9	0.2	33.3	1.1
9 months after felling	2.9	0.2	43.3	1.5
14 months after felling	2.7	0.2	30.9	1.5
29 months after felling	0.3	0.3	14.3	1.8

Source: C&R

vegvesen.no



Sammenlikning av kostnader

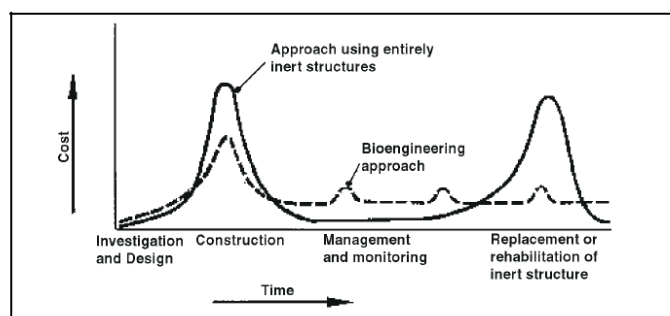


Figure 43. Illustrations of different expenditure profiles and maintenance (implied) of inert structures and bioengineering treatments (from Coppin and Richards 1990)

vegvesen.no



Fullskalaforsøk - England

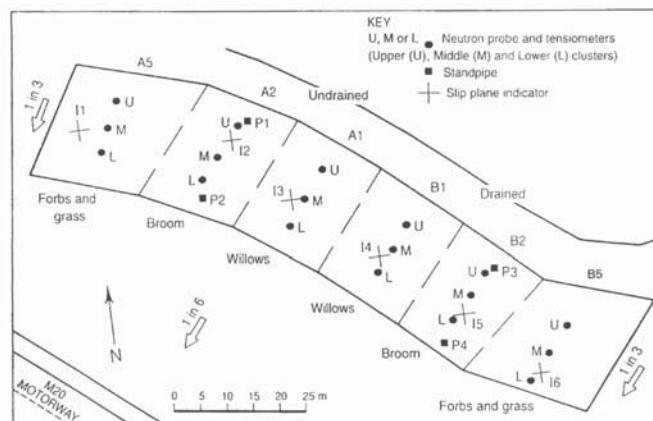


Figure 5.1 Plan of instrumentation in the primary plots

vegvesen.no



Konklusjon erosjon

- ✦ Hvem har ansvar for erosjon? Geoteknikere?
- ✦ Blir erosjon vurdert, beregnet kostnadmessig ved start av prosjekter?
- ✦ Naturlige geosynteter lite brukt
- ✦ Naturlige geosynteter sammen med vegetasjon
- ✦ Fungerer plastring?
- ✦ Terrasser som løsning?

vegvesen.no



Konklusjon ingeniørbiologi

- Naturlige geosynteter + ingeniørbiologi
 - Fungerer best
 - Ser penest ut som løsning
 - Miljøvennlig løsning
- Ingeniørbiologi brukes lite fordi:
 - Er ikke testet i Norge
 - Ingeniører bruker ofte tradisjonelle løsninger fordi det er fullt testet, trygghet
 - Mangler matematiske likninger for å ta hensyn til bidrag fra vegetasjon
- Stort potensiale

vegvesen.no



Takk
for
Oppmerksomheten!



vegvesen.no

