

Intern rapport nr. 1013

Armert jord

En kort introduksjon

Mars 1982

Veglaboratoriet

Intern rapport

nr. 1013

Gruppe: B

ARMERT JORD
En kort introduksjon

Vegdirektoratet
Veglaboratoriet

Gaustadalleen 25, Postboks 8109 Dep., Oslo 1. Tlf. (02) 46 69 60



Veglaboratoriets Interne rapporter omfatter utredninger, forskningsresultater, studiebesøk, forslag til retningslinjer, foredrag og kurskompendier.

Rapportene er delt i to grupper:

- B: For bruk innen Statens Vegvesen
- C: For fri distribusjon

Innholdet eller deler av det må ikke publiseres videre uten tillatelse fra Veglaboratoriet.

prosjekt/oppdrag:	Q - 34
seksjon:	47 - Geoteknisk
saksbehandler:	S. Hermann / EOL
dato:	mars 1982

rapportsammendrag

INTERN RAPP. NR. ~~OPDR. NR.~~

111	A	Rapportstatus*) N	Seksjon 47	Prosjekt Q-34	Gruppe: B	1013
-----	---	----------------------	---------------	------------------	--------------	------

1 2 3 4 5 21 31 41 51 61 71

TITTEL	212	A	ARMERT JORD En kort introduksjon			
--------	-----	---	-------------------------------------	--	--	--

SAKS- BEHANDLER	221	A	Navn Hermann, Steinar	Institusjon Veglaboratoriet
		B		
		C		

RAPPORT DATA	421	A	Rapporttype**) FoU	Dato mars 1982	Erstatter intern rapport nr.		
		B	Totalt sidetall 11		Språk Norsk		
		C	Antall fotos 0	Ant. figurer 20	Ant. tabeller	Ant. litt.henv. 7	
		D	Sammendrag i andre språk			UTM ref.	

SAMMENDRAG	511	A	<p>Veglaboratoriet har i FoU - sammenheng avsatt 30.000,- for 1982 til studier av emnet armert jord, prosjekt Q 34.</p> <p>Hensikten med denne rapporten er å gi en kort orientering om hva armert jord er. Metoden er enda ikke benyttet her i landet, men i utlandet er det bygd omlag 6000 konstruksjoner av denne typen. En har her lagt vekt på å vise ulike anvendelsesmuligheter av armert jord, basert på utenlandske erfaringer.</p>			
------------	-----	---	---	--	--	--

FAG- OMR.	611	A	Stabilitet og setninger	IRRD kode 42.1
		B	Bæreevne og jordtrykk	42.2
		C		

NØKKELOORD	621	A	Armering	3471
		B	Jordart	4156
		C	Støttemur	3359
		D	Underbygning	2950
		E	Plast	7454
		F	Stål	3442
		G	Betong	4755
		H		

12/81

**) 421A: FoU = forskning og utvikling K = konferansebidrag O = oppdrag
F = forskrifter/normaler A = artikkel O = oppdatert

*) 111A: N = ny

INNHOLDSFORTEGNELSE

1. Innledning	S. 1
2. Hva er armert jord?	S. 1 - 2
3. Eksempler på anvendelse av armert jord	S. 2 - 8
4. Armert jord i Norge/Statens Vegvesen - videre arbeid, aktuelle konstruksjoner	S. 8

1. INNLEDNING.

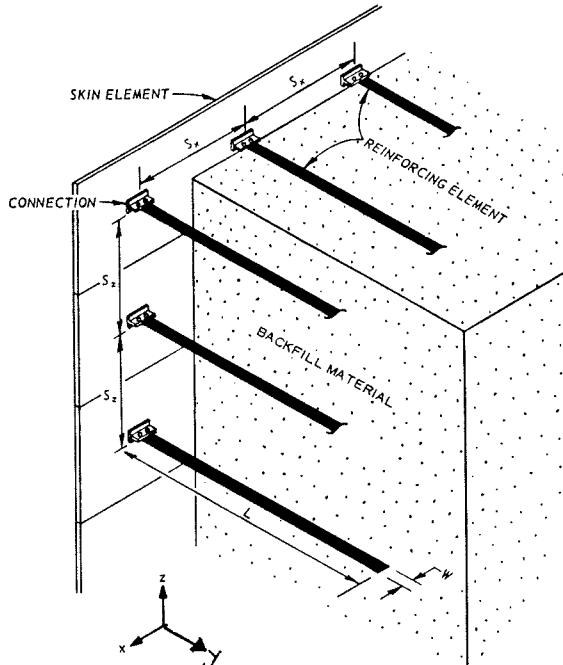
I samband med Veglaboratorets FoU - virksomhet, er det for 1982 avsatt 30.000,- til prosjektet Q 34: Armert jord. Prosjektet regnes å strekke seg over en periode på ca. 3 - 4 år.

Denne rapporten er ment å kunne gi en kort orientering om armert jord, presentere ulike anvendelser samt vekke interesse for metoden. Innen rimlig tid tar en også sikte på å gjøre forsøk med armert jord her i landet. Det må presiseres at de eksemplene som er vist i denne rapporten ikke representerer Veglaboratoriets anbefaling, men er ment som en orientering.

2. HVA ER ARMERT JORD?

Ved å armere jord med et materiale som kan ta opp strekkspenninger, f.eks. stål, aluminium, plast, glassfiber osv., kan en oppnå betydelig økning i den totale jordmasses mekaniske styrke samt dens evne og egenskaper til å oppta og fordele krefter og spenninger.

I dag er det to jordarmeringsmetoder som dominerer. Den som først ble lansert var det franske Vidal-prinsippet, Fig. 1. Hovedelementene i en slik konstruksjon er:



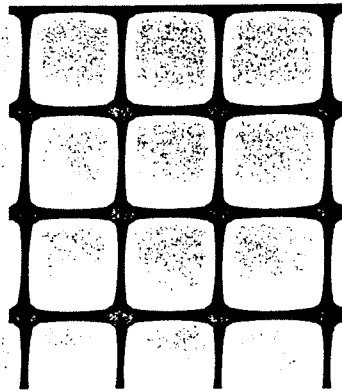
- bakfyllmasse av friksjonsmaterialer
- armeringsband av stål
- yttervegg av prefabrikerte betongelementer

Samvirke mellom armering og jord baserer seg på friksjon langs armeringsbåndene.

Metoden er i utgangspunktet tilpasset støttekonstruksjoner og synes å gi de beste økonomiske resultatene ved konstruksjoner over en viss størrelse.

Fig.1: Hovedelementene i armert jordkonstruksjon, Vidalprinsippet.

De siste årene har det engelske firmaet Netlon Ltd. presentert et produkt kalt Tensar Geogrid, fig. 2.



Dette er et plast armeringsnett (grid), fremstilt ved strekking av en på forhånd perforert plate. Nettene leveres i flere maskestørrelser/former alt etter i hvilken sammenheng de skal benyttes.

Fig.2: Tensar Geogrid

Fig. 3 viser hvordan

jord og armering virker sammen (interlocking) ved at kornene i jorda fyller opp nettmaskene. En oppnår friksjon mellom kornene samtidig som den strekkfaste armeringen holder massen på plass. Her ligger den fundamentale forskjellen i å armere med fiberduk og Tensar Geogrid. Tensar Geogrid kan oppvise langt større styrke samt mindre deformasjoner under strekkbelastning enn fiberduk.

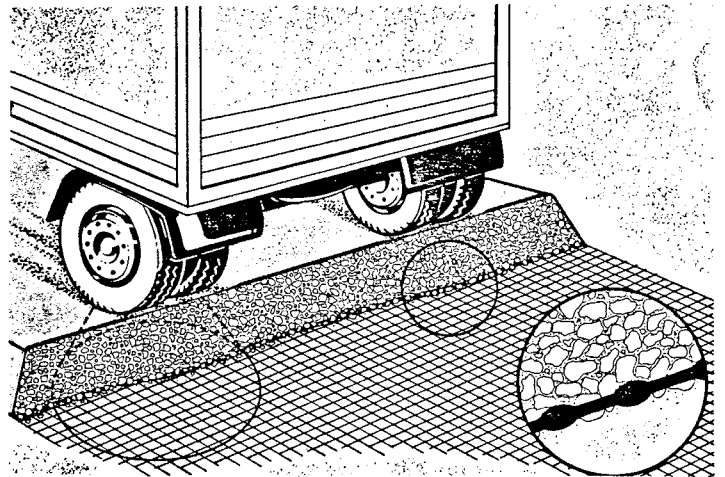


Fig. 3: Samvirke mellom armeringsnett og jord.

3. EKSEMPLER PÅ ANVENDELSE AV ARMERT JORD

Hittil er det ikke bygd konstruksjoner av armert jord her i landet og en må foreløpig støtte seg til erfaringer oppnådd i utlandet. En vil her vise ulike anvendelser av armert jord, både etter Vidalprinsippet, fig. 5-12 og med Tensar Geogrid, fig. 13-21.

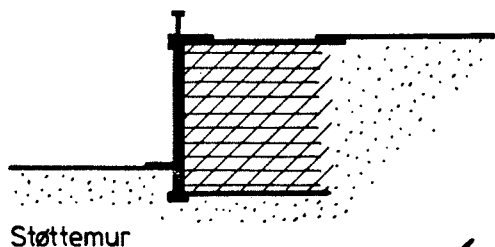


Fig. 4: Vertikale støtte-
vegger for veger o.l.
i området med dårlig
plass

Fig. 5: Ramper for veger,
bruer, kryssområder
i samme tilfelle
som fig. 4

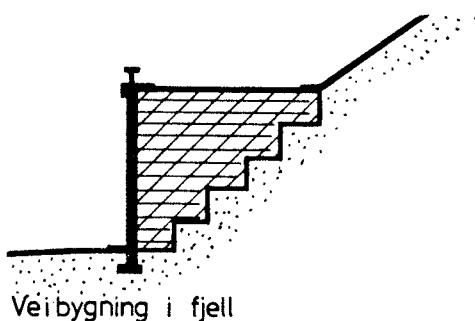
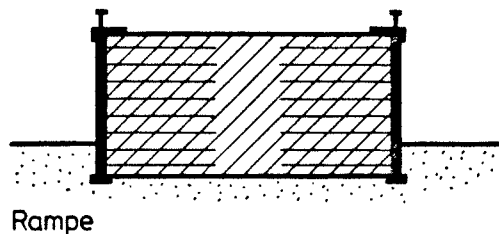


Fig. 6: Unngå store fyllings-
utslag ved vegbygging
i bratt terreng

Fig. 7: Utvidelse av
veger/gater i
tettbygd strøk

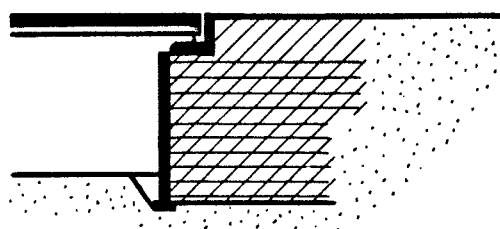
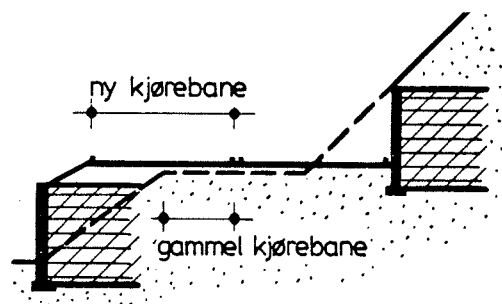
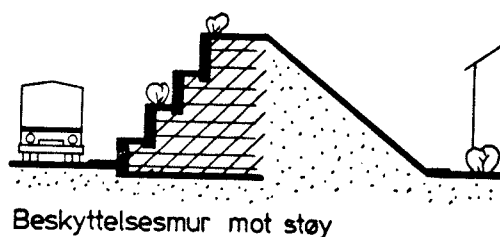


Fig. 8: Oppbygging av bro-
fundamenter. Unngå
fyllingsutslag som
kan gi kortere bro

Fig. 9: Smalere og bedre
estetisk utforming
av støyvoller



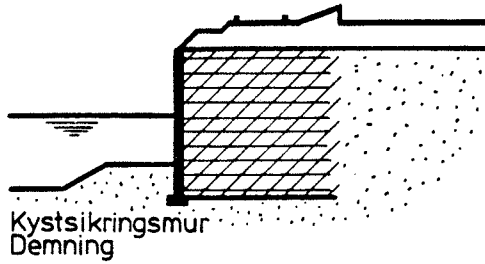


Fig. 10: Demninger og sikringsmurer mot vann. Nødvendig med membran bak frontpanelene for å hindre utvasking av friksjonsmassene.

Fig. 11: I tettbygde strøk vil ofte konstruksjonens estetiske utforming være avgjørende. Frontpanelene kan leveres i ulike utforminger

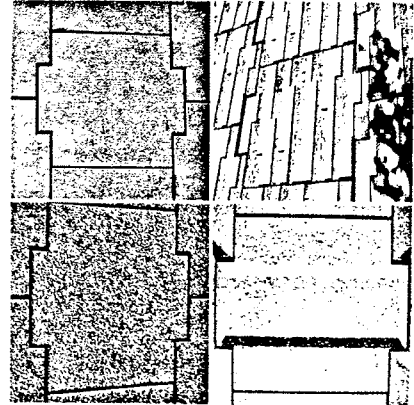


Fig. 12 (side 5) viser en del prosjekter hvor anvendelse av armert jord etter Vidalprinsippet hevdes å ha gitt innsparinger i størrelsesorden 25 - 50% av det tradisjonelle løsninger ville kostet.

La oss nå se på løsninger hvor en kan anvende Tensar Geogrid, først og fremst i tilknytning til vegbygging.

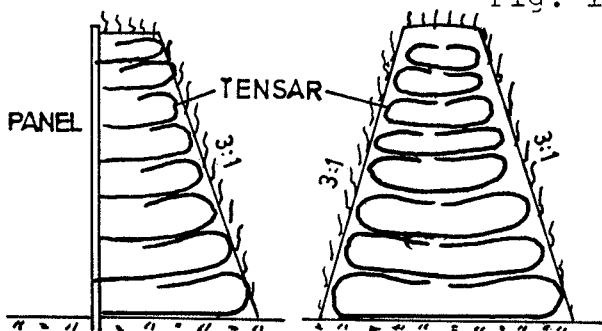
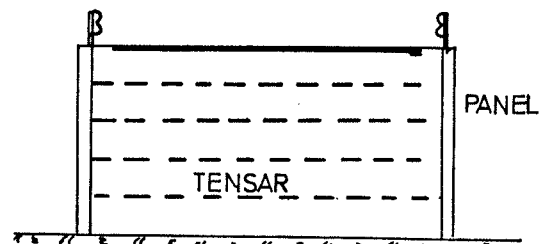


Fig. 13: Støyvoller, med eller uten sidepaneler. Kan anvende langt dårligere masser og den blir mindre plasskrevende enn vanlige støyvoller. Nettene legges slik at overliggende lagpakke strammer nettet under.

Fig. 14: Rampe e.l. bygd etter bergeprinsippet. Samme tilfelle som fig. 5, men her benyttes Tensar Geogrid til armering.



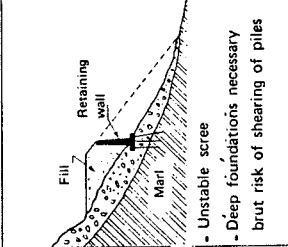
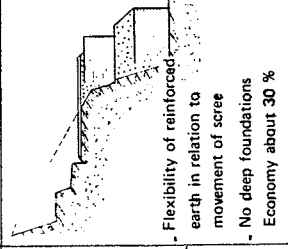

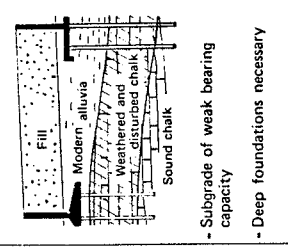
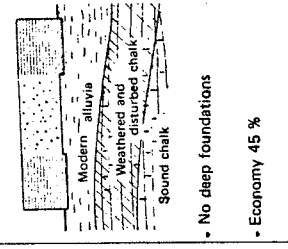
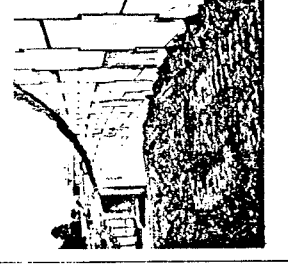
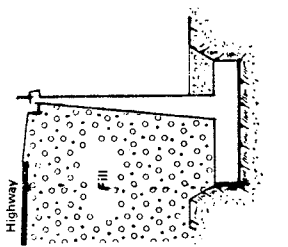
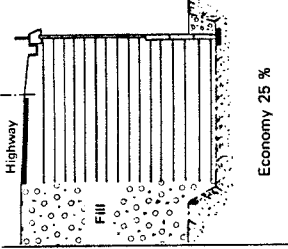
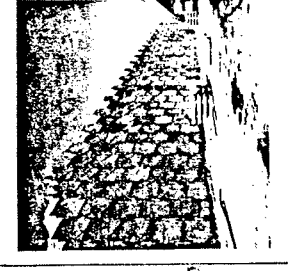
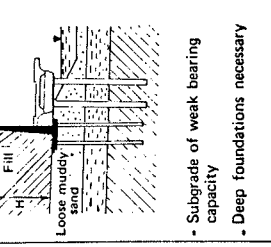
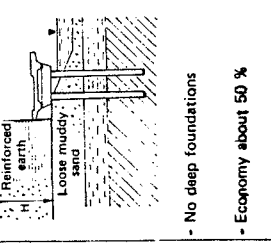
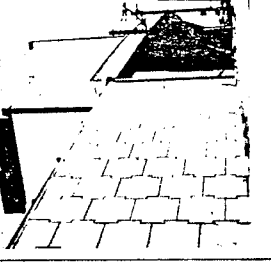
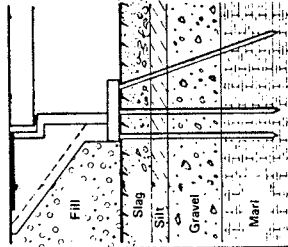
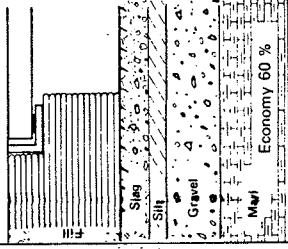
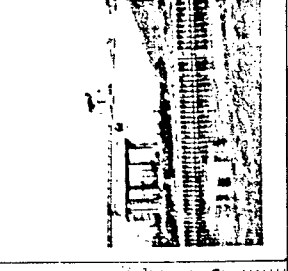
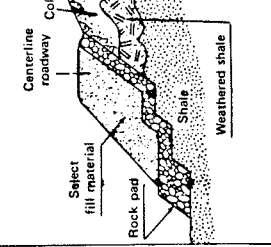
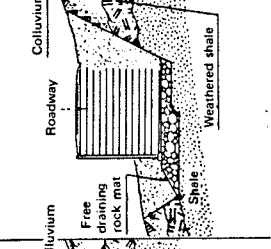
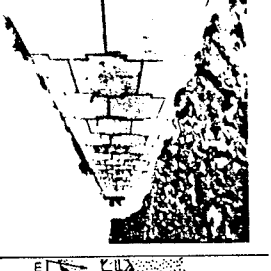
Conventional solution	Reinforced earth solution	Photograph of structure	Conventional solution	Reinforced earth solution	Photograph of structure
 <ul style="list-style-type: none"> - Unstable scree - Deep foundations necessary but risk of shearing of piles 	 <ul style="list-style-type: none"> - Flexibility of reinforced earth in relation to movement of scree - No deep foundations - Economy about 30 % 			 <ul style="list-style-type: none"> - No deep foundations - Economy 45 % 	
	 <ul style="list-style-type: none"> - Economy 25 % 		 <ul style="list-style-type: none"> - Subgrade of weak bearing capacity - Deep foundations necessary 	 <ul style="list-style-type: none"> - No deep foundations - Economy about 50 % 	
	 <ul style="list-style-type: none"> - Economy 60 % 		 <ul style="list-style-type: none"> - Subgrade of weak bearing capacity - Deep foundations necessary 	 <ul style="list-style-type: none"> - No deep foundations - Economy about 50 % 	

Fig. 12: Prosjekter hvor anvendelse av armert jord hevdes har gitt betydelige innsparinger i forhold til tradisjonelle løsninger. (Kilde: Litt.ref. nr. 7)

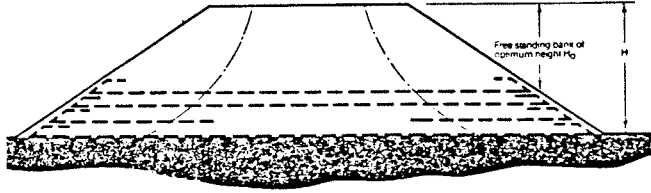


Fig. 15: Bedre egenstabiliteter av vegfyllinger, gir mulighet for steilere fyllingsskråning. Kan være aktuelt i bratt terreng.

Fig. 16: Denne løsningen er aktuell på lite bæredyktig grunn.

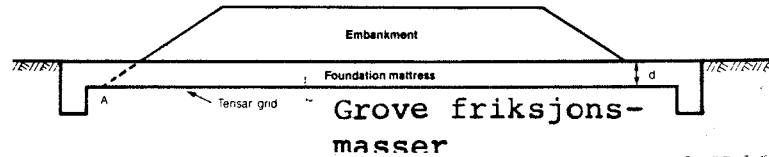


Fig. 17: Lette fyllmasser i kombinasjon med Tensar Geogrid som strekkarmering i bunn av fyllingen.

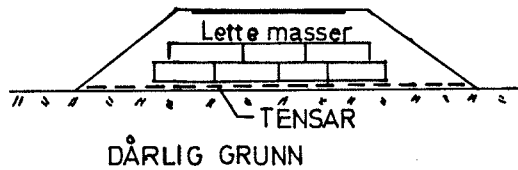


Fig. 18: Vertikal, eventuell skråttstilt støttevegg med horisontal armering av Tensar Geogrid.

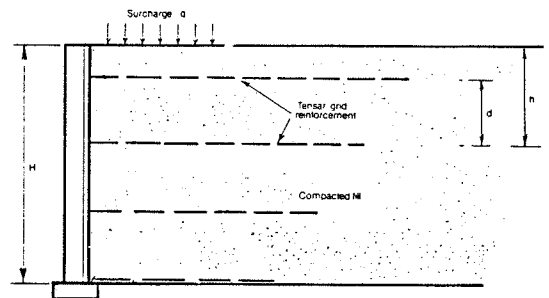


Fig. 19: Samme prinsipp som støyvoll i fig. 13, men her som gabion/støttekonstruksjon (lave høyder, g/s-veger etc.).

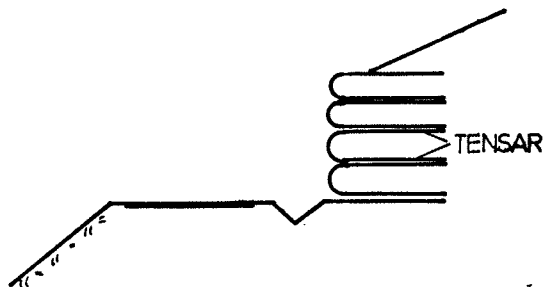
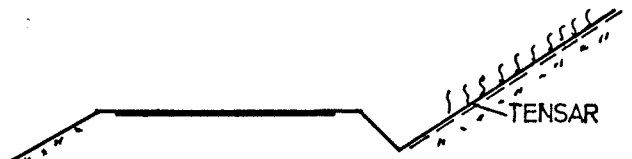


Fig. 20: Gode resultater med erosjons-sikring. Lett nett legges ut samtidig med tilsåing. Kan oppnå brattere skjæringsskråning.



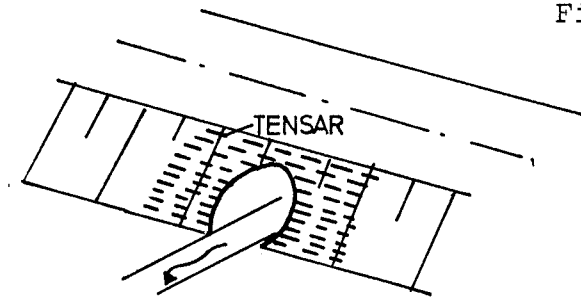


Fig. 21: Armering av fylling ved inn/utløp av kulvert for å unngå dyre plasstøpte vingemurer.

Andre aktuelle løsninger som ikke er medtatt her, kan være:

- forsterkning/reparasjon av ras i skjæringer, -
- forsterkning av skråning ved landkar i skråning,
- armering av asfaltdekker/bærelag i vegkonstruksjonen. Det bør også nevnes at en i England har oppnådd gode resultater ved bruk av Tensar Geogrid ved erosjonssikring av elver og kanaler.

Flere av de konstruksjonstypene som er skissert kan bygges opp både etter Vidalprinsippet og med Tensar Geogrid. Likevel er dette to såpass vidt forskjellige metoder å armere jord på, at i stedet for å konkurrere om samme bruksområde og konstruksjonstype, så utvider de begrepet og anvendelsesmulighetene av armert jord.

Dette er ment å være en kort presentasjon av metodene og en har ikke gjort noe forsøk på å gi en fullstendig diskusjon av fordeler og ulemper. En del generelle trekk skal likevel nevnes:

- Fordeler:
- fleksible konstruksjoner, kan oppta deformasjoner
 - enkel å bygge/lite riggarbeider/kort byggetid
 - ofte billigere enn tradisjonelle løsninger
 - anleggsvirksomhet bare innenfor konstruksjonens område

- Usikkerheter: - levetid av armeringen (kjemisk og bakteriologisk nedbryting, solstråling)
- bruddforløp; plutselig kollaps eller langsom breddutvikling med forvarsel
 - virkningen av norske klimatiske forhold
 - risikomoment ved høye, steile konstruksjoner.

4. ARMERT JORD I NORGE/STATENS VEGVESEN - VIDERE ARBEID, AKTUELLE KONSTRUKSJONER

Til idag er det bygd omlag 6000 konstruksjoner av armert jord rundt omkring i verden.

Med de økonomiske fordeler metoden synes å innebære er det aktuelt å vurdere bruk av slike løsninger også her i landet. Det er derfor ønskelig å komme igang for å opparbeide større kunnskap samt vinne erfaring. Spesielt må en legge vekt på å avklare forhold som er særegne for Norge.

I første omgang bør en satse på løsninger hvor eventuell svikt i armering p.g.a. elde (korrosjon, endring i materialstyrke etc.) ikke kan føre til katastrofeartede brudd i konstruksjonen uten forvarsel. Konstruksjoner og løsninger som synes å være aktuelle er:

- armering av vegskråninger (steilere fyllingsskråning)
- støyvoller
- armering under vegfyllinger, evt. kombinasjon med lette fyllmasser, på lite bæredyktig grunn
- armering rundt skråskjærte kulverter i vegskråning
- skråningsbeskyttelse for å etablere/bevare grasvekst.

I "Vegbygging", handbok 018 er armert jord inntil videre frarådet brukt.

Det er ønskelig med en nærmere avklaring vedrørende de usikkerheter av konstruksjonsmessig og anleggsteknisk karakter som nevnte konstruksjoner innebærer. Godkjenning og oppfølging av slike konstruksjoner bør derfor, i alle fall i en startfase, skje sentralt i vegetaten hvor Brukontoret og Veglaboratoriet vil dekke sine respektive fagfelt.

De erfaringer som fremkommer bør senere innarbeides i Bruhåndboka/Vegnnormalene. For å komme i gang er det imidlertid behov for å innhente opplysninger fra fylkene om prosjekter hvor armert jord kan tenkes anvendt.

LITTERATURREFERANSER

1. Reinforced Earth
Bach og Egmose A/S
Civilingeniører og
Entreprenører
Aalborg, Danmark.
2. Symposium on
Earth Reinforcement
Pittsburg, April 27, 1978
American Society of
Civil Engineering
New York, USA
3. Tensar Geogrid for
Soil stabilisation
Netlon Ltd.
Blackburn, England
4. Designing with "Tensar"
Netlon Ltd.
Blackburn, England
5. Reinforced Earth
An Advanced Construction
Technology
Reinforced Earth Company Ltd.
Telford, England
6. Int. rapport 1000
Armert jord, Studie-
besøg ved University
of Nottingham of befarings
hos Netlon Ltd.
A. Knutson
Vegdirektoratet
Veglaboratoriet
7. Reinforced Earth
Note d'information
technique April 1976
Laboratoire Central
des Ponts et Chaussées
Paris, Frankrike