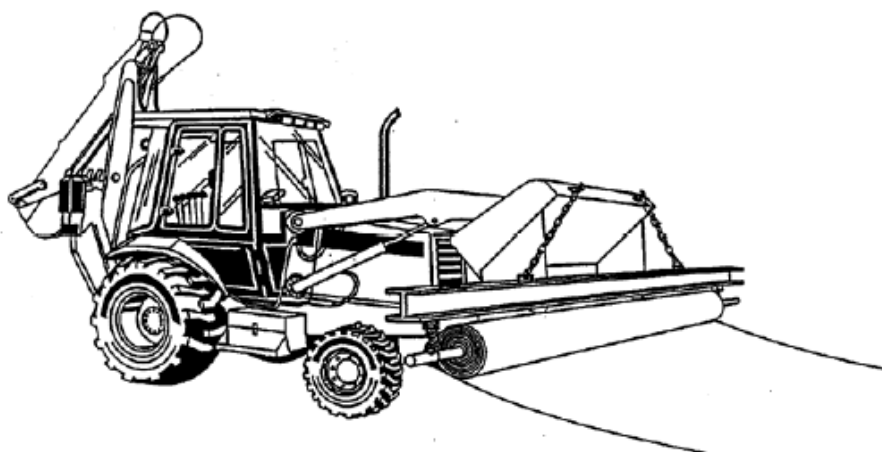


BENTOMAT Bentonitmembraner

- Installationsvejledning



Forord

Denne vejledning har til hensigt at beskrive de forhold som er væsentlige at få afklaret, når bentonitmembraner installeres som bundmembran i bassiner, søer og lignende.

Vejledningen som er baseret på mange års erfaring med installation af bentonitmembraner, angiver Cetco's standard procedurer for installation af bentonitmembraner således at sikkerhed, effektivitet og kvalitet bedst muligt tilgodeses. I særlige tilfælde kan det være nødvendigt at fravige vejledningen og i stedet anvende projektspecifikke installationsvejledninger i kombination med projektspecifikke produkter. Slutbrugeren bør kontakte Byggros A/S, såfremt der måtte være tvivl om membranens installation eller brugbarhed i et specifikt projekt.

Bentonitmembranernes tæthed er yderst afhængig af installationsarbejdets kvalitet. Installatøren er derfor ansvarlig for at følge installationsvejledning, projektspecifikationer og tegninger så tæt som muligt. Det er rådgiverens ansvar at føre tilsyn, godkende membranarbejdet, samt sørge for udarbejdelse af kvalitetssikring, således at det sikres, at installationen udføres på korrekt vis. Vejledningen er udarbejdet på baggrund af vores nuværende viden og erfaring som en vederlagsfri service og er omfattet af Byggros A/S gældende salgs- og leveringsbetingelser, hvortil der henvises.

Indhold	Side
1. Håndtering og opbevaring.....	2
2. Forberedelse af underbunden.....	3
3. Aflæsning.....	3
4. Installation.....	3
5. Forankring.....	5
6. Samlinger.....	5
7. Samling omkring gennemføringer og konstruktioner.....	6
8. Reparation af bentonitmembranen.....	8
9. Placering af afdækningsmaterialer.....	9
10. Hydrering af bentonitmembranen.....	10
11. Kvalitetssikringskema for Bentomat	11

1. HÅNDBETING OG OPBEVARING

- 1.1 Cetco's bentonitmembraner vejer fra 800 kg til 1300 kg pr. rulle. Det er derfor nødvendigt at anvende åg eller tæppespyd i forbindelse med håndtering af membranrullerne. Ved leveringen på byggepladsen skal aflæsning ske med forsigtighed således at rullerne ikke beskadiges.
- 1.2 Åg bør bestå af en spredbom f.eks. I-profil som med kæder fastgøres til udlæggerkøretøjet. Et stålrør med en udvendig dimension på min. Ø 88,9 mm, godstykkelse min. 4,85 mm placeres gennem bentonitrullens centerrør og fastgøres med kæder til spredbommen. Se iøvrigt illustrationen på installationsvejledningens forside. Stålrør og spredbom skal være så lange, at det sikres, at kanterne af bentonitmembranen ikke beskadiges. Stålrørets styrke afhænger af rullernes vægt og skal min. imødekomme nedenstående krav. Nedbøjningen på bentonitrullen bør ikke overstige 75 mm, målt på ågets midte.

Ved transport fra depot til udlægningsstedet bør der etableres yderligere understøtning på membranrullens midtpunkt for at hindre utilsigtet nedbøjning og beskadigelse af centerrør.

Produkt	Nominal størrelse bredde (m) længde (m)	Rulle- vægt (kg)	Indvendig rulle- diameter (mm)	Anbefalet dimen- sion på stålrør diameter (mm) længde (m) godstykkelse (mm)	Stålkvalitet stålrør (Glatte stålrør)
Bentomat	3,75 x 40	990	95	88,9 x 4,2 x 4,85	St. 37
Bentomat	4,50 x 40	1190	95	88,9 x 5,0 x 4,85	St. 52
Bentomat	5,00 x 40	1300	95	88,9 x 5,5 x 4,85	St. 52

Tabel 1.

- 1.3 Rendegraver, gummiged eller lignende materiel kan ved anvendelse af åg anvendes til installationen af bentonitmembranen. Alternativt kan en gaffeltruck med et påmonteret specialkonstrueret tæppespyd anvendes. Rullerne bør ikke løftes ved at gaffeltruckens gaffler skubbes ind under rullerne idet membranens yderste lag derved risikeres beskadiget og dermed ikke kan anvendes.
- 1.4 De leverede bentonitruller skal opbevares i deres originale, uåbnede omslag på et rent, tørt område. Det anbefales at benytte paller eller lignende som underlag, således at rullerne ikke ligger direkte på jorden, og således at rullerne understøttes i deres fulde længde. Oplagring bør ske på en plan og fast underbund, og gerne i nær tilknytning til installationsstedet. Rullerne skal dækkes af med kraftige presenninger eller opbevares under tag. Forud for installationen skal membranen holdes tør, ren og fri for rester af jord.

1.5 Nødvendigt værktøj i forbindelse med installation af Cecto's bentonitmembraner:

- Stanleyknive eller lignende til afskæring af membranen.
- Bentonitgranulat eller bentonitpasta til overlæg og rørgennemføringer
- Vandkande eller manuel kridtudlæggervogn til udlægning af bentonitgranulat i samlinger.
- Vandtætte presenninger til midlertidig afdækning af de oplagrede bentonitruller.
- Gribetænger (bredde ca. 75 mm) til flytning og placering af membranen.

2. FORBEREDELSE AF UNDERBUNDEN

2.1 Udlægning af Cetco's bentonitmembraner skal ske på et afrettet underlag som er komprimeret jf. DS/EN 13286-5 eller som angivet i projektspecifikationen.

2.2 Underbunden skal tilberedes således at den fremstår glat og uden nogen form for vegetation, skarpe sten eller spidse genstande, der kan perforere membranen. Alle emner som overstiger en diameter på 12 mm fjernes fra underlaget. Den fær-dige overflade skal fremstå glat og plan, uden sporkøring, revnedannelser, is eller fritstående vand.

Det anbefales at underbunden inden udlægning af bentonitmembranen tromles med en glat vibrationstromle, således at underlaget fremstår uden sporkøring, fodaftryk eller andre punktvis fordybninger eller forhøjninger.

Underbunden bør godkendes af tilsynet før udlægning af bentonitmembran.

2.3 Cetco's bentonitmembraner kan installeres på et frossent underlag. Dette forudsætter imidlertid at underlaget overholder ovennævnte specifikation.

3. AFLÆSNING

3.1 Levering af bentonitruller sker normalt på lastbil. Der kan ved aflæsningen normalt benyttes samme åg som anvendes ved udlægning.

3.2 Ved levering i skibscontainere skal der til aflæsning benyttes et særligt tæppespyd, som monteres på gaffeltruck. Kontakt evt. Byggros A/S vedr. udlån af tæppespyd.

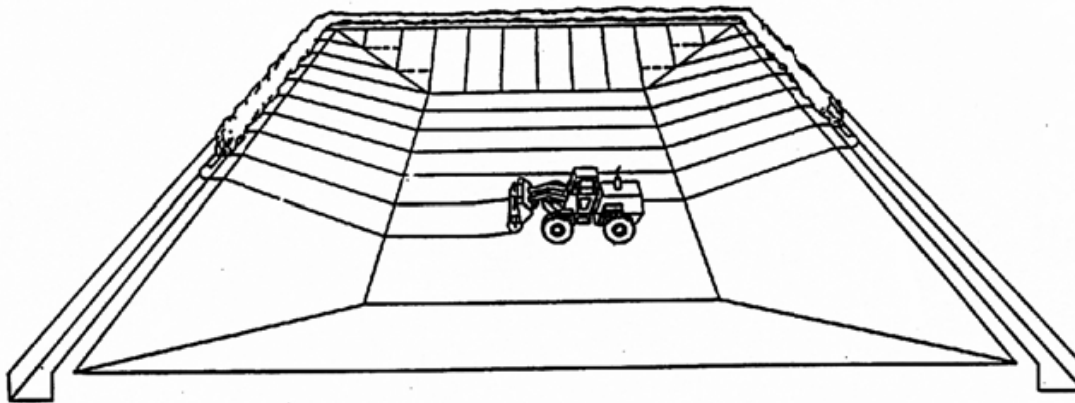
4. INSTALLATION

4.1 Bentonitrullerne bør opbevares i den originale indpakning indtil udlægning. Umiddelbart før installationen, fjernes emballagen med forsigtighed, uden at beskadige membranen.

I de tilfælde hvor der anvendes bentonitmembran indkapslet af to forskelligartede geotekstiler (Bentomat), kan orienteringen, dvs. hvilken side skal vende opad, være af stor betydning for membranens virkningsgrad.

Med mindre andet er specificeret, skal bentonitmembranen installeres således, at membranens påtrykte navn, vender opad.

- 4.2 Materiel som kan perforere eller ødelægge bentonitmembranen må ikke færdes direkte på membranen.
Installation af bentonitmembranen kan med fordel ske således at udrulning sker ved en baglæns bevægelse af maskinen (Figur 1).
Såfremt maskinen forårsager sporskøring i underbunden, skal underbunden reetableres, så den igen opfylder krav som anført under punkt. 3.



Figur 1. Typisk fremgangsmåde til installation af Bentomat.

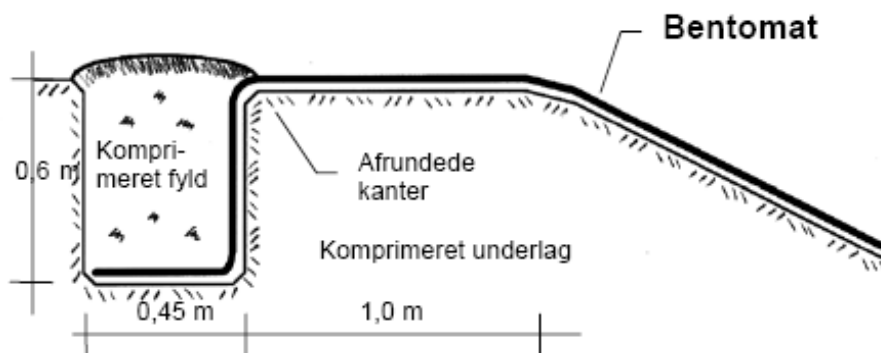
- 4.3 Al unødvendig slæben af bentonitmembranen over underbunden bør undgås, idet dette kan medføre beskadigelse af membranen. Et stykke geotekstil eller plastmembran kan med fordel anvendes som glide underlag, dersom slæben af den udrullede bentonitmembran er nødvendig.
- 4.4 Ved installation af bentonitmembraner på skråninger må der ikke forekomme vandrette samlinger/ overlæg på skråninger stejlere end 1:4. Såfremt installationen ikke kan tilgodese førnævnte, udføres forankring som anført under pkt. 5.3
- 4.5 Efter installation skal det sikres, at bentonitmembranen har forbindelse til underlaget. Der må ikke forekomme folder.
- 4.6 Der bør kun udlægges bentonitmembran i det omfang at tildækning kan ske samme dag med enten jord, geomembran eller vandtæt presenning. Såfremt bentonitmembranen sveller frit (hydreres) inden etablering af dæklag pga. regn eller andet, kan det være nødvendigt at fjerne og genplacere ny membran i de udsatte områder.

Visse membrantyper må ikke efterlades uafdækket eller udsættes for vandpåvirkning før tildækning.

Bentomat AS, SS og CL kan under normale omstændigheder stå uafdækket i kortere perioder (2-5 dage) uden at der forekommer fri svelning.

5. FORANKRING

- 5.1 Ved installation af bentonitmembraner på skråninger bør membranen fastgøres i forankringsrenden som etableres på voldkronen. Alle kanter i render bør afrundes, for at eliminere risikoen for at skarpe sten kan beskadige det omsluttende geotekstil og dermed nedsætte membranens trækstyrke. Løs jord som befinder sig i forankringsrenden bør fjernes eller komprimeres, så bunden er fast.
- 5.2 Forankring kan alternativt opnås ved at man forlænger den vandrette placering af bentonitmembranen på voldkronen. Forankringslængden skal afvejes under hensyn til de aktuelle påvirkninger. Ligeledes kan forankring ske ved fastgørelse af membranen på voldkronen med jordspyd. Begge metoder skal vurderes i tilknytning til det aktuelle projekt.
- 5.3 Forankringsrenden skal tilfyldes for at opnå den nødvendige modstand mod udtrækning af bentonitmembranen. Størrelse og form samt tilfyldningsprocedure skal udføres i henhold til projektspecifikationen. Den typiske dimension fremgår af figur 2.



Figur 2. Typisk udformning af forankringsrende

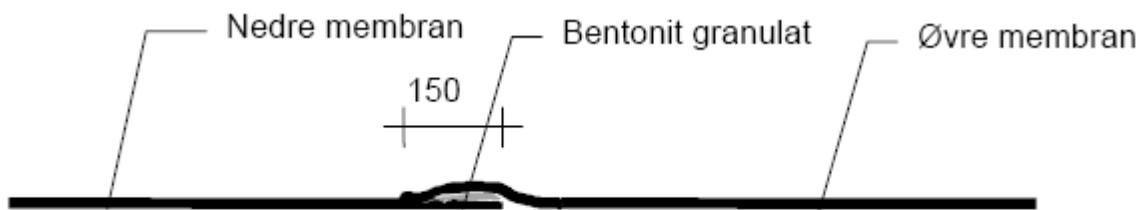
- 5.4 Bentonitmembranen bør placeres således at den dækker forside og bund i forankringsrenden. Se figur 2.

6. SAMLINGER

- 6.1 Samlinger mellem bentonitmembraner konstrueres ved simpel overlappning. Det skal nøje sikres, at der ikke forekommer løs jord eller anden uvedkommende materiale i overlægget. Afhængigt af om der anvendes bentonitmembran omsluttet af ét eller flere "non woven" geotekstiler skal der anvendes bentonitgranulat i alle overlæg, med mindre andet er angivet.

Ved installation af BENTOMAT skal der anvendes løst bentonitpulver i overlæg (se punkt 7.4).

- 6.2 Det minimale overlæg udgør min. 150 mm. Ende-rulleoverlæg skal udføres med overlæg på min. 600 mm. Afvigelser fra ovennævnte kan forekomme projektspecifikt.
- 6.3 Samlinger bør udføres så der under hensyn til terrænets hældning etableres frit flow for eventuel væske på membranens overside. Samlinger bør ud fra flowretningen orienteres således at overlægget går med hældningen af membranoverfladen, dvs. som tagplader.
- 6.4 Samlinger udført ved tilførsel af bentonitgranulat i overlæg konstrueres ved først at overlappe membranen på normal vis. Efterfølgende foldes den øvre membranflade langs samlingen forsigtigt tilbage og der udlægges en ensartet stribe af løst bentonitpulver. Bentonitgranulatet bør placeres i tilknytning til den nedre membrans yderkant og 150 mm linien som er optegnet på membranen. Der tilføres 0,4 kg bentonit pr. lbm samling. Udlægning af bentonitgranulat kan ske med vandkande eller kridtudlæggervogn.

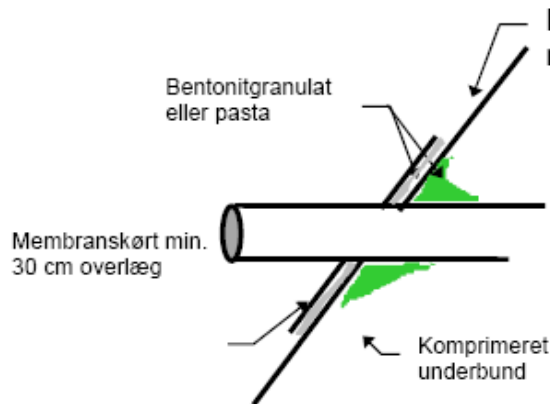


Figur 3. Overlæg med bentonitgranulat

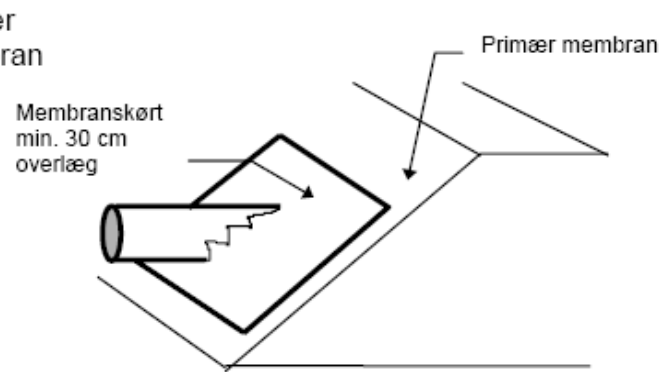
7. SAMLING OMKRING GENNEMFØRINGER OG KONSTRUKTIONER

- 7.1 Tilskæring af bentonitmembranen kan ske ved anvendelse af en skarp kniv. Det anbefales at man regelmæssigt skifter knivblad, for at undgå uregelmæssigheder i geotekstilet's kanter.
- 7.2 Gennemføringer og konstruktioner placeret i tilknytning til den membranbelagte underbund skal tættes i henhold til figur 4-6. Bentonitgranulat eller betonitpasta skal anvendes som vist for at sikre en optimal tætning. Der anvendes ca. 3 kg/lbm.
- 7.3 Når bentonitmembranen er placeret på underbunden og tilskæring har fundet sted, bør der omkring vandrette gennemføringer etableres en rende som efterfølgende fyldes med bentonitgranulat eller bentonitpasta. Se figur 4a.

- 7.4 Et stykke kvadratisk membranskørt med en dimension på min. $0,6 + \text{diameter}$ på gennemføringen tilskæres. Der skæres endvidere et stjerneformet snit i membranstykket, som netop passer til gennemføringen. Forinden placering af membranstykket placeres der yderlige bentonitgranulat eller bentonitpasta som vist på figur 4a og 4b.

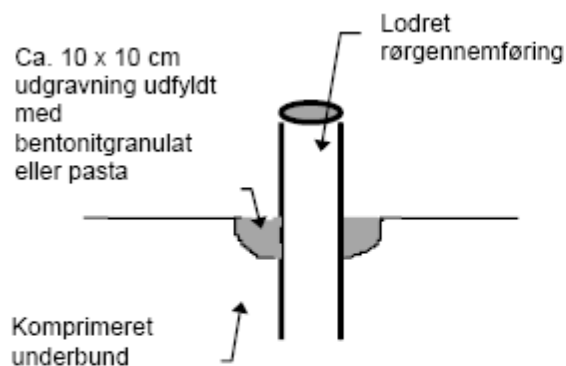


Figur 4.a Samlingsdetalje

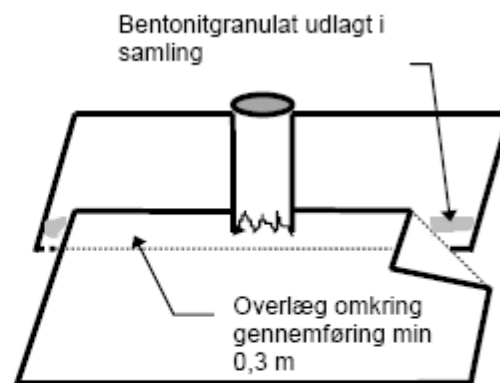


Figur 4.b Samlingsdetalje

- 7.5 Lodrette gennemføringer forberedes ved udgravning af en smal rende langs hele gennemføringen som fyldes med bentonitpulver eller bentonitpasta (se figur 5a). Gennemføringen etableres ved udlægning af to separate stykker bentonitmembran som vist på figur 5b. Det anbefales endvidere, at der som afslutning udlægges et kvadratisk stykke membran som anført under punkt 8.4.



Figur 5.a Lodret gennemføring



Figur 5.b Membranplacering

- 7.6 Når bentonitmembranen skal fastgøres til konstruktioner, herunder betonflader, etableres der en rende langs konstruktionen. Renden fyldes med tør bentonitgranulat og tildannes på den overliggende del således at der etableres en hulkel i overgangen til konstruktionen (se figur 6). Fastgørelse til konstruktionen, kan i mange tilfælde opnås ved tilfyldning af jord i området. Alternativt kan membranen fastholdes ved montering af en skinne, som fastgøres med skruer eller søm til konstruktionen.

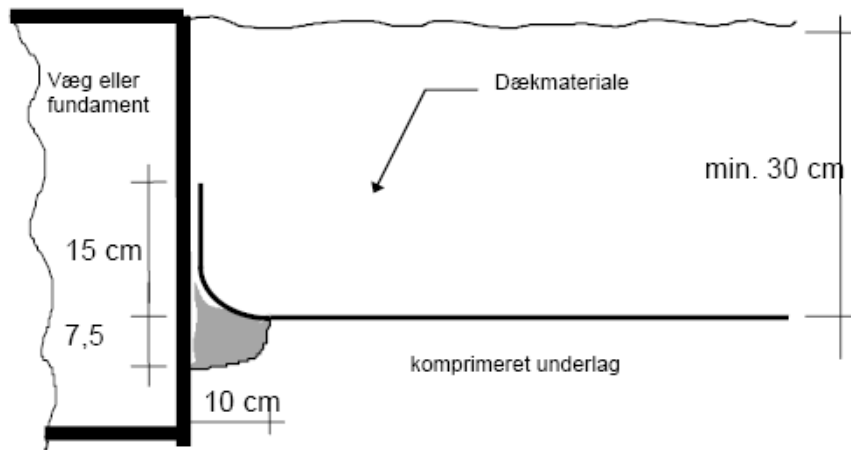
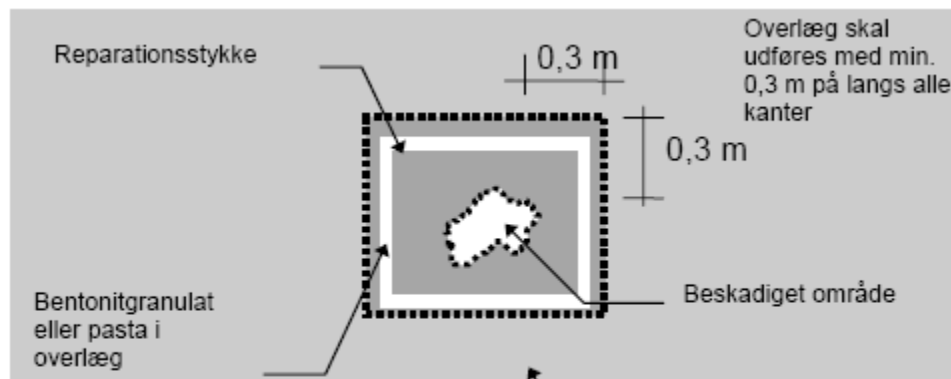


Fig. 6 Detalje for fastgørelse af membran til væg.

8.0 REPARATION AF BENTONITMEMBRAN

- 8.1 Såfremt bentonitmembranen beskadiges under installationen, er det muligt at reparere membranen ved at placere et nyt stykke membran over det beskadigede område. Reparationsstykket tilskæres således, at der kan etableres et overlæg på minimum 300 mm langs hele det beskadigede område. Bentonitgranulat eller bentonitpasta bør påføres inden placering af reparationsstykket (se figur 7). Det kan være nødvendigt at anvende f.eks trælim til fiksering af reparationsstykket, således at det ikke flytter sig ved tildækningen. Mindre reparationsstykker kan evt. skubbes ind under det ødelagte område, hvorved man minimerer risikoen for at reparationsstykket flytter sig under tildækningen.



Figur 7. Reparationsdetalje

9. PLACERING AF TILDÆKNINGSMATERIALE

- 9.1 Dækmaterialet skal være fri for skarpe sten eller andre fremmedlegemer som kan beskadige bentonitmembranen. Dækmaterialets kornstørrelse, kornkurve og kemiske sammensætning (se punkt 9.7) skal godkendes af rådgiver. Dækmaterialet bør normalt komprimeres jf. DS/EN 13286-5 eller som angivet i projektspecifikationen. Komprimering skal ske med let komprimeringsmateriel.
- 9.2 Det anbefalede dækmateriales kornstørrelse skal ligge i området 0 - 25 mm. Ved anvendelse af dækmaterialer med minimale forekomster af fint materiale eller en stor koncentration af større sten, anbefales det at etablere et prøvefelt hvor det påtænkte materiale indbygges og komprimeres med tiltænkte materiel. Efterfølgende bør bentonitmembranen på ny forsigtigt afdækkes og inspiceres for eventuelle beskadigelser og synlige lokale forskydninger af bentonitten.
- 9.3 Placering af dækmaterialet på bentonitmembranen bør foretages med materiel som minimerer påvirkningen på membranen. Afdækningen bør ske med en indbygget tykkelse på min. 300 mm. Såfremt arealet udsættes for jævnlig trafikpåvirkning, bør tykkelsen på materialerne øges til min. 600 mm.
- 9.4 Den endelige tykkelse af dækmaterialet over bentonitmembranen afhænger af den enkelte konstruktion, men bør under ingen omstændigheder være mindre end 300 mm, svarende til et effektivt jordtryk på ca. 5 kN/m^2 . Ved anvendelse af bentonitmembraner i søer og lign. skal der tages hensyn til dækmaterialernes opdrift.
- 9.5 Dækmaterialet bør udlægges således at der ikke er risiko for at overlæg skubbes eller på anden måde presser utilsigtet materiale ind i overlægget.
- 9.6 Selvom direkte hjulkontakt med bentonitmembranen skal undgås, kan letvægts materiel med lavt hultryk anvendes i forbindelse med udlægning af plastmembran.
- 9.7 Dækmaterialet bør ikke indeholde større koncentrationer af letopløselige stoffer som calcium, magnesium, jern eller organisk kulstof, der kan påvirke bentonittens opsvulningsegenskaber kemisk. (Der bør ikke anvendes kalksten (calcite), dolomit eller andre calcium og magnesium baserede jordarter). Anvendelse af algedræbende eller plantedræbende midler på afdækningsmaterialet bør minimeres. Såfremt der planlægges anvendt et potentielt aggressivt afdækningsmateriale, bør der udtages en repræsentativ prøve af afdækningsmaterialet. Denne prøve bør udsættes for forligningsanalyse og evt. afprøvning i laboratorium.

10. HYDRERING AF BENTONITMEMBRANEN

- 10.1 I projekter som involverer aggressive kemiske forbindelser, skal bentonitmembranen præhydreres med rent vand. Bentonitmembranen vil først fungere som en væskestandsbarriere, når membranen er fuldt hydreret. Regn vil under normale omstændigheder kunne præhydrere bentonitmembranen i det tilfælde hvor afdækningen består af et fuldt permeabelt dæklag.
- 10.2 Såfremt manuel hydrering er nødvendig, kan dette ske med sprinkler eller lignende. Kontakt evt. Byggros A/S for nærmere.

11. Kvalitetssikringskema

Projekt:		KS-ansvarlig:		
Pkt.	Kontrollemne	OK	Godkendt	
			dato	Sign.
0.0	Skema godkendt af KS-ansvarlig			
Levering				
1.0	Korrekt membrantype leveret			
1.1	Aflæsning sket med tæppespyd eller åg			
1.2	Kontrol for transportskader herunder skader i forbindelse med aflæsning			
1.3	Opbevaring (<i>tørt og på plan underbund, afdækket med presenning eller lignende</i>)			
Installation				
2.0	Underlag (<i>komprimeret og afrettet</i>)			
2.1	Kontrol for produktfejl efter udrulning			
2.2	Samlinger (<i>overlapning</i>)			
2.3	Rørgennemføringer og lignende			
2.4	Forankringer			
2.5	Fastgørelse til konstruktioner			
Afdækning af membranen				
3.0	Visuel kontrol af membran før tildækning. (ingen utilsigtet opsvelning / perforeringer)			
3.1	Dæklagsmaterialer			
3.2	Dæklagstykkelse			
3.2	Evt. vanding af membranen (præhydrering)			
3.3	Komprimering (let materiel)			



Hovedkontor & lager
Egegårdsvej 5
5260 Odense S

Salgskontor
Springstrup 11
4300 Holbæk

Tlf.: 5948 9000
Fax: 5948 9005

info@byggros.com
www.byggros.com