

Installationsvejledning

BENTOMAT Bentonitmembraner





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 er baseret på mange års erfaring med installation af bentonitmembraner, og angiver 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.

This publication and its content is copyright of BG Byggros A/S - © BG Byggros A/S, 2008.
All rights reserved.

Indhold

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

1 Håndtering og opbevaring

1.1

Bentonitmembraner vejer typisk fra 800 kg til 1300 kg pr. rulle. Det er derfor nødvendigt at anvende løfteåg eller spredebom i forbindelse med håndtering af membranrullerne. Ved leveringen på byggepladsen skal aflæsning ske med forsigtighed således at rullerne ikke beskadiges.

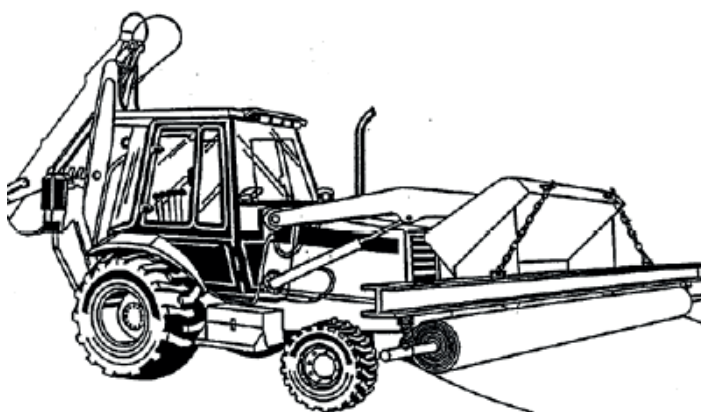
1.2

Løfteåg bør bestå af en spredebom, f.eks. en 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 spredebommen. Se i øvrigt figur 1 herunder. Stålrør og spredebom 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.

Som alternativ til brug af et gennemgående stålrør kan der anvendes spredebom med U-ophæng (Figur 1 herunder).

Af hensyn til sikkerhed bør der altid anvendes sikkerhedsgodkendte løfteåg.



Ved transport fra depot til udlægningssted kan det være nødvendigt, at der etableres yderligere understøtning på membranrullens midtpunkt for at hindre utilsigtet nedbøjning og beskadigelse af centerrør.

Tabel 1

Produkt	Nominel størrelse bredde/længde	Rullevægt	Indvendig rullediameter	Anbefalet dimension på stålrør diameter/længde/godstykkelse	Stålkvalitet stålrør
Bentomat	5 m x 40 m	800 - 1300 kg	95 mm	88,9 mm x 5,5 m x 4,85 mm	St. 52 Glatte stålrør

1.3

Gravemaskine, gummiged eller lignende materiel kan med anvendelse af løfteåg benyttes til installationen af bentonitmembranen. En spredebom monteret på en gummiged eller gaffeltruck kan benyttes til flytning af rullerne. Rullerne løftes i godkendte løftestropper som vist på billede 1 (se side 4).

Rullerne bør ikke løftes ved at gaffeltruckens gaffler skubbes ind under rullerne, da membranens yderste lag derved risikeres beskadiget, og dermed ikke kan anvendes.



Billede 1 Sikkerhedsgodkendt løfteåg

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 på en sådan måde 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 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 Cec-to's bentonitmembraner:

- Stanleyknive eller lignende til afskæring af membranen.
- Bentonitgranulat eller bentonitpasta til overlæg og rørgennemføringer
- Evt. vandkande eller spand til udlægning af betonitgranulat i samlinger.
- Vandtætte presenninger til midlertidig afdækning af de oplagrede bentonitruller.
- Gribetænger (bredde ca. 75 mm) eller skruevinger til flytning og placering af membranen.

2 Forberedelse af underbunden

2.1

Udlægning af 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 færdige 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

Bentonitmembraner kan installeres på et frossent underlag. Dette forudsætter imidlertid at underlaget overholder ovennævnte specifikationer.

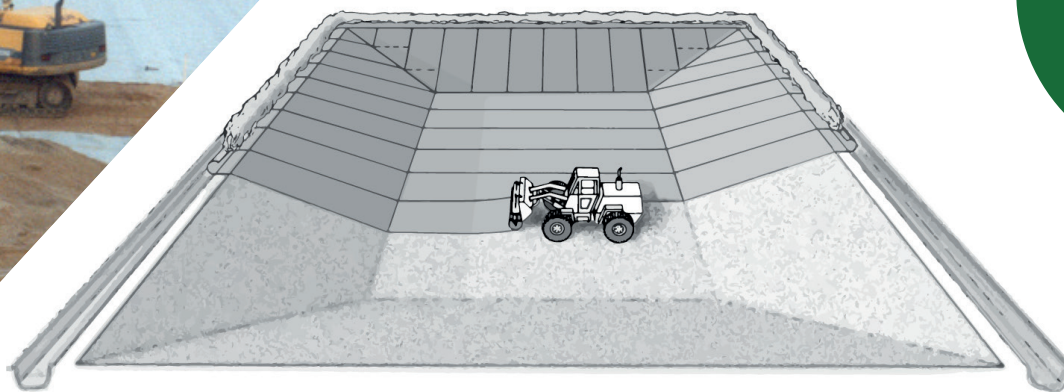
3 Aflæsning

3.1

Levering af bentonitruller sker normalt med lastbil. Der kan ved aflæsningen normalt benyttes samme sikkerhedsgodkendte spredbom eller løfteåg som anvendes ved udlægning (**Billede 1**).



Billede 2 Manuel udrulning af membran



Figur 2 Typisk fremgangsmåde til installation af Bentomat

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 en bentonitmembran indkapslet af to forskelligartede geotekstiler eller hvor der indgår en lamineret plastfolie, 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 den kan udrulles manuelt (**Billede 2**).

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 2**). Såfremt maskinen forårsager sporkøring i underbunden, skal underbunden reetableres, så den igen opfylder krav som anført under **punkt 2**.

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 glideunderlag, dersom flytning 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 tilgodeses dette, udføres forankring som anført under **punkt 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, pga. regn eller andet, sveller frit (hydreres) inden etablering af dæklag, kan det være nødvendigt at fjerne og genplacere en ny membran i de udsatte områder.

Visse membrantyper må ikke efterlades uafdækket eller udsættes for vandpåvirkning før tildækning. Bentomat HQ, NS og CL kan under tørre omstændigheder stå uafdækket i kortere perioder (2-5 dage), uden at der forekommer fri svelning.

5 Forankring

5.1

Ved installation af bentonitmembraner på skrånninger bør membranen fastgøres i forankringsrenden som etableres på voldkronen. Alle kanter i renden 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

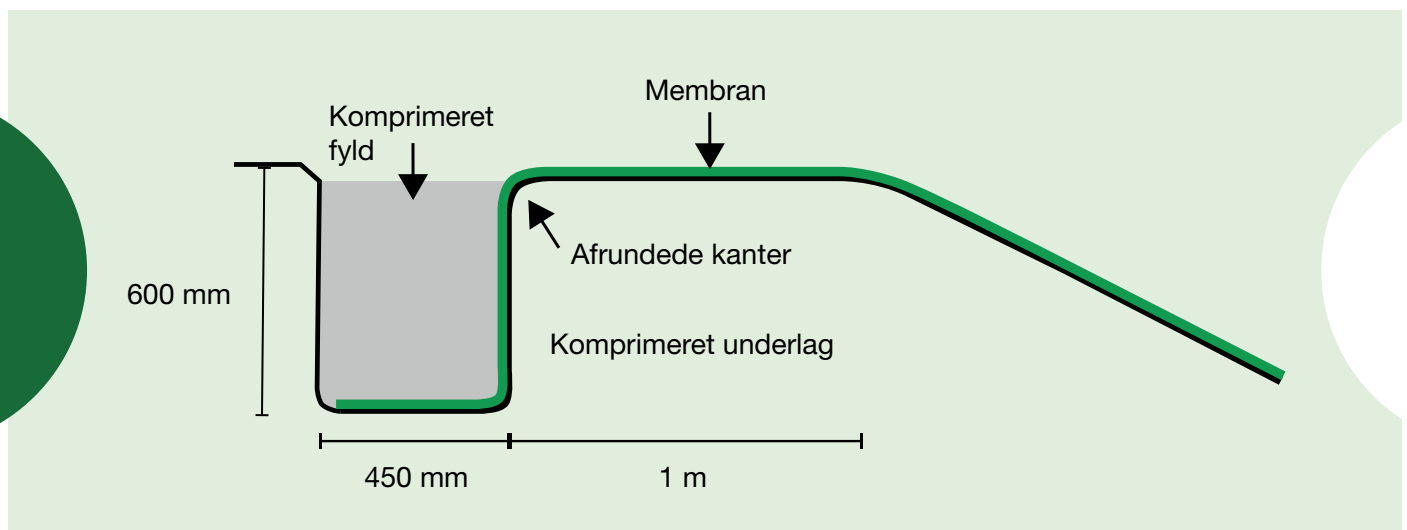
Forankring kan alternativt opnås ved, at man forlænger den vandrette placering af bentonitmembranen på voldkronen. Forankringslængden skal afvejes under hensyn til de aktuelle påvirkninger. Ligeledes kan forankring ske ved fastgørelse af membranen på voldkronen med jordspyd. Begge metoder skal vurderes 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 3)**.

5.4

Bentonitmembranen bør placeres således at den dækker forside og bund iforankringsrenden **(Figur 3)**.



Figur 3 Typisk udformning af en forankringsrende

6 Samlinger

6.1

Samlinger mellem bentonitmembraner konstrueres ved simpel overlappning. Det skal nøje sikres, at der ikke forekommer løst 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, eller medmindre membranen leveres med selvforseglende overlæg **(Punkt 7.4)**.

6.2

Det minimale overlæg udgør 150 mm. Ende-rulleoverlæg skal udføres med overlæg på min. 600 mm. Afvigelse fra ovennævnte kan forekomme projektspecifikt.

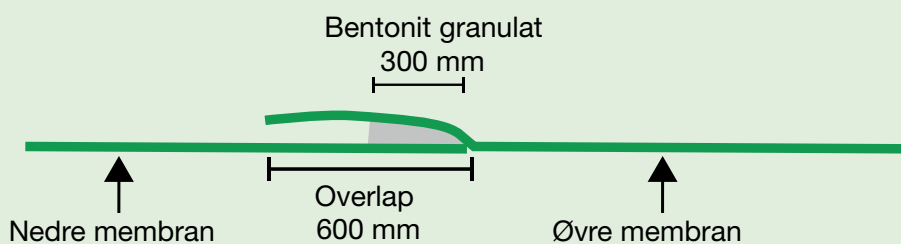
6.3

Samlinger bør udføres således, at 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 tagstensfald.

6.4

Såfremt samlinger udføres ved tilførsel af bentonitgranulat i overlæg, konstrueres disse først ved at overlappe membranen med 600 mm på normal vis. Efterfølgende foldes den øvre membranflade langs samlingen forsigtigt tilbage, og der udlægges en ensartet stribe af løst bentonitgranulat. Bentonitgranulatet bør placeres i tilknytning til den nedre membrans yderkant og 300 mm ind på membranen **(Figur 4)**.

Der tilføres min. 0,4 kg bentonit pr. løbende meter samling. Udlægning af bentonitgranulat kan ske direkte fra sæk, med vandkande eller spand.



Figur 4 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 geotekstilens kanter.

7.2

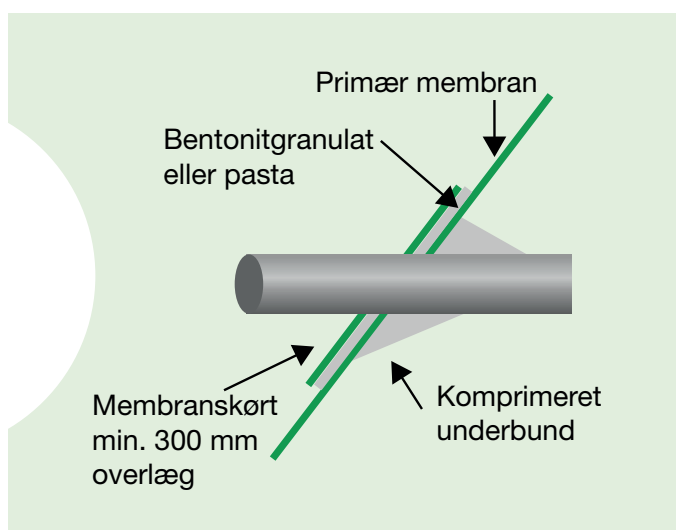
Gennemføringer og konstruktioner placeret i tilknytning til den membranbelagte underbund skal tætnes i henhold til figur 5 - 7. Bentonitgranulat eller betonitpasta skal anvendes som vist for at sikre en optimal tætning. Der anvendes ca. 3 kg/lbm.

7.3

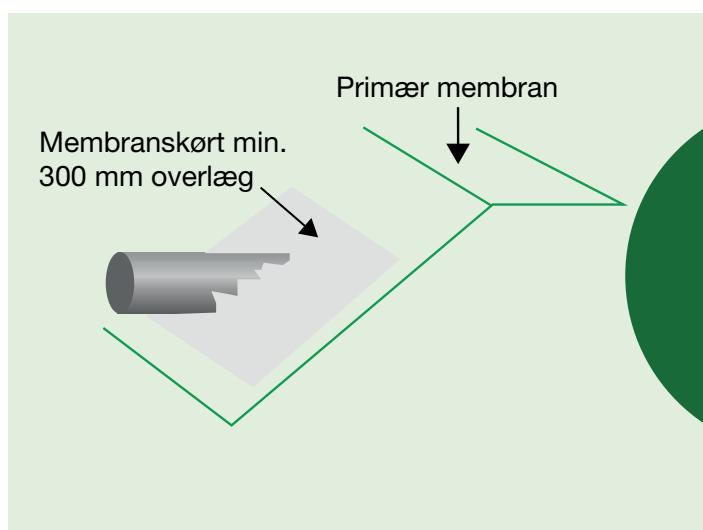
Når bentonitmembranen er placeret på underbunden og tilskæring har fundet sted, bør der omkring vandrette gennemføringer etableres en rende som efterfølgende fyldes med bentonitgranulat eller bentonitpasta (Figur 5a).

7.4

Et stykke kvadratisk membranskørt med en dimension på min. 0,6 + 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 (Figur 5a og 5b).



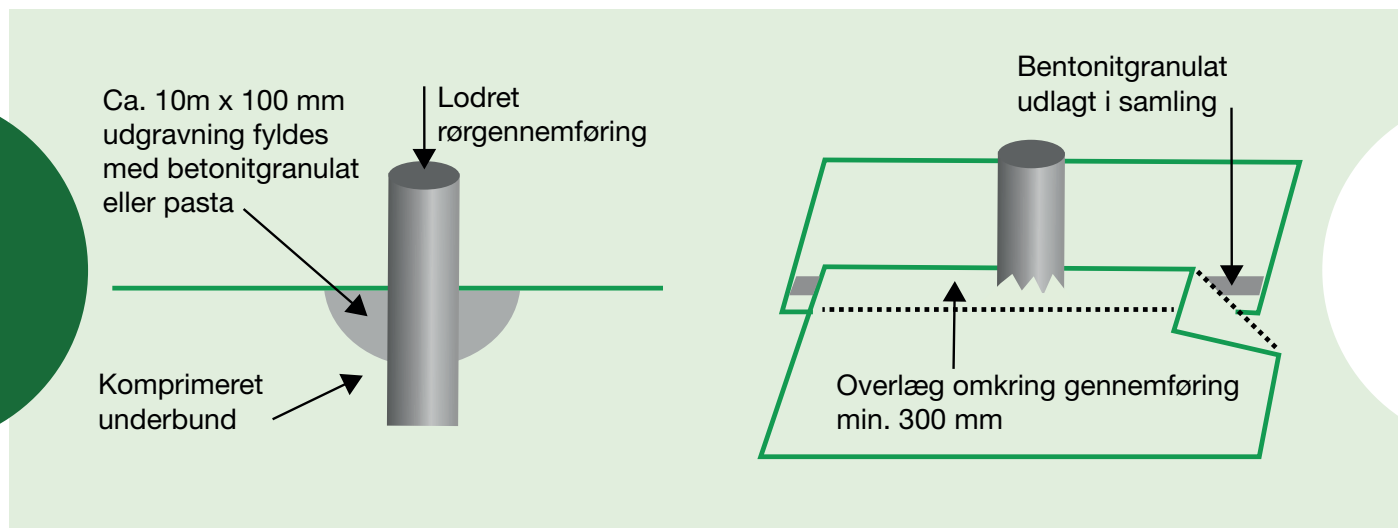
Figur 5a Samlingsdetalje



Figur 5b Samlingsdetalje

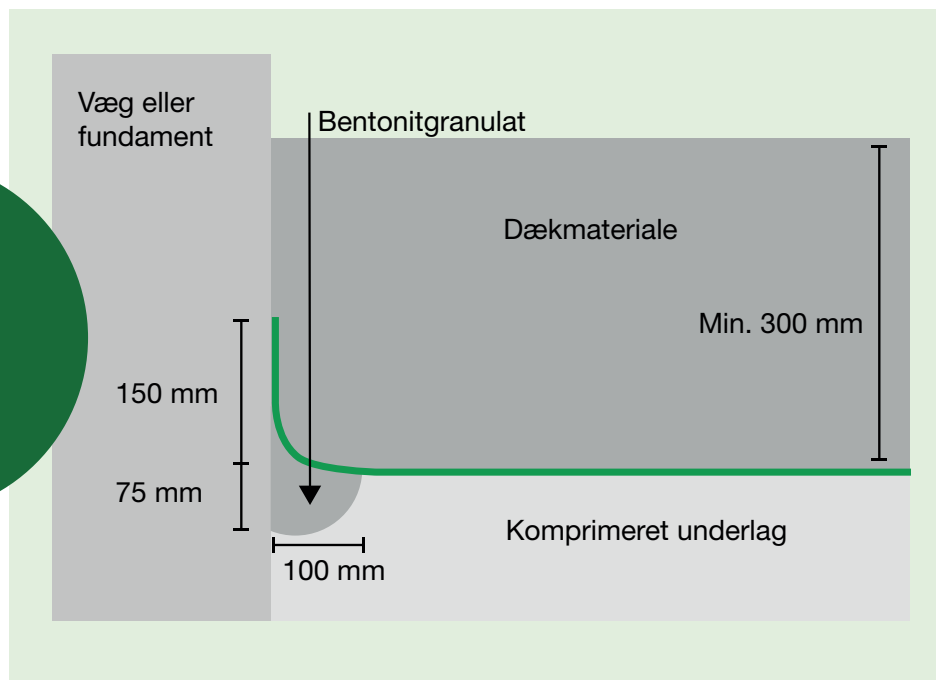
7.5

Lodrette gennemføringer forberedes ved udgravning af en smal rende langs hele gennemføringen. Renden fyldes med bentonitpulver eller bentonitpasta (**Figur 6a**). Gennemføringen etableres ved udlægning af to separate stykker bentonitmembran (**Figur 6b**). Det anbefales endvidere, at der som afslutning udlægges et kvadratisk stykke membran som anført under **punkt 8.1**.

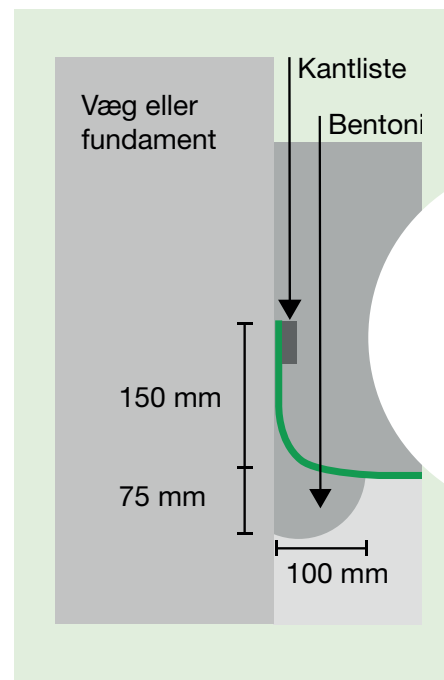


Figur 6a Lodret gennemføring

Figur 6b Membranplacering



Figur 7a Detalje for fastgørelse af membran til væg



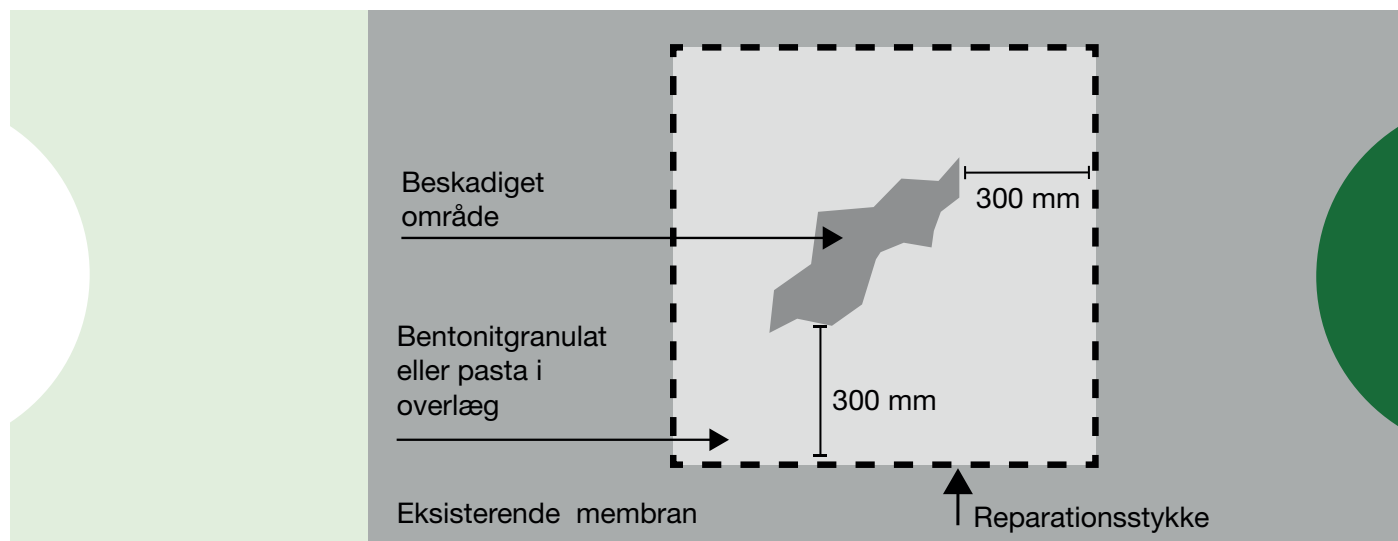
Figur 7b Detalje for fastgørelse af membran til væg ved hjælp af en kantskinne.

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 (**Figur 8**).

Det kan være nødvendigt at anvende f.eks. fugemasse 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.



Figur8 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 (**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 - 32 mm. Ved anvendelse af dækmateriale med minimale forekomster af fint materiale eller en stor koncentration af større sten, anbefales det at etablere et prøvelfelt, 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 skal foretages med materiel som minimerer påvirkningen af membranen. Afdækningen bør ske i lag af min. 20 cm og have en samlet indbygget tykkelse på min. 300 mm. Såfremt membranen udlægges på et underlag med et målt E-modul < 15 kPa, bør tykkelsen af dækmaterialet øges, alternativt skal underlaget stabiliseret til en acceptabel bæreevne. Hvis dette ikke er muligt skal udlægning af dækmateriale foretages med let materiel eller ved brug af lastfordelende jernplader som sikrer en jævn overflade under udlægning af membranen. Ved etablering af midlertidige eller permanente adgangsveje dimensioneres opbygning på oversiden af membranen i forhold til aktuel belastning.

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/m². Ved anvendelse af bentonitmembraner i søer og lign. skal der tages hensyn til dækmaterialets opdrift. I praksis betyder det, at dæklag under vandspejl skal have en tykkelse på min. 50 cm.

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 hjultryk anvendes i forbindelse med udlægning af plastmembranen. Dette forudsætter dog, at underlaget har et målt E-modul >15 kPa, og at køretøjet som anvendes ikke beskadiger bentonitmembranen.

9.7

Dækmaterialet bør ikke indeholde større koncentrationer af letopløselige stoffer som calcium, magnesium, jern eller organisk kulstof, der kan påvirke bentonittens opsvelningsegenskaber kemisk. (Der bør ikke anvendes kalksten (calcite), dolomit eller andre calcium- og magnesiumbaserede 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 forligelighedsanalyse og evt. afprøvning i et laboratorium.

10 Hydrering af bentonitmembranen

10.1

I projekter som involverer aggressive kemiske forbindelser, kan bentonitmembranen præhydreres med rent vand. Bentonitmembranen vil endvidere først fungere som en væskestansende barriere, når membranen er fuldt hydreret.

Regn vil under normale omstændigheder kunne præhydrere bentonitmembranen i de 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 (tørt og på plan underbund, afdækket med presenning eller lignende)			
Installation				
2.0	Underlag (komprimeret og afrettet)			
2.1	Kontrol for produktfejl efter udrulning			
2.2	Samlinger (overlapning)			
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	Evt. komprimering			

