

Intern rapport nr. 2033

TUNNELKLEDNINGER:

- hvordan sikre mot vann med
foliemembraner



TUNNELKLEDNINGER: -hvordan sikre mot vann med foliemembraner

Sammendrag

Dyrekjøpt erfaring viser at det av sikkerhets-, vedlikeholds- og miljømessige grunner er fordelaktig å investere i vanntette tunnelhvelv fremfor å ta ulempene ved vedlikehold. Varig vanntetthet kan bare oppnås ved at tunnelhvelvet isoleres med vanntett membran. Det finnes mange typer av membraner som gir muligheter for god tilpasning til prosjekter av ulik art. Til vegtunneler er PVC-folie spesifisert, men utviklingen viser at også andre typer kan være aktuelle, og vil bli vurdert. Utførelsen er imidlertid enda viktigere for resultatet enn valg av membrantype. Tilfredstillende resultat krever gode arbeidsplaner, tilstrekkelig tid, fagarbeid og gjennomført kvalitetssikring.

Emneord: *Tunnel, hvelv, vann, is,sikring, geomembran, betong, element.*

Kontor: *Geologi og tunnel*
Saksbehandler: *Arne Grønhaug*
Dato: *Mars 1998*

/AG

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Veglaboratoriet

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Innhold

1. Vannlekkasjer i tunneler fører til skader og redusert sikkerhet

2. Vann tett betong?

3. Vannsikringsmaterialer

4. Plasttyper

5. Produksjonsprosesser

6. Tilsetningsstoffer

7. Folietyper

7.1 Polyvinylklorid -- PVC

7.2 Polyetylen (polyeten) -- PE

7.3 Polypropylen (polypropen) -- PP

7.4 Membraner av syntetisk gummi

7.5 Armerte folier

8. Montering av foliemembraner

9. Kvalitetssikring

1. Vannlekkasjer i tunneler fører til skader og redusert sikkerhet

Lekkasjer i tunneler har lenge vært betraktet som et nødvendig onde. Imidlertid viser erfaring at det med hensyn til sikkerhet, vedlikehold, miljø og økonomi er fordelaktig å stille de samme krav til vanntetthet i trafikk tunneler som til bygninger forøvrig.

Nedsatt sikkerhet består i nedsatt sikt pga tåke, mørke overflater, sprut av søle og tilgrising av frontrute, lysarmaturer og skilt. I vintertiden vil sikkerheten bli ytterligere redusert ved dannelse av islagt kjørebane, issvuller og istapper.

Vedlikeholdet får en betydelig belastning på grunn av isdannelsen, frostsprengning i omgivende berggrunn og betongkonstruksjoner, utluting av betongmørtel, og tetting av drenasjesystem. I tillegg til dette kommer at korrosjon av installasjoner øker med fuktigheten i tunnelrommet.

Miljømessig vil tunnelbygging ofte føre til en drenering i grunnen, noe som kan registreres ved en senkning av grunnvannstanden, i sjeldnere tilfeller også sjøer og vann. I bebygde områder vil dreneringen føre til skader på bebyggelse fundamentert på løsmasser.

En økonomisk analyse av kostnadene for vedlikeholdstiltak forårsaket av lekkasjene i Bryn-tunnelen på ringveien i Oslo ble utført i ca 1980. Den viste at det hadde vært mye billigere å investere i en vanntett utstøpning, enn å leve med den utførte kontaktstøp som førte til isdannelser, vegstengninger og kontinuerlige reparasjoner.

En rasjonell gjennomføring krever planlegging av tiltak for å øke sikkerheten, samt å redusere skader og ulemper. Tiltakene må innarbeides i planleggingen, først ved utførelse av hydrogeologiske forundersøkelser, dernest ved spesifisering av vannsikrings-metoder.

2. Vanntett betong ?

Der det ikke er restriksjoner på drenering av grunnvann, kan kledninger i vegtunneler bestå av lette konstruksjoner, betongelementer eller plaststøpte betonghvelv. Plaststøpt hvelv benyttes i tunneler i dårlig berggrunn, og der det ønskes en ensartet standard, for eksempel i høy-trafikk vegtunneler. Selv om det benyttes såkalt vanntett betong, viser dyrekjøpt erfaring at betongutføring i våte tunnelpartier får lekkasjer gjennom støpeskjøter, svinnriss etc.

Vannlekkasjer i betonghvelv forsøkes ofte stoppet ved tettingsmidler, enten ved overflatebehandling eller ved injeksjon av tettende kjemikalier. Slike metoder har en verdi som reparasjonsmetode der det ikke lenger foreligger andre valg. Siden effekten er begrenset både med hensyn til kvalitet og varighet, må de ikke forveksles med byggemetoder.

Betong er et materiale med gode egenskaper for en lang rekke anvendelser. Men det har to ulemper, den sprekker ved størkning og den er vannløselig sett i forhold til det

tidsperspektiv hvelvet er beregnet for. Betong er derfor ikke et så universelt materiale at det er egnet til å løse alle byggetekniske formål.

For å oppnå vanntette betonghvelv, både elementer som plasstøpte, er det nødvendig å benytte membraner, dvs spesielle materialer med høy vanntetthet. Siden slike materialer enten er kostbare eller ikke har tilfredsstillende konstruksjonsegenskaper forøvrig, består de av tynne, sammenhengende lag liggende på eller innstøpt i hvelvet.

3. Vannsikringsmaterialer

Membraner benyttes både til å kle en frittstående konstruksjon, eller til innstøpning mellom to betongskikt. De kan bestå av asfalt, plast (folier), bentonittleire eller stål. Det tradisjonelle materialet brukt til vanntetting har gjennom flere tusen år vært asfalt, kfr tunnelen under Eufrat i Babylon bygd for 2600 år siden. Dette materialet er fortsatt godt egnet, men har nå fått konkurranse av nye materialer som hver på sin måte gir bedre valgmuligheter for ulike utførelser. Både asfalt, ikke minst de nye prefabrikerte banene, bentonittleire og stål har sine anvendelsesområder, men her skal bare plastfolier beskrives.

4. Plasttyper

Plaststoffene deles i tre grupper, termoplastiske, termosetplaster og elastomerer. De termoplastiske er formbare ved høyere temperatur, og beholder formen ved avkjøling. Termosetplastene er sprø og stive, mykner ved oppvarming, men beholder sin form inntil de bryter sammen. Elastomerene er meget elastiske, men kan heller ikke formes ved økning av temperaturen. Det følger av dette at termosetplastene ikke er egnet som membraner, mens det innen de andre gruppene er et stort utvalg av gode materialer.

Produksjonsanleggene er imidlertid store og kostbare, har en høy kapasitet og omfattende kvalitetsrutiner. Dette gir store prismessige fordeler, men et mere begrenset utvalg.

Materialene til folier kan deles inn i flere grupper. Den enkleste kjemiske sammensetningen har olefinene, som stort sett er polymeriserte kjeder av rene hydrokarboner (metan, etan, propan osv) og tilhører termoplastene. Polyetylen og polypropylen kommer også i denne gruppen.

Andre grupper er PVC og CPE og EPDM, den sistnevnte tilhører elastomerene. Størst anvendelse generelt har polyetylen (PE), i tunnelbygging er også polyvinylklorid (PVC), og i mindre grad butyl (EPDM) mye benyttet, mens polypropylen (FPP) kan komme som en sterk konkurrent.

5. Produksjonsprosesser

Utgangsmaterialet for produksjon av plastfolier består overveiende av typene beskrevet foran, etylen, propylen og vinylklorid som polymeriseres til et pulver. Fire

fremstillingsmetoder er vanlig; nemlig filmblåsing, kalandrering, ekstrudering og belegging.

Ekstrudering består i at platen i form av pulver mates ved hjelp av skruer inne i en varm sylinder som smelter og presser platen gjennom en dyseåpning som er utformet etter dimensjonene på den folien som skal produseres.

Ved filmblåsing presses massen gjennom en sirkulær spalteåpning som danner en slange som blåses videre opp til den mangedoblet størrelse mens den ennå er varm og myk.

Kalandrering består i at råmaterialet bearbeides i et flere trinns valseverk, bestående av valser som varmes opp, vanligvis med sirkulerende olje. Denne prosessen en god kontroll med tykkelsen av foliene, og er ofte ansett som en garanti for kvalitet.

Dessuten gir denne fremstillingsmetoden gode muligheter for laminering, belegning, impregnering, glatting og preging av mønstre.

Belegging foregår ved at en vev eller matte påføres en plastfilm. Påføringen utføres vanligvis ved bstrykning i en spredemaskin, eller ved dypping i plastdispersjon (plastisol). I spredemaskinen blir tykkelsen justert ved heving eller senkning av en "skrapekniv". Ved tosidig belegging må duken snus og operasjonen gjentas.

6. Tilsetningsstoffer

Ved tilsetninger kan flere av plasttypene tilføres egenskaper som gjør dem verdifulle for mange ulike produkter. PVC er et godt eksempel på plast av denne typen. På den annen side finnes det også plaster som kan gis ulike egenskaper ved endring av produksjons-betingelsene, for eksempel PE. Imidlertid inneholder alle plastprodukter som leveres idag tilsetninger.

Antallet av slike tilsetningsstoffer på markedet går sannsynligvis opp i flere tusen. I en referanse fra 1989, *The Rubber World Blue Book* er det listet opp 131 typer av kullstoff (carbon black) fillere, 718 akselleratorer for vulkanisering og 601 myknere.

Tilsetningsstoffene kan ha følgende hensikter:

- tilføre farge
- reduere kostnadene ved drøyning med billig fyllstoff (extender/filler/regenerat)
- påvirke herdeprosessen
- forbedre produksjonsprosessen
- øke krystallisering eller skumming
- forbedre fasthetsegenskaper og elastisitet (myknere, armeringsfillere etc)
- motvirke forvitring
- reduere oksydasjon for økning av levetid (antioksydanter)
- forbedre bestandighet mot UV-bestråling (stabilisatorer, fillere etc)
- reduere brennbarheten (brannhemmende stoffer)
- motvirke mikrobeangrep (bio-stabilisatorer/biocider)
- påvirke elektrisk ledningsevne
- påvirke overflateegenskaper

7. Folietyper

7.1 Polyvinylklorid (PVC)

PVC produseres ved polymerisasjon av vinylklorid, og betegnelse kjemisk som kloroetylen homopolymer. Det er et fast, hardt og glassklart stoff med densitet på 1.4 g/cm^3 og som mykner ved $70\text{-}80 \text{ }^\circ\text{C}$. Ustabilisert er PVC lite motstandsdyktig mot sollys og varme. Det er meget motstandsdyktig mot syrer, fett, mineraloljer og alkalier og endel organiske løsemidler.

PVC er billig i produksjon og bearbeidelse, og har fått en stor utbredelse. Dette kommer av de store mulighetene for endring av egenskapene ved tilsetninger og etterbehandling. Dette gjør PVC spesielt anvendelig til et stort register av produkter. Således brukes det som erstatning for gummi, til rør, slanger, takrenner, foringer, listverk, paneler, isolasjon, kunstlær samt til duker, klær, regnfrakker, tapet og lakkprodukter.

PVC har lenge vært den mest benyttede membranfolie. Men mulighetene for endring av egenskaper ved et stort antall tilsetningstoffer kan også være en ulempe. Kontrollmulighetene blir vanskelige, samtidig som tilsetninger som forbedrer en egenskap kan redusere kvaliteten av andre viktige egenskaper. Det blir en krevende oppgave å finne det beste PVC-produkt, og kvalitetssikringen blir spesielt viktig.

Spesielt er membranens egenskaper følsomme for mengde og type av myknere og fyllstoffer. Myknerne, som ofte er syntetiske oljer, tilsettes i passende mengder for å oppnå tilfredsstillende mykhet, økende mengder for hvor lavere temperatur folien skal behandles. Myknerne er utsatt for utvasking av vann, mikrobeangrep og migrasjon. Levetiden ved utvasking lar seg beregne. Derimot må type av mikrobe (alger, sopp eller bakterier) må vurderes for tilsetning av nødvendig biocid.

Begrepet migrasjon brukes om vandring av mykner over til et kontaktmateriale som har høyere tiltrekningskraft (affinitet) til oljen enn PVC. For eksempel vil frostisolasjon av polystyrenskum (EPS og XPS) trekke til seg mykneren fra en PVC-folie i kontakt. Denne migrasjonen er imidlertid temperaturavhengig, og er liten ved den aktuelle temperatur på ca 10°C . Dersom mykneren forsvinner, blir folien sprø, og kan sprekke opp. Det er derfor en viktig forutsetning for et tilfredsstillende resultat at riktig materialvalg og utførelse er klarlagt.

Tilsetning av regenerat er omdiskutert, og trenger nærmere klargjøring. Plastavfall er ofte godt brukbart som tilsetning til produkter med mange formål, og det blir stadig viktigere å benytte resirkulerte materialer. Imidlertid kreves det nøye kontroll med regeneratet for at tilsetningen ikke skal gå ut over kvaliteten. Dette er vanskelig å føre kontroll med, og derfor inneholder spesifikasjoner ofte bestemmelser om at folien skal være transparent. Dette bedrer også mulighetene for å oppdage hull og kontrollere kvaliteten på sveising av skjøter. Avskjær av membran av samme sammensetning som den som er under produksjon regner ikke produsentene som regenerat.

7.2 Polyetylen (polyeten) -- PE

Polyetylen består av rent hydrokarbon med høyt hydrogeninnhold, og tilhører gruppen olefiner, og produseres av flytende etylen ved høy temperatur og høyt, eller spesielt lavt trykk. I ren tilstand er det melkehvitt og gjennomskinnelig. PE er et termoplastisk stoff, fast, seigt og elastisk ved romtemperatur, og det blir først sprøtt ved meget lave temperaturer (-70°C). Det er meget motstandsdyktig mot kjemikalier, men angripes i noen grad av konsentrerte, oksyderende syrer, frie halogener og enkelte hydrokarboner (bensen, bensenforbindelser). For å bedre aldringsegenskapene tilsettes antioksidanter.

PE produseres i tre hovedtyper, LD (myk), MD (middels) og HD (hard), som er karakterisert ved at krystalliniteten øker fra 50 til 90%, smeltepunktet fra 110 til 140°C , og densiteten fra 0.910 til 0.965 g/cm^3 . På grunn av at PE er billig å produsere, bearbeide, og tilføre stort utvalg av egenskaper, er det den mest brukte av alle plasttyper. PE anvendes til rør, slanger, elektrisk isolasjon, kjøkkenutstyr, emballasje og proteser.

HDPE er mye brukt til membraner for avfallsdeponier, men er imidlertid stiv og vanskelig å montere i tunneler. Glatte overflater og forlengningsegenskapene, karakteriseres vanligvis som minusfaktorer. Imidlertid kan disse egenskapene være en fordel, særlig når membranen legges i flere lag. I tillegg har folien stor plastisitet, noe som er verdifullt det det forekommer svinn og andre bevegelser i konstruksjonen. Derimot er den store varmeutvidelsen en ulempe.

Det finnes litt erfaring ved bruk av LDPE, som har vært benyttet til få vegtunneler, men er i utstrakt bruk i Tyskland og Sveits. I form av skum har PE vært benyttet i stort omfang til kombinert vann og frostsikring av vegtunneler i Norge. På grunn av brennbarheten må slik isolasjon nå brannbeskyttes, oftest med sprøytebetong.

7.3 Polypropylen (polypropen) -- PP

PP er en termoplastisk stoff av typen olefin som produseres ved polymerisasjon av propylen (propen). Tre former er mulige, hvorav den såkalte isotaktiske (fiberdannende) er aktuell kommersielt, og produseres under en rekke firmabetegnelser. I ren form er utseendet er noe blakket, noe som kommer av at det er delvis krystallinsk. Det er i den senere tid lyktes å produsere en fleksibel type som er egnet til folier, kalt FPP.

PP er et fast stoff som mykner ved 155°C og smelter ved 165°C . Uten tilsetninger eller ubehandlet blir det sprøtt allerede ved -10°C , og densiteten er 0.9 g/cm^3 . PP er meget motstandsdyktig mot syrer og alkalier, uløselig i kalde organiske løsemidler, men angripes av sterke oksyderende stoffer og enkelte varme organiske væsker. Ustabilisert PP er lite motstandsdyktig mot sollys.

PP er billig i produksjon og lett å bearbeide etter vanlige metoder for termoplaster.

De vanligste anvendelser er til fibre, tau, garn, duker og tepper. I form av fiberduk har den en stor anvendelse som geotekstil i anleggsindustrien, men fleksible folier er først nylig kommet på markedet. Prisen er høyere enn for PE og PVC, men lav vekt, som gjør det mulig å arbeide med større baner, reduserer sveisearbeidet. Sveiseegenskapene og punkteringsmotstanden er bedre enn hos disse.

7.4 Membraner av syntetisk gummi

Det er to aktuelle typer av syntetisk gummi, EPDM og butylgummi. I utgangspunktet er begge termoplastiske, men går over til elastomerer ved en vulkanisering, dvs oppvarming under høyt trykk og tilsetning av svovel. Egenskapene ligger nær opp til naturgummi, men EPDM egner seg best teknisk til anlegg under jord. EPDM produseres ved polymerisasjon av etylen, propylen og andre diolefiner, dvs hydrokarboner med lavere hydrogeninnhold enn olefiner. Til mange anvendelser tilsettes det imidlertid fremdeles naturgummi.

Disse materialene er meget elastiske, kjemisk stabile, varmebestandige, motstandsdyktige mot mikroorganismer og svært diffusjonstette. Således brukes de til slangefrie bildekk og drikkevannsbassenger. Derimot er bestandigheten mot UV-stråling, oljeprodukter og organiske løsningsmidler mindre tilfredsstillende.

EPDM er blant de foliene som har lengst dokumentert levetid, i og med at militært utstyr har vært lagret nedgravd innpakket i slik folie siden den 2. verdenskrig. Foliene produseres i store baner, men skjøting i felt har vært vanskelig. I linning har ikke gått sterke skjøter, men nå kan skjøtene vulkaniseres.

7.5 Armerte folier

Det produseres armerte folier i de fleste typer. Armeringen kan blant annet bestå av polyestervev eller glassfiber. På grunn av de store forskjellene i egenskaper fra den stive lite deformerbare glassfiberen til den elastiske plastfolien er dette best egnet i spesielle tilfelle, da helst til tak.

Polyesterarmerte folier, oftest med PVC-belegg, er egnet til membran i tunneler der styrken er viktigere enn forlengningsegenskapene. Dette er tilfelle der membranen skal monteres fritthengende, som over lette konstruksjoner eller prefabrikerte tunnelementer, eller som tunnelduk, dvs kledning for vannsikring.

8. Montering av foliemembraner

Utførelsen av membrantekkingen er helt avgjørende for resultatet, uansett hvilken membran som velges. Siden det har vist seg at vannsikringen ofte har vært den vanskeligste oppgaven å løse ved et tunnelprosjekt, er det viktig å legge byggeprosessen til rette for dette delarbeidet.

Det er en rekke forutsetninger som må tilfredsstilles for at fuktsikringen med membran skal bli tilfredsstillende:

- I. Kravene til overflaten membranen skal monteres på, må tilfredsstilles. Dersom dette ikke er mulig, må det utarbeides en annen løsning som sikrer kvaliteten.
- II. Det må erkjennes at membranmontering er et spesialarbeid som krever lang erfaring. Dette arbeidet er som regel bare egnet for en takentreprenør som holder seg oppdatert på ny teknikk og nye materialer. Videre bør det kreves at arbeidet utføres av personell som har fagutdanning, eller som har gjennomgått opplæring hos en anerkjent produsent av membraner.
- III. Det må, fortrinnsvis på anbudsstadiet, utarbeides en arbeidsplan. Dette krever at takentreprenøren må få utlevert detaljplanen for tunnelanlegget.
- IV. Arbeidsplanen skal inneholde en avtale mellom byggherre, hovedentreprenør, membranmontør og andre involverte om fremgangsmåte, tidsplan og ansvarforhold, og rutinemessige møter. Mange konflikter og redusert kvalitet bunner i at en slik arbeidsplan ikke har foreligget før monteringen har startet.
- V. Arbeidsplanen må inneholde de detaljer som er nødvendige for at de involverte kan få gjennomført byggherrens kvalitetssikringsplan. Dette består også i avtaler om rutinemessig testing av alle membrankomponenter som beskyttelsesfilt, festerondeller, stålstift, membranfolie samt alt sveisearbeid.
- VI. Arbeidsplanen må inneholde avtale om valg og bestilling av membran, slik at membranentreprenøren får tid til å skaffe den samme type membran som opprinnelig er valgt for arbeidet, og gjennomføre den beskrevne kvalitetssikring av leveransen.
- VII. Fra arbeidsplanen skal det fremgå hvilke aktiviteter som til enhver tid skal foregå i de ulike tunnelavsnitt. Planen skal inneholde en avtale om transport, håndtering og lagring av materialene.
- VIII. Avtaler om behandling av skader beskrives. Hvem er ansvarlig, når og hvorledes skal utbedring skje.

9. Kvalitetssikring

Det vises til vedlagte skjemaer for kvalitetssikring

KVALITETSSIKRINGSBOK
FOR
TUNNELMEMBRAN

PROSJEKT :

MEMBRANENTREPRENØR :

Krisetelefoner utenom arbeidstid

Bas:..... Tlf. privat:..... Mobil:.....

Ansvarlig ingeniør:..... " "

I N N H O L D

- 1 IDENTIFIKASJON
- 2 K-SIKRINGSPLAN
- 3 LOKALISERINGSPLAN
- 4 SVEISESERTIFIKATER
- 5 KRAV TIL UNDERLAG
- 6 TESTMETODER
- 7 MOTTAKSKONTROLL
- 8 MONTASJE
- 9 OPPSTART SVEISING
- 10 K-SIKRING SVEIS
- 11 OVERLEVERING
- 12

KS - skjema FAGKOMPETANSE iht. Håndbok 163	Rev. nr.: _____ Sign.: _____ Kapittel: _____ Dato: _____ Side: _____	
PROSJEKT : 	ENTREPRENØR : Ansv. montasjeleder sign.	
MONTØR:	Sveisesertifikat gyldig til:	Sign./Dato
ANMERKNINGER : 		

KS - skjema

Rev. nr.:

Sign.:

Kapt.:

KONTROLLPLAN

Dato:

Side:

Svikt av :	Tiltak ved svikt	
	1. Tiltak	2. Tiltak
Sveisemaskin oppstart	<ul style="list-style-type: none"> - Hastighet justeres - Smuss fjernes - Fukt tørkes bort - Temperatur justeres på maskinen 	Kontakt membranleverandør
Sveisemaskin- sveising	<ul style="list-style-type: none"> - Fri lapp sveises - Se forøvrig: Testmetoder 	Kontakt membranleverandør
Hånd sveising	<ul style="list-style-type: none"> - Spenning testes på 220 V - Hånd sveisemaskin justeres - Hastighet justeres - Trykket på rullen økes 	Kontakt materialleverandør
Mottak av membran iht. kontrakt / Håndbok 163	- Kontakt foresatte	Kontakt leverandør
Mottak av fugebånd (samråd med membranprod.)	- Kontakt foresatte	Kontakt leverandør
Mottak av injeksjonsslanger iht. beskrivelse / kontrakt	- Kontakt foresatte	Kontakt leverandør
Mottak av rondeller (samråd med membranprod.)	- Kontakt foresatte	Kontakt leverandør
Mottak av fiberduk iht. beskrivelse / kontrakt	- Kontakt foresatte	Kontakt leverandør

LOKALISERINGSPLAN FOR SVEISER / SKJØTER / SKADER

Rev. nr.: _____

Sign: _____

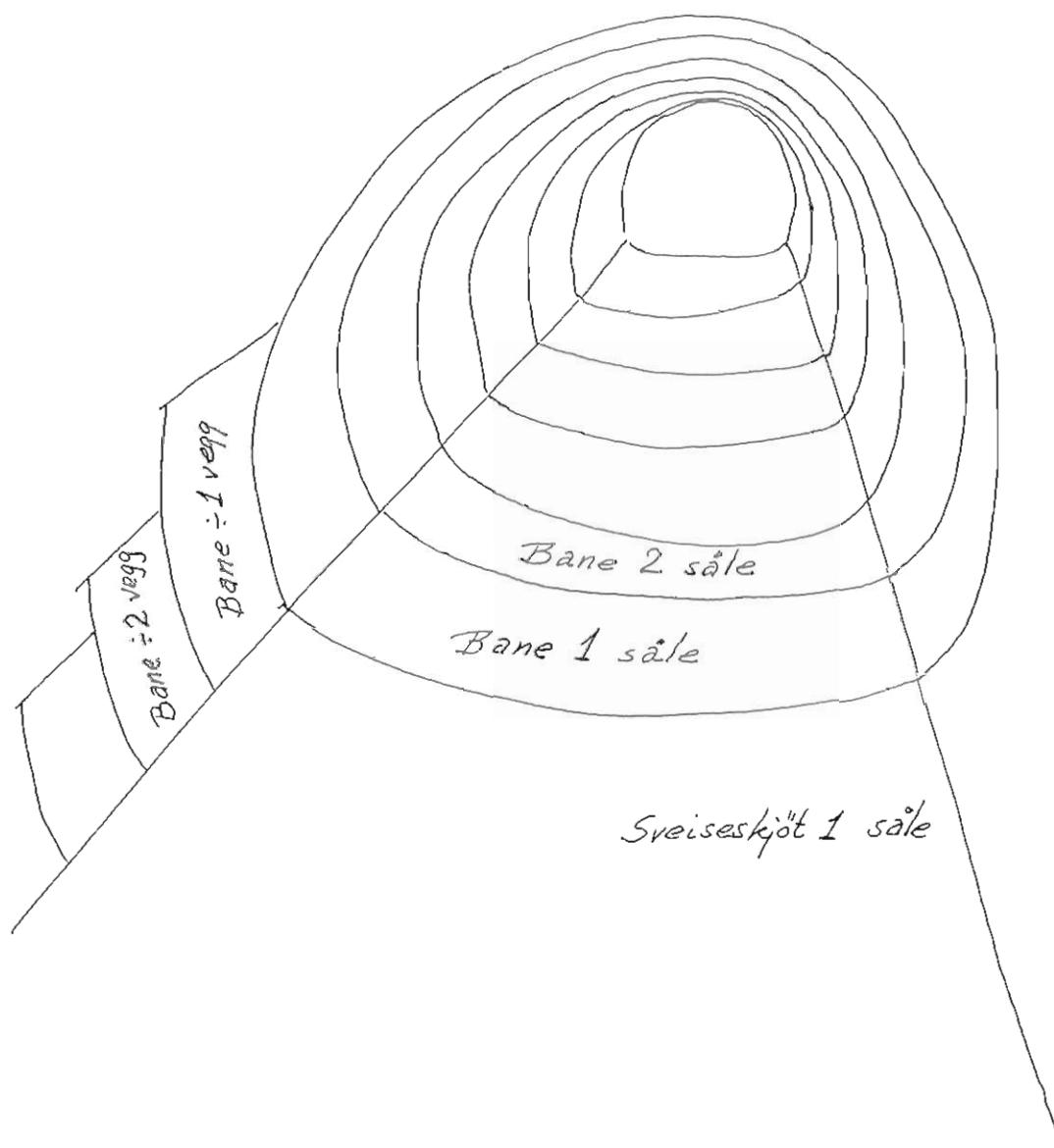
Dato: _____

Kapittel: _____

Side: _____

Høyre / venstre side regnes sett innover i tunnelen.

Lokalisering i tunnelens lengderetning tas ut fra profilnummer.



alkor SVEJSECERTIFIKAT
 Heizkeil PVC Varmluft PVC

Marius Kvakkestad

0. NAVN
 A/S HESSELBERGTAK

FIRMA
 01 - 02 - 1993

UDFÆRDIGET D. *Marius Kvakkestad*

ALKOR NORDIC K/S Indehaverens underskrift

alkor SVEJSECERTIFIKAT
 Heizkeil PVC Varmluft PVC

Willy Kreutz

0. NAVN
 A/S HESSELBERGTAK

FIRMA
 01 - 02 - 1993

UDFÆRDIGET D. *Willy Kreutz*

ALKOR NORDIC K/S Indehaverens underskrift

alkor SVEJSECERTIFIKAT
 Heizkeil PVC Varmluft PVC

Arne Håvard Bækkelund

0. NAVN
 A/S HESSELBERGTAK

FIRMA
 01 - 02 - 1993

UDFÆRDIGET D. *Arne Håvard Bækkelund*

ALKOR NORDIC K/S Indehaverens underskrift

alkor SVEJSECERTIFIKAT
 Heizkeil PVC Varmluft PVC

Odd Rune Brendløkken

0. NAVN
 A/S HESSELBERGTAK

FIRMA
 01 - 02 - 1993

UDFÆRDIGET D. *Odd Rune Brendløkken*

ALKOR NORDIC K/S Indehaverens underskrift

alkor SVEJSECERTIFIKAT
 Heizkeil PVC Varmluft PVC

Hans K Kvakkestad

0. NAVN
 A/S HESSELBERGTAK

FIRMA
 01 - 02 - 1993

UDFÆRDIGET D. *Hans K Kvakkestad*

ALKOR NORDIC K/S Indehaverens underskrift

alkor SVEJSECERTIFIKAT
 Heizkeil PVC Varmluft PVC

Bjørn Lind

0. NAVN
 A/S HESSELBERGTAK

FIRMA
 01 - 02 - 1993

UDFÆRDIGET D. *Bjørn Lind*

ALKOR NORDIC K/S Indehaverens underskrift

alkor SVEJSECERTIFIKAT
 Heizkeil PVC Varmluft PVC

Øistein Birkeli

0. NAVN
 A/S HESSELBERGTAK

FIRMA
 01 - 02 - 1993

UDFÆRDIGET D. *Øistein Birkeli*

ALKOR NORDIC K/S Indehaverens underskrift

KS-skjema
Krav til underlag av
sprøytebetong

Rev. nr.: _____

Sign.: _____

Dato: _____

Kapittel: _____

Side: _____

Maks. kornstørrelse : 8 mm.
 Uten tilsetning av metallfiber.
 Minimum tykkelse = 50 mm.

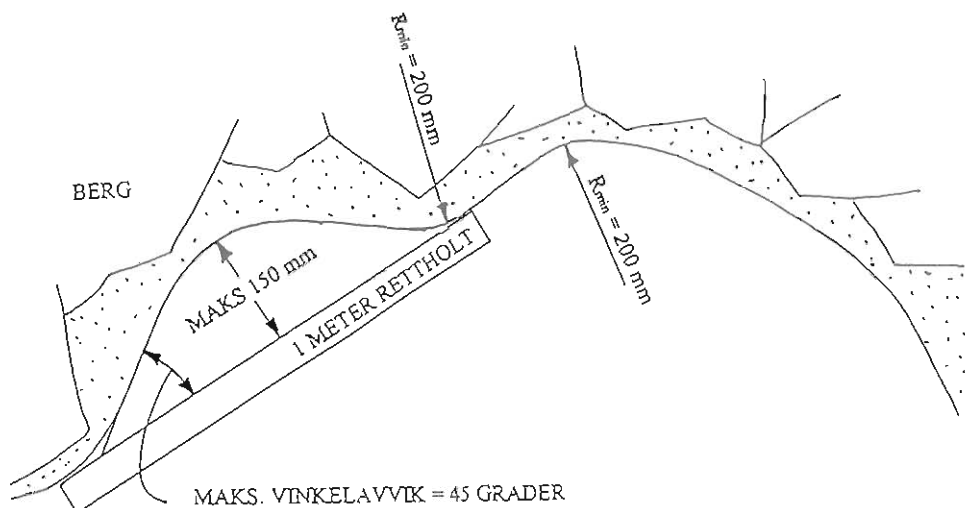


Fig. 3. 2. 1. UNDERLAG AV SPRØYTEBETONG VED BRUK AV PVC-MEMBRAN

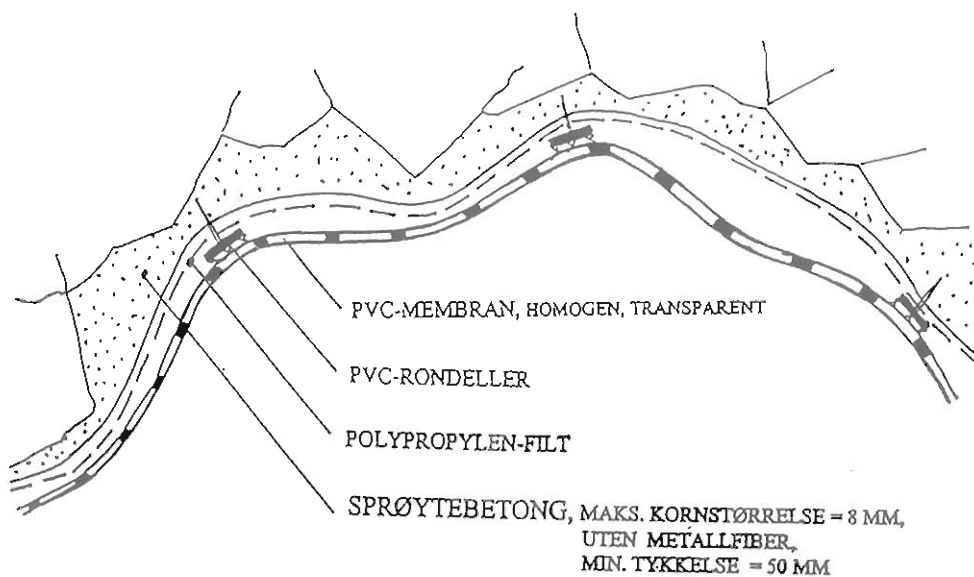


Fig. 3. 2. 2. MONTERT PVC-MEMBRAN FOR FULL UTSTØPING

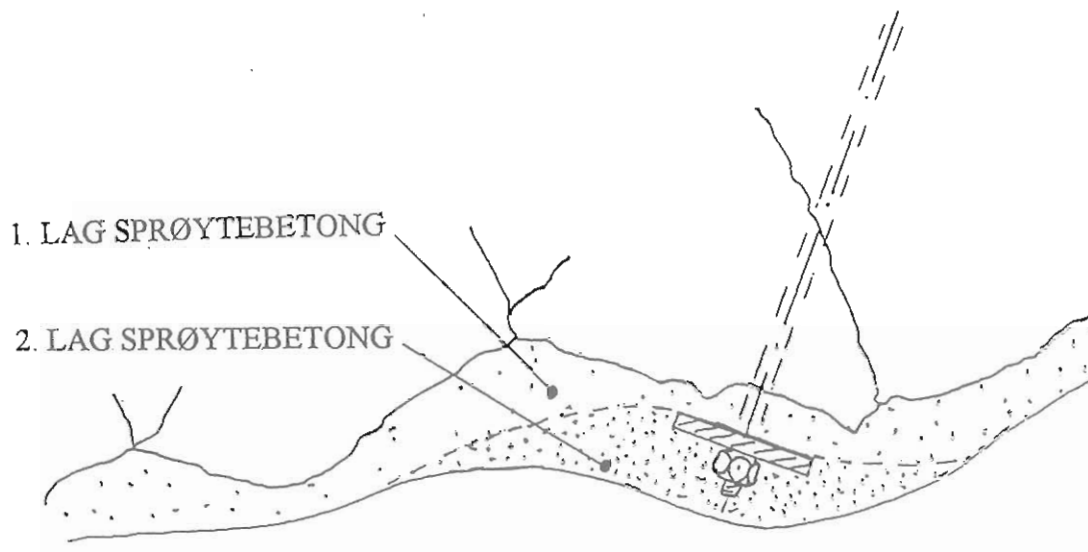


Fig. 8. 1. FJELLBOLT

Preparering for å få tilfredsstillende underlag for foliemembran.

PROSEDYRE:

Bolten kappes så nær mutteren som det er tillatt.

Deretter påføres sprøytebetong til standardkravene til overflatejevnhet for membranunderlag er oppfylt.

Nøyaktig tilpasset trykkfast polystyren kan også brukes.

NB! Polystyrenen må tildekkes med polyester- eller polypropylenfilt før membranen legges.

Arbeidsbeskrivelse

Forberedelse til sveising av membran

Visuell kontroll og

rivetest (peel-test) av sveiseprøve

Rev. nr.: _____

Sign.: _____

Kapittel: _____

Dato: _____

Side: _____

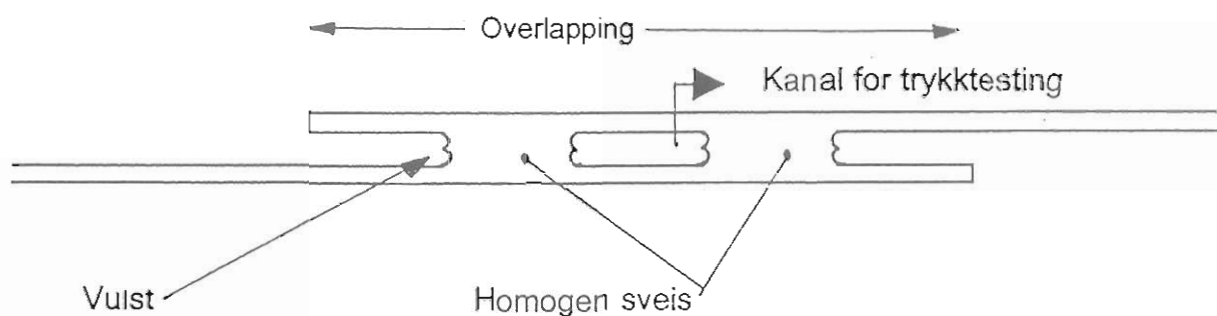
1

VISUELL KONTROLL :

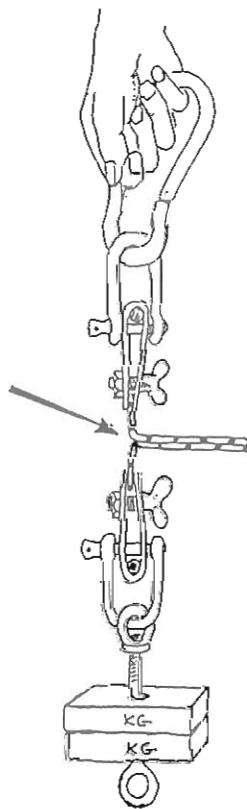
2 ca. 70 cm. lange og passende brede prøvestykker maskinsveises og trykkprøves.

Deretter tas et kutt vinkelrett gjennom prøvesveisingen, og snittflaten og vurderes visuelt.

Snittet skal da se homogent ut, og en synlig utflytning / vulst skal være dannet i kanten av sveisen, se forstørret fig.



RIVETEST (PEEL-TEST) : EKSEMPEL PÅ PRØVEVERKTØY.



PROSEDYRE:

Heng prøvestykket i evt. prøveverktøy og påfør belastning.

For å bli godkjent må prøvestykket ikke delaminere i sveisesonen, og sveisen må ikke gå opp.

KS -skjema	Rev. nr.: _____	Sign.: _____
	Testmetoder for sveiseskjøter	Kapittel: _____
	Dato: _____	Side: 2 av 2

PROSEDYRE FOR TRYKKLUFTTEST:

1. Testtrykk = 0,8 bar overtrykk pr. mm folietykkelse.
Prosedyre ved 3 mm folie:
Sett på trykk (2,4 bar for å sprengte ut kanalen).
2. Etter 20 sek. justeres trykket ned til 2 bar, og ventilen stenges i 2 minutter.
3. Maksimum trykkfall skal da være maks. 20% (-0,4 bar).
4. Resultatet noteres og signeres på KS-skjema.
Ved større trykkfall enn 0,4 bar, må reparasjonsprosedyre følges inntil sveisen holder testen.

PROSEDYRE FOR VAKUUMTEST:

Testtrykket = - 0,1bar pr. 0,5 mm folietykkelse.
Ved 1,0 mm folietykkelse brukes -0,2 bar
Ved 2,0 mm folietykkelse brukes -0,4 bar

1. Sprut lekkasjeindikatorvæske på detaljen.
2. Plasser gjennomsiktig vakuumboks over detaljen.
3. Etabler suget og hold det i 20 sekunder.
Såpebobler som indikerer utetthet skal ikke oppstå.
4. Resultatet noteres og signeres på KS-skjema.
5. Ved svikt foretas reparasjonsprosedyren og testprosedyren, gjentas inntil sveisen holder testen.

REPARASJONSPROSEDYRE:

1. Hvis ytterste sveis er for dårlig, sveises usveiset leppe ned mot underliggende folie, og sveisen trykktestes på ny.
- 2.a Hvis innerste sveis ikke holder mål, skjæres et stykke av sveisen ut, og et nytt stykke sveises inn og testes med nål og/eller vakuum.
- 2.b Sveisene på begge sider av lappen trykkluftprøves på ny hver for seg.
3. Hvis sveisefeilen ikke finnes, skjæres sveisesonen ut i hel lengde og det sveises inn en ny, smalere foliebane.
Sveisene på begge sider av denne må så trykkluftprøves som ovenfor.

PROSEDYRE FOR NÅLTEST / SYLTEST:

1. Før en rissenål på skrå inn mot sveisen og påfør et svakt trykk.
2. Hvis nålen glir inn i det homogene materialet i sveisen, finnes det en sveisefeil.

Reparasjonsprosedyre: _____

1. Sveis igjen hullet og sveis en lapp over.
2. Gjenta prosedyren for vakuum- eller nåltest og skriv resultatet inn i KS-skjema.

KS - skjema

Rev. nr.: _____ Sign.: _____

MOTTAK AV FILT OG MEMBRAN

Kapittel: _____

Dato: _____ Side: _____

FIBERDUK

	METODE og OMFANG	ANMERKNINGER	DATO / SIGN.
Type iht. kontrakt	Typemerkning av emballasje kontrolleres mot følgeseddel og beskrivelse. Omfang: Ett kolli ved hver leveranse.		
Mengde iht. bestilling	Kontrolleres mot følgeseddel, avvik anmerkes også på følgeseddel. Omfang: Ved hver leveranse.		

MEMBRAN

	METODE og OMFANG	ANMERKNINGER	DATO / SIGN.
Type iht. kontrakt	Typemerkning av emballasje kontrolleres mot følgeseddel og beskrivelse. Omfang: Ett kolli ved hver leveranse.		
Mengde iht. bestilling	Kontrolleres mot følgeseddel, avvik anmerkes også på følgeseddel. Omfang: Ved hver leveranse.		
Tykkelse iht. Håndbok 163	Måles manuelt på første rull. Omfang: Ved hver pallåpning.		
Vekt iht. Hb 163	Vekt pr. m2, måles v/ hver levering		
Skader	Transportskader på palleballasje vurderes visuelt. Omfang: 100 %		
Sveisbarhet iht. "Testmetoder"	Ca. 1 m håndsveising utføres på tilfeldig utvalgt membranstykke. Omfang: Ved hver leveranse. Sveisen prøves mot delaminering (se "Testmetoder")		
Batch nr.	Batch nr. noteres under "anmerkninger". Omfang: Ved hver batchnr.-endring.		

Lagringsbetingelser: Tørrt, rent og uten påkjønning av UV-stråling.

Mottakskontroll iht. nedenforstående liste, utføres umiddelbart ved hver leveranse i det omfang som er angitt for hver posisjon.

Ta ut en matr.prøve på 1 m2 av hver forsendelse for testing og veiing ved akkreditert testinstitutt.

Feltet "Dato/sign." skal alltid fylles ut. Listen overleveres anleggsleder samme dag den er fylt ut.

