

Publikasjon nr. 24

Overflatebehandling av utvendige betongflater

Norsk Betongforenings publikasjoner er utarbeidet av fagpersoner utnevnt av Norsk Betongforenings styre. Det er gjort det ytterste for å sikre at innholdet er i samsvar med kjent viten på det tidspunktet redaksjonen ble avsluttet. Feil eller mangler kan likevel forekomme.

Norsk Betongforening, forfattere eller fagkomiteen har intet ansvar for feil eller mangler i publikasjonen og mulige konsekvenser av disse.

Det forutsettes av publikasjonen benyttes av kompetente, fagkyndige ingeniører med forståelse for begrensningene og forutsetningene som legges til grunn.

Forord

Erfaringer viser at det er utført en del overflatebehandlingsarbeider som verken har hatt forventet kvalitet eller levetid. Skader, for eksempel i form av avflassing, oppstår etter kort tid. Det er derfor et stort behov for generell kompetanseheving når det gjelder overflatebehandling av betong. Med bakgrunn i dette har Norsk Forening for Betongrehabilitering tatt initiativ til denne publikasjonen.

Overflatebehandling av betong er et stort fagområde når en ser på mangfoldet av betongkonstruksjoner. For at publikasjonen ikke skulle bli for generell og for omfattende, har en i denne publikasjonen valgt å fokusere på overflatebehandling av utvendig betong.

Publikasjonen er ført i pennen av rådgivende ingeniør MRIF Jan Lindland, Stærk & Co. a.s., med bakgrunn i grunnlagsmateriale utarbeidet på dugnadsbasis av en rekke personer i bransjen. Følgende personer har bidratt med grunnlagsmateriale : Hans Erik Berge (Noteby A/S), Arne Holsen (Industivern AS), Bjørn Stockmann (Sika Norge AS), Geir Tjugum (Rescon AS), Ylva Anderson (Betong Consult AS) og Andreas Træen (Stoltz-Røthing AS).

Redaksjonskomiteen for denne publikasjonen har bestått av Bernt Kristiansen (Ragnar Evensen A/S), Rolf-Thore Johansen (Moderne Byggfornyelse AS), Andreas Træen (Stoltz-Røthing AS) og Arne Holsen (Industrivern AS).

Fagområdet er i stadig utvikling, og det pågår for tiden et omfattende arbeid innenfor det europeiske standardiseringsarbeidet. Norsk Forening for Betongrehabilitering vil revidere denne publikasjonen i takt med nye erfaringer, nyutvikling og internasjonal standardisering.

Oslo, mai 1999.

Innholdsfortegnelse

	Side
Forord	1
1. Innledning	2
2. Planlegging	4
2.1 Tilstandsanalyse	4
2.2 Arbeidsbeskrivelse/anbudsgrunnlag	5
2.3 Prøveprosjekt	6
3. Funksjonskrav - materialegenskaper	7
3.1 Generelt	7
3.2 Materialegenskaper	7
4. Overflatebehandlingsmateriale	10
4.1 Materialsammensetning og klassifisering	10
4.2 Hydrofoberende impregneringer	11
4.3 Poreblokkerende impregneringer	12
4.4 Filmdannende belegg	14
5. Underlagets betydning	17
5.1 Generelle krav til underlaget	17
5.2 Riss/sprekker	19
5.3 Porer	20
5.4 Rebehandling på eksisterende overflatebehandling	21
5.5 Overflateforurensing	22
6. Utførelse	23
6.1 Generelle krav	23
6.2 Referansefelt	23
6.3 Impregnering	24
6.4 Filmdannende belegg	26
7. Kontroll og oppfølging	29
7.1 Kontroll og kvalitetssikring	29
7.2 Undersøkellesmetoder	30
8. Helse, miljø og sikkerhet	35
8.1 HMS-plan	35
8.2 Verneutstyr	35
8.3 Helserisiko – vernetiltak	37
9. Sluttdokumentasjon	40
Litteraturliste	43

1

Innledning

1. INNLEDNING

Det har opp gjennom tidene dannet seg en oppfatning av at betong er et vedlikeholdsfritt og evigvarende materiale. Betong utsettes for ulike nedbrytningsmekanismer som alle andre materialer. Betong har behov for vedlikehold.

Betong overflatebehandles enten av estetiske, vedlikeholdsmessige eller bestandighetsmessige hensyn. Når betong overflatebehandles av bestandighetsmessige hensyn, er målet å hindre nedbrytende stoffer å trenge inn i betongen. Overflatebehandlingen slites og nedbrytes over tid. Den må fornyes og vedlikeholdes ved jevne mellomrom.

I forbindelse med betongrehabilitering er overflatebehandling først og fremst aktuelt som et preventivt tiltak i de tilfellene nedbrytningen ikke er kommet så langt at det er fare for skadeutvikling. Når nedbrytningen er kommet så langt at en har fått en omfattende skadeutvikling, vil overflatebehandling som regel alltid inngå som avsluttende behandling etter at alle skader er utbedret. Hensikten med overflatebehandlingen er da å forebygge og begrense videre skadeutvikling, og dessuten sikre et estetisk godt sluttresultat.

Det er viktig at overflatebehandlingen fungerer som forutsatt, og spesielt viktig blir dette der overflatebehandlingen er valgt for å hindre/bremse nedbrytende stoffer å trenge inn i betongen. Fungerer ikke overflatebehandlingen, kan det raskt oppstå skader i betongen og på overflatebehandlingen. Dette har både privatøkonomiske og samfunnsøkonomiske konsekvenser.

Det finnes en rekke eksempler på skader på overflatebehandlingen kort tid etter ferdigstillelse. Typiske skader er malingsavflassing, mangelfull heft, riss, krakkelering, etc., se figurene 1.1 og 1.2. Fig. 1.2 viser eksempel på en fasade med malingsavflassing etter kort tid



Fig. 1.1 Riss/krakelering i overflatebehandlingen



Fig. 1.2 Fasade med avflassingsskader etter kort tid

Årsaken til skader, feil og mangler kan være :

- valg av gal type overflatebehandling
- for dårlig/mangelfull forbehandling (rengjøring)
- mangelfull utførelse
- mangelfull planlegging av arbeidene
- mangelfull oppfølging av arbeidene.

På markedet eksisterer det et utall av produkter, og stadig nye produkter kommer til. Aktørene tvinges inn i en materialjungel der det er vanskelig å orientere seg og der det også finnes tvilsomme produkter.

En grundig planlegging av arbeidene i forkant er helt nødvendig om en skal være sikret et vellykket resultat. Grundige undersøkelser i forkant og etablering av prøvefelt er viktig for å kunne velge riktig forbehandling og overflatebehandling.

Sluttresultatet er i stor grad avhengig av den håndverksmessige utførelsen av arbeidet. I tillegg er kontinuerlig kontroll og oppfølging av arbeidene sentrale elementer om sluttresultatet skal bli bra.

2

Planlegging

2. PLANLEGGING

Erfaringer viser at god planlegging av arbeidene har avgjørende betydning for sluttresultatet – både teknisk og økonomisk. Med planlegging tenker vi her på tilstandsanalyse, utarbeidelse av arbeidsbeskrivelse eller anbudsgrunnlag samt prøveprosjekt.

2.1 Tilstandsanalyse

Når det gjelder gjennomføring og oppbygging av tilstandsanalyse, henvises til NS 3424 og RIF-publikasjonen "Tilstandsanalyse av betongkonstruksjoner".

Tilstandsanalysen er like nødvendig enten det er snakk om overflatebehandling i forbindelse med rehabilitering eller overflatebehandling ved ordinært vedlikehold. Ved å gjennomføre en tilstandsanalyse, vil en kunne avdekke begynnende skadeutvikling på et tidlig stadium. På den måten har en muligheten til å iverksette forebyggende tiltak i form av egnet¹ overflatebehandling – noe som er svært økonomisk fordelaktig i forhold til omfattende reparasjonsarbeider på et senere tidspunkt.

Ved overflatebehandling av betong er det av stor betydning å få brakt klarhet i følgende forhold :

- Er det skader i underlaget og hvilket reparasjonsbehov er det?
- Er det fare for en begynnende skadeutvikling?
- Hvilke nedbrytningsmekanismer er konstruksjonen utsatt for? (karbonatisering, klorider, etc.)
- Hvilken malingstype er benyttet?
- Hvilke egenskaper har eksisterende overflatebehandling?
- Hvor godt sitter eksisterende overflatebehandling?
- Er det skader i eksisterende overflatebehandling?
- Er det riss/sprekker i underlaget og hvilken type riss?
- Er det ujevnheter og porer i underlaget?
- Er det behov for porefylling?
- Må eksisterende overflatebehandling fjernes før ny påføres?
- Hvilken forbehandling er nødvendig?
- Kan enkelte forbehandlingsmetoder skape problemer?
- Hvilke temperaturpåkjenninger er flaten utsatt for?
- Hvilke kjemiske og mekaniske påkjenninger er konstruksjonen utsatt for?
- Fuktinnhold og fukttransport i underlaget?
- Hvilket tildekkingsbehov er det?
- Er det forurensinger på betongoverflaten?

Videre vil miljøet konstruksjonen står i være avgjørende for hvilke krav/egenskaper man skal stille til overflatebehandlingen. Dette kan knytte seg til følgende forhold :

- Beskyttet/ubeskyttet mot vær og vind
- Saltvann (klorider)
- Sollys (UV-bestandighet)
- CO₂
- Fuktighet (både ytre påvirkning og fukttilstanden i underlaget)
- Temperatur/temperaturbevegelser
- Kjemikalier

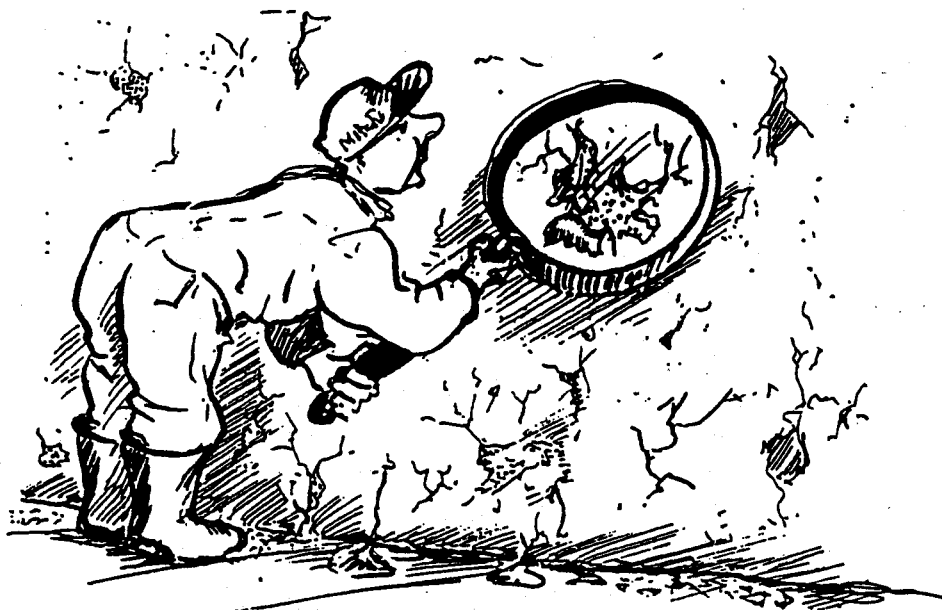


Fig. 2.1 Gjennomføring av tilstandsanalyse

Ved å gjennomføre en tilstandsanalyse kan en bringe klarhet i ovennevnte spørsmål og problemstillinger. Tilstandsanalysen vil først og fremst omfatte en visuell undersøkelse av betongflatene supplert med prøvetaking på utvalgte flater. Som eksempel kan nevnes måling av kloridinnhold, overdekning, karbonatiseringsdybde, fuktinnhold, trykkfasthet, etc. For mer utfyllende informasjon om disse metodene henvises til RIF-publikasjonen "Tilstandsanalyse av betongkonstruksjoner". Utover dette kan det også være behov for en del undersøkelser for å bestemme malingstype, farge, kjemiske sammensetning og sjiktoppbygging til eksisterende overflatebehandling, kontrollere avsmitting, undersøke egenskapene til eksisterende overflatebehandling, etc. Enkelte av metodene er nærmere beskrevet i kap. 7. Omfang og valg av undersøkelsesmetoder må tilpasses det enkelte prosjekt.

2.2 Arbeidsbeskrivelse/anbudsgrunnlag

Når det er foretatt tilstrekkelige undersøkelser av konstruksjonen, og tiltakshavers (byggherrens) behov og krav er kartlagt, kan en angi hvilke krav som må stilles til overflatebehandlingen, grad av forbehandling og forarbeider (porefylling, slemming, etc.).

Med bakgrunn i tilstandsanalysen utarbeides en arbeidsbeskrivelse med krav til materialer, underlag, utførelse og ferdig overflate. Underlagets betydning er behandlet i kapittel 5.

Når det gjelder fargevalg, skal en være spesielt oppmerksom på at det kan finnes stedlige vedtekter og reguleringer som angir hvilke farger som er tillatt.

RIF normen "Norm for betongrehabilitering. Tekniske bestemmelser" samt NS3420 angir generelle tekniske krav både til materialer og utførelse. Disse dokumentene kan derfor benyttes som hjelpemiddel ved utarbeidelse av tilbuds-/anbudsgrunnlag.

I beskrivelsen av overflatebehandling, bør det stilles krav om etablering av referansefelt. Dette utføres primært for å danne en mal for det videre arbeid. Oppbygging av referansefelt er behandlet i kap. 6.2.

Det kan også være aktuelt å teste planlagt utførelse på et prøvefelt/prøveprosjekt før utarbeidelse av endelig beskrivelse og utsending av anbuds-/tilbudsgrunnlag.

2.3 Prøveprosjekt

Formålet med prøveprosjektet er å avdekke og undersøke eksisterende forhold som kan påvirke sluttresultatet økonomisk, estetisk, teknisk og miljømessig. Dette er spesielt viktig når det gjelder forbehandling og overflatebehandling.

Gjentatte ganger er en blitt overrasket over stort poreomfang eller svært ru overflate etter forbehandling, over blærer og pinholes (nålehull) i belegget, avgassing etc. Siden betong er et inhomogent materiale, kan tilsynelatende like betongflater "oppføre" seg ulikt på forskjellige konstruksjoner og på forskjellige tidspunkt. Uten et prøveprosjekt, vil det derfor alltid knyttes en viss usikkerhet til de beskrevne arbeidene.

Med et prøveprosjekt vil en kunne :

- få undersøkt om hele eller deler av eksisterende overflatebehandling lar seg fjerne
- prøve ut forskjellige forbehandlingsmetoder
- få et reelt bilde av porer og riss i underlaget
- vurdere underlagets beskaffenhet mht. fasthet, ruhet, fuktighet, etc.
- få kartlagt omfanget av bindertråd, båndstål, armeringsstoler, etc. (Fjerning av dette kan ha store økonomiske konsekvenser)
- vurdere behov for porefylling, sparkling eller pussing
- avdekke problemer ved påføring av valgt overflatebehandling
- oppdage problemer med riss, blærer, pinholes etc. i overflatebehandlingen
- avdekke problemer for det ytre miljøet mht. støy, støv, avgassing, kjemikalier, vann etc.

Deltakerne i et prøveprosjekt vil normalt være byggherre (m/rådgiver), entreprenør (valgt kun for prøveprosjektet) og materialleverandør(er). Det er svært viktig at alle aktørene er med i hele prosessen, slik at en kan finne fram til det optimale resultatet. Prøveprosjektet gjennomføres ved at det engasjeres en entreprenør på regningsarbeid. Når prøveprosjektet er avsluttet, har byggherren ingen forpliktelser overfor entreprenøren. Det er selvfølgelig knyttet noe kostnader til de ulike aktørenes innsats i prøveprosjektet. Dette kan oppfattes som unødvendige og bortkastede penger, men disse kostnader vil normalt tjene seg inn flere ganger under utførelsen, fordi det rett og slett blir mindre problemer og færre overraskelser enn det ellers ville ha blitt. Det viktigste er at byggherren får betydelig større sikkerhet for at riktige metoder er valgt og at det ikke blir store overraskelser mht. kostnader.

Prøveprosjekt er først og fremst aktuelt på litt større prosjekt. Erfaringer fra gjennomførte prøveprosjekt kan oppsummeres som følger :

- Byggherren vet hva han får mht. kvalitet på arbeidene, kostnader og finish.
- Byggherren får en følelse av hvilke ulemper arbeidene vil medføre mht. støy, støv, lukt, tildekking etc.
- Mindre uforutsette kostnader.
- Færre problemer og overraskelser under utførelsen.

3

Funksjonskrav – materialelegenskaper

3. FUNKSJONSKRAV - MATERIALEGENSKAPER

3.1 Generelt

Valg av overflatebehandling er motivert enten ut fra tekniske, estetiske eller vedlikeholdsmessige hensyn, eller kombinasjoner av disse. Med andre ord skal overflatebehandlet betongflate oppfylle visse funksjonskrav. Funksjonskravene er de overordnede mål med overflatebehandling av betongen.

Betong overflatebehandles ut fra ulike hensyn/ønsker, som for eksempel for å :

- gi betongoverflaten et pent utseende med bestemte farger
- beskytte betongen mot karbonatisering og/eller kloridinntrengning
- beskytte betongen mot inntrengning av fukt eller ulike aggressive
- gi betongen en vedlikeholds- og renholdsvennlig overflate.

Funksjonskravene vil sammen med egenskapene til betongoverflaten og miljøbelastning bli bestemmende for hvilke materialegenskaper overflatebehandlingen må tilfredsstille.

Følgende materialegenskaper er relevante :

- inntrengningsdybde (f.eks. ved hydrofobering)
- alkaliebestandighet
- karbonatiseringsbremsende effekt
- kloridbremsende effekt
- heftfasthet
- vannbestandighet
- vandampdiffusjon
- vannavvisende evne
- kjemikaliebestandighet (angi type kjemikalie)
- UV-bestandighet
- strekkfasthet
- rissoverbyggende evne
- E-modul
- temperaturutvidelseskoeffisient
- sklisikkerhet
- renholdsvennlig
- mulighet for rebehandling
- smussavvisende
- fargebestandighet

Tallfestede krav til disse egenskapene (der det er mulig) må knyttes opp mot egnede testmetoder. Kravene kan variere fra tilfelle til tilfelle avhengig av type konstruksjon, grad av miljøbelastning, etc.

Krav til alkaliebestandighet er et selvfølgelig krav siden betong er alkalisk. Enhver overflatebehandling på betong må derfor tåle betongens alkaliske miljø, slik at den ikke brytes ned/ødelegges.

3.2 Materialegenskaper

I dette kapittel omtales de vanligste materialegenskapene noe nærmere.

3.2.1 Karbonatiseringsbremsende effekt

En overflatebehandling som hindrer inntrengning av kuldiksid (CO_2) vil redusere karbonatisering. Den karbonatiseringsbremsende effekten uttrykkes ved ekvivalent luftlagtykkelse, motstandstall eller prosentvis reduksjon i forhold til ubehandlet prøve.

Den ekvivalente luftlagtykkelsen betegnes S_{Dco_2} og beregnes ved hjelp av formelen :

$$S_{\text{Dco}_2} = \mu_{\text{CO}_2} \cdot s \quad (\text{m})$$

Hvor

s = beleggets teoretiske tykkelse (m)

μ_{CO_2} = overflatebehandlingens CO_2 -diffusjonsmotstandstall (dimensjonsløs)

Ekvivalent luftlagtykkelse skal være større enn 50 m for å kunne betegnes som en karbonatiseringsbremsede overflatebehandling.

3.2.2 Vanndampdiffusjon

Vanndampdiffusjonen forteller noe om overflatebehandlingens evne til å puste, dvs. å slippe ut (igjennom) vanndamp. Selv om en overflatebehandling hindrer opptak av vann i væskeform, vil den kunne slippe igjennom vanndamp. Grad av diffusjonsåpenhet varierer med materialets kjemiske egenskaper samt sjikttykkelsen på den påførte overflatebehandling. Vanndampdiffusjon kan også angis som motstandstall

Vanndampdiffusjonsmotstanden angis normalt som tykkelsen på et ekvivalent luftsjikt. $S_{\text{DH}_2\text{O}}$ (m), og beregnes etter følgende formel :

$$S_{\text{DH}_2\text{O}} = \mu_{\text{H}_2\text{O}} \cdot s \quad (\text{m})$$

Hvor

s = beleggets teoretiske tykkelse (m)

$\mu_{\text{H}_2\text{O}}$ = beleggets vanndampdiffusjonsmotstandstall (dimensjonsløs).

Ekvivalent luftlagtykkelse skal være mindre enn 3 m for å kunne betegnes som et diffusjonsåpent system. Men dette vil i mange tilfeller være for høyt på mer diffusjonsåpne underlag. Krav til vanndampdiffusjon må tilpasses diffusjonsegenskapene til underlaget.

En diffusjonsåpen maling som er godt egnet på en betong med høy kvalitet (tetthet), kan være alt for tett for en porøs og dårlig betong eller på puss og murverk. Et porøst og åpent underlag krever et mer diffusjonsåpent system for at fuktvandringen ikke skal bremses opp og forårsake avflassing. (Høyfast frostsikker betong kan i svært mange tilfeller belegges sikkert med diffusjonstette herdeplastbelegg, forutsatt at belegget er porefritt. Dette må vurderes spesielt i hvert enkelt tilfelle).

3.2.3 Kloridbremsede effekt

Vann må være til stede for at klorider skal transporteres inn i betongen. For at vann med klorider ikke skal slippe igjennom overflatebehandlingen og inn i betongen, må belegget være tett eller vannavvisende og ikke kapillært sugende.

Kloridbremsede effekt angis vanligvis som prosentvis reduksjon i forhold til ubehandlet prøve. Kloriddiffusjonskoeffisient kan også benyttes.

3.2.4 Rissoverbyggende evne

Rissoverbyggende overflatebehandling skal bygge over eksisterende og nye riss uten at de slår igjennom overflatebehandlingen og blir synlige i overflaten etter overflatebehandling. Evnen til å bygge over riss er avhengig av beleggets heft til underlaget, tykkelsen på belegget og elastisiteten. For å kunne bygge over riss med bevegelige, må overflatebehandlingen være elastisk. Hvorvidt rissene er bevegelige eller ikke har derfor avgjørende betydning for valg av type overflatebehandling

3.2.5 Vannavvisende evne

I mange tilfeller kan en si at overflatebehandlingens vannavvisende evne også betegner dens evne til å motstå inntrengning av andre stoffer (for eksempel klorider). En god vannavvisende evne skaper gode betingelser for lang levetid på konstruksjonen. Tabellen 3.1 angir hvordan vannavvisende overflatebehandlinger klassifiseres.

Tabell 3.1 Klassifisering av vannavvisende egenskaper

Klasse	Vannopptak %	Beskrivelse
0	0	Totalt vannavvisende
1	0 - 5	Kraftig vannavvisende
2	5 - 15	Tydelig vannavvisende
3	15 - 35	Moderat vannavvisende
4	35 - 65	Svakt vannavvisende
5	65 - 100	Ikke vannavvisende

3.2.6 Heftfasthet

Heftfastheten er et mål for hvor godt overflatebehandlingen "sitter" på underlaget og er en av de viktigste egenskapene for å unngå avflassing. God vedheft sikres best dersom heftbruddet går i materialene og ikke i overgangssoner mellom materialene. Heftfastheten bør ligge i området 1,0-1,5 Mpa avhengig av flate og konstruksjon.

Krav til heftfasthet må alltid relateres til kvaliteten i underlaget. En kan ikke vente større heftfasthet enn strekkfastheten i underlaget. På svakere underlag og bruk av overflatebehandlingsmaterialer med lavere strekkfasthet må en akseptere heftfasthet under 1,0 Mpa.

4

Overflatebehandlings- materialer

4. OVERFLATEBEHANDLINGSMATERIALER

4.1 Materialsammensetning og klassifisering

Et overflatebehandlingsmateriale består normalt av flere eller samtlige av følgende bestanddeler : bindemiddel, løsningsmiddel, pigmenter (farge), fyllstoffer, tilsetningsstoffer og/eller tynningsmidler.

Materialene kan være organiske eller uorganiske. Typisk for uorganiske produkter er at de danner en åpen struktur med et poresystem som står i forbindelse med poresystemet i underlaget. Dette medfører at grove porer i betongoverflaten blir erstattet med et større antall finere porer. De organiske produktene dannes en sammenhengende film på betongoverflaten som kapsler inn pigment og fyllstoff (ref. figur 4.1). De uorganiske produktene har bindemiddel enten av kalk, sement eller silikat, mens de organiske produkter har bindemidler av akryl, polyuretan, epoksy, termoplaster, silikoner, etc.

Overflatebehandlingsmaterialer deles inn i to hovedkategorier – impregneringer og filmdannende belegg, se tabell 4.1. Når det gjelder impregneringer, skiller en mellom hydrofoberende (vannavvisende) og poreblokkerende impregneringer. Filmdannende belegg inndeles i tynnfylmsbelegg (filmtykkelse mindre enn 1 mm) og tykkfilmsbelegg (med filmtykkelse mellom 1 – 5 mm).

Systemer for overflatebehandling av betong består enten av impregnering, filmdannende belegg eller kombinasjoner av disse. Det finnes også produkter som ikke faller naturlig inn i hovedkategoriene. Enkelte produkter kan ha flere virkeområder samtidig og/eller ha funksjonsmåter som ikke nødvendigvis dekkes av en hovedkategori.

Tabell 4.1 Hovedkategorier for overflatebehandlingsmaterialer

Impregneringer		Filmdannende belegg	
Hydrofoberende impregneringer	Poreblokkerende impregneringer	Filmtykkelse <1 mm	Filmtykkelse 1 – 5 mm

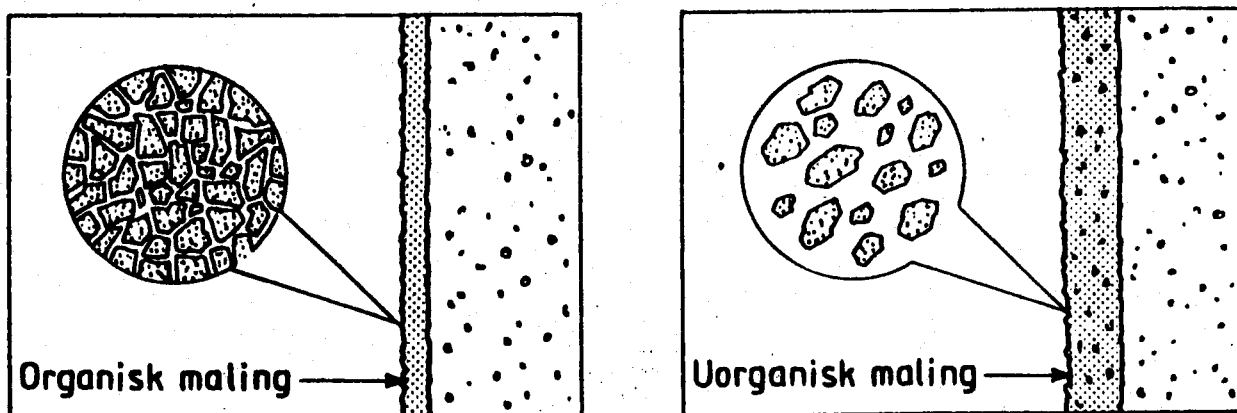


Fig.4.1 Karakteristisk forskjell mellom uorganisk og organisk overflatebehandling /2/.

4.2 Hydrofoberende impregnering

4.2.1 Prinsipp – hensikt

En hydrofoberende impregnering er en overflatebehandling som ikke danner overflatefilm og som ikke tetter porene i betongen. Det virksomme materialet i hydrofoberingen, kler poreveggene med en meget tynn film. Denne filmen bryter vannets kapillære krefter og gjør overflatene vannavvisende, se fig. 4.2.

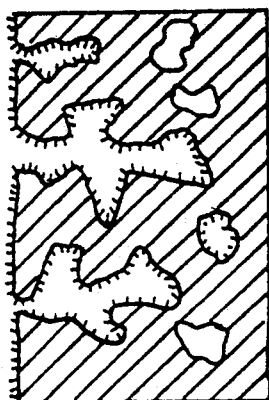


Fig 4.2 Prinsipp hydrofoberende impregnering

Hensikten med hydrofoberende impregneringer er å gjøre betongoverflaten vannavvisende og diffusjonsåpen. Når en gjør betongoverflaten vannavvisende, vil for eksempel også videre inntrengning av kloridholdig vann reduseres.

4.2.2 Materialtyper

Materialer brukt til hydrofobering består enten av silikonharpiks, silan, siloxaner eller kombinasjoner av disse. Produktene er enten uten løsemiddel, vannbaserte eller basert på løsningsmidler av white spirit, xylen, etanol, etc.

Silan og siloxan er syntetiske og fargeløse materialer. Forskjellen mellom siloxan og silan er i hovedsak molekylstørrelsen. Silan består av små molekyler (ca. 10 ångstrøm) som trenger bedre inn i betongen enn siloxan som er 5 – 10 ganger større. Silan kan også benyttes som et 100 % rent materiale uten løsemiddel.

4.2.3 Egenskaper

Hydrofoberingsmaterialenes egenskaper, under forutsetning av god inntrengningsdybde, kan beskrives som angitt i tabell 4.2.

Siden silan og siloxan ikke er UV-bestandig, er det av helt avgjørende betydning at hydrofoberingsmidlet har god inntrengningsevne i betongen. Hydrofoberingsmidler som ligger utenpå betongen, brytes ned i løpet av kort tid. Desto større inntrengningsdybde, desto

bedre beskyttelse og desto lengre levetid. Inntrengningsdybden er avhengig av flere faktorer som :

- type hydrofoberingsmiddel
- betongkvalitet (fasthet, porøsitet)
- forhold under utførelse
- fuktighet i underlaget
- løsemiddel

Tabell 4.2 Egenskaper til hydrofoberende impregnering

Egenskap	Karakteristikk
Alkaliebestandig	God
Vannavvisende evne	God
Kloridbremsende effekt	God
Karbonatiseringsbremsende effekt	Dårlig
Vanndampdiffusjon	Meget god *
Rissoverbyggende evne	Dårlig
UV – bestandighet	Dårlig
Frostbestandighet	God *

* forutsetter god inntrenging

Vanndampdiffusjonsegenskapene er meget gode under forutsetning av at impregneringen trenger inn i betongen. Dersom impregneringsmidlet ikke trenger inn, men blir liggende på betongoverflaten, vil vanndampdiffusjonsmotstanden kunne bli betydelig større. Diffusjonsmotstanden vil bli i samme størrelsesorden som om overflaten var påført en tynnfilmsmaling på akryl-/lateksbasis. Siden hydrofoberingen ikke er UV-bestandig, vil den brytes ned innen kort tid.

4.3 Poreblokkerende impregneringer

4.3.1 Prinsipp - hensikt

Poreblokkerende impregneringer er kjemikalier i løsning eller rene stoffer som trekker inn i betongen og helt eller delvis fyller porene, se fig. 4.3. For mange poreblokkeringsmidler oppstår poreblokkeringen ved en kjemisk reaksjon mellom den penetrerende væsken og komponenter i betongen.



Fig. 4.3 Prinsipp for poreblokkerende impregnering

Hensikten med poreblokkerende impregneringer er å gjøre betongen tettere og dermed øke både slitestyrke og motstand mot ytre påkjenning.

Poreblokkeringsprodukter har vært benyttet i mange år for å redusere støving og øke slitestyrken, spesielt på gulv. Disse behandlingene er lite benyttet ved betongrehabilitering.

4.3.2 Materialer

Det mest vanlige er å benytte løsninger av silikater og silikonfluorider som reagerer med kalsiumhydroksidet i betong. Under denne reaksjonen dannes blokkeringsprodukter.

Dersom en vandig oppløsning av magnesium silikonfluorid kastes på betongen, vil oppløsningen reagere med kalsiumhydroksidet i betongen, og det dannes tungt oppløselige fluorforbindelser og silisium i betongporene - blokkeringsprodukter.

Organiske impregneringer som spesielt lavviskøs epoksy og polymethylmetakrylat kan også ha tilstrekkelig penetrering for å gi poreblokkering ved herding. Ved vakuumimpregnering kan penetreringen bedres.

Silikatmaling er noe brukt i forbindelse med betong. Silikatmaling har kaliumsilikat som bindemiddel. En skiller mellom en-komponentmalinger som er tilsatt pigmenter og inntil 5% lateks og to-komponentmalinger som blandes på stedet. Silikatmaling gir normalt god heft til underlaget da det oppstår kjemisk binding mellom alkalier og bindemiddelet i malingen. Produkter av denne type er svært diffusjonsåpne, men ikke rissoverbyggende. Silikatmaling er først og fremst brukt på pussflater. Det hersker en del usikkerhet med hensyn til bruken av silikatmaling på armerte betongkonstruksjoner. Bruk av denne type maling blir derfor ikke omtalt noe mer i denne publikasjonen.

4.3.3 Egenskaper

Egenskaper til poreblokkerende impregneringer varierer sterkt for de ulike produktene. De kan beskrives som angitt i tabell 4.3.

Tabell 4.3 Egenskaper til poreblokkerende impregneringer

Egenskaper	Karakteristikk
Karbonatiseringsbremsende effekt	Noe effekt
Kloridbremsende effekt	Liten effekt
Vannbestandighet (svelling/svinn)	God
Vanndampdiffusjon	Dårlig - meget god
UV-bestandighet	God
Heft til betong	God – meget god
Rissoverbyggende evne	Ingen

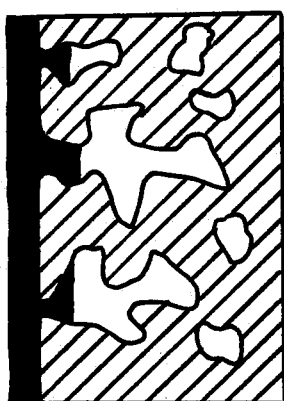
4.4 Filmdannende belegg

4.4.1 Prinsipp – hensikt

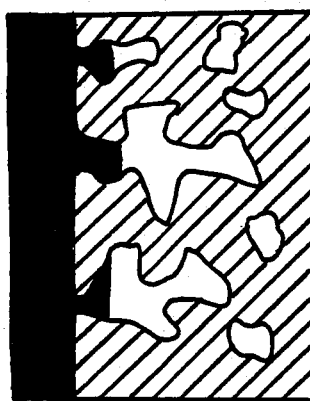
Filmdannende belegg danner en overflatefilm på betongoverflaten. Det filmdannende belegget består av et eller flere sjikt, se fig.4.4. Antall sjikt bestemmes ut fra de egenskapene som overflatebehandlingen skal ha, samt type produkt.

Filmdannende belegg behandles her samlet, selv om vi skiller mellom tynnfilmsbelegg og tykkfilmsbelegg.

Hensikten med en filmdannende overflatebehandling er å gjøre betongoverflaten eller betongen motstandsdyktig mot ulike kjemiske, mekaniske og/eller biologiske påkjenninger.



2a Tynnfilmbelegg
(sjikttykkelse < 1 mm)



2b Tykkfilmbelegg
(sjikttykkelse 1 – 5 mm)

Fig. 4.4 Prinsipper for filmdannende belegg

4.4.2 Materialtyper

De vanligste hovedmaterialer som benyttes er lateks/akryl, sement, polyuretan, epoksy og metakrylat. I tillegg finnes en del kombinasjoner av overnevnte materialer som sement-lateksbaserte slemmemasser, epoksy-polyuretan og epoksy-sement produkter. Lateks/akryl er først og fremst benyttet til tynnfilmsbelegg.

Sementmaling fremstilles av hvit portlandssement, fyllstoff (dolomitt), diverse tilsetninger og pigmenter. En sementmaling inneholder også gjerne noe plastdispersjon, PVAC eller akryl, for å bedre heften til glatte underlag. Sementmalinger danner et dampåpent sjikt.

Lateks/akryl. "Lateks" betegner en gruppe polymere plastforbindelser. Mest brukt i dagens fasademalinger er akryl-/vinylforbindelser (PVAC, akrylater, og lignende). Malinger innen denne materialgruppen har det til felles at bindemidlet ikke er oppløst, men finfordelt i vann (dispersjon). Det finnes også en-komponente produkter med løsningsmiddelholdige akrylater. Foruten bindemidlet inneholder malingene fyllstoffer og pigmenter.

Epoksy er en herdeplast. Epoksyproduktene består av to komponenter hvor den ene er harpiksen og den andre er herderen. Herdeforløpet i epoksyen kan anskueliggjøres ved at herderen er representert med kroker som kan anses som kjemiske grupper som skal inn i ringene, som er de kjemiske gruppene i harpiksen. Når alle krokene er på plass i ringene har man fått herdet plasten tilstrekkelig. Hvis man har overskudd av den ene komponenten, blir resultatet en herdeplast med dårligere egenskaper enn forventet. Epoksyproduktene kan være løsemiddelfrie, vann- eller løsemiddelholdige.

Polyuretanprodukter består av en eller to komponenter, og kan være vannholdige, løsemiddelfrie eller løsemiddelholdige. Det karakteristiske for polyuretanprodukter er at det finnes produkter helt fra det gummielastiske til det glassharde. Spekteret her er langt mer varierende i utgangspunktet enn det er for epoksyproduktene. De forskjellige systemene reagerer på ulike måter. Typiske for en-komponente produkter er primere eller impregneringer. Impregneringene kan også være pigmenterte. En-komponente polyuretaner herder ved hjelp av luftfuktighet og utvikler samtidig karbondioksid.

Metakrylat er en termoplast. Forskjellen på en herdeplast og en termoplast er at herdeplaster blir varig ødelagt hvis de varmes opp til smeltetemperatur, mens termoplaster kan få tilbake sine opprinnelige egenskaper. Polymetakrylat er en en-komponent som reagerer til en høymolekylær struktur ved hjelp av initiativ (peroksyd). Initiatoren sørger for at herdeprosessen kommer i gang.

Sement lateksbasert slemmemasse

Som avsluttende finish på en betongkonstruksjon kan påføres en form for slemmemasse. Konsistensmessig minner den om en tynn velling. For å oppnå disse egenskapene tilføres en lateks som virker sammen med sementen som bindemiddel. Lateks er plastpartikler som er dispergert (fordelt) i vann og som kalles emulsjon. Feil mengde og type lateks vil ikke være resistent overfor vann eller sementens alkaliske miljø. Under herding av sementen vil det dannes en kontinuerlig plastfilm som vil forbedre slemmemassens fysiske og kjemiske egenskaper.

4.4.3 Egenskaper

Tabell 4.4 viser hvordan en del sentrale egenskaper er for ulike materialer.

Tabell 4.4 Vurdering av egenskapene til de ulike materialene

Egenskaper	Lateks/akryl	Epoksy, polyuretan og metakrylat	Sement- lateks slemmemasse
Karbonatiseringsbremsende effekt	God	God – meget god	God
Kloridbremsende effekt	God	God – meget god	God - dårlig
Vandampdiffusjon	God	Åpen – tett*	God
UV-bestandighet	God	God	God
Heft til betong	God	God – meget god	God
Strekkfasthet	Bra	Meget god	Moderat
Rissoverbyggende evne	Ingen – god	Ingen – meget god	Dårlig – god
Kjemikaliebestandighet	Noe	Meget god	Ingen
Mekanisk bestandighet	Noe	Meget god	
Vannbestandighet	God	God	God

*Myke systemer er diffusjonsåpne, mens stive system er tette.

Epoksy herder med lavt svinn, noe som medfører mindre risiko for innebygde spenninger forutsatt liten tykkelse. Bestandigheten mot basisk miljø under herdeforløpet er svært god for epoksy sammenlignet med andre herdeplaster. Herdeforløpet i riktig valgte epoksysystemer forstyrres ikke av den sterke luten som finnes i ny og fuktig betong. Heften mot betong er god. Videre har også epoksy en gunstig egenskap med hensyn på deformasjoner ved lengre tids belastning.

Varmeutvidelseskoeffisienten for epoksy er ca. 7 ganger større enn for betong. Temperatursjokk kan lede til at epoksyen utvider seg raskt. Det kan lede til store spenninger i heftsonen, og resultatet kan bli et belegg som løsner fra underlaget. Bruddet går som regel litt ned i betongunderlaget. Det kan motvirkes ved at det benyttes et elastisk, fleksibelt produkt, men problemet er at mange elastiske belegg stivner ved lavere temperaturer. En annen måte å motvirke problemet på er å tilsette sand i epoksyen, slik at forskjellen mellom betongens og epoksyens varmeutvidelseskoeffisient minimaliseres.

Polyuretaner som er fleksible og /eller elastiske har dårligere kjemikaliebestandighet enn mer stive systemer. De spesielle kjemikaliebestandige systemene har egenskaper som gir materialet meget god bestandighet mot for eksempel løsemidler. Disse systemene dekker opp områder som tidligere har vært vanskelige å dekke med de eksisterende produktene, fordi både epoksy og akrylens bestandighet mot disse kjemikalier er dårlige. Sammenlignet med andre herdeplaster kan også sies at polyuretaner har god slagseighet, god slitasjemotstand samt god rivestyrke.

Polymetakrylat har enestående egenskaper med hensyn til lysbestandighet. Fordelen med polymetakrylat som bindemiddel er produktenes lave viskositet og god fukteevne i tillegg til rask utharding. Viskositeten er heller ikke så temperaturavhengig som for epoksy og polyuretan. I tillegg herder spesielle systemer tilfredsstillende selv ved minus 15° C. Egenskapene ved legging er også bedre enn for epoksy og polyuretan. Svinnet er betydelig større for polymetakrylat enn for epoksy. Luft kan inhibere herdeforløpet og gi et ubrukbart

belegg. Betongen skal derfor alltid primes slik at overflaten blir helt forseglet og luft fra betongen ikke kommer inn i bindemidlet. Polymetakrylat er mer fuktighetsømfintlig enn epoksy og lagringsstabiliteten er begrenset på grunn av den høye reaktiviteten i bindemidlet. En ulempe er at det dannes en forferdelig lukt under herdingen – en lukt som bl.a. skader matvarer, etc.

Sement lateksbasert slemmemasse. Ved å tilføre lateks vil slemmemassen få følgende egenskaper i forhold til en ren sementbasert slemmemasse:

- heften øker
- strekkfastheten øker
- bøyestrekkfastheten øker
- frostbestandigheten øker
- slitestyrken øker
- permeabiliteten reduseres
- saltinntrengningen reduseres

Det finnes slemmemasser uten latekstilsetning og slemmemasser hvor lateksen er det dominerende bindemidlet og sementen nærmest er fyllstoff. Materialelegenskapene kan derfor variere fra helt stive til gummielastiske og rissoverbyggende.

5

Underlagets betydning

5. UNDERLAGETS BETYDNING

5.1 Generelle krav til underlaget

Generelt kan en si at underlagets beskaffenhet har avgjørende betydning for om overflatebehandlingen skal fungere som forutsatt. Det er derfor viktig å kontrollere underlaget før flatene overflatebehandles. Krav til underlaget er derfor i stor grad bestemmende for valg av forbehandlingsmetode. Disse blir ikke behandlet i denne publikasjonen.

I svært mange tilfeller krever ny overflatebehandling at eksisterende overflatebehandling fjernes. Det er da viktig å velge en forbehandlingsmetode som både er effektiv og som i minst mulig grad skader underlaget.

For å sikre optimal heft mellom overflatebehandlingen og underlaget, er det viktig at flatene er rengjort slik at de er frie for støv, sementslam, olje, fett, mose, alger, malingrester, etc. Betongoverflaten må kun gi uvesentlig avsmitting før overflatebehandling.

Ved kraftig forbehandling, for eksempel ved fjerning av eksisterende overflatebehandling, kan underlaget bli svært ru og ujevnt. Dette underlaget er optimalt for å sikre god vedheft, men overflatestrukturen er som regel uakseptabel. I slike tilfeller må flatene enten pusses eller sparkles for å få en tilfredsstillende overflatestruktur.

Et overflatesjikt utsettes for en rekke ulike påkjenninger. Det kan være fuktighet, frost, salter, kjemikalier, bevegelser, etc. For at overflatebehandlingen skal fungere tilfredsstillende må ingen av påkjenningene gi noen form for skadelig effekt. Samvirket mellom de ulike materialene er helt avgjørende for det endelige resultat. Betydningen av dette blir ofte oversett eller undervurdert. Spenningsforskjeller og relative bevegelser på grunn av klimavariasjoner, temperaturvariasjoner og deformasjoner må kunne opptas uten at det oppstår skader.

For høy fuktighet i underlaget kan føre til dårlig heft og malingsavflassing. Reparerte flater må ha herdet/tørket tilstrekkelig før flatene overflatebehandles, hvis ikke vil flatene lett bli skjoldete. Krav til maksimalt fuktinnhold i underlaget varierer fra produkt til produkt, og vil normalt fremgå av leverandørens produktdatablad.

Realkaliserte flater må behandles spesielt. I realkaliseringsprosessen tilføres betongen store mengder alkalisk væske. Avhengig av betongens porøsitet vil det i større eller mindre grad bli utfelling av natriumkarbonat (krystallsoda) på overflaten ved uttørring. Vannet i den alkaliske væsken fordamper og alkaliene blir liggende igjen som hvitt pulver på overflaten. Realkalisert flate bør ikke overflatebehandles før utkrystalliseringen er stoppet. Hvis ikke vil en få opphoping av salter under overflatebehandlingen med stor fare for malingsavflassing. Ventetiden før overflatebehandling er avhengig av temperatur, fuktighet, prosessid og ikke minst produkttype. Nødvendig ventetid kan variere i størrelsesorden 4 – 12 mnd. avhengig av type overflatebehandling, værforhold, og stedelig forhold, etc. Når flatene så skal overflatebehandles, er det viktig å fjerne alle gjenværende salter i overflaten. Dette kan gjøres ved støvsuging supplert med børsting og/eller spyling med varmt vann. Det er viktig å starte med støvsuging for å unngå at saltene arbeides inn i underlaget. Det pågår en kontinuerlig utvikling med tanke på å få frem produkter/systemer som kan redusere ventetiden.

Effekten av hydrofobering er sterkt avhengig av underlagets beskaffenhet. For å sikre god inntrengning må underlaget være tørt og sement huden må være fjernet. Tørresandblåsing anbefales ofte som forbehandlingsmetode for å fjerne forurensing og sement hud uten å tilføre fukt til underlaget.

Betongoverflater som ikke er sugende, er muligens impregnert med et silikonprodukt. Hvis dette er tilfelle, må overflaten ofte grunnes med en primer som sikrer heft til underlaget. På slike flater bør det alltid utføres et prøvelfelt.

Ved forbehandling avsløres/avdekkes defekter i betongoverflaten som ellers vil vært skjult enten av sement hud eller eksisterende overflatebehandling. Av den grunn er det derfor viktig med en skikkelig forbehandling.

5.2 Riss/sprekker

Riss i overflatebehandlingen vil føre til malingsavflassing, fordi fuktighet trenger inn i rissene. Siden betongens kapillærsug er større enn evnen til å diffundere, fås en fuktopphoping under overflatebehandlingen til siden for rissene. Dette vil så føre til avflassing. Rissene vil dessuten representere et bestandigsmessig problem ved at nedbrytende stoffer kan trenge inn i rissene og skade betongen/armeringen. Riss i overflatebehandlingen er vist på fig.5.1.



Fig.5.1 Riss i overflatebehandlingen

Omfanget av riss, type riss og rissårsak må kartlegges før flatene overflatebehandles. Det er av avgjørende betydning om det er bevegelse i rissene eller om de er betente. Betente riss skyldes som regel rustsprengning pga. pågående korrosjonaktivitet på armering, men kan også skyldes alkalireaksjoner. Riss pga. rustsprengning vil normalt følge armeringen. Slike riss må aldri overmales. Riss pga. armeringskorrosjon må repareres (mekanisk reperasjon) før flaten overflatebehandles.

Døde riss (riss uten bevegelse) større enn 0,3 mm må alltid utbedres før flatene overflatebehandles. Når det gjelder riss mindre enn 0,3 mm, vil en del produkter/overflatebehandlingssystemer kunne bygge over disse rissene. Riss i underlaget vil med andre ord ha betydning for valg av overflatebehandlingsprodukt.

Bevegelige riss kan enten tettes ved etablering av fuge eller ved å velge en overflatebehandling som er i stand til å ta opp bevegelsene over risset. Det er først og fremst tynnfilmsmalinger i det øvre området (0,5 – 1mm) og tykkfilmsbelegg som vil ha denne

egenskapen. Beleggets evne til å ta opp bevegelsene i risset er først og fremst avhengig av filmtykkelsen. Beleggets evne til å ta opp bevegelse i risset kan økes betraktelig ved å montere en heftbryter over risset, se fig. 5.2. Bevegelsene/tøyningene i belegget vil da kunne tas over en større lengde (1).

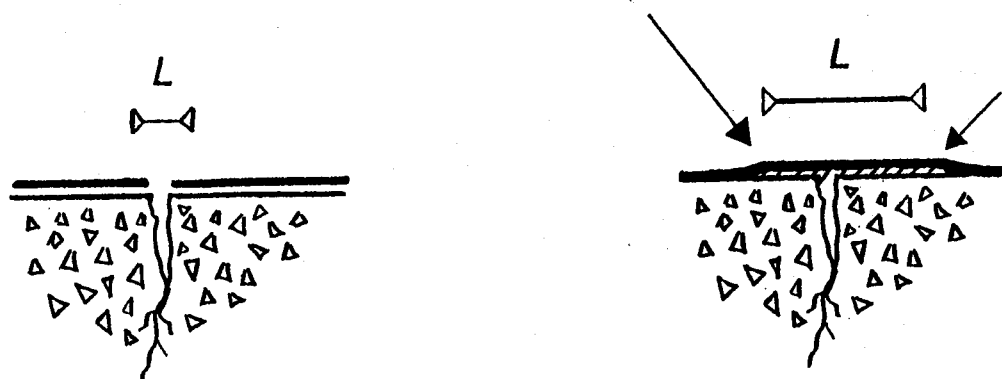


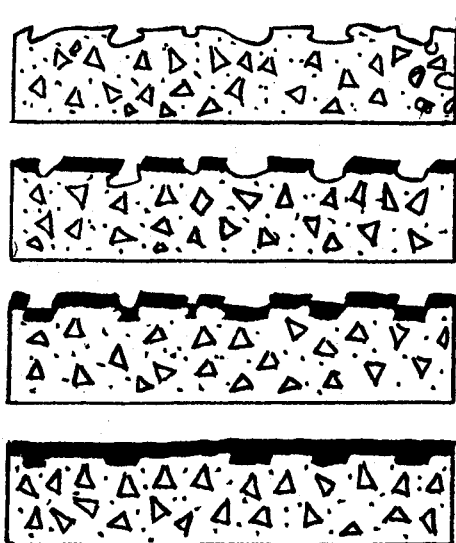
Fig. 5.2 Effekt av heftbryter over riss

Dersom overflatebehandlingen ikke er i stand til å bygge over riss eller å oppta bevegelsene i rissene, vil overflatebehandlingen få riss over rissene i underlaget. Dermed vil en få en redusert effekt av overflatebehandlingen og mulighet for skader i overflatebehandlingen.

5.3 Porer

Porer i betongoverflaten vil også gi porer i overflatebehandlingen, dersom ikke overflatebehandlingen er i stand til å fylle eller bygge over porene. En malingsfilm på 0,1-0,3 mm er ikke i stand til å bygge over eller fylle porer. Når en poret overflate blir påført en overflatebehandling enten med rull eller sprøyte, vil overflatebehandlingen ikke dekke hele betongoverflaten, se fig. 5.3. (Rull og sprøyte er ikke egnet for poret overflate). Dersom omfanget av porer er stort, vil effekten av overflatebehandlingen bli betydelig redusert.

Porer er som regel meget større i diameter under overflaten enn det som er synlig på overflaten. Det gjør det vanskelig å tette dem. Ved bruk av bl.a. sandblåsing åpnes porene mer, noe som også gjør tetting av porene lettere.



Porete overflate

Overflatebehandling
påført med "rulle"

Overflatebehandling
påført med sprøyte

Porefylling og
overflatebehandling

Fig. 5.3 Effekt av porefylling

Dersom betongoverflaten før og/eller etter forbehandling viser porer i overflaten, bør betongoverflaten pusses, sparkles eller porefylles, slik at porene tettes (se fig. 5.3), for å sikre at overflatebehandlingen danner en sammenhengende film og kan fungere som forutsatt.

Det blir meningsløst å stille strenge krav til overflatebehandlingen, dersom den påføres en poret overflate som vil perforere overflatebehandlingsfilmen. De nedbrytende stoffene vil da trenge inn i betongen via porene.

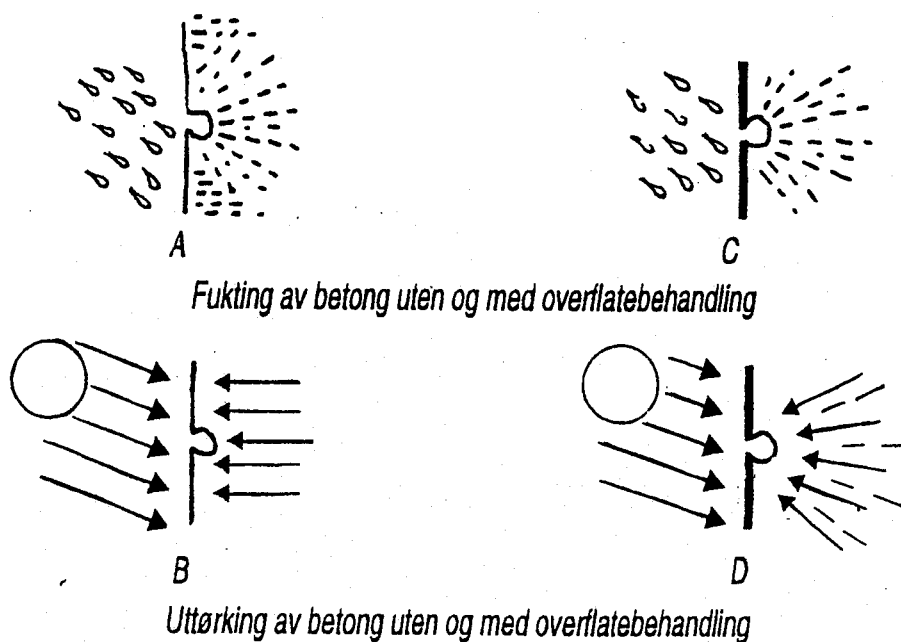


Fig. 5.4 Fuktvandring i betongoverflaten.

Fig. 5.4 viser eksempel på betongens fuktopptak og uttørking på ubehandlet betongflate og på overflatebehandlet flate uten porefylling. Betong har som kjent et stort kapillærsug. På ubehandlet flate vil hele betongoverflaten suge vann når det regner og hele flaten vil også la vannet diffundere ut igjen. På fig.5.4 c vises effekten av betongens kapillærsug i en pore. Ved uttørking må alt vannet diffundere gjennom poren, fordi overflatebehandlingen vil være noe tettere enn betongen. Betongens kapillærsug er større enn evnen til å la vannet diffundere gjennom poren. Dette vil dermed føre til at det vil bli et svært høyt fuktinnhold bak overflatebehandlingen ved poreåpningen, med andre ord fare for frostskafer og avlassingsskafer.

5.4 Rebehandling av eksisterende overflatebehandling

I en del tilfeller er det ønskelig med rebehandling oppå eksisterende overflatebehandling enten ut fra rent estetiske hensyn eller pga. nedbrytning av eksisterende overflatebehandling. Forutsetningen for å utføre slik rebehandling er at :

- eksisterende overflatebehandling har god vedheft
- all eventuell løssittende maling fjernes
- ny overflatebehandling kan fungere sammen med eksisterende overflatebehandling

Når en påfører en ny overflatebehandling oppå den eksisterende, må egenskapene til den samlede overflatebehandlingen vurderes. Eksempelvis må en undersøke om rebehandlet overflate også er diffusjonsåpen etter rebehandling. Det hjelper lite om ny maling er diffusjonsåpen, dersom ikke den totale overflatebehandlingen (dvs. ny og gammel) er diffusjonsåpen. Det samme vil være tilfelle for andre materialeegenskaper. Det er egenskapene til den totale overflatebehandlingen som må vurderes.

En bør være spesielt oppmerksom på at det kan oppstå spenningsforskjeller ved å påføre en ny type overflatebehandling over tidligere malte flater. Spenningsforskjellen kan føre til riss/krakelering og avflassing. Dette kan skje dersom man påfører en sterk overflatebehandling på et svakt produkt eller at E-modulen er svært forskjellig for de ulike produktene. I slike tilfeller må man vurdere fjerning av eksisterende maling eller velge en overflatebehandling som kan fungere sammen med den eksisterende. Svært ofte blir det nødvendig å fjerne eksisterende overflatebehandling enten pga. for store skader eller fordi ny overflatebehandling ikke vil fungere sammen med ny overflatebehandling.

5.5 Overflateforurensing.

All overflateforurensing i form av kalkutfelling, sementslam, oljer, fett, sot, tungmetaller, etc. må fjernes før overflatebehandling. Forurensingen kan inndeles i fire ulike grupper avhengig av hvordan det kan oppløses:

1. **Vannløselig**
Sukker, salt etc. er løselig i vann og krever derfor ingen spesielle tilsetninger for å løses.
2. **Løsningsmiddel-løselige**
Asfalt, rester av plastmaling, oljer og fett løses ved hjelp av organiske løsemiddel f.eks. nafta, sprit etc.
3. **Syreløselige**
Kalk, rust og oksider løses med for eksempel fosforsyre, oksalsyre eller svovelsyre.
4. **Forsåpbare**
Rester av oljemaling og alkydmaling, fett og enkelte oljer kan forsåpes ved å anvende lut og deretter skylles bort med vann.

Ofte er forurensningen en blanding av elementer fra nevnte grupper - noe som naturligvis vanskeliggjør rengjøringen.

6

Utførelse

6. UTFØRELSE

6.1 Generelle krav

Generelt må en følge leverandørens anvisninger mht. krav til temperatur og fuktighet både i underlag og under påføring, bruk av utstyr, appliseringsmetode, etc.

Det er viktig at tilgrensede flater tildekkes for å unngå flekker, søl og skader. All avtrekking mot tilstøtende flater, som vinduer, dør, gesims, beslag, etc. skal normalt være tilnærmet snorrett.

Overflatebehandlingen må ikke påføres før eventuelle reparasjoner i underlaget har fått herdet tilstrekkelig. Derneft er det viktig at underlaget har fått tørket tilstrekkelig. Krav til tillatt fuktighet i underlaget vil variere noe fra produkt til produkt. Det er derfor viktig å følge leverandørens anvisninger mht. fuktinnhold i underlaget.

Overflatebehandlingen må påføres med riktig forbruk tilpasset de spesifiserte kravene.

Potlife (brukstid), herdetid samt ventetid mellom strøkene er avhengig av produkttype, luftfuktighet og lufttemperatur. Tidene avtar med økende temperatur. anbefalingene i produktdatabladene må følges.

Underlaget skal være rengjort og preparert før overflatebehandlingen påføres. Før påføring må en derfor kontrollere om underlaget tilfredsstiller de krav som er nødvendige for å oppfylle kravene til ferdig overflatebehandlet flate. Underlagets betydning er beskrevet nærmere i kap. 5.

Umiddelbart etter påføring må det sørges for tilstrekkelig tildekking slik at ikke støv, løv, etc. fester seg til overflatebehandlingen.

Generelt gjelder at overflatebehandling av betong ikke bør utføres ved temperatur lavere enn +5°C

Ved oppstart av arbeidene bør det alltid holdes et oppstartsmøte hvor en går igjennom arbeidene som skal utføres. Dette er viktig for at alle aktørene skal være kjent med rekkefølgen og innholdet i de ulike arbeidsoperasjonene, materialvalg, HMS-krav og fremdrift. Dette er spesielt viktig, dersom det ikke utføres referansefelt.

6.2 Referansefelt

Selv om det er utført prøveprosjekt i forkant av arbeidene, bør det likevel etableres et referansefelt ved oppstart av arbeidene. Referansefeltet skal være en referanse/mal for arbeidet som skal utføres. Referansefeltet må godkjennes av både entreprenør og byggherre før videre arbeid igangsettes. Hensikten med referansefeltet er å sikre at alle aktørene har den samme forståelsen av de spesifiserte kravene i arbeidsbeskrivelsen/anbudsgrunnlaget. Arbeidene skal utføres etter samme utførelsesprosedyre og kvalitetssikring som i fullskala. Referansefeltet vil kunne avdekke misforståelser, uforutsette forhold eller mangler i spesifikasjonsgrunnlaget. Det er derfor om å gjøre at referansefeltet etableres så tidlig som mulig for at arbeidene kan komme på rett spor helt fra starten.

Referansefeltet skal vise de ulike arbeidsoperasjonene, og feltstørrelsen for hver operasjon bør være min. 1 m². Referansefeltet plasseres slik at det er lett tilgjengelig under hele

byggeperioden. For fasader der farger er av stor betydning, må også lysforholdene på referansefeltet vurderes. Referansefeltet dokumenteres med foto.

Oppbygging av et referansefelt på et prosjekt der flatene skal porefylles, grunnes og påføres 2 strøk maling vil utgjøre min. 5 m². Referansefeltet kan bygges opp som følger:

- A **Rengjort betongflate**
Rengjøring utføres for total prøvefeltsareal (5m²) og ca. 1 m² forblir ubehandlet.
- B **Porefylt**
Eventuell porefylling utføres for 4 m² av prøvefeltet.
- C **Grunning**
Eventuell grunning utføres på 3m² av det porefylte arealet.
- D **Første malingstrøk**
Utføres for en eller flere fargenyanser på 2m² av grunnet areal.
- E **Andre malingstrøk**
Utføres for en eller flere fargenyanser på 1m² av felt med første malingstrøk.

Oppbyggingen er vist på figuren nedenfor, fig. 6.1

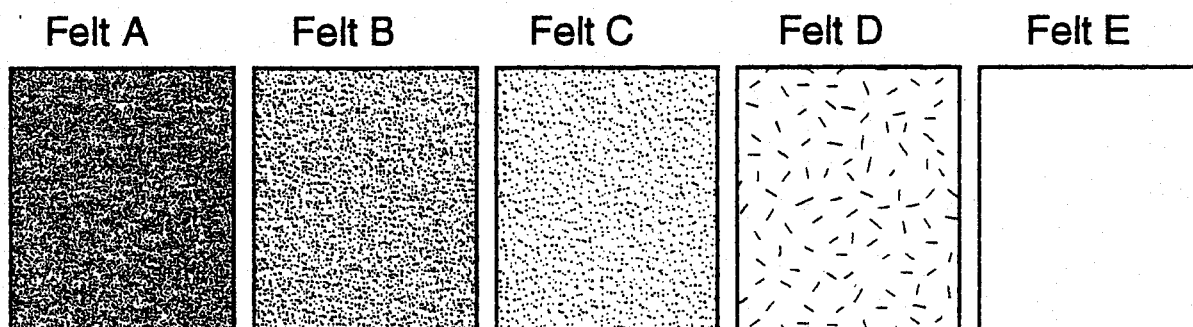


Fig. 6.1 Eksempel på oppbygging av referansefelt

Ved å utføre et referansefelt, vil en også få en god indikasjon på nødvendig materialforbruk.

6.3 Impregnering

Siden poreblokkerende impregneringer er lite benyttet i forbindelse med betongrehabilitering, vil dette kapitlet bare omtale hydrofoberende impregneringer.

Hydrofoberingsmidler påføres som regel med sprøyte. Hydrofobering bør ikke utføres ved temperaturer under +5°C. Det ideelle er ca. +20 °C. Hydrofoberingen bør utføres ved jevn eller helst fallende temperatur. Stigende temperatur må unngås, fordi det fører til en frastøting av hydrofoberingen. Ved fallende temperatur vil hydrofoberingen mer bli "sugd" inn i betongen.

Temperaturen må ikke overstige $+30^{\circ}\text{C}$, fordi dette kan føre til for rask avdamping av eventuelt løsemiddel. Dette vil igjen medføre for liten inntrengning av effektivt stoff.

Betongoverflaten skal være ren og så tørr som mulig ("minimum lys grå tørr") før hydrofoberingen i hovedsak påføres. Effekten av hydrofobering uttrykkes ved inntrengningsdybden. Krav til inntrengningsdybde bør fastsettes etter utført prøveprosjekt/referansefelt.

Hydrofoberingsmaterialet sprøytes på med lavtrykkssprøyte, se fig.6.2. Sprøytingen skal starte øverst. Hastigheten på sprøytingen av vertikale flater styres ved å kontrollere at nedrenningen er ca. 30 cm. Hydrofoberingen skal sprøytes i minst to strøk. Det beskrives vanligvis et forbruk på $0,2\text{ kg/m}^2$ pr. strøk. Forbruket er bl.a. avhengig av type hydrofoberingsmateriale, betongens overflatetetthet og tørrhet og ikke minst forhold under utførelsen. Porøse overflater suger mer enn tette overflater, og tørr betong suger mer enn våt betong.

Mellomstrøkstiden er vanligvis 2 – 24 timer (Leverandørens anvisninger må følges). En lettflyktig hydrofobering gir kort mellomstrøkstid. Det samme gjør høy temperatur. Hydrofoberingsmidler med korte molekyler og høy flyktighet gir større inntrengning enn hydrofoberingsmidler med lange molekyler og mindre flyktighet.



Fig.6.2 Påføring av impregnering

Inntrengningsdybden kan kontrolleres og dokumenteres som beskrevet i kap. 7.2.8. Den måles dagen etter at andre, alternativt siste strøk, er påført. Alternativt kan dokumentasjon av tilstrekkelig inntrengningsdybde baseres på prøving ved et senere tidspunkt, dersom materialleverandøren har angitt dette.

Værforholdene er av stor betydning ved påføring av hydrofobering. Høy temperatur, solstråling og vind vil normalt føre til raskt avdamping og mindre mengde materiale som kan trenge inn i betongen.

Ved avbrudd i arbeidet, er det viktig at stedet merkes slik at en unngår "helligdager". Det kan kontrolleres om det er påført impregnering på en flate ved å påføre/sprute på vann – en impregnert flate skal være vannavvisende.

6.4 Filmdannende belegg.

Komplett behandling inkluderer normalt priming (grunning), grunnstrøk og toppstrøk. I tillegg kan det være aktuelt med porefylling eller sparkling, men disse operasjonene er ikke en del av den filmdannende behandlingen. Materialet påføres i jevn tykkelse.

De fleste malingene påføres med pensel, rull eller ved sprøyting. Påføring med pensel er mest tidkrevende, men gir malingen best vedheft til underlaget. Ved underlag som gir dårlig heftene, kan første strøk maling med fordel påføres med pensel. Påføringen med rull øker materialforbruket og gir tykkere og mer porøs overflatefilm. Sprøyting, særlig høytrykkssprøyting, er den raskeste påføringsmetoden, spesielt på store flater. Men forstøvet maling kan lett skade omgivelsene, og god tildekking er derfor nødvendig mens arbeidet pågår.

Det er ofte tyngre å arbeide med malinger av herdeplast enn med lateks/akryl. Når primeren er tørr, men klebrig, påføres det første strøket. Det andre strøket påføres når det første har avbundet. Det er viktig til enhver tid å følge materialprodusentens anvisninger.



Fig. 6.3 Påføring med rull

Produktene skal påføres i jevn tykkelse slik at de spesifiserte kravene oppnås. Det anbefales at kost- og rulleretning avsluttes i samme retning.

Overflatebehandling bør utføres ved fallende temperatur for å unngå luftporer i belegget. En bør også unngå påføring i direkte sol. Dette setter strenge begrensninger for når arbeidene kan utføres. På en normal arbeidsdag kan en risikere at det kun er få timer hvor slike arbeider kan utføres.

Ferdig flate skal være ren og uten flekker, skjolder eller ujevnheter. Normalt vil en kreve at det heller ikke skal være "pinholes" eller porer i overflatebehandlingen.

Sementmalinger

Produktene er på pulverbasis og røres ut i vann før bruk. Brukstiden etter utblanding er ca. 0,5 – 3 timer, noe avhengig av temperatur- og avdampingsforhold. Flater behandlet med samme farge vil normalt få ujevnheter i fargen.

En-komponent lateks/akryl-malinger kan kostes, rulles eller sprøytes på. Tykkelsen skal være fra 0,5 – 1,0 mm for å kunne være rissoverbyggende. Det er viktig å være klar over at en-komponente malinger har et løsningsmiddel som må fordampe. Det vil si at høy relativ fuktighet gir svært langsom utharding. Ved over 80 % RF kan utharding ta flere uker.

Polyuretan er svært fuktømfindtlig. Ved eventuell fare for fukt i underlaget, må alltid betongen primes etter leverandørens anvisning. En ulempe med mange typer polyuretaner er at materialet er meget følsomt for fuktighet i underlaget ved legging. Dersom betongen ikke er helt tørr, oppstår skumdannelse ved reaksjon mellom vann og isocyanat. Fuktigheten leder til dårlig heft og dårlig beleggs-kvalitet. Den relative luftfuktigheten bør heller ikke være for høy. Følsomheten for reaksjon med vann varierer med valg av system.

Herdeplastene krever i utgangspunktet tørr betongoverflate. Det finnes ulike varianter av epoksy med gode heftegenskaper også til fuktig betong. (God heft kan også oppnås ved påføring under vann).

Epoksyprodukter

Et vannholdig system inneholder emulgeringsmiddel som leder til at systemet lettere opptar fuktighet i herdet tilstand enn et ikke-vannholdig system. Vann- og løsemiddelholdige produkter kan bare påføres i tynne lag pr. strøk, da vannet må få mulighet til å fordampe. Et løsemiddelholdig system har svært god inntrengningsevne. Løsemidlet fungerer som et transportsystem for epoksyen i underlaget. Løsemidlet senker også viskositeten som gjør materialet mer lettflytende. Den store ulempen med løsemiddelholdige systemer er det helsemessige aspektet, og at de kun kan benyttes i tynne sjikt, dvs. for eksempel 0,1 mm pr. strøk.

Herdeforløpet for epoksy er svært temperaturavhengig, og reaksjonen angir varme. Den krever en viss temperatur for at reaksjonen skal starte. Laveste temperatur for applisering av epoksyprodukter er 5° C. Det ideelle er 20 – 25° C. Ved påføringstemperaturer bør materialet være lagret ved romtemperatur, og materialet bør heller ikke stå i for sterk varme eller sollys som medfører at brukstiden forkortes.

En generell regel sier at brukstiden går ned til det halve eller en tredjedel ved å heve temperaturen 10° C. Ved å senke temperaturen 10° C forlenges brukstiden 2-3 ganger. Dette er vist for epoksy i tabell 6.1.

Tabell 6.1 Temperaturens innflytelse på epoksyens egenskaper

Egenskaper	Temperatur ved belegging		
	10°C	20°C	30°C
Brukstid (15 kg)	80 – 100 min.	40 min.	15 - 20 min
Gangbart	48 – 72 timer	24 timer	8 – 12 timer
Mekanisk belastbar	6 – 9 dager	3 dager	1 – 2 dager
Fullstendig gjennomherdet	14 – 21 dager	7 dager	2 – 4 dager

Epoksy som påføres ved lave temperaturer eller som blir utsatt for lave temperaturer under herdeforløpet, herder ikke fullstendig. Reaksjonen stopper opp inntil temperaturen stiger. Epoksyens gode mekaniske og kjemiske egenskaper oppnås ikke fullt ut før fullstendig utharding har skjedd.

Metakrylat

Reaksjonene i herdeprosessen i polymetakrylat er følsom for forurensninger fordi reaksjonene blir forhindret i å skje med det resultat at produktet vil foreligge uherdet. Innblanding av for mye luft ved utleggingen hindrer også reaksjon. Brukstiden for produktene er noe kort, noe som ofte kan medføre problem ved påføring. Den vil være i størrelsesorden 15 minutter. Et annet problem ved appliseringen er at produktene er illeluktene og brannfarlige.

Flammepunktet for enkelte produkter kan være ned mot 15°C. Ren monomer har flammepunkt på 9°C, mens systemene ofte i dag ligger over 30°C. Selv om man i dag har mer luftsvake system, er lukt også et problem for andre som arbeider på bygget og ikke er vant med den.

7

Kontroll og oppfølging

7. Kontroll og oppfølging

7.1 Kontroll og kvalitetssikring

”Kvalitetssikring er å sikre samsvar mellom bestilling og leveranse”. Kvalitet er ikke det samme som god eller høy kvalitet, men kvalitet er det produkt byggherren har bestilt.

Utførende entreprenør må sørge for at det gjennomføres en fortløpende kontroll av arbeidene. Entreprenøren må ved oppstart av arbeidene fremlegge et opplegg for kvalitetssikring. Hensikten med et kvalitetssikringssystem er å sikre og dokumentere at arbeidene blir utført iht. prosjekt -/avtaleforutsetningene.

Kvalitetssikringssystemet bør være enklest mulig for å sikre at systemet blir fulgt. Vi skal i dette kapitlet bare si noe generelt om kvalitetssikring. Et kvalitetssystem for et prosjekt består av en kvalitetsplan og en del prosjektadministrative rutiner.

Kvalitetsplanen består av følgende elementer :

- kortfattet beskrivelse av arbeidet
- organisasjonsplan (ansvarsfordeling og informasjonslinjer)
- fremdriftsplan
- oppdragsgjennomføring (arbeidsprosedyrer, etc.)
- kontrollplan og kontrollrutiner
- HMS – plan
- Avviksbehandling/korrigerende tiltak

Kvaliteten på de ulike deloperasjonene er avgjørende for kvaliteten på det ferdige produktet. Dette understreker betydning av å kontrollere de ulike deloperasjonene, for eksempel at materialsammensetning, materialbruk, fukttinnhold, tørketid, herdetid, etc. blir i henhold til spesifikasjonene. I prinsippet bør enhver arbeidsoperasjon være kontrollert før den neste påbegynnes.

Prosjektadministrative rutiner omfatter først og fremst rutiner for rapportering, håndtering av endringer og avvik samt dagbokføring.

Kontrollplanen skal vise hva som skal kontrolleres. Dette kan gjøres enkelt ved å lage et kontrollskjema hvor det kvitteres for utført kontroll. Kontrollrutiner omfatter bl.a. rutiner for kontroll av materialer, kontroll av underlag, kontroll av hver enkelt arbeidsoperasjon, feltprøving, etc. Kap. 7.2 beskriver ulike test-/undersøkelsesmetoder som kan være aktuelle ved feltprøving.

Følgende aktiviteter/deloperasjoner bør kontrolleres ved overflatebehandling :

1. **Levert materiale**
Mottatt mengde, notering av batch nr., etc.
2. **Lagringsforholdene**
Sjekk med produktdatabladene
3. **Underlaget**
Kontroll av grater, sprang, porer, riss, sprekker, sår, skader, fuktighet, krystallisering, etc.

4. **Temperatur og fuktighet**

Kontroll utføres vanligvis to ganger pr. dag og bør utføres før oppstart og i god tid før avslutning av en etappe for at påføringskrav og nødvendige herdebetingelser blir oppfylt

5. **Tildekking**

Det er svært viktig at tildekkingen blir utført nøyaktig slik at malingen eller annen forurensing ikke skader omgivelsene, og slik at kravene i spesifikasjonen tilfredsstilles. Dette gjelder for eksempel krav til tildekking av vinduer, ventiler, skilt, rister, lamper, tilgrensende flater, etc.

6. **Utstyr**

Kontroll av doserings- og blandeutstyr, sprøyte etc. Det bør også kontrolleres om egnet/riktig utstyr benyttes.

7. **Påføring av grunningsstrøk**

Ferdig reparert og rengjort betongoverflate påføres nødvendig/beskreven grunning, og det skal tas hensyn til herdetid mellom grunningstrøk og malingsstrøk. Kontroll av materialforbruk mot utført overflateareal.

8. **Påføring av malingstrøk**

Beskrevne malingstrøk påføres og det skal tas hensyn til herdetid mellom strøkene ved påføring av flere strøk. Materialforbruk og filmtykkelse kontrolleres.

9. **Ferdigflate**

Kontroll av fargenyanser, struktur, porer, heftfasthet, filmtykkelse, etc.

10. **Tildekking/skjerming av overflatebehandlet flate**

11. **Etterarbeider**

Omfang av nødvendige etterarbeider kan variere, og nedenfor er noen eksempler nevnt:

- Rengjøring av søl, fjerning av beskyttelse og rydding etter ferdig utført arbeid.
- Rengjøring av glassfelt (vinduer og dører) og annet utstyr/bygningsdetaljer.
- Oppmontering av utstyr/bygningsdetaljer.
- Nødvendig funksjonskontroll av utstyr/installasjoner (persiennner, vifter og lignende).

Ved dagbokføring dokumenteres når de ulike arbeidene er utført og under hvilke temperatur-, fukt- og værforhold.

Entreprenøren må kunne dokumentere at han benytter kvalifiserte folk til arbeidet.

Vær spesielt oppmerksom på at kontroll utført av byggherren ikke fritar entreprenøren for det hele og fulle ansvaret for utførte arbeider.

Ved overtagelse gjennomføres en ferdigbefaring hvor eventuelle feil og mangler protokollføres. Feil og mangler utbedres innen en fastsatt frist.

7.2 **Undersøkellesmetoder**

For å kunne dokumentere at arbeidene er utført iht. prosjektbeskrivelsen, produktatablad, etc. er det nødvendig med en del prøvetaking. Vi vil i dette kapittel beskrive de vanligste undersøkelsesmetodene.

7.2.1 **Bomkontroll**

Betongflaten/underlaget kontrolleres ved å banke med en hammer over hele flaten, se fig.7.1. En "hul" –lignende lyd indikerer bom i betongen. Bom i betongen kan skyldes begynnende

pga. armeringskorrosjon, steinreir, etc. På pussete plater kan en også benytte et skrujern som vil gi en hulllignende lyd ved bønn.

7.2.2 Måling av heftfasthet

Nødvendig utstyr vil være avtrekksapparat, boreutstyr, avtrekkskopper og hurtigtørkende epoksyim. Metoden benyttes både til å måle strekkfastheten i underlaget og heftfastheten til overflatebehandlingen.

Overflatebehandlingens heftfasthet måles ved å lime sirkulære avtrekkskopper til overflaten. Etter at limet er herdet, bores et spor rundt avtrekkskoppene ned i betongen. Et avtrekksapparat monteres på avtrekkskoppene med mothold i sporet/betongen, og det påføres en jevn avtrekkskraft inntil avtrekkskoppene løsner, se fig.7.1. Avtrekkskraften omregnes så til heftfasthet. For hver avtrekksprøve beskrives bruddflaten, om den går i et av materialene (evt. %-vis fordeling i ulike materialer) eller i overgangen mellom to materialer (heftsonen). Dersom bruddet går 100% i underlaget, måler en egentlig strekkfastheten til underlaget.

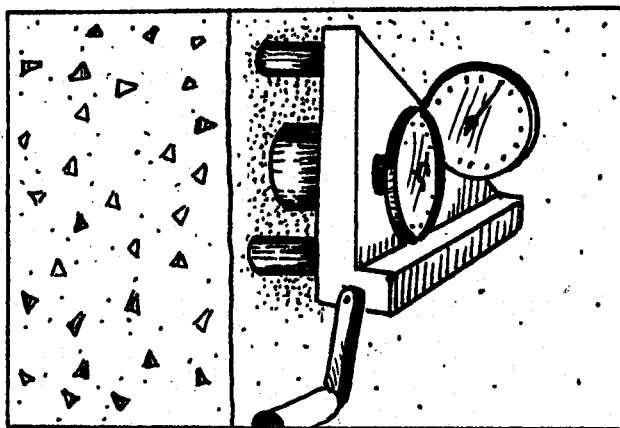


Fig. 7.1 Måling av heftfasthet

7.2.3 Måling av rissvidder

Rissvidden måles med en risslupe med 1/10 – mm 's nøyaktighet (se fig.7.2) eller en rissviddelinjal. Eventuell bevegelse i risset kan bestemmes ved måling over tid. En kan få et godt bilde av rissutviklingen ved å smøre gips over rissområdet og senere foreta målinger i den opprissede gipsen.

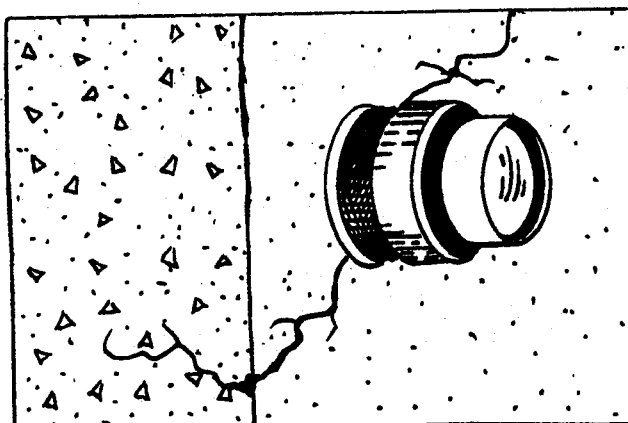


Fig. 7.2 Rissmåling

7.2.4 Måling av temperatur og fuktighet (RF)

Relativ fuktighet er et uttrykk for betongens vanninnhold. Måleinstrumentet har en elektronikk enhet, styreenhet og sensorer. Sensorene måler relativ fuktighet og temperatur. Sensorene er plassert i en sonde i enden av et rør eller en slange.

Før måling, bores først et hull i betongen til den dybde fuktinnholdet ønskes målt. Deretter plasseres plasthylsen i hullet festet og tettet med silikon. Rørhylsen tettes med en gummipropp. Ved måling fjernes gummiproppen og målerunden monteres i røret. Mellom rør og målesonde foretas tetting. Alternativt til dette vil være å plassere spesiallagde hylser/plugger med lokk i 16 mm's hull, ref. fig.7.3.

Rørhysene/pluggene skal stå i 12-24 timer før måling, for at luftfuktigheten i hullet skal komme i balanse med fuktigheten i betongen. Ved måling fjernes lokket og målesonden føres inn i rørhysen/pluggen. Avlesning foretas etter ca. 1 time. Etter utført måling tettes pluggen/rørhysen igjen. Måleutstyret må kalibreres ofte.

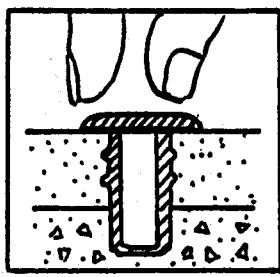


Fig. 7.3 *Spesialplugg for måling av relativ fuktighet og temperatur*

7.2.5 Kontroll av smitting.

Man skal ikke male på smittende underlag. Registreres smitting, må en normalt foreta en rengjøring/avvasking. Smitting kontrolleres ved å gni et svart tøystykke mot overflaten med konstant trykk.

Farge på tøystykket vil indikere avsmitting.

7.2.6 Måling av filmtykkelse

Egenskapene til filmdannende overflatebehandlinger er avhengig av filmtykkelsen. Egenskapen kan endres betydelig ved enten større eller mindre filmtykkelse.

Filmtykkelsen kan måles i våt tilstand med en egen "filmtykkelsesmal". Denne metoden er ikke så godt egnet for tynne overflatesjikt, fordi betongens overflatestruktur vil medføre en del variasjoner i filmtykkelsen.

Tørrfilmtykkelsen kan også måles med mikroskop på små borkjerner, men dette er ikke særlig praktisk i felt.

Filmtykkelsen angis som regel i μm . $1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$.

7.2.7 Kontroll materialforbruk

Hvorvidt betongoverflaten er påført den foreskrevne mengde av overflatebehandlings-materialet, kan kontrolleres ved å beregne totalt påført mengde materiale på en definert flate. Materialforbruket i kg/m² vil da fremkomme ved å dividere forbruket på arealet.

Dette er sannsynligvis den mest fornuftigste metoden til å måle filmtykkelsen, fordi en vil alltid få noe variasjoner i filmtykkelsen. Måling av filmtykkelsen bør likevel utføres for å verifisere at den ligger innenfor et rimlig variasjonsområde.

7.2.8 Måling av inntrengningsdybde

Inntrengningsdybden måles ved å bore ut betongkjerne Ø60 mm, splitte og tørke kjernene. Ved å sprøyte vann på bruddflaten, blir impregnert sone lys, mens uimpregnert sone blir mørk. En prøveserie består normalt av 3 enkeltprøver. Vann brukes som indikator for å måle inntrengningsdybden. Inntrengningsdybden vil normalt variere mye. Inntrengningsdybden avleses med risslupe med 1/10 mm's nøyaktighet på alle seks kjernehalvdelen for hver tiende millimeter. Inntrengningsdybden beregnes som middelveien av alle enkeltmålingene på hvert prøvestykke.

Alternativt kan en skjære ut betongbiter, knekke bitene, og bruke vann som indikator for å måle inntrengningsdybden. Inntrengningsdybden kan vanligvis måles dagen etter at hydrofoberingsmaterialet er utført. Krav til inntrengningsdybde kan bestemmes etter å ha testet hydrofoberingsmaterialet på et representativt prøvefelt.

7.2.9 Metoder for å bestemme malingstyper

Eksisterende malingstype kan bestemmes ved noen enkle testmetoder. Testene kan utføres på stedet, men de kan også utføres på malingprøver i laboratorium.

Saltsyretesten

Saltsyre (10 %-løsning) dryppes på et prøvestykke, eller malinglaget legges oppi et glass-beger med syren. Registrerer man en kjemisk reaksjon (brusing, koking) på overflaten, inneholder det kalk, sement eller mursement.

Methylenkloridtesten

Methylenklorid smøres/påføres på et prøvestykke. Lateks- og pliolitemalinger vil gå i oppløsning. Olje- og alkydmalinger vil svulle opp.

Natronlut-testen

Dersom lut (kaustiksoda) påføres et prøvestykke, vil olje/alkydmalinger gå i oppløsning.

Vanntesten

Malingfilmen legges i et vannbad. Mykner det og blir elastisk, er det en organisk maling. Sugers vann lett opp er malingen kalk, sement – eller silikatbasert.

Flammetesten

Et flak av overflatebehandlingen holdes over åpen flamme (lighter eller lignende). Lukt- og røykutvikling indikerer et organisk produkt.

Sprit/xylentesten

Lateksmalinger oppløses i sprit. Pliolitemalinger oppløses i xylene.

For å få en helt nøyaktig bestemmelse av eksisterende overflatebehandling, kan en prøvebit/avskrap sendes til et spesiallaboratorium for analysering med infrarød spektrofotometer. Prøvebiten knuses i en morter og blandes sammen med kaliumbromid (KBr). Blandingen presses til tabletter som analyseres med infrarød spektrofotometer. Ved å sammenligne de registrerte absorpsjonsbåndene (IR-spektre) med referansebånd (IR-diagrambibliotek), kan eksisterende overflatebehandling bestemmes.

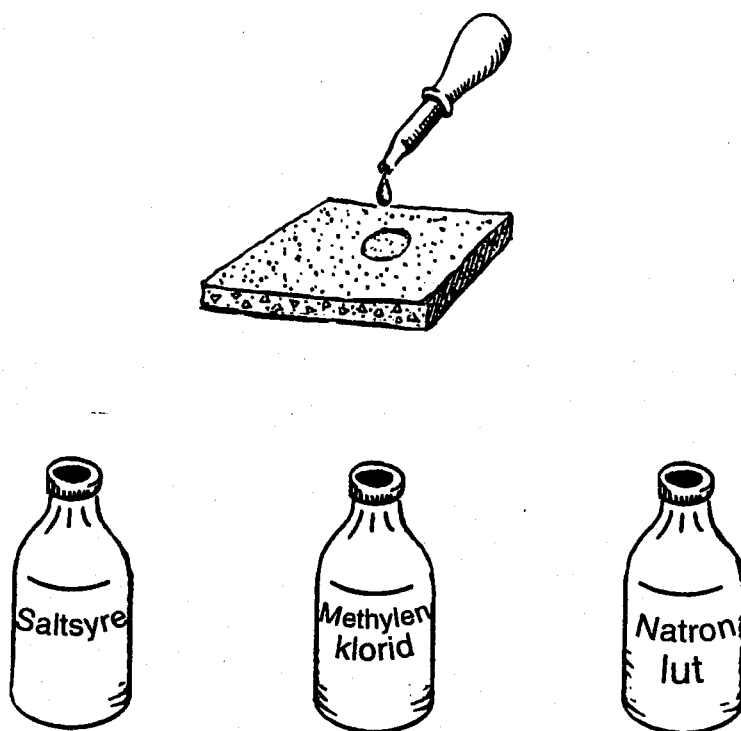


Fig. 7.5 Kjemikalietest

8

Helse, miljø og sikkerhet

8 HELSE, MILJØ OG SIKKERHET

8.1 HMS-plan

Målsettingen med ethvert arbeid er at det skal gjennomføres uten skade på personer eller miljøer. For å sikre dette skal byggeplassen planlegges, organiseres og kontrolleres iht. intensjoner og regler i Byggherreforskriften – dvs. "Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser" av 21. april 1995.

I henhold til nevnte forskrift har byggherren (oppdragsgiver) et ansvar for å sørge for at det blir utarbeidet en HMS-plan for prosjektet. I tillegg pålegger forskriftene byggherren å utpeke og engasjere koordinator for HMS, henholdsvis i prosjekteringsfasen og utførelsesfasen. HMS-koordinator i utførelsesfasen skal bl. a. føre tilsyn med at virksomhetene har og følger rutiner (internkontroll) som sikrer oppfølging av plan for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø, samt sørge for nødvendige justeringer og tilpasninger av planer og tidsforbruk. HMS-koordinatoren må derfor ha løpende kontakt med byggeplassen.

Ovennevnte forhold fritar ikke den utførende (entreprenøren) for hans plikter og ansvar iht. arbeidsmiljøloven og Lov om internkontroll. Nevnte lover samt HMS-planen pålegger den utførende å planlegge, organisere og utføre arbeidene på en slik måte at en sikrer et forsvarlig arbeidsmiljø for alle arbeidstakere, foruten å sikre det omkringliggende miljøet. Den utførende må derfor utarbeide rutiner som sikrer ivaretagelse av HMS-på byggeplassen.

En HMS-plan er en plan som viser hvordan helse, miljø og sikkerhet skal ivaretas ved gjennomføring av et prosjekt. HMS-planen vil normalt omfatte følgende elementer: målsetting, organisering, riggplan, tidsplan, beskrivelse av eksisterende forhold, forhold på byggeplassen, spesielle risiki, handlingsplan ved ulykke, krav til rapportering og oppfølging og ajourføring. Forhold på byggeplassen omfatter bl.a. avfallshåndtering, sikring, verneutstyr, førstehjelpsutstyr, lagring, stoffkartotek, personlig sikkerhetsinstruks, samling av lover og forskrifter på byggeplass, etc.

Oppfølging og ajourføring av HMS-planen sikres ved kontroll av det daglige arbeidet og ved gjennomføring av vernerunder. Avvik registreres og rapporteres slik at korrigerende tiltak kan iverksettes.

8.2 Verneutstyr

8.2.1 Personlig verneutstyr.

Forskriften "Bruk av personlig verneutstyr på byggeplassen" beskriver og angir krav til verneutstyr. Alt verneutstyr i Norge skal være CE-merket.

Når det gjelder overflatebehandling av betong, er det først og fremst snakk om følgende verneutstyr: øyevern, hansker, åndedrettsvern, ansiktsvern, kjeledresser, kjemikaliedress og støvler. Ulike typer øyevern er vist på fig.8.1. I tillegg må det være tilgjengelig øyeskyllevann på byggeplassen.

Det er viktig at det blir en rutine å bruke riktig verneutstyr til de ulike arbeidsoperasjonene. Skader kan derfor forebygges ved:

- bruk av riktig verneutstyr
- god planlegging av arbeidene på forhånd
- godt arbeidsmiljø
- opplæring i bruk, lagring og vedlikehold av verneutstyr.

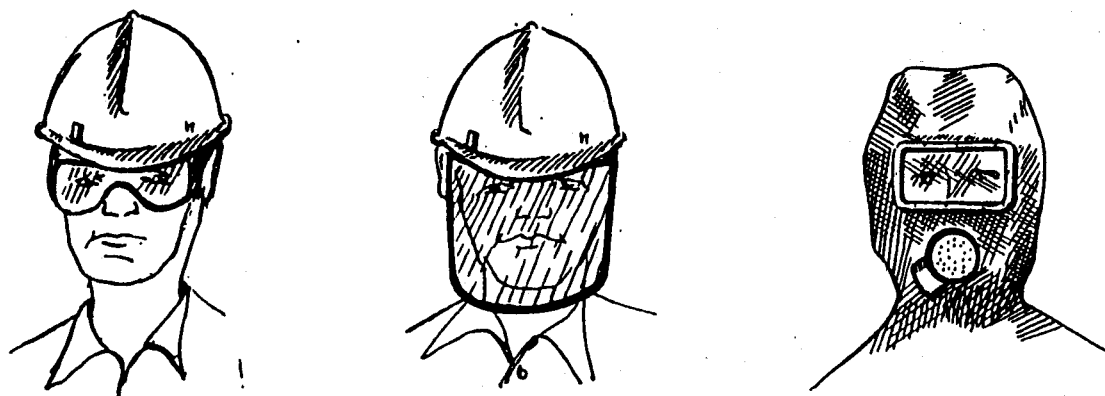


Fig. 8.1. Ulike typer øyevern.

8.2.2 Åndedrettsvern

Når en puster inn helsefarlig støv og gasser, kan det føre til forgiftninger eller varig skade i lunge, lever, nyre og nervesystem. Hvis det ikke er teknisk mulig å fjerne de farlige stoffene i lufta, er det helt nødvendig å bruke riktig åndedrettsvern – se fig. 8.2. En må kjenne sammensetningen av de farlige stoffene for å vite hvilket åndedrettsvern som er riktig å bruke.



Fig. 8.2. Åndedrettsvern

Hensikten med åndedrettsvern er først og fremst å beskytte seg mot løsemiddeldamp. Vi har to typer åndedrettsvern:

- åndedrettsvern med støv- og /eller gassfilter
- åndedrettsvern med tilførsel av friskluft eller pressluft

Gassfilter deles inn i klasse etter hvor mye gass/damp de kan ta opp og har betegnelsen A1 – A3. Høyeste tall angir best filtreringsevne.

Det er vanskelig å angi brukstiden for gassfiltere. Hvis gassarten er irriterende og kan luktes ved små konsentrasjoner, kan filteret brukes til du merker gjennomslag. Er gassen luktfri må en bruke friskluftmaske.

For at masken skal gi en fullgod beskyttelse, er det en del ting vi må passe på:

- Test at masken er tett. Bruk prøveplater som følger med den nye masken.
- Etter bruk tar en ut filter og membran, og masken bør da vaskes med bakteriedrepende (desinfiserende) middel

- Bruk ikke løsemiddel til rengjøring. En skitten maske gir dårlig beskyttelse
- Masken må oppbevares tørt når den ikke er i bruk
- Personer med skjegg (ubarbert) kan ikke bruke filtermaske. En får lekkasje, og masken blir utett.
- Vær påpasselig med å skifte ut deler som er slitt.

8.3 Helserisiko – vernetiltak

Kjemiske forbindelser kan komme inn i kroppen gjennom innånding eller ved hudkontakt. Ved sprøytemaling vil alle stoffene som er i malingen bli tilført luften. Sprøytetåke må aldri pustes inn. Huden må også beskyttes mot kontakt med sprøytetåken.

Tradisjonelt er helserisiko ved overflatebehandling knyttet til innhold av løsningsmidler. Innånding av helsefarlige gasser kan føre til forgiftning og varig skade. Dagens overflatebehandlingssystemer kan inneholde en rekke kjemiske forbindelser som er allergifremkallende.

Dersom overflatebehandlingen påføres ved sprøyting, er det fare for sprut på hud og øyne samt innånding av malingståke og løsemiddelgasser. Helmaske med friskluft er da nødvendig foruten annet verneutstyr som vernehansker og kjeledress.

Produktdatablad og HMS-datablad skal være tilgjengelig på byggeplassen ved oppstart av arbeidene. Dersom en får stoffene på hud eller øyne, må en følge tiltakene i HMS-databladet.

8.3.1 Hydrofobering

De fleste hydrofoberingsmaterialene inneholder stoffer som er irriterende og brannfarlige. De virker irriterende på hud og øyne. Produkter med løsemidler avgir skadelige gasser. Hudkontakt bør unngås.

Verneutstyr:

- vernehansker
- vernebriller eller ansiktsskjerm
- åndedrettsvern (ved sprøyting og ved løsemiddelholdige stoffer)
- kjeledress

8.3.2 Lateks-/akrylholdige produkter

Lateks/akryl med vann som løsemiddel krever ingen spesielle vernetiltak ved utførelsen. Materialer med organiske eller aromatiske løsemidler er klassifisert i ulike YL-grupper og vernetiltakene blir deretter. Det betyr at disse produktene kan være farlig ved innånding. En bør unngå kontakt med huden og øynene. Hvis effektiv ventilasjon ikke er mulig, må det brukes egnet åndedrettsvern.

Verneutstyr:

- øyevern
- vernehansker
- kjeledress
- evt. åndedrettsvern

8.3.3 Sementbaserte produkter

Sementbaserte materialer klassifiseres som irriterende. En må unngå kontakt med hud og øyne.

Vernetiltak:

- vernehansker
- vernebriller

8.3.4 Polyuretanmalinger

Helserisikoen ved polyuretanmalinger er først og fremst knyttet til innhold av stoffer som er svært astma- og allergifremkallende. Også her må en unngå kontakt med hud og øyne.

Vernetiltak :

- vernehansker
- vernebriller
- åndedrettsvern
- kjeledress

8.3.5 Epoksymaling

Epoksymaling inneholder allergifremkallende stoffer i base- og herdekomponent.

Epoksymaling kan gi kraftig hudallergi (epoksyallergi), og stoffene kan i tillegg gi astmareaksjoner. Enkelte epoksymalinger er i tillegg basert på løsemidler. En må derfor unngå innånding.

Ved arbeid med epoksyprodukter er det spesielt viktig å unngå hudkontakt med malingen.

Vernetiltak:

- vernebriller
- vernehansker
- åndedrettsvern
- kjeledress/kjemikaliedress

8.3.6 Rengjøringsmidler

Rengjøringsmidlene kan inneholde løsemidler og stoffer som både er etsende og allergifremkallende. Kjemikaliesprut kan gi sterk irritasjon på netthinner og føre til uttørring av huden.

Vernetiltak :

- friskluftsmaske (helmaske)
- gummihandsker
- kjemikaliedress/regntøy
- støvler

8.3.7 Rengjøring av utstyr

Utstyret rengjøres for at det skal være funksjonelt til enhver tid. Til rengjøringen brukes ofte sterke løsemidler. Rengjøringen representerer fare for løsemiddelskader, øyeskader, eksem og brann/eksplosjon. Nødvendige verneutstyr vil være hansker, friskluftsmaske og kjeledress.

En bør dekke til spann med rengjøringsmiddel for å unngå avgassing.

8.3.8 Personlig hygiene

Det er viktig å unngå unødvendig eksponering av de stoffene en arbeider med. Dårlig hygiene kan føre til eksem/allergi, astmaplager og løsemiddelskader.

Skader forebygges ved å:

- straks vaske vekk maling/tynner som en får på huden
- bruke hudkrem eller vaselin på de mest utsatte steder, slik som ansikt, hender og håndledd.
- skifte arbeidsklær som blir tilsølt med maling/tynner.
- være nybarbert når en bruker halvmaske
- være nøye med vasking/rengjøring av verneutstyr og samtidig ha en god lagringsplass for dette utstyret.
- sørge for at det er ryddig og oversiktlig så en unngår unødvendig søl.

8.3.9 Lagring og håndtering av avfall

Uforsiktig lagring og håndtering av overflatebehandlingsavfall kan føre til helse-, miljø- og brannfare. Materialene må lagres på en forskriftsmessig måte. Alt avfall leveres til godkjent mottaksplass for den type avfall.

Krav til lagring av de ulike materialene vil framgå av produktdatabladene.

8.3.10 Helsedatablad

Dersom et overflatebehandlingsmiddel mangler helsedatablad og/eller etikettmerking, skal det ikke brukes. Før oppstart av arbeidene bør en alltid gå igjennom helsedatabladene slik at en vet hvilke stoffer produktene inneholder samt hvilke vernetiltak som bør gjennomføres.

Stoffer som ikke tilfredsstiller krav til merking, kan ikke omsettes lovlig i Norge. Stoffer som det ikke kreves advarselsmerking på skal merkes IKKE MERKEPLIKTIG.

Stoffer som er merkepliktige, skal inneholde følgende opplysninger og være på norsk:

1. Navn og adresse til norsk produsent eller importør.
2. Produktets handelsnavn.
3. Navn og mengde av farlige stoffer.
4. Advarselssetninger – R og S setninger.
5. Symbol og fareklasse.
6. YL-merking.
7. Eventuelt andre faremomenter.

Direktoratet for arbeidstilsynet har fastsatt følgende advarseltekst for de respektive YL-gruppene:

YL-gruppe 00 og 0

Unngå innånding av sprøytetåke (S-23).

YL-gruppe 1

Unngå innånding av gass/sprøytetåke (S-23). Hvis effektiv ventilasjon ikke er mulig, må det brukes egnet åndedrettsvern (S-38).

YL-gruppe 2

Farlig ved innånding (R-20). Hvis effektiv ventilasjon ikke er mulig, må det brukes egnet åndedrettsvern (S-38). Bruk egnet åndedrettsvern ved sprøyting (S-42).

YL-gruppe 3, 4 og 5

Farlig ved innånding (R-20). Hvis effektiv ventilasjon ikke er mulig, må det brukes egnet åndedrettsvern (S-38). Bruk trykkluft- eller friskluftmaske i trange rom (S-210). Bruk egnet åndedrettsvern ved sprøyting (S-42).

9

Sluttdokumentasjon

9. SLUTTDOKUMENTASJON

Sluttdokumentasjon er en samling av dokumenter som dokumenterer utført arbeid og beskriver nødvendig fremtidig vedlikehold. Dokumentasjonen vil være meget nyttig i drifts- /bruksfasen med hensyn til hvordan og hvilket vedlikehold som bør utføres.

Sluttdokumentasjonen vil være et nyttig hjelpemiddel for nye eiere eller nye saksbehandlere i forvaltningen av betongkonstruksjoner. Dokumentasjonen er også svært viktig i reklamasjonstiden, da den vil kunne klargjøre ansvarsforholdet for oppståtte feil og skader.

Sluttdokumentasjonen vil normalt inneholde følgende dokumenter :

- kontrakt m/anbudsgrunnlag
- beskrivelse av utført arbeid
- organisasjonsplan
- produkt -/materialdokumentasjon
- referat
- resultat av feltprøving
- kopi av garantier/forsikringer
- overtakelsesprotokoll
- kopi dagbok
- kontrollskjema
- referansefelt
- fotodokumentasjon
- vedlikeholdsinstruks

Det presiseres at omfanget av ovennevnte dokumentasjon må tilpasses det enkelte prosjekt på en slik måte at det blir en hensiktsmessig og formålstjenlig samling av dokumenter. Det er ikke om å gjøre å samle mest mulig papir.

Beskrivelse av utført arbeid er viktig da det ikke er sikkert at arbeidene er utført som beskrevet i tilbuds/anbudsgrunnlaget. Den generelle beskrivelsen av utført arbeid må derfor inkludere alle avvik og endringer. Kopi av avviks- og endringsmelding kan vedlegges beskrivelsen.

Produkt -/materialdokumentasjon omfatter en oversikt over benyttede materialer/produkter, produktatablad, testrapporter, HMS-datablad, referanser av betydning for prosjektet samt evt. korrespondanse fra leverandører. Material -/produktoversikten skal beskrive hvilke materialer/produkter som er benyttet på ulike flater. I tillegg skal fargekoder være angitt.

Med referat menes enten byggemøtereferrat, referat fra befaringer/særmøter eller ferdigbefaring.

Kopi av entreprenørens **dagbok/loggbok** gir mye nyttig informasjon om når og under hvilke temperatur -, fukt- og værforhold (vind, sol, regn, etc.) de ulike arbeidene er utført.

Kontrollskjema er først og fremst en dokumentasjon av utført kontroll, men de kan i tillegg gi en del nyttig informasjon mht. spesielle problemer under arbeidene, omfang av faktisk utført kontroll, feil og mangler, etc.

Siden **referansefeltet** definerer avtalt "standard" for arbeidene, bør sluttdokumentasjonen inkludere all dokumentasjon vedrørende referansefeltet, f. eks. beskrivelse av referansefeltet, utført prøving, bilder, lokalisering etc.

Dokumentasjon av utført feltprøving vil normalt omfatte en beskrivelse av utført prøving med beskrivelse av prøvemeter, prøvekriterier og prøveresultat samt eventuell avvikshåndtering. (Eksempler på prøving er måling av materialforbruk, filmtykkelse, heftfasthet, inntrengningsdybde etc.).

Når det gjelder garantier, er det å anbefale at sluttdokumentasjonen også omfatter rutiner for oppfølging i reklamasjonstiden, for eksempel tidspunkt for befaring, ansvar for innkalling og rapportering, etc.

Vedlikeholdsinstruksen bør omfatte rutiner for tilsyn/inspeksjon (evnt. supplert med eget registreringsskjema), beskrivelse av nødvendig vedlikehold og renhold, prosedyre for flekkreparasjoner, angivelse av rebehandlingsintervall samt beskrivelse av krav til forbehandling ved rebehandling.

Krav til sluttdokumentasjonen må være angitt i anbudsgrunnlaget slik at den blir en del av kontrakten. Erfaringer viser at byggherren da i stor grad er sikret ønsket dokumentasjon.

Sluttdokumentasjonen anbefales organisert og redigert med skilleark i egen ringperm (mappe), ref. fig. 9.2. Det forenkler dokumentasjonsarbeidet, dersom en fortløpende oppdaterer denne mappen etter hvert som prosjektet skrider fram. Komplette sluttdokumentasjon vil da kunne foreligge umiddelbart etter overtakelse. Sluttdokumentasjonen skal oversendes byggherren/oppdragsgiver så raskt som mulig etter overtakelsen.



Fig. 9.1 Mappe med sluttdokumentasjon

1	Beskrivelse av utført arbeid
2	Kontrakt m/ anbudsgrunnlag
3	Organisasjonsplan
4	Overtakelsesprotokoll
5	Garantier/forsikringer
6	Vedlikeholdsinstruks
7	Referansefelt
8	Referat
9	Produkt-/ materialdokumentasjon
10	Feltprøving
11	Kopi dagbok
12	Kontrollskjema
13	Fotodokumentasjon
14	Tegninger

Fig. 9.2 Oppbygging av sluttdokumentasjonen

Litteraturliste

Litteraturliste

1. NBI-blad 542.661, "Overflatebehandling av betong", Oslo, 1995
2. NBI-blad 742.663, "Utvendig maling på puss, tegl og betong – eldre bygninger", Oslo 1993
3. RIF-norm "Norm for betongrehabilitering. Tekniske bestemmelser", revidert utgave 1994
4. RIF-publikasjon "Tilstandsanalyse av betongkonstruksjoner", publikasjon Oslo, 1. utg. 1995.
5. Prosesskode – 2 "Standard arbeidsbeskrivelse for bruer og kaier, hovedprosess 8", Oslo, 1997
6. Arne Nesje, Lennart Wedin, Asbjørn Gundersen, Eli Grøttheim: "Reparasjonshåndbok for puss- og malingsarbeider". Mur-Senteret og Malermestrenes Landsforbund, Oslo, 1993
7. prEN 1504 part 2, "Surface protection", mars 1997
8. Arbeidstilsynet, Forskrift nr. 524, "Bruk av personlig verneutstyr på arbeidsplassen"
9. Arbeidstilsynet, publikasjon nr. 370, "Åndedrettsvern"
10. Arbeidstilsynet, publikasjon nr. 371, "Øyevern"
11. Arbeidstilsynet, publikasjon nr. 505, "Om merking av helsefarlige kjemikalier"
12. Bernt Kristiansen, Jan Lindland og Trond Østmoen, "Betongrehabilitering – metoder og utførelse", BA-forlaget 1998
13. Geir Tjugum, Notat "Materialtyper-/grupper", 1995
14. Hans-Erik Berge, Notat "Grunnlag for utførelse", 1997
15. Bjørn Stockmann, Notat "Funksjonskrav for overflatebehandling", 1996
16. Arne Holsen, Notat "Krav til underlag", 1996
17. Særvik, Juvik, Olsen, Asgautsen og Erikstein, Notat "Helse, miljø og sikkerhet", 1997
18. Ylva Anderson og Andreas Træen, Notat "Dokumentasjon", 1996
19. NS 3420 "Beskrivelsestekster for bygg og anlegg".
20. Byggherreforskriften "Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser", forskrift nr.534 til arbeidsmiljøloven

NB norsk
betongforening er en forening tilknyttet  **Tekna**
Postboks 2312 Solli, 0201 Oslo • Telefon: 22 94 75 00