

BETONBROER

OVERFLADEBEHANDLING AF BETONOVERFLADER

Vejledning

INDHOLDSFORTEGNELSE

SIDE

0.	TILBLIVELSE	3
1.	BAGGRUND	6
1.1	Indledning	6
1.2	Tidligere udgaver	7
1.3	Formål	8
1.4	Vejledningens opbygning	8
1.5	Hvor anvendes vejledningen	9
1.6	Hvordan kan produkter forhåndsgodkendes	9
1.7	Teknisk begrundelse for overfladebehandling	10
1.8	Grundlag for udførelse af overfladebehandling	10
1.9	Krav til brugeren af vejledningen	10
1.10	Teknisk gyldighedsområde	10
1.11	Henvisning til normer og forskrifter	11
1.12	Arbejds miljøforhold	11
1.13	Tilstand af betonkonstruktioner og bygværker	13
1.13.1	Tilstandsundersøgelse	13
1.13.2	Undersøgelsesmetoder	14
2.	FORUDSÆTNINGER FOR ANVENDELSE	15
2.1	Funktionskrav til overfladebehandling	15
2.1.1	Indledning	15
2.1.2	Formulering af funktionskrav	15
2.2	Overfladebehandlingssystemer	16
2.2.1	Indledning	16
2.2.2	Systemer	16
2.2.3	Detailbeskrivelser	16
2.3	Valg af overfladebehandlingssystem	17
2.4	Udbudsmateriale	18
2.4.1	Indledning	18
2.4.2	AAB for overfladebehandling	18
2.4.3	Paradigmaer	18
2.4.4	Det samlede udbudsmateriale	19
2.5	Dokumentation og kontrol	19
2.5.1	Valg af handelsvarer	19
2.5.2	Arbejdsprocedure	19
2.5.3	Prøvebehandling	20
2.5.4	Feltprøvningsmetoder	20
2.5.5	Entreprenørens kontrol	20
2.5.6	Tilsynets kontrol	21
2.6	Mangelansvarets ophør	21
2.7	Små opgaver	21
3.	REDIGERING AF UDBUDSMATERIALE	23

BILAG 1. DETAILBESKRIVELSE AF SYSTEMERNE	24
1. DETAILBESKRIVELSE AF SYSTEM 96-1. SILIKATMALEBEHANDLING	24
2. DETAILBESKRIVELSE AF SYSTEM 93-3. ACRYLPLASTMALEBEHANDLING	24
3. DETAILBESKRIVELSE AF SYSTEM 93-4. ACRYLPLASTTYKFILMMALEBEHANDLING	24
4. DETAILBESKRIVELSE AF SYSTEM 96-5. UELASTISK ACRYLMODIFICERET CEMENTSVUMMEBEHANDLING	25
5. DETAILBESKRIVELSE AF SYSTEM 93-6. ELASTISK ACRYLMODIFICERET CEMENTSVUMMEBEHANDLING	25
BILAG 2. BAGGRUNDSVIDEN OM OVERFLADEBEHANDLING	27
1. BETONOVERFLADER SOM UNDERLAG FOR OVERFLADEBEHANDLING	27
1.1 Overfladens styrke, aftræksstyrke	27
1.2 Betonslamlag	27
1.3 Porer	28
1.4 Revner	28
1.5 Rensning af betonoverflader	29
1.6 Udfyldning af porer og revner	30
2. RENSEMETODER TIL BRUG PÅ BETONOVERFLADER	31
2.1 Blæserensning	31
2.2 Højtryksspuling med rent vand	32
2.3 Hedtvandsspuling	32
2.4 Højtryksspuling med sandtilsats	32
2.5 Støvfri vandsandblæsning	33
2.6 Fristråle sandblæsning	33
2.7 Blæserensning med tørnis (kuldioxid)	33
2.8 Blæsning med tilbagesug	34
2.9 Fristråle sandblæsning med vand som støvdæmper	34
2.10 Sandvaskeudstyr	35
2.11 Flammerensning	35
2.12 Slibning	35
2.13 Støvsugning	36
2.14 Rengøring	36
3. UDFYLDNINGS- OG UDJÆVNINGSMETODER SAMT REPARATION	36

3.1	Svumning	36
3.2	Tyndpudsning	38
3.3	Reparation	38
4.	MATERIALER TIL OVERFLADEBEHANDLING AF BETONOVERFLADER	39
4.1	Acrylplastforseglingmiddel	39
4.2	Acrylplastmaling, halvmat eller halvblank	40
4.3	Acrylplasttykfilmmaling, halvmat eller halvblank	40
4.4	Antigraffiti behandling	40
4.5	Cementpulvermaling	41
4.6	Elastisk acrylmodificeret cementsvummørtel	41
4.7	Epoxybelægning, to-komponent, opløsningsmiddelfri *	42
4.8	Epoxymaling, to-komponent, opløsningsmiddelholdig *	42
4.9	Forseglingmidler af typen acrylharpiksopløsning *	43
4.10	Polyesterbelægning, elastisk *	43
4.11	Polyuretanbelægning, blød *	43
4.12	Polyuretanbelægning, hård og fleksibel *	44
4.13	Silikatmaling	44
4.14	Silikonefacademaling *	45
4.15	Silikoneimprægneringsmidler af monosilan typen *	45
4.16	Silikoneimprægneringsmiddel af oligomersilan typen*	45
4.17	Uelastisk acrylmodificeret cementsvummørtel	45
5.	BESKYTTELSE MOD FØLGEVIRKNINGERNE AF REVNEDANNELSER SOM FØLGE AF ALKALIKISELREAKTIONER	46
6.	OVERFLADEBEHANDLINGSSYSTEMERS OVERBYGNING AF REVNER OG REVNEBEVÆGELSER	48
7.	LITTERATURLISTE	48

0. TILBLIVELSE

Denne vejledning i overfladebehandling af betonoverflader er en del af udbudsforskriften for betonbroer, som bruges som grundlag for udbud af overfladebehandling af betonkonstruktioner, f.eks. broer.

Udbudsforskriften for "Overfladebehandling af betonoverflader" indeholder følgende dele:

- Vejledning - inkl. bilag 1, "Detailbeskrivelse af systemerne" og bilag 2 "Baggrundsviden om overfladebehandling",
- Almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB) inkl. bilag 1, "Godkendelsesprøvning" og bilag 2, "Kontrolmetoder",
- Paradigmaer i særskilt hefte:
 - o Særlig arbejdsbeskrivelse (SAB-P) inkl. bilag over referencer anvendt i udbudsforskriften
 - o Tilbuds- og afregningsgrundlag (TAG-P)
 - o Tilbudsliste (TBL-P)

Nærværende udgave er en revideret udgave, der tager hensyn til, at byggevarer direktivet foreskriver, at der skal anvendes CE-mærkede byggevarer (reparationsmaterialer) overalt i EU's indre marked. Krav om CE-mærkning har foranlediget udvikling af det fælles-europæiske normsæt under DS/EN 1504-serien. Normsættet omhandler reparationsmaterialer og -systemer til reparation og renovering af betonkonstruktioner.

De to tidligere udgaver af denne udbudsforskrift har været udsendt af Vejdirektoratet som en intern forskrift, mens denne 3. udgave udsendes i erfaringsopsamling for at gøre kravene i forskriften tilgængelige for en bredere brugerkreds. Erfaringsopsamlingen medførte enkelte ændringer i udbudsforskriften, der hermed udsendes i endelig udgave.

Ved revisionens afslutning var der endnu ikke fuld klarhed over om og i givet fald, efter hvilke standarder silikatmalinger og udjævningsmaterialer skal CE-mærkes. Der er derfor anvendt krav, der tager udgangspunkt i DS/EN 1504-2.

Nærværende revision er udarbejdet af en ad hoc-gruppe under arbejdsgruppe U.31 betonbroer. I ad hoc-gruppen har deltaget følgende:

- Eftersynsingeniør Arne Henriksen, Vejdirektoratet, formand
- Jens M. Frederiksen, Birch & Krogboe A/S, sekretær.

Arbejdsgruppe Arbejdsgruppe U.31 "Betonbroer" blev nedsat af Vejreglerådet den 7. maj 2003.

Kommissorium Gruppens kommissorium lyder:

- 1) Arbejdsgruppe U.31 skal registrere behov for revision af Udbudsforskrifter for Betonbroer afsnit:
 - 4. Fundering
 - 5. Stillads og form
 - 6. Slap armering
 - 7. Spændt armering
 - 8. Beton
 - 13. Andre arbejder
 - 14. Vejrligsforanstaltninger
- 2) Arbejdsgruppe U.31 skal endvidere formelt redigere paradigmaer (SAB-P, GN-P, TAG-P, TBL-P, UKP-P) og vejledning tilknyttet Udbudsforskrifter for Betonbroer på basis af input modtaget fra de faglige arbejdsgrupper , osv.
- 3) Arbejdsgruppen skal stille forslag til prioritering af behovene og udarbejde grundlaget for Vejregelsekretariatets indstilling til Vejreglerådet om, hvorledes behovene bør tilgodeses og i hvilket omfang revisionen foreslås gennemført i en ad hoc gruppe. Arbejdsgruppen skal styre og koordinere evt. ad hoc gruppers arbejde. Arbejdsgruppen skal årligt udarbejde en status og handlingsplan.
- 4) Arbejdsgruppen har ansvaret for nedennævnte grænsefladeaktiviteter udføres:
 - Arbejdsgruppe U.31 har ansvaret for at egne dokumenter grænsefladegranskes i relevante arbejdsgrupper og efterfølgende at indarbejde evt. granskningskommentarer.
 - Arbejdsgruppe U.31 skal endvidere selv udføre grænsefladegranskning og afgive kommentarer til andre arbejdsgrupper via vejregeladministratoren, hvor AG U.31's arbejde vurderes at have indflydelse på vejregler, der vedligeholdes af andre arbejdsgrupper.
- 5) I forbindelse med behovsidentifikation og udarbejdelse skal arbejdsgruppe U.31:
 - tilgodese nye danske og europæiske love, regler og tekniske specifikationer, udviklingstendenser og ny viden indenfor arbejdsgruppe U.31's fagom-

råde, som har indflydelse på broers konstruktion og vedligehold,

- vurdere de sikkerhedsmæssige, trafikafviklingsmæssige, miljømæssige og økonomiske konsekvenser af nye og ændrede regler - såvel danske som europæiske - indenfor arbejdsgruppe U.31's fagområde.
- 6) I forbindelse med udarbejdelse af europæiske tekniske specifikationer i CEN og EOTA skal arbejdsgruppen efter anmodning bistå de danske forhandlingsdelegationer.
- 7) Arbejdsgruppe U.31 skal efter anmodning bistå ved behandling af evt. fortolkningsspørgsmål indenfor arbejdsgruppe U.31's fagområde.
- 8) Arbejdsgruppen skal efter aftale med Vejregelsekretariatet sikre vidensformidling om arbejdsgruppens arbejde ved publicering af artikler i fagpressen samt ved at deltage i møder og seminarer.

Medlemmer

Gruppen har medio 2007 følgende sammensætning:

Civilingeniør Ph. D. Erik Stoklund Larsen, COWI (formand)
Direktør Martin Nielsen, Gimsing & Madsen (sekretær)
Akademiingeniør Knud V. Christensen, Banedanmark
Udviklingschef Bent Feddersen, Rambøll
Teknikumingeniør Arne Henriksen, Vejdirektoratet
Direktør Gunnar Holm, JORTON
Projektleder Kenneth Thomsen, Otto Christensen & Kaj Sørensens
Seniorkonsulent, Ph.D Claus V. Nielsen, Teknologisk Institut
Projektanalytiker Henning Stokbro, Vejdirektoratet
Fagansvarlig Ole Sander, Københavns Kommune

Godkendelse

Arbejdsgruppen godkendte på sit møde d. 19. maj 2005 udbudsforskriften til udsendelse. Vejregelsekretariatet besluttede at udsende den da foreliggende udgave i erfaringsopsamling i perioden indtil sept. 2006. Erfaringsopsamlingen medførte enkelte ændringer i udbudsforskriften. Det ændrede vejregelforslag blev forelagt for Vejregelrådet den 6. november 2007. Vejregelrådet godkendte forslaget til udsendelse.

1. BAGGRUND

1.1 Indledning

Overfladebehandling af betonkonstruktioner kan udføres med forskelligt formål:

- Afhjælpende vedligehold.
- Forebyggende vedligehold.
- Æstetisk behandling.
- Antigraffiti behandling.

Overfladebehandling af betonkonstruktioner skal overvejes meget nøje og fortrinsvis anvendes, hvis det kan påvises, at en udvikling af en eller flere skader er uundgåelig og, at overfladebehandling kan hæmme eller modvirke skadeudviklingen.

Udføres overfladebehandling af hensyn til æstetik (herunder fjernelse af graffiti) skal typen (systemet) vælges, så behandlingen ikke skader overfladen f.eks. ved at være for tæt.

Det skal i givet fald overvejes meget nøje, hvilken type (system) af overfladebehandling, der passer til netop den konstaterede skadeudvikling.

Forkert brug af overfladebehandling kan medføre, at skadeudviklingen øges i stedet for at bremses eller, at der sættes en ny skadeudvikling i gang.

Overfladebehandling skal vedligeholdes. Når det besluttes at overfladebehandle, har man således samtidig introduceret en ekstra vedligeholdelseskostning. Det vil derfor altid være at foretrække, at konstruktionerne udføres af en tæt og holdbar beton, der alt andet lige vil være billigere at vedligeholde.

Dog kan det være formålstjenligt, at særligt udsatte konstruktionselementer overfladebehandles som forebyggende vedligehold eller af hensyn til æstetik og fjernelse af graffiti.

Der er i vejledningen ikke medtaget et selvstændigt system til antigraffitibehandling. Dels fordi der kun findes sparsomme erfaringer med denne produkttype. Dels fordi økonomiske vurderinger for sammenligning mellem fjernelse af graffiti på behandlede eller på ubehandlede overflader viser, at det kun kan betale sig, at antigraffitibehandle af hensyn til fjernelse af graffiti, hvis omfanget af graffiti er stort. Der henvises i øv-

rigt til bilag 2 pkt. 4.4, hvor karakteristika for disse systemer er beskrevet.

De materialetyper, som kan anvendes til overfladebehandling af betonoverflader i Vejdirektoratets regi er beskrevet i nærværende Vejledning. Der er udvalgt materialetyper, som efter kodennummeret er mindst farlige og som samtidig kan opfylde de tekniske krav (substitutionsprincippet).

1.2 Tidligere udgaver

VD-udgaver

På broområdet har Vejdirektoratet gennem en længere periode i 1980'erne og 90'erne gennemført afprøvning af forskellige produkter til overfladebehandling af betonbroer. Resultatet af afprøvningserne foreligger i et antal rapporter.

Gennemgang af dette materiale førte i 1993 til udgivelse af "Vejledning i overfladebeskyttelse af betonbroer".

For at efterleve Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 302 af 13. jan 1993 "Bekendtgørelse om arbejde med kodenumererede produkter" blev de oprindelige systemer 1 (silikoneimprægning) og 2 (acrylharpiksforsøgling) og system 5 (polyurethanbelægning), taget ud af Vejledningen ved en revision i 1996.

I 1996 blev der indført to nye systemer:

- 96-1 (silikatmalebehandling)
- 96-5 (uelastisk acrylmodificeret cementsvummebehandling)

Dette var for at dække behovet for henholdsvis æstetisk behandling og behandling af jord- eller vanddækkede flader.

Da materialet herved ikke udelukkende omhandler beskyttende behandling, blev titlen for vejledningen i 1996 ændret til "Overfladebehandling af betonoverflader". Denne titel er uændret i nærværende udgave.

Erfaringsopsamling

Indholdsmæssige ændringer

- Tidspunktet for CE-mærket er ændret til: "Materialerne skal fra den officielle ikrafttrædelsesdato (dvs. senest ved overgangsperiodens udløb (dette sker officielt pr. 1. januar 2009)) for DS/EN 1504-serien være CE-mærkede i henhold til DS/EN 1504-serien og samtidig opfylde de krav, der fremgår af AAB bilag 1."

- Der er ændret i teksten i AAB således, at der tages hensyn til prøvningsmetoderne i DS/EN 1504-10.
- Prøvningsmetoderne for kulørbestandighed er ændret fra EN-metoder tilbage til DIN-metoder (som i den oprindelige udgave af Vejledningen), da de rette EN-metoder pt. ikke er kendt.
- Vedrørende usikkerheden omkring prøvningsforløbet for undersøgelse af malingers vedhæftning, har arbejdsgruppen ikke kunnet finde en løsning på problemet.

Foruden de ændringer der er forårsaget af kommentarer fra Teknologisk Institut, er følgende redaktionelle ændringer foretaget:

- Henvisninger til prøvningsmetoder til undersøgelse af mørtel til murværk er erstattet af prøvningsmetoder for cement eller cementmørtel.
- Krav og terminologi vedrørende KS og sikkerhed og arbejdsmiljø er tilpasset udbudsforskrift for "Styring og samarbejde"
- struktur i vejledning er tilpasset struktur i øvrige udbudsforskrifter ved at samle de tidligere afsnit under de vante overskrifter.
- Struktur i AAB er tilpasset struktur i øvrige udbudsforskrifter ved at flytte de samlede materialespecifikke krav for de 5 beskrevne systemer ind under de sædvanlige underoverskrifter: 2 materialer, 3 udførelse og 4 kontrol og bestemmelser vedrørende godkendelsesprøvning, som er frivillig, er samlet i et bilag. De skemaer, som før repræsenterede hvert af de fem malingsystemer er nu redigeret sammen til ét skema - det letter overskueligheden og sammenligning af kravniveauer for de enkelte systemer, men prisen er, at det kan besværliggøre leverandørens arbejde i forbindelse med den frivillige godkendelsesprøvning.

1.3 Formål

Formålet med vejledningen er, at det ved projektering af overfladebehandling gøres enklere for teknikerne at finde frem til et velegnet overfladebehandlingssystem. Desuden at sikre mest mulig ensartethed i beskrivelsen af udførelsen af det enkelte system, og at sikre, at resultatet bliver det beskrevne.

1.4 Vejledningens opbygning

Vejledningens hovedbestanddel er et sæt af overfladebehandlingssystemer, der er opbygget på basis af et omfattende erfaringsmateriale. Hvert system besidder en sådan kombination af egenskaber, at det kan opfylde normalt forekommende behov for overfladebehandling. Hvert

system er gennemarbejdet og detaljeret beskrevet, og den projekterende ledes gennem vejledningen frem til det rigtige system.

Sammen med vejledningen er udgivet en almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB) med beskrivelse af nødvendige behandlinger og kontroller. Desuden er der sammen med AAB udgivet paradigmaer for særlig arbejdsbeskrivelse (SAB-P), tilbuds- og afregningsgrundlag (TAG-P) og tilbudsliste (TBL-P).

1.5 Hvor anvendes vejledningen

Udbudsforskriften kan anvendes ved alle overfladebehandlingsopgaver på betonbroer, uanset opgavens størrelse.

Anvendelse ved små opgaver er beskrevet i afsnit 2.7.

Små opgaver defineres i denne forbindelse som selvstændige overfladebehandlingsopgaver med en samlet omkostning mindre end kr. 60.000 ekskl. moms (priseniveau september 2007).

1.6 Hvordan kan produkter forhåndsgodkendes

Materialeleverandører kan få forhåndsgodkendt deres produkter ved at indsende acceptabel dokumentation til Vejdirektoratet - driftsområdet - bygværksafdelingen.

Forhåndsgodkendelse er en mulighed, der tilbydes som en ekstra service for at lette tilbudsevaluering på specifikke systemer, men intet krav blot den krævede dokumentation fremsendes som anført i udbudsmaterialet.

Dokumentationen skal omfatte de materialespecifikationer, der er beskrevet for godkendelsesprøvning i AAB bilag 1. Beskrivelse af krav til de enkelte systemer i AAB følger DS/EN 1504-2.

Vejdirektoratet har udarbejdet en ajourført liste over forhåndsgodkendte produkter. Denne kan rekvireres.

Ved anvendelse af forhåndsgodkendte produkter bør der som hovedregel fortsat udføres kontrol af de leverede produkters identitet. Dette kan evt. ske som en skriftlig erklæring fra producenten i forbindelse med arbejds udførelse. Dette er for at sikre, at det leverede produkt svarer til det godkendte produkt.

1.7 Teknisk begrundelse for overfladebehandling

Mange skadesmekanismer i betonkonstruktioner igangsættes under tilførsel af vand, ilt og/eller skadelige stoffer (f.eks. CO₂, Cl⁻) gennem betonoverfladen.

Tilførslen forstærkes, hvis betonen ikke er tæt nok.

Ved at påføre udsatte konstruktionsdele en overfladebehandling, kan tilførslen hæmmes eller modvirkes, hvorved den underliggende betonkonstruktion beskyttes.

Overfladebehandlingen kan i særlige tilfælde udføres som forebyggende vedligehold (på konstruktionselementer i ekstremt aggressivt miljø, hvor for tidlig skadeudvikling må forventes, men endnu ikke er konstateret) eller for at hæmme eller modvirke en igangværende skadeudvikling.

1.8 Grundlag for udførelse af overfladebehandling

Forud for projektering og udførelse af overfladebehandling er det nødvendigt, at der er klarhed over skadesårsager, og hvilke skadesmekanismer betonkonstruktionen er udsat for.

Fastlæggelse af skadesårsager forudsættes afdækket ved gennemførelse af særeftersyn.

Ved forebyggende vedligehold eller overfladebehandling med æstetisk formål fastlægges, hvilke påvirkninger konstruktionselementerne bliver eller forventes at blive udsat for.

1.9 Krav til brugeren af vejledningen

Det forudsættes, at brugeren af Vejledningen besidder et alment kendskab til betonteknologi, skadesårsager og skademekanismer samt er fortrolig med gennemførelse af betonreparationer - såvel projektering som udførelse.

1.10 Teknisk gyldighedsområde

Vejledningen er alene forudsat anvendt på udførelse af overfladebehandling af ikke-trafikerede flader på konstruktionselementer af beton med overfladebehandlingssystemer inden for behandlingsmåderne

- malebehandling (uden gennemgående porer)
- svummebehandling
- antigraffitibehandling
- æstetisk behandling.

1.11 Henvisning til normer og forskrifter

Ved anvendelse af nærværende Vejledning er det en fordel at have adgang til følgende dokumenter:

- [1] Markedsoversigt 1999, "Materialer til beton", Teknologisk Institut, Byggeri, Beton.
- [2] DS Håndbog 134:3.1:2002 "Produkter og systemer til beskyttelse og reparation af betonkonstruktioner - Principper", Dansk Standard, 2002.
- [3] DS Håndbog 134:3.2:2003 "Vejledning til renovering af betonkonstruktioner - Reparationsmaterialer og -systemer efter EN 1504-serien", Dansk Standard, 2002.

I det efterfølgende refereres til disse dokumenter med de anførte numre, f.eks. [2].

1.12 Arbejds miljøforhold

Parternes generelle forpligtelser i relation til arbejdsmiljø fremgår af udbudsforskriften "Styring og samarbejde".

Rådgiveren eller den projekterendes generelle forpligtelser fremgår af Arbejds miljølovens § 33 og af Arbejdsministeriets lovbekendtgørelse nr. LBK nr 268 af 18/03/2005.

Senere ændringer til forskriften

LOV nr 300 af 19/04/2006

LOV nr 175 af 27/02/2007

LOV nr 512 af 06/06/2007

Der gælder særlige regler for valg af malevarer ved betonrenovering, jf. Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 302 af 13. maj 1993 om arbejde med kodenummererede produkter.

Forbud mod højt kodede produkter: Ifølge kodenumberbekendtgørelsen er det forbudt at anvende højt kodede produkter. Ved udvendig behandling af bygningsoverflader (herunder broer) er det højeste tilladte tal før bindestregen i kodenumberet 3- for grundere og 2- for maling. Det er Arbejdstilsynets praksis normalt ikke at give dispensation fra dette forbud.

Substitution: Herudover gælder ved valg af malervarer, at et produkt ikke må anvendes, hvis det kan erstattes af et andet produkt, der efter kodenumberet er mindre farligt eller mindre generende.

Når brugen af et erstatningsprodukt vil medføre ikke uvæsentlige forskelle i tekniske egenskaber eller udgifter, skal der foretages en samlet afvejning af de tekni-

ske og økonomiske konsekvenser over for de sikkerheds- og sundhedsmæssige hensyn.

Hvis erstatning ikke kan foretages eller undlades, fordi en samlet afvejning viser, at brugen af et erstatningsprodukt vil medføre urimelige merudgifter for arbejdsgiveren, skal dette på forlangende dokumenteres over for Arbejdstilsynet.

Kodenummerbekendtgørelsen angiver også hvilke sikkerhedsforanstaltninger som åndedrætsværn, der som minimum skal anvendes i forbindelse med klargøring, udførelse og afslutning af et malearbejde.

Nedenstående er angivet de pr. dato mest relevante bekendtgørelser og vejledningsmateriale ved gennemførelse af overfladebehandling. Gældende lovgivning og seneste opdatering af ovenstående dokumenter kan findes på Beskæftigelsesministeriets hjemmeside <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0310.aspx?res=30> og på Arbejdstilsynets hjemmeside www.at.dk.

Beskæftigelsesministeriets/Arbejdstilsynets bekendtgørelser

Nr.	Dato	Titel
908	27/09/2005	Bekendtgørelse om foranstaltninger til forebyggelse af kræfttrisiko ved arbejde med stoffer og materialer
292	26/04/2001	Bekendtgørelse om arbejde med stoffer og materialer
942	16/12/1998	Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om brug af personlige værnemidler
1273	18/12/1996	Bekendtgørelse om sikkerhedskrav m.v. til personlige værnemidler
518	17/06/1994	Bekendtgørelse om sikkerhedsskiltning og anden form for signalgivning
186	14/03/1994	Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om brug af personlige værnemidler
942	16/12/1998	Brug af personlige værnemidler
783	24/09/1993	Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om fastsættelse af kodenumre
302	13/05/1993	Bekendtgørelse om arbejde med kodenummerede produkter
301	13/05/1993	Bekendtgørelse om fastsættelse af kodenumre
746	28/08/1992	Bekendtgørelse om brug af personlige værnemidler
466	14/09/1981	Bekendtgørelse om registret for stoffer og materialer
267	21/05/1976	Bekendtgørelse om ikrafttræden af visse bestemmelser i lov om arbejdsmiljø

Vejledning, betonbroer - overfladebehandling

3100	16/02/1988	At-cirkulæreskrivelse om Organiske opløsningsmidler og andre sundhedsskadelige luftarter.
9860	01/05/2003	At-vejledning C.0.12 Leverandørbrugsanvisning (sikkerhedsdatablad) og teknisk datablad for stoffer og materialer

Vejledninger vedr. bekendtgørelsen

9861	01/02/2003	Kræftrisikable stoffer og materialer At-vejledning C.2.1
12429	01/10/2001	Epoxyharpikser og isocyanater At-vejledning C.0.7
9910	01/05/2006	Cromat i cement At-vejledning C.1.4

Meddelelser vedrørende lovbekendtgørelsen

10082	01/04/2003	Arbejdspladsbrugsanvisning for stoffer og materialer At-vejledning C.0.11
-------	------------	--

At-vejledninger

Nr. D.2.1 af marts 2000 Sandblæsning
Nr. C.0.7 af oktober 2001 Epoxyharpikser og isocyanater.
Nr. C.1.3 af februar 2003 Vejledning om arbejde med stoffer og materialer.
Nr. C.0.11 af nov. 2005 Arbejdspladsbrugsanvisning for stoffer og materialer

AT-cirkulæreskrivelser

Nr. 6/1995, Personlige værnemidler

1.13 Tilstand af betonkonstruktioner og bygværker

1.13.1 Tilstandsundersøgelse

Forud for gennemførelse af betonreparationer er det nødvendigt, at der er gennemført et særeftersyn for at undersøge konstruktionernes skadeomfang samt skadesårsager, dvs. hvilke påvirkninger og dermed hvilke skadesmekanismer konstruktionerne er udsat for.

Metodikken er en del af det fælleseuropæiske normsæt beskrevet i [2] og behandlet nærmere i [3].

Ved særeftersynet foretages registrering af tilstand og af samtlige skader og det vurderes, hvilke reparationsarbejder der er behov for at gennemføre. Der henvises til vejreglen "Eftersyn af bygværker", der vejleder om metodik, mens [2] udstikker generelle retningslinier.

Det er vigtigt, at samtlige reparationsløsninger vurderes lige fra "intet at gøre" til total udskiftning. Det efterfølgende forudsætter, at gennemførelse af overfladebehandling er en mulig reparationsmetode.

For de konstruktionselementer, hvor der vurderes at være behov for overfladebehandling, gennemføres i forbindelse med særeftersynet registrering af betonoverfladens tilstand i henhold til nedenstående undersøgelsesmetoder, afsnit 1.13.2, i relevant omfang.

Såfremt overfladebehandlingen ikke udføres før 2-3 år efter særeftersynet, kan det være nødvendigt at gentage en del af undersøgelserne (f.eks. revnebevægelser, kloridindhold, fugtindhold) i forbindelse med projekteringen, således at grundlaget er opdateret.

1.13.2 Undersøgelsesmetoder

Nedenstående undersøgelsesmetoder kan benyttes ved registrering af betonoverfladens tilstand, hvis overfladebehandling skønnes at være en mulig udbedring. Ved udførelse af nogle af undersøgelserne og ved efterfølgende skadesårsagsvurdering bør særlig sagkyndig assistance eventuelt inddrages for at få klarlagt skadesmekanismerne:

- Overfladens styrke bedømmes ved skrabeprøve med kniv (VDPRØV.16/93 - jf. AAB).
- Betonslamlag - afsmitningstendens/tykkelse
- Overfladeruhed - struktur - nærfoto med målestok
- Porer - størrelse/tæthed/ansamlinger - fotos
- Revnebevægelse - se afsnit om beskyttelse mod følger-virkninger af revnedannelser som følge af alkalikiselreaktioner, jf. bilag 2, afsnit 5
- Springere/porøs flint i overfladen
- Måling af kloridindhold i betonen
- Fugtindholdet i betonkonstruktionerne - Hvis relativ luftfugtighed i betonens porer (ved 15-20 °C) i 30-40 mm's dybde ligger over ligevægtsfugtindholdet (dvs. 80-90 % RH), skal årsagen opklares
- Tilsmudsning
- Tidligere overfladebehandling
- Algebegroning
- Graffiti.

I fortsættelse af tilstandsundersøgelserne skal der udarbejdes en redegørelse for skadesårsagerne. Det skal fremgå, hvorledes en overfladebehandling påvirker skadesmekanismerne, så skadeudviklingen hæmmes/modvirkes.

2. FORUDSÆTNINGER FOR ANVENDELSE

2.1 Funktionskrav til overfladebehandling

2.1.1 Indledning

Som konklusion på særeftersynet (tilstandsundersøgelser og skadesårsagsvurdering) skal udarbejdes funktionskrav til den eventuelle overfladebehandling.

Ved forebyggende vedligehold udarbejdes funktionskrav ud fra de konstaterede eller forventede påvirkninger. Kravene skal sammenfatte og udtrykke de behandlingsbehov, der er konstateret eller kan forventes. Funktionskravene anvendes ved valg af overfladebehandlingssystem.

Det kan fremgå af funktionskravene, at overfladebehandling i sig selv ikke er et tilstrækkeligt indgreb - i så fald må der udføres supplerende tiltag, f.eks. udskiftninger, forstærkninger, afskærmninger, hvorefter relevansen af overfladebehandling skal vurderes på ny.

2.1.2 Formulering af funktionskrav

Vejledningens sæt af overfladebehandlingssystemer er forberedt til at opfylde de normalt forekommende behandlingsbehov. Disse angår de dominerende skademekanismer, hvor kravene er:

- skal modvirke kloridindtrængning
- skal modvirke karbonatisering
- skal modvirke vandindtrængning gennem revner.

Generelt sigtes der på en optimal spærring eller ophævelse af påvirkningerne.

Detaljeret af kravene og angivelse af prøvningsmetoder er ikke nødvendige ved formulering af funktionskrav.

I relation til ENV 1504-9 (jf. [2]) er dele af princip nr. 1 - værn mod indtrængning af aggressive stoffer og princip nr. 2. - fugtstyring relevante. Disse "principper" omfatter flere metoder, men Vejledningen begrænser sig til at omhandle metoder, der involverer overfladebehandling for at modvirke indtrængning.

Vejledningen følger samme metodik for udvælgelse af produkter til konkrete behandlingsopgaver, men i modsætning til DS/EN 1504-2 om overfladebeskyttelse, er produkttyperne udvalgt. I AAB følger krav til de enkelte materialetyper tillige DS/EN 1504-2, se AAB bilag 1.

2.2 Overfladebehandlingssystemer

2.2.1 Indledning

Til overfladebehandling af betonoverflader er der udvalgt et sæt overfladebehandlingssystemer. Systemerne er neutralt beskrevet, uafhængig af handelsvarer.

Hvert system besidder en sådan kombination af egenskaber, at systemsættet dækker normalt forekommende behov til overfladebehandling af betonoverflader.

2.2.2 Systemer

Sættet består af følgende systemer:

- 96-1 Silikatmalebehandling
- 93-3 Acrylplastmalebehandling
- 93-4 Acrylplasttykfilmmalebehandling
- 96-5 Uelastisk acrylmodificeret cementsvummebehandling
- 93-6 Elastisk acrylmodificeret cementsvummebehandling.

Systemerne er navngivet, svarende til det overfladebehandlingsmateriale, som udgør den afsluttende behandling/det dominerende materiale i systemet.

2.2.3 Detailbeskrivelser

Detailbeskrivelser er opdelt i fire underpunkter:

- anvendelse
- egenskaber
- behandling
- materialespecifikationer.

I bilag 1 er mere detaljeret beskrevet om *anvendelse* med orientering om systemernes anvendelsesområder samt *egenskaber* med liste med systemernes vigtigste egenskaber. Der er udarbejdet en oversigt, som giver en kort orientering om, hvad systemerne kan anvendes til, og hvor de kan anvendes.

Krav til *behandling med* orientering om, hvordan overfladebehandlingssystemet skal udføres er detaljeret beskrevet i AAB afsnit 3 ved beskrivelse af afrensningemetode, forbehandling, selve behandlingen, behandlingsomfang, hvilke materialetyper, der indgår i systemerne således, at der kan udarbejdes økonomioverslag. Der er i AAB generelt ikke stillet krav til lagtykkelser for de enkelte systemer - undtagen for system 93-4 og 93-6. Dette skyldes, at lagtykkelsen generelt afhænger af det enkelte systems ydeevne. Såfremt der ønskes særlige krav til overfladestruktur på den færdige overflade, bør dette anføres i SAB, fx om der ønskes en kostet eller en pudset overflade. Krav til prøvebehandling af referencefelt

Vejledning, betonbroer - overfladebehandling

for godkendelse af overfladestruktur bør ligeledes specificeres i SAB.

Krav til *materialspekifikationer* er anført i AAB afsnit 2 suppleret med de detaljerede krav i AAB bilag 1. Materialspekifikationerne består af de relevante egenskabskrav med tilhørende prøvningsmetoder til at fastlægge systemets egenskaber og dermed til hvilke overfladebehandlingsopgaver systemet egner sig.

De således forberedte og fastlagte systemer, og de klare funktionskrav, som passer til de sædvanligt forekommende skadesmekanismer, og som leder til valg af egnede løsninger (systemer), forenkler mulighederne for at finde frem til et velegnet overfladebehandlingssystem.

Ændringer af materialspekifikationerne må for forhåndsgodkendte systemer kun foretages af Vejdirektoratet - driftsområdet - bygværksafdelingen.

2.3 Valg af overfladebehandlingssystem

I nedenstående tabel er vist en systemoversigt over systemer, der findes på markedet, og deres primære funktioner.

Systemkode	96-1	93-3	93-4	96-5	93-6
Systembetegnelse:	Silikatmalebehandling	Acrylplastmalebehandling	Acrylplasttykfilmmalebehandling	Uelastisk acrylmodificeret cementsvummebehandling	Elastisk acrylmodificeret cementsvummebehandling
Hvad er formålet?					
Udsmykning	●	●	-	-	-
Vandafvisning	-	●	●	-	●
Carbonatiseringsbremsning	-	●	●	-	●
Kloridbremsning	-	●	●	●	●
Revelukning/-overbygning	-	-	●	-	●
Begrænsning af skader som følge af alkaliselreaktion	-	-	●	-	-
Antigraffiti	●	●	-	-	-
Hvor er overfladen?					
Tæt på trafikken	-	●	●	●	●
Langt fra trafikken	●	●	●	●	●
Over jord/vand	●	●	●	●	●
Under jord/vand	-	-	-	●	-

Signaturer: ● egnet, - uegnet.

I bilag 1 er for hvert af de i tabellen anførte systemer anført deres funktion, anvendelsesområde samt egenskaber, sammen med krav til udførelse af behandlingen og specifikation af pågældende system.

Endeligt valg af overfladebehandlingssystem kan ikke foretages ved hjælp af oversigten alene, men skal foretages ved hjælp af detailbeskrivelserne.

Ved hjælp af de opstillede funktionskrav for det konkrete arbejde vælges overfladebehandlingssystem ved at gennemgå egenskaberne i detailbeskrivelserne anført i bilag 1.

Under udvælgelsen bør man være opmærksom på den/de specielle egenskab(er), der nævnes. Man skal da bedømme egenskaberne eventuelle positive/negative effekt på valget.

Eksempel: Modvirkning af karbonatisering, system 93-4 kontra system 93-6? - System 93-6 har tendens til smuds-samling.

2.4 Udbudsmateriale

2.4.1 Indledning

Efter valg af system udarbejdes udbudsmateriale for arbejdet.

Udbudsmaterialet skal udarbejdes efter Udbudsforskrifter for betonbroer.

Overfladebehandlingen kan enten udføres som en selvstændig entrepris eller indgå i en entrepris for en ny bro eller en entrepris for reparationer på en eksisterende bro.

2.4.2 AAB for overfladebehandling

Ud fra detailbeskrivelserne er der udarbejdet en Almindelig arbejdsbeskrivelse for overfladebehandling af betonoverflader (AAB), som indeholder alle systemerne.

Arbejdsbeskrivelsen omfatter alle de materialer og behandlingsoperationer, som indgår i systemerne.

2.4.3 Paradigmaer

Der er endvidere udarbejdet følgende paradigmaer for overfladebehandling af betonoverflader som en del af udbudsforskriften:

-paradigma for særlig arbejdsbeskrivelse (SAB-P)

- paradigma for tilbuds- og afregningsgrundlag (TAG-P)
- paradigma for tilbudsliste (TBL-P).

Udbudskontrolplaner og kontrolplaner skal udarbejdes efter retningslinier for "Udbudsforskrifter, 0. Generelt" på hjemmesiden www.vejregler.dk:

- udbudskontrolplaner: se "Vejledning - Styling og samarbejde"
- kontrolplaner: se "Vejledning: Kontrolplan"

2.4.4 Det samlede udbudsmateriale

Der henvises til systemvejledning for Udbudsforskrifterne.

2.5 Dokumentation og kontrol

2.5.1 Valg af handelsvarer

Entreprenøren skal sammen med sit tilbud oplyse/vedlægge:

- Hvilke handelsvarer, der foreslås anvendt.
- Dokumentation for, at de foreslåede handelsvarer opfylder de for den enkelte materialetype specificerede krav.
- Oplysninger om identifikationsprøvningens forventede udfald.

Krav til dokumentationens form er angivet i AAB bilag 1.

2.5.2 Arbejdsprocedure

Når entreprenørens materialevalg er accepteret, udarbejder entreprenøren sammen med materialeleverandøren en arbejdsprocedure for de valgte handelsvarer.

Denne arbejdsprocedure skal baseres på udbudsmaterialet.

Arbejdsproceduren skal desuden indeholde detaljer knyttet til de valgte handelsvarer og til udførelsen, f.eks.

- materialeforbrug pr. m²
- overmalingsintervaller
- bearbejdningstid
- minimum og maksimum bearbejdningstemperatur
- minimum tør middellagtykkelse.

Arbejdsproceduren skal accepteres af tilsynet, og den endelige udgave skal foreligge inden planlægning af prøvebehandlingen.

2.5.3 Prøvebehandling

Inden opstart af overfladebehandlingsarbejdet skal entreprenøren gennemføre en prøvebehandling, således at hele den aktuelle behandling gennemprøves trin for trin og eventuelle nødvendige referencer afsættes.

Prøvningsmetoden VDPRØV.18/93, se AAB bilag 2, indeholder retningslinier for prøvebehandling.

Prøvebehandlingen skal følges nøje af tilsynet, som skal have stor erfaring med/kendskab til overfladebehandling af betonoverflader og specielt til brugen af den materialetype og det overfladebehandlingssystem, som er valgt.

Bilag 2 til denne vejledning indeholder nyttig baggrundsviden om overfladebehandling af betonoverflader og en litteraturliste.

Når prøvebehandlingen er gennemført med tilfredsstillende udfald for hele den aktuelle behandling, kan overfladebehandlingsarbejdet igangsættes.

2.5.4 Feltprøvningsmetoder

I arbejdsbeskrivelsen er fastlagt minimumskrav til det udførte arbejde med tilhørende kontrol.

Kontrollen udføres ved hjælp af standardprøvningsmetoder, betegnet VDPRØV.nr./årstal, beskrevet i AAB bilag 2 - disse metoder kan i et vist omfang substitueres af metoder anført i DS/EN 1504-10, Tabel 4 og afsnit A.9.2.

2.5.5 Entreprenørens kontrol

Entreprenøren er pligtig til og har ansvaret for at kvalitetsstyre alle ydelser. Der henvises i øvrigt til udbudsforskriften "AAB Styling og samarbejde"

I arbejdsbeskrivelsen er angivet minimumskrav for materialer og processer for overfladebehandlingssystemet.

På grundlag heraf og af prøvebehandlingen udarbejder entreprenøren en kontrolplan for art, omfang og dokumentation af kontrollen af materialer og processer, som præsteres af entreprenøren. Princippet er, at der sættes mest ind, hvor der er størst risiko for svigt eller usikkerhed i den aktuelle opgave.

2.5.6 Tilsynets kontrol

Tilsynet skal sikre, at hensigterne i udbudsmaterialet tilgodeses i tilfredsstillende grad.

Tilsynet skal stikprøvevis kontrollere entreprenørens proceskontrol og tilhørende dokumentation, og i hensigtsmæssigt omfang selv foretage kontroller.

Tilsynet skal bl.a.

- dagligt have overblik over, hvor arbejdet foregår og hvilke aktiviteter entreprenøren arbejder med,
- kende behandlingsprocesserne godt og have forestillingsevne til at se, hvor problemerne vil ligge for entreprenøren,
- prioritere sin stikprøvekontrol efter mulige problemer på pladsen i stedet for efter kontrolplanen.

2.6 Mangelansvarets ophør

Tidsrummet for afhjælpningspligt og -ret ved overfladebehandling af betonoverflader skal for alle systemer være 5 år.

Overfladebehandlingen skal i hele denne periode opfylde de i AAB anførte krav.

I SB ad § 36, stk. 3, punkt nr. 1 og nr. 3 skal anføres:

”Tidsrummet for afhjælpningspligt og -ret er 1 år med nedennævnte undtagelser:

5 år for overfladebehandling af betonoverflader.”

2.7 Små opgaver

For at sikre bedst mulig og ensartet kvalitet af overfladebehandlingen skal Vejledningens procedurer principielt følges ved alle overfladebehandlingsopgaver uanset størrelse.

Slækkes på omfanget af en eller flere procedurer vil der være risiko for, at kvaliteten af overfladebehandlingen og dermed holdbarheden af denne bliver ringere.

Ved små opgaver kan enkelte procedurer dog eventuelt reduceres på følgende måde:

Der skal ved hver opgave udføres et eftersyn på stedet. Dette skal resultere i opstilling af funktionskrav som grundlag for valg af overfladebehandlingssystem og skal

derfor omfatte nødvendige undersøgelser for at klarlægge:

- Påvirkninger
- Eventuelle igangværende skadesmekanismer.

Udarbejdelse af udbudsmateriale kan udelades, og forslag til handelsvarer, som passer til det valgte system, kan fås ud fra erfaringer fra tilsvarende overfladebehandlingsarbejder eller fra leverandør.

Bygherrens accept af de foreslåede handelsvarer skal altid foretages på grundlag af dokumentation for, at de specificerede krav til den enkelte materialetype er opfyldt.

Foretages valg af handelsvarer ud fra erfaringer fra tilsvarende opgave(r), vil arbejdsproceduren fra denne eventuelt kunne anvendes. Det vil dog ofte være nødvendigt at revidere arbejdsproceduren til den aktuelle opgave.

En tilsvarende opgave er en opgave, der både med hensyn til overfladens udseende, kvalitet, tilstand, påvirkninger, beliggenhed og udførelsesvilkår svarer til den aktuelle opgave.

Når dokumentationen videreføres til andre opgaver, skal det sikres, at dokumentationen er ajourført, og at den vare, som leveres, svarer til den forhåndsgodkendte vare (skal ske ved identifikationsprøvning (eller identitetserklæring)).

Godkendelsesproceduren ved den enkelte opgave kan også reduceres ved at indkøbe materialer til flere opgaver samtidig, under hensyntagen til lagringsbetingelser og -tid.

Prøvebehandlingen kan eventuelt erstattes af udvidet tilsyn (specielt i opstartsfasen), således at alle arbejdsoperationer overvåges, procedurer fastlægges og referencefelter etableres.

Uanset opgavens størrelse skal der minimum udføres den i arbejdsbeskrivelsen anførte kontrol.

Aftaler om kontrolomfang og dokumentationsform samt hvem, der udfører kontrollen kan udarbejdes ud fra erfaringer fra tilsvarende opgaver.

3. REDIGERING AF UDBUDSMATERIALE

"Udbudsforskrifter for overfladebehandling af betonoverflader" indgår i det modulstrukturerede system af udbudsforskrifter. Forudsætningerne for anvendelse af systemets forskrifter fremgår af hæftet "Redigering af udbudsmateriale".

BILAG 1. DETAILBESKRIVELSE AF SYSTEMERNE

1. DETAILBESKRIVELSE AF SYSTEM 96-1. SILIKATMALEBEHANDLING

Anvendelse

Overfladebehandling af betonoverflader, hvor der ikke kræves en egentlig beskyttelse, men hvor der udelukkende malebehandles af hensyn til udsmykning, og hvor der også ønskes en lang holdbarhed før genbehandling.

Egenskaber

Kan ikke overbygge revnebevægelser.
Tillader fordampning af vand fra betonen.
Egner sig kun for ikke trafikerede flader.
Egner sig kun for flader, der ikke er meget tæt på trafikken.
Kan evt. anvendes som antigraffitibehandling.
Holdbarhed mere end 15 år.
MAL-kode 00-4 i brugsklar blanding.

2. DETAILBESKRIVELSE AF SYSTEM 93-3. ACRYLPLASTMALEBEHANDLING

Anvendelse

Overfladebehandling af betonoverflader mod karbonatisering og kloridindtrængning, hvor der ingen revnebevægelser forekommer.

Egenskaber

Modvirker karbonatisering.
Modvirker kloridindtrængning.
Kan ikke overbygge revnebevægelser.
Giver en vandafvisende overflade.
Hæmmer vandindtrængning.
Tillader fordampning af vand fra betonen.
Egner sig kun for ikke trafikerede flader.
Egner sig ikke til konstant neddykkede/jorddækkede overflader.
Holdbarhed mere end 10 år.
MAL-kode 00-1 for slutmaling og evt. grunder samt 00-4 for udjævning.

3. DETAILBESKRIVELSE AF SYSTEM 93-4.
ACRYLPLASTTYKFILMMALEBEHANDLING

Anvendelse

Overfladebehandling af betonoverflader mod vandindtrængning, karbonatisering og kloridindtrængning, selvom der forekommer revnebevægelser op til ca. 1 mm.

Egenskaber

Modvirker karbonatisering.
Modvirker kloridindtrængning.

Modvirker indtrængning af vand gennem revner, der åbner/lukker sig.
Modvirker vandindtrængning.
Kan overbygge revnebevægelser op til 1 mm.
Vandafvisende overflade.
Tillader fordampning af vand fra betonen.
Egner sig kun for ikke trafikerede flader.
Egner sig ikke til konstant neddykkede/jorddækkede overflader.
Holdbarhed mere end 15 år.
MAL-kode 00-1 for slutmaling og evt. grunder samt 00-4 for udjævning.

4. DETAILBESKRIVELSE AF SYSTEM 96-5. UELASTISK ACRYLMODIFICERET CEMENTSVUMMEBEHANDLING

Anvendelse

Overfladebehandling af betonoverflader, hvor en stærk overfladebehandling er ønsket, og hvor en forholdsvis grov, betonlignende overflade er acceptabel eller ønsket. Beskytter mod kloridindtrængning, hvor der ingen revnebevægelser forekommer.

Egenskaber

Modvirker kloridindtrængning.
Kan ikke overbygge revnebevægelser.
Tendens til tilsmudsning.
Tillader fordampning af vand fra betonen.
Holdbarhed mere end 15 år.
MAL-kode 00-4.

5. DETAILBESKRIVELSE AF SYSTEM 93-6. ELASTISK ACRYLMODIFICERET CEMENTSVUMMEBEHANDLING

Anvendelse

Overfladebehandling af betonoverflader, hvor en robust overfladebehandling er ønskværdig og hvor en forholdsvis grov betonlignende overflade er acceptabel eller ønsket. Beskytter mod karbonatisering og kloridindtrængning forudsat, at der kun forekommer små revnebevægelser i betonen.

Egenskaber

Modvirker karbonatisering.
Modvirker kloridindtrængning.
Modvirker indtrængning af vand gennem revner, der åbner/lukker sig.
Tendens til smudssamling.
Kan overbygge små revnebevægelser op til 0,05 mm (temperatur/trafikrevner).
Vandafvisende overflade.
Hæmmer vandindtrængning.

Tillader en vis fordampning af vand fra betonen.
Egner sig kun for ikke trafikerede flader.
Egner sig ikke til konstant neddykkede/jorddækkede overflader.
Holdbarhed mere end 10 år.
MAL-kode 00-4.

BILAG 2. BAGGRUNDSVIDEN OM OVERFLADEBEHANDLING

1. BETONOVERFLADER SOM UNDERLAG FOR OVERFLADEBEHANDLING

Betonoverfladers styrke, betonslamlag samt porer og revner i overfladen spiller en afgørende rolle ved løsning af behandlingsopgaver.

1.1 Overfladens styrke, aftræksstyrke

Forudsætninger for lang holdbarhed af overfladebehandlinger af betonoverflader er dels, at vedhæftningen, målt som aftræksstyrke på etableringstidspunktet, ligger over et vist minimum. Kravet sættes som regel mellem 1,2 og 1,8 MPa (afhængig af behandlingens art og de påvirkninger, den kommer ud for), dels at denne vedhæftning er stabil, dvs. holder sig på samme niveau i mange år.

Brobeton vil som regel vise en aftræksstyrke, der er større end 1,5 MPa. Men ved in-situ støbning kan man ikke undgå, at der i et vist omfang vil forekomme små områder med ringere styrke af overfladelaget.

Alene af den grund er overfladerensning nødvendig på brobeton, som skal overfladebehandles.

1.2 Betonslamlag

Betonslamlag er det meget finkornede lag, af og til kaldet betonhud, som dannes på overfladen af beton ved støbning mod forskalling. Lagets tykkelse og afsmitningstendens afhænger af en række støbetekniske forhold og eventuelt af betonsammensætningen.

Undersøgelser af et stort antal afskalningsskader på udendørs overfladebehandlinger af betonoverflader har vist, at selv ganske tynde porøse lag som betonslamlag, saltafsætninger, smuds, rester af rensesøv osv. i det lange løb kan forårsage afskalninger af overfladebehandlingen. Forklaringen er, at de omtalte porøse lag opfugtes med tiden. Under påvirkning af de talrige frysepunktpassager, der forekommer i Danmark (og nærmeste omliggende lande), udvides de opfugtede porøse lag efterhånden lidt, men tilstrækkeligt til en svag sprængning af lagopbygningen og afskalning.

Stabiliteten af vedhæftning forudsætter, at overfladebehandlingen udføres på en ren betonoverflade uden betonslamlag, dvs. betonoverflader skal renses, så betonslamlag fjernes. Dette kan konstateres ved, at det

grå slamlag forsvinder, tilslagskornene kan ses og overfladens afsmitningstendens bliver uvæsentlig.

1.3 Porrer

Det er uundgåeligt, at der kommer porer i betonoverfladen ved støbning mod glat form, som f.eks. brædeforskalling. Der er som regel flest porer i størrelse under $\varnothing 5$ mm, men de findes også i stort omfang i størrelse op til $\varnothing 20$ mm, måske op til $\varnothing 30$ mm. De er overvejende regelmæssige, men findes i mange uregelmæssige former.

Porrer i overfladen er ofte forgrenet ned i betonen og ud til siderne.

Der forekommer hyppigt sværme af små porer langs grænsen mellem forskallingsbrædderne. Tit udarter dette sig til en "stenrede rende" i lille målestok.

Porrer er som regel "negative", dvs. de er meget større i diameter under overfladen end hullet i overfladen lader formode. Det gør dem vanskelige at lukke (det vigtigste problem ved porer, når der tales om overfladebehandling), idet lukning kun opnås, når man har fået tilstrækkelig med svummørtel eller lignende ned i porren til at få "sat prop i". Man behøver ikke fylde den. For at lette lukning, skal man bestræbe sig på at "åbne" porerne ved at sørge for at få fjernet lidt af porehullets kant under blæserensningen. Dette kan man relativt let opnå ved blæserensning, hvorimod sliberensning ikke egner sig.

Det er umuligt at rense porerne helt i bund. Imprægningsmidlers og forseglingsmidlers indtrængning i porerne er derfor til en vis grad problematisk og i hvert fald vanskelig at kontrollere tilfredsstillende.

1.4 Revner

Revner skyldes en af de såkaldte betonsygdomme (jf. BETON 4, SBI 1985). Nogle er initialrevner, andre kommer efterhånden. Korrosionsrevner og alkalikiselrevner kan være forbundet med betydelige beskyttelsesproblemer.

Til en vis grad er behandlingsproblematikken den samme som for porer. Revner skal "åbnes" ved blæserensning for at lette udfyldning eller lukning. Revner under ca. 0,3 - 0,4 mm udbedres i første omgang ved svumning eller lignende, men der skal tages stilling til, om der yderligere skal benyttes revneoverbyggende behandling (hvor stor er revnebevægelsen?).

1.5 Rensning af betonoverflader

Som konklusion på de foregående afsnit kan det fastslås, at brobetons overflader skal renses forud for overfladebehandling. Hvilken rensemetode man skal anvende til rensningen, afhænger af betonens styrke, betonslamlagets tykkelse, samt tilsmudsning og eventuelle tidligere overfladebehandlinger.

Den nødvendige rensning præciseres i AAB ved hjælp af udfaldskravene til den rensede overflade. Her er det vigtigt at få fastlagt (aftalt) deludfaldskravet, der angår udseendet, under udførelse af prøvebehandlingen (jf. beskrivelse af metode V DPRØV.18/93).

For at kunne lede prøvebehandlinger (og styre renskvaliteten i overensstemmelse med udfaldskravene) er det nødvendigt for projekterende og tilsynsførende ingeniører at kende betonoverfladens udseende før, under og efter rensning.

Det anbefales derfor at optage fotos af typiske betonoverflader til illustration af de forskellige situationer. Der bør fotograferes både fra ½ - 1 m's afstand og næroptagelser, i begge tilfælde med omhyggelig valg af belysning fra siden. En prøvebehandling kan f.eks. benyttes til optagelserne.

Beton i brokonstruktioner har normalt så stor overfladestyrke, at det er nødvendigt at benytte blæserensning med tilsætning af sand eller andet materiale, eller, hvis man udelader "slibemidlet", at benytte meget høje blæsetryk. Blæserensning omfatter de renseformer, hvor blæsning anvendes, f.eks. højtryksspuling, højtryksspuling med sandtilsætning, tør sandblæsning, sandblæsning med tilbagesug.

Efter de hidtidige erfaringer kan højtryksspuling med sandtilsætning (eller andre blæsemidler) ved tilpasning af fremgangsmåden klare alle overfladerensninger af sædvanlig benyttet beton. Forudsættes sædvanlig korrekt udstøbning, kan det lade sig gøre uden væsentlige beskadigelser af overfladen.

Rensehastigheden afhænger i stor udstrækning af udstyrets størrelse og maskinkraft. Der skal generelt bruges mere energi til samme rensedydelse ved højtryksspuling end ved tør sandblæsning.

Det er en almindelig oplevelse, at entreprenører er tilbageholdende med anskaffelse af højtryksrensere med stor

maskinkraft. Derfor sker det tit, at rensning ved højtryksspuling (med for lille udstyr/tryk) bliver sandblæsning underlegen.

Udstyr til rensning af betonoverflader skal vælges så virkningsfuldt, at arbejdet kan udføres som én "bearbejdning" af overfladen. Derved kan det let afgøres, om der er rensset eller ej. Det fremmer arbejdet og sikrer, at den fornødne kvalitet opnås.

Højtryksspuling er en mere kompliceret renseproces end sandblæsning. Den har flere driftsparametre, kræver bedre træning af medarbejdere og mere vedligeholdelse af udstyr. Det er vigtigt at sikre, at der er tilstrækkeligt vandtryk på brugsstedet, tørt sand (eller andet blæsemiddel), og at udstyret ikke er slidt.

Ved rensningsopgaver, selv af moderat omfang, må det anbefales at benytte specialfirmaer med stor erfaring på renseområdet, og som råder over køreklart udstyr.

Højtryksspuling foretrækkes mere og mere af miljømæssige årsager frem for sandblæsning.

Ved rensning af betonoverflader skal de foranstaltninger, der er angivet i At-bekendtgørelse nr. 302/1993 om arbejde med kodenumererede produkter, skema II.5, At-anvisning nr. 4.2.1.1/1991 om sandblæsning og At-cirkulæreskrivelse nr. 16/1990 om kvartsstøv på byggepladser, følges.

1.6 Udfyldning af porer og revner

Porer og revner skal "lukkes" eller udfyldes for at en del af overfladebehandlingssystemerne kan opfylde de krav, der stilles til dem.

Da porer og revner forekommer på alle betonoverflader, er der udviklet fremgangsmåder til lukning/udfyldning.

Det må først fastslås, at man ikke kan lukke porerne ved blot at male dem over. Selv temmelig små porer i betonoverfladen vil "puste igennem" den påførte maling, således at resultatet bliver huller igennem malinglaget, og dermed huller i den tilstræbte overfladebehandling.

De materialer, man har længst erfaring med til porelukning, er svumning med cementbaseret, plastmodificeret svummørtel eller tyndpudsning (eventuelt udført som spartling).

Det er hermed muligt ved passende tilrettelæggelse af arbejdsgangen, at lukke alle porer og revner af rimelig størrelse, dvs. porer op til omkring \varnothing 15-20 mm og revner af vidde op til ca. 1 mm.

Større porer eller revner og uregelmæssige porer kræver forudgående spartling. Det kan være nødvendigt at udføre forsøg på den aktuelle, rensede betonoverflade for at fastlægge optimal behandlingsmåde.

I de senere år er der fremkommet særlige typer meget fyldende acrylplastbaserede materialer, der kan bruges på lignende måde som svummørtel. De har væsentlig større elasticitet end mørtlerne og kan derfor bidrage til revneoverbyggende effekt af den totale behandling. Betegnelsen på disse materialer indeholder tit udtrykket "elastofill". Erfaringerne med disse materialer viser dog, at de er for diffusionstætte i forhold til beton.

2. RENSEMETODER TIL BRUG PÅ BETONOVERFLADER

Orienterende metodebeskrivelser. De efterfølgende metoder fokuserer på beskrivelse af arbejdsmetoder og anvendelsesområde. I denne forbindelse præciseres

- at entreprenøren har ansvaret for det endelige metodevalg og -udvikling for afrensning for, at de specificerede udfaldskrav kan opnås, hvorfor teksterne i dette afsnit ikke bør indgå SAB
- at det visse af de anførte metoder er mere skånsomme arbejdsmiljømæssigt end andre, og at substitutionsprincippet også bør tilgodeses i denne sammenhæng. Bygherren bør i sin kommentering af arbejdsprocedurerne være opmærksom på dette.

2.1 Blæserensning

Metode:

Blæserensning er en fællesbetegnelse for alle rensemetoder, der er baseret på nærbeslægtede fremgangsmåder: blæsning eller spuling.

Rensning af betonoverflader forud for overfladebehandling foregår i praksis i mere end 90 % af tilfældene ved blæserensning.

I udbudsmateriale er det efterhånden sædvane ved beskrivelse af rensearbejde, at lægge hovedvægten på specificering af udfaldskravene til arbejdet, frem for at detaljere metoden. Derfor anføres som regel alene metodebetegnelsen blæserensning i beskrivelsen.

2.2 Højtryksspuling med rent vand

Metode:

Vand under højt tryk føres gennem spulerør og via dyse (spredning 30-45°) mod fladen. Dyseafstand 100-200 mm og passende vinkel med fladen.

Anvendelsesområde:

Ved dysetryk under 300-400 bar kan man ikke fjerne betonslamlag, kun fjerne støv og smuds. Til at fjerne betonslamlag er det ofte nødvendigt at bruge tryk imellem 500 og 800 bar, i nogle tilfælde kan der være en fordel i at gå endnu højere op.

Ved tryk over 600-800 bar kan man let rive meget op i overfladen med forkert arbejdsmåde, det afhænger naturligvis meget af betonens styrke.

2.3 Hedtvandsspuling

Metode:

Rensning med hedt vand (bedst 90-100 °C) og under tryk på 150-200 bar.

Anvendelsesområde:

Fortrinsvis til fjernelse af smuds, fedt og løse overfladelag, også fjernelse af plastmaling.

Kan ikke fjerne betonslamlag.

2.4 Højtryksspuling med sandtilsats

Metode:

Som metode 2.2, men med tilsætning af passende type sand. Ofte bruges sand med kornstørrelse 0,4-0,8 mm.

Anvendelsesområde:

Med dysetryk fra omkring 180 bar kan man fjerne betonslamlag. Men det går langsomt ved tryk under 300-400 bar. Tryk fra 400 til 700 bar anvendes ofte med godt udbytte.

Betonkvaliteter med stor trykstyrke/aftræksstyrke kræver højere tryk/længere tid end "blødere" betoner.

Ved høje tryk bruger man som regel kun lidt sand.

Sandtype og kornstørrelse har (blandt andre forhold) indflydelse på, hvordan rensningen forløber.

2.5 Støvfri vandsandblæsning

Metode:

Bearbejdning af overfladen med kraftig luftstråle samt en blanding af vand og sand af passende type og kornstørrelse. Princippet minder om metoden beskrevet i pkt. 2.8, men anvender et udstyr, hvor der blæses med en blanding af luft, vand og sand.

Anvendelsesområde:

Forholdet mellem tryk og forbrug af vand og sand kan tilpasses således, at kun én behandlingsgang er nødvendig for opnåelse af de normalt forekommende udfaldskrav til rensede betonoverflader.

Samme princip kan anvendes med andre blæsemidler end sand. Kalk- og bagepulver (NaHCO_3) kan således anvendes, hvis formålet ikke er at fjerne betonslamlaget, men eventuelt kun et malinglag.

Støvgenerne er reduceret væsentligt i forhold til blæsning med tør fristråle. Både vand og blæsemiddelforbrug er ligeledes reduceret betydeligt i forhold til de traditionelle metoder, hvorfor metoden ofte vil være miljømæssigt acceptabel.

2.6 Friustråle sandblæsning

Metode:

Bearbejdning af overfladen med kraftig luftstråle (4-7 bar og stor luftmængde pr. minut) med sand, af passende type og kornstørrelse. Dyseafstand 200-400 mm.

Anvendelsesområde:

En hurtig metode til fjernelse af betonslamlag, og meget andet fra betonoverflader.

Store støvgener, silikosefare! Af arbejdsmiljømæssige årsager bør metoden undgås. Andre blæsemidler kan måske findes, men reduktionen af silikosefaren er begrænset, da beton i sig selv i Danmark indeholder store mængder kvarts.

2.7 Blæserensning med tøris (kuldioxid)

Metode:

Blæserensningen er baseret på tøris, kuldioxid (CO_2) i fast form.

Kuldioxiden presses ved højt tryk gennem en stråledyse ved en temperatur på -79°C . Kuldioxiden fordampes ved berøring af overfladen. Der er tale om en kombination af

en termisk og en mekanisk effekt. Ved afrensningen sker der intet slid på overfladen, hvis denne er metallisk (stærk). Processen er helt tør, og der efterlades ikke affald fra blæsemidler eller rensemidler, men alene det afrensede overfladelag i pulveriseret form(!).

Anvendelsesområde:

Der anvendes forskellige stråledyser og rensehastigheder, afhængig af overfladematerialet. Velegnet til at fjerne belægninger som olie, fedt, lim, lak, maling, bitumen (tynde lag) m.m., men metoden er ikke velegnet til at fjerne betonslamlag. På betonoverflader (hvor der kan være udført udhugning omkring skader) må der påregnes betydelige støvgener og silikosefare, da der ikke indgår noget støvhæmmende blæsemiddel, som f.eks. vand i renseprocessen. Af arbejdsmiljømæssige årsager bør metoden derfor undgås til betonoverflader.

2.8 Blæsning med tilbagesug

Metode:

Blæsning med sand, korund, bauxit eller andet i et lukket system med tilbagesug og støvopsamling.

Blæsemundstykket er monteret med et skørt af stive børster, der (næsten) forhindrer støv i at slippe ud. Man skal bruge mundstykker tilpasset udformningen af konstruktionens overflade.

Anvendelsesområde:

Rensning af betonoverflader, hvor højtryksspuling ikke kan gennemføres (beboelse), og hvor fladernes udformning ikke er alt for indviklede.

Kan fjerne betonslamlag.

Er relativt langsom.

2.9 Fristråle sandblæsning med vand som støvdæmper

Metode:

Der er to ret forskellige metoder.

Den enkleste består i, at man med et særligt udstyr lægger en vandtåge omkring sandstrålen på et sædvanligt fristråleudstyr. Den dæmper støvgenerne for lidt til, at det er miljømæssigt acceptabelt.

Den anden metode går ud på, at man med en trykpumpe doserer sand opslemmet i vand ind i luftstrålen lige før dysen på et fristråleudstyr. Denne metode minder i ren-

seeffekt meget om et højtryksspuleudstyr med sandtilsætning. Den menes at give mindre støvgener og bruge mindre sand end højtryksspuleudstyret. Den kan bruges til at fjerne betonslamlag.

2.10 Sandvaskeudstyr

Metode:

Vandsandblanding skylles ned over den aktuelle flade. Der bruges forholdsvis store dimensioner på strålerør og meget vand (og sand).

Anvendelsesområde:

Hvis der ønskes skånsom rensning, f.eks. af tegl- overflader, kan der arbejdes med ganske små tryk.

Der kan også arbejdes med meget store tryk f.eks. på betonoverflader.

Kan måske bruges til at fjerne betonslamlag, men metoden er næppe realistisk hertil på grund af den store mængde vand, der bruges.

2.11 Flammerensning

Metode:

Brændeudstyr, der består af en række dyser med acetyleniltflammer, føres hen over betonoverfladen.

Flammeafstanden fra betonoverfladen og hastigheden, hvormed man fører brænderen hen over fladen, er afgørende for effekten.

Anvendelsesområde:

Metodens princip er afsprængning af det yderste lag beton.

Den bruges i nogen udstrækning til at rense betongulve før belægningsarbejde, men har aldrig vundet indpas til rensning af lodrette flader eller på flader af lille udstrækning.

Den kræver yderligere en behandling, f.eks. slibning eller blæserensning for at få fjernet de "småsprængninger", som flammerne efterlader på fladen. Ellers kan man ikke opnå en holdbar overfladebehandling udendørs, eller en holdbar belægning på et gulv.

2.12 Slibning

Metode:

Slibning af betonoverflader kan udføres med karborundumsten eller sliberondel af forskellige slags. Som drivkraft bruges f.eks. vinkelslibemaskine, eventuelt selvkørende udstyr.

Anvendelsesområde:

En langsom måde at fjerne betonslamlag på, og en måde, hvor man får svært ved at åbne porer og revner tilstrækkeligt.

Desuden bliver fladen for glat til svumning eller tyndpudsning, påføringen vanskeliggøres og vedhæftningen bliver lavere end på f.eks. højtryksspulet flade. Metoden kan bruges til små flader, som vanskeligt kan renses på anden vis.

2.13 Støvsugning

Metode:

Støvsuger med stor motorkraft og høj sugsevne monteret med børstemundstykke.

Anvendelsesområde:

Fjernelse af støv efter optørring efter våde rensemetoder.

Fjernelse af støvresten efter blæsning med tilbagesug.

Generelt fjernelse af byggestøv inden overfladebehandling.

2.14 Rengøring

Metode:

Bearbejdning af overfladen under anvendelse af passende opløsning af alkalisk rengøringsmiddel.

Anvendelsesområde:

Stærkt tilsmudsede eller fedtede betonoverflader.

Fedt eller olieforurening på betonoverfladen skal fjernes, inden man starter blæserensning.

Betonslamlag kan ikke fjernes ved rengøring.

3. UDFYLDNINGS- OG UDJÆVNINGSMETODER SAMT REPARATION

3.1 Svumning

Forudsætningen for at starte svumnearbejde er,

- at betonoverfladetemperaturen er over +5 °C, bedst over +10 °C,
- at fladen er rensset tilfredsstillende og er støvfri,
- at eventuel forvandling er udført og
- at eventuel regnskærm og/eller solafskærmning er på plads.

Fladen skal være sugende. Den må ikke føles fugtig, f.eks. have været udsat for regn umiddelbart før start af arbejdet.

Svummørtel, udjævningsmateriale, tilberedes kort før brugen ved en omhyggelig oprøring af bestanddelene, eller blot tilsætning af vand (en-pakningstypen). Den foreskrevne blandetid skal overholdes for at produktet vil opnå sine korrekte egenskaber.

Blandingen skal foretages således, at mørtlen er klumpefri og uden væsentlig luftindhold. En langsomtgående røremaskine er nødvendig, bedst en planetrører eller en lille tvangsblender.

Der må ikke blandes mere end svarende til forbruget inden for pot-life.

Det er vigtigt at rengøre blandemaskine og -kar straks efter hver blanding.

Hel eller delvis indtørret mørtel fra maskine eller kar opløses ikke i næste mørtelportion, hvorfor de vil optræde som klumper eller gryn, når man fordeler mørtlen på fladen. Resultatet er et grynet utilfredsstillende udseende af overfladen.

Hvis mørtlen bruges til udspartlinger eller eventuelt til tyndpudsning, bliver resultatet endnu værre, idet klumpernegiver grove striber i overfladen.

Konsistensen af mørtelblandingen har stor indflydelse på, om man kan opnå et pænt resultat uden alt for tydelige striber. I mange tilfælde skal vandindholdet reguleres en smule.

Når man ved behandlingen stryger ind på et område, som er tørret en smule, bliver lagtykkelsen iøjnefaldende tykkere. Der fremkommer såkaldte "overlapninger". Ved arbejde på større flader skal påføringen planlægges og bemannes således, at behandlingen kan gennemføres uden skæmmende overlappingsbaner mellem felter.

Man skal ved påføringen stryge med kosten i flere retninger i bestræbelse på at fylde porer og revner. Afslutningsvis stryges i samme retning overalt. Der tilstræbes et ensartet udseende af fladen.

Eventuelt foretages tildækning af hensyn til hærdeningen, så snart overfladen har sat sig. Brug af "curing" er ikke tilladt.

Hærdningstiden ved 10-15 °C angives ofte til ca. en uge, men allerede efter få døgn kan en aftræksværdi på 1,2 MPa hyppigt opnås for gode kvaliteter af mørtler.

3.2 Tyndpudsning

Ovenstående beskrivelse under svumning gælder i væsentligt omfang også for tyndpudsning. Forskellen ligger i selve udførelsen af behandlingen.

Sædvanligvis indleder man med skrubespartling af betonoverfladen for at udfylde porer og udjævne overfladen.

Så snart dette lag har sat sig, påføres det egentlige pudslag ved hjælp af brede stålspartler eller stålglittebrætter.

Lagtykkelse er 1-2 mm, evt. en smule mere.

Den dygtige operatør kan fordele og jævne pudsmørtlen, så der næsten ingen spor er efter værktøjet.

Ret hurtigt efter påføringen, men afhængig af tørringshastigheden, filtses overfladen uden anvendelse af vand eller mere bindemiddel (plastdispersion). Filtsningen skal afsluttes hurtigt, ellers bliver det nødvendigt at bruge vand på filtsebrættet. Langstrakt filtsning kan let resultere i, at det yderste overfladelag får for ringe styrke.

3.3 Reparation

Eventuelle betonreparationer, udfyldning af stenreder m.m. skal udføres i god tid forud for overfladebehandlingsarbejder, af hensyn til fornøden hærdening inden blæserensning.

Det er vigtigt at beskrive reparationsarbejdet under hensyntagen til, at der skal overfladebehandles, ved bl.a. at indsætte udfaldskrav til overfladerne af reparationerne, f.eks. overfladekarakter, aftræksstyrke, uvæsentlig afsmitning.

Meget revnede betondele skal repareres gennemgribende eller (hellere) udskiftes, hvis muligt, inden overfladebehandling. Det har vist sig at give ringe holdbarhed at forsøge at "redde" meget revnede betonkonstruktioner ved at malebehandle dem. I det danske klima med den store fugtighed og de mange frysepunktpassager kan ødelæggelserne i løbet af en række år i sådanne tilfælde næsten blive større, end hvis man intet havde foretaget sig.

4. MATERIALER TIL OVERFLADEBEHANDLING AF BETONOVERFLADER

Dette afsnit giver en orientering om væsentlige egenskaber og forhold for forskellige malingsystemer - dels de der er indeholdt i AAB og dels visse andre mere sjældent anvendte systemer - med hensyn til materialekomposition og påføringsmetoder samt primære anvendelsesområder. Ønskes yderligere oplysninger, må f.eks. Malerbogen (litteraturlisten) eller større håndbøger benyttes (DTB).

For nogle materialer vil substitution med lavere kodede malevarer ofte give teknisk tilfredsstillende resultater, hvorfor materialet kun må anvendes med særlig tilladelse fra Arbejdstilsynet i hvert enkelt tilfælde. Disse materialer er mærket med *.

4.1 Acrylplastforseglingsmiddel

Upigmenteret plastdispersion. I passende fortynding med vand har den god indtrængning i og binding af rene og stærke betongulvoverflader. Virker som støvbinder og gør rengøring lettere. Holdbarheden er bl.a. et spørgsmål om betongulvoverfladens egen styrke i forhold til belastningen. Ved fornyelse af behandlingen er det nødvendigt med meget indgående rengøring. Kemikaliebestandigheden er stærkt begrænset.

Anvendelse: Overfladebeskyttelse, f.eks. mod regn, men ikke komplet afspærring for vandindtrængning.

Virker ikke porelukkende og efterlader kun en tynd film på overfladen. Den beskyttende virkning er derfor begrænset på beton med v/c-forhold under 0,45, mens nogen effekt sandsynligvis kan opnås på anden beton.

Kan i nogle tilfælde finde anvendelse som en type anti-graffiti behandling, der skal fjernes sammen med graffiti, hvorefter nybehandling skal finde sted for at opretholde antigraffitivirkningen.

4.2 Acrylplastmaling, halvmat eller halvblank

Traditionel maling baseret på acrylplastdispersion (dvs. acrylplast plus vand) og pigmenter. Tørstofindhold omkring 40 %. MAL-kode 00-1. Færdig behandling har 100-150 µm tør lagtykkelse og består af 2-3 påføringer.

Acrylplastmalingen har ingen indtrængningsevne i betonoverflader, og kan kun sidde fast på beton, hvis denne er ren, ikke afsmittende og støvfri. Meget let at påføre med anstryger eller rulle, men der opstår let porer i malingfilmen efter rulning. Porer skal undgås, da de nedsætter beskyttelsesevnen. Malearbejde skal udføres og tørre ved temperaturer over + 5 °C og under 80 % relativ luftfugtighed, for at man kan opnå en holdbar malingfilm. Betonoverfladen skal være tør inden påføring af malingen, ellers risikeres skjolder og dårlig holdbarhed. Vejrbestandigheden er god, holdbarhed over 10 år er mulig. Genbehandling er enkel.

4.3 Acrylplasttykfilmmaling, halvmat eller halvblank

Flydende til pastaagtigt malemateriale med samme principielle basis som acrylplastmaling, men sammensat, så tykfilmmalingen kan påføres i væsentlig tykkere lag med tilstræbt færdig tør minimum lagtykkelse omkring 400 µm, visse handelsvarer endnu højere.

Acrylplasttykfilmmaling svarer derudover i store træk til acrylplastmaling. Tendensen til dannelse af porer i malingfilmen er mindre end for mange acrylplastmalinger. Acrylplasttykfilmmalebehandlinger kan have en betydelig elasticitet, så de kan følge eventuelle bevægelser i underlagsmaterialet, og således bygge bro over revner. Holdbarheden udendørs ("vejrbestandighed") er bedre end for acrylplastmalingen, og den generelle beskyttelsesevne kan forventes større. Genbehandling er enkel.

4.4 Antigraffiti behandling

Antigraffiti behandling er en ret ny type behandling til bygningsoverflader. Det karakteristiske for behandlingen er, at den påføres som et usynligt lag uden på den eksisterende overflade, der kan være puds, natursten, tegl, beton eller sådanne malebehandlede overflader. Formålet med behandlingen er at gøre det muligt at fjerne graffiti uden at forvolde skade på underlaget.

Der findes forskellige typer af sådanne materialer. Disse skal kort gennemgås:

4.4.1. Polyurethan, tyndfilm

En af de første typer var en diffusionsåben polyurethanbehandling (tyndfilm), der blev påført for varigt at blive på overfladen. Princippet var, at når graffiti skulle fjernes, så anvendte man et opløsningsmiddel (en malingsfjerner), der kunne opløse de typer maling, der typisk blev anvendt til graffiti, uden at man opløste polyurethanen. Typen har ikke vundet udbredelse på bygningsoverflader.

4.4.2. Usynlig, afvaskelig tyndfilm

I dag den mest anvendte type på bygningsoverflader. Typen virker efter et "offerprincip", hvor den påførte behandling fjernes sammen med graffiti. Graffitifjernelsen sker ved højtryksspuling af overfladerne med varmt vand (90-100 °C) ved et tryk på 70-150 bar.

Lønsomhedsanalyser af en decideret antigraffiti behandling har vist, at behandlingen kun er lønsom, når graffiti problemet er stort. Det betyder, at man skal have konstateret en stor graffiti belastning, før behandlingen bliver mere lønsom end behandling med f.eks. silikatmaling (system 96-1) eller acrylplastmaling (system 93-3).

Vejdirektoratet kender ikke til eventuel erfaringsopsamling.

4.5 Cementpulvermaling

Leveres som pulver til opblanding umiddelbart før brugen med vand. Pulveret består af cement, pigmenter, fyldstoffer og tilsætningsstoffer. Der forekommer tillige en plastmodificeret type. Bearbejdningsstid (pot-life) 1/2 - 1 time. Lagtykkelse 1-2 mm.

Den plastmodificerede type hærder på 1-2 døgn, medens den anden type kan give hærdningsproblemer undtagen i fugtigt klima. Den korrekt hærdede flade har meget lang holdbarhed, men tilsmudses meget, og er vanskelig at renholde. Genbehandling kan give problemer.

4.6 Elastisk acrylmodificeret cementsvummørtel

Sammensat som svummørtel, udjævningsmateriale (jf. pkt. 3.1), men med større indhold af acrylplastdispersion end svummørtel. MAL-kode 00-4. Lagtykkelse ca. 2 mm.

Leveres normalt i to afvejede dele: en pulverdel (blanding af fint sand, kornstørrelse under 0,5 mm, og ce-

ment) og en flydende del i form af en egnet plastdispersion. Blandes til et pastaagtigt eventuelt lidt grovkornet malemateriale. Påføres med kost, bred anstryger eller ved sprøjtning. Påføringsegenskaberne ligger imellem svummørtel, udjævningsmateriale og acrylplasttykfilmmaling. Gennemhærdning kan tage flere døgn.

Har god evne til at bevirke udjævning af betonoverflader, men effektiv porelukning forudsætter spartling eller svumning. God kuldioxiddiffusions-modstand og god modstand mod kloriddiffusion, men vanddampdiffusionsmodstanden kan blive højere end $10 \text{ GPa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^2/\text{kg}$. For nogle handelsvarer kan ca. 2 mm lagtykkelse holde til små revnebevægelser uden at revne. Udendørs holdbarhed som for acrylplasttykfilmmaling, men mere smudssamlende.

Anvendelsesområde: Behandling af udendørs betonoverflader, bedst egnet for relativ grove og ujævne flader, som ikke udsættes for stadig vandpåvirkning, og hvor udseendet kommer i anden række.

4.7 Epoxybelægning, to-komponent, opløsningsmiddelfri *

Tyktflydende belægningsmasse bestående af to komponenter, der leveres i afmålte portioner. Komponenterne består af henholdsvis epoxyharpiks plus farvestoffer/fyldstoffer, og hærder. MAL-kode 1-5 eller 0-5. Færdig lagtykkelse 200 - 500 μm . Arbejdet skal udføres under hensyn til At-anvisninger.

Sammenblanding foretages umiddelbart før brug. Bearbejdningsstid (pot-life) er begrænset. Arbejdstemperatur og hærdningstemperatur skal være over $+10 \text{ }^\circ\text{C}$, relativ luftfugtighed under 80 % RF. Lav indtrængning i betonoverflade. Underlaget skal være rent, støvfrit, afsmitningsfrit og tørt. Berøringstør efter få timer. Hærdning inden ibrugtagning en uge. Særdeles alkalibestandig og slidstærk, meget tæt over for vanddamp og kuldioxid, afhængigt af lagtykkelse. Lav elasticitet. Vejrbestandig, men udvikler svag afsmitning. Gulner meget (misfarves).

4.8 Epoxy-maling, to-komponent, opløsningsmiddelholdig *

Sammensætning som epoxybelægning, men plus opløsningsmidler, som kan være vand. MAL-kode 4-5 til 00-5. Færdig lagtykkelse 100 - 200 μm . Arbejdet skal udføres under hensyn til At-anvisninger.

Bearbejdning og hærdning stort set som for epoxybelægning. Mindre bestandigheder og modstand mod diverse påvirkninger end epoxybelægning pga. mindre lagtykkelse.

Opløsningsmiddelindholdet gør det vanskeligt at argumentere for anvendelse af denne type.

4.9 Forseglingsmidler af typen acrylharpiksopløsning *

Tyndtflydende, termoplastisk laklignende materiale. Opløsningsmidler: xylen, toluen, ester- eller ketonopløsningsmidler. Indeholder ikke pigmenter. Tørstofindhold 10 - 20 %. MAL-kode oftest 3-1 eller 4-1. Færdig behandling efterlader 60-80 µm film på overfladen.

Mindre indtrængningsevne end imprægneringsmidler, men større end traditionelle malevarer. Behandling resulterer i en begrænset indtrængning i overfladelag af beton samt en tynd film på overfladen, hvorved denne bliver mørkere og skjoldet. Porelukkende behandling kan ikke påregnes gennemført med denne materialetype, medmindre den aktuelle overflade opfylder særlige krav. Anvendes bl.a. til at hæmme vandoptagelse og lette renholdelse af mineralske overflader, især hvor der ønskes et "ikke malet" udseende. Væsentlig mindre vejrbestandig end malinger. Pigmenterne i malinglag tilbagekaster en stor del af de ultraviolette stråler i sollyset, som er hovedansvarlig for bindemidlernes nedbrydning. Opløsningsmiddelindholdet kan vanskeliggøre argumentation for anvendelse.

4.10 Polyesterbelægning, elastisk *

To- eller tre-komponent tykflydende belægningsmasse. MAL-kode 3-3. Begrænset bearbejdningsstid (pot-life). Færdig lagtykkelse 2-5 mm. Elastisk belægning med god brudforlængelse og rimelig bestandighed over for vejrlig og slid - hvis hærdningen kan styres. Arbejde skal udføres under hensyn til At-anvisninger. Styrenindholdet gør det vanskeligt at argumentere for anvendelse af dette produkt.

4.11 Polyuretanbelægning, blød *

Tykflydende belægningsmasse bestående af polyuretanharpiks + pigment/fyldstoffer og særskilt eller indbygget hærdningsmiddel (to-komponent eller een-komponent/fugtighedshærdende type). MAL-kode 0-3 til 2-1. Færdig lagtykkelse sædvanligvis 1 - 1,5 mm. Arbejdet skal udføres under hensyn til At-anvisninger.

Hvis der skal foretages sammenblanding skal den udføres umiddelbart før brug. Bearbejdningsstid (pot-life) er begrænset. Arbejdstemperatur og hærdningstemperatur over +10 °C, relativ luftfugtighed under 80 % RH. Lav ind-

trængning i betonoverflade. Underlaget skal være rent, støvfrit, afsmitningsfrit og tørt. Berøringstør efter få timer. Hærdning inden ibrugtagning en uge. Bestandig over for mange opløsningsmidler, blød film men slidstærk, stor elasticitet, brudforlængelse 180-500 % ved +20 °C, kan bygge bro over små revnebevægelser. Stor modstand mod kuldioxid- og vandindtrængning, moderat modstand mod vanddampdiffusion. Stor vejrbestandighed, men almindelige udgaver gulner. Specialkvalitet er ret lysbestandig. Genbehandling kan kræve særlige forholdsregler.

Der forekommer polyuretanharpikser med et vist indhold af epoxy. Endvidere tilbydes såkaldte blødgjorte epoxy'er af og til til samme anvendelse. MAL-kode vil i begge tilfælde være 0-5.

4.12 Polyuretanbelægning, hård og fleksibel *

Denne polyuretanbelægning svarer i sammensætning og bearbejdning i hovedsagen til ovenstående bløde type. MAL-kode 0-3 til 2-1. Færdig lagtykkelse bør være større, min. 1,5-2 mm. Arbejdet skal udføres under hensyn til At-anvisninger.

I sammenligning med den bløde type gælder endvidere:

Filmen er tydeligt hårdere, men alligevel elastisk. Brudforlængelse 30 - 150 % ved +20 °C. Kan bygge bro over ganske små revnebevægelser. Overfladerobusthed og indtryksmodstand er betydelig større. Øvrige egenskaber svarer nogenlunde til de for den bløde type nævnte. Anvendes til betongulve og altanoversider, hvor mekaniske påvirkninger er store.

4.13 Silikatmaling

Består af modificeret vandglas, pigmenter og mindre end 5 % polymere. MAL-kode 00-3 i brugsklar blanding. Færdig behandling har lagtykkelse 100-150 µm.

Beregnet til beton, eternit, tegl o.lign. flader. Hårder ved hjælp af luftens kuldioxid og fugtighed. Giver en mat overflade. Tilbøjelig til krakelering ved for stor lagtykkelse. Behandlingen er meget diffusionsåben (vanddamp og kuldioxid). Vandoptagelsen i behandlingen kan være stor. Den kan ikke bygge bro over revnebevægelser. Særlig vejrbestandig og har ringe tendens til smuds-samling. Genbehandling er enkel.

4.14 Silikonefacademaling *

Er i princippet sammensat af silikoneharpiks, pigmenter og opløsningsmiddel. Tørres alene ved fordampning. MAL-kode 2-1. Færdig behandling har lagtykkelse 100-150 µm.

Giver en helmat overflade. Beregnet til samme anvendelsesområde som silikatmaling, men har mindre vejrbestandighed. Meget diffusionsåben (vanddamp og kuldioxid) og vandafvisende. Er ikke fedt- og oliebestandig. Kan ikke bygge bro over revnebevægelser. Tilbøjelig til krakelering ved for stor lagtykkelse. Opløsningsmiddelindholdet gør det vanskeligt at argumentere for denne materialetype.

4.15 Silikoneimprægneringsmidler af monosilan typen *

Denne type findes i to udgaver med henholdsvis:

- 40 % aktivt stof, opløsningsmiddel i hovedsagen alkoholer, og
- 100 % aktivt stof uden opløsningsmidler.

Både det aktive stof og opløsningsmiddel fordamper meget let. MAL-kode 2-1 til 3-3.

Materialet har god indtrængning i mineralske overflader (afhængig af porøsitet) ofte 1-20 mm. I beton med vand/cementforhold < 0.45 er indtrængning i praksis få millimeter. Alle tilgængelige overflader i denne zone inklusive huller/porer og kapillarer opnår derved i princippet en effekt svarende til det anvendte imprægneringsmiddel. Kontrol af effekten kan være vanskelig. Imprægneringsmidler danner ikke synlig film. Er tidligere især anvendt til at gøre nye mineralske overflader vandafvisende og hæmme vandoptagelsen, uden at hæmme fordampningen fra bygningsmaterialet.

4.16 Silikoneimprægneringsmiddel af oligomersilan typen *

Opløsning fortrinsvis i mineralsk terpentiner med omkring 5 % aktivt stof. Meget langsommere fordampning end ovenstående monosilan type. MAL-kode 4-1 eller 3-1.

Noget mindre indtrængningsevne i beton end mono typen. Svarer ellers i mange forhold til mono typen.

4.17 Uelastisk acrylmodificeret cementsvummørtel

Også kaldet svummørtel, udjævningsmateriale (jvf. pkt. 3.1). MAL-kode 00-4.

Leveres som en tørmørtel bestående af cement og sand og en blandevæske bestående af vand og acrylplastemulsion. Findes også som en-pakningstype, dvs. tørmørtel, hvor plastmaterialet er iblandet. Sidstnævnte kræver større omhyggelighed ved blanding, påføring og beskyttelse i hærdeperioden.

Er sammensat så den er særlig egnet til påføring i tynde lag (1-2 mm), jf. i øvrigt pkt. 3.1.

Har god evne til at bevirke udjævning og porelukning af betonoverflader. Beskytter i begrænset omfang aktivt mod karbonatisering, men yder aktivt modstand mod klorid-diffusion. Vanddampdiffusionsmodstand, smudssamlings-tendens og holdbarhed er cirka som for beton.

Anvendelsesområde: Anvendelse er ofte led i overfladebehandling af udendørs betonoverflader, dvs. som underlag for malinger. Kan anvendes som slutbehandling, hvis udseendet kommer i anden række.

5. BESKYTTELSE MOD FØLGEVIRKNINGERNE AF REVNEDANNELSER SOM FØLGE AF ALKALIKISELREAKTIONER

Beton med alkalireaktivt tilslag (sand og/eller sten) kan i fugtigt miljø udvikle revner, hvis alkaliindholdet i betonens porevæske er passende højt. Revnedannelsen skyldes, at bestanddele i tilslaget (kiselforbindelser) reagerer med opløste alkalier (Na^+ og K^+) med ekspansion til følge.

Hvis beton med alkalireaktivt tilslag, men med et lavt alkaliindhold udsættes for salt (f.eks. tøsalt/ NaCl) fra omgivelserne kan den således tilførte alkali være tilstrækkelig til at der opstår skadelige alkalikiselreaktioner.

Beton i aggressiv og særlig aggressiv miljøklasse (i henhold til DS/EN 206-1 og DS 2426 udsættes ofte for salte). Derfor er der fra omkring 1985 generelt indført krav om begrænsning af sandfraktionens indhold af alkalireaktivt materiale, når dette skal anvendes i aggressiv miljøklasse. I betonbroer, specielt i de, der er opført før 1985, kan der dog forekomme skadelige mængder af alkalireaktivt tilslag. I nyere konstruktioner bør dette ikke forekomme.

I praksis viser revner som følge af alkalikiselreaktioner sig typisk som et grovmasket netrevnemønster på overfladen. Dette kan være en indikator på, at betonen generelt besidder/vil udvikle et revnemønster i tre

dimensioner. Sådanne skader er naturligvis ikke ønskelige, idet skadelige stoffer (vand, opløste salte og/eller kuldoxid) lettere trænger ind i betonen og nedbryder denne og/eller armeringen. I tilfælde, hvor konstruktionsdele er tilstrækkeligt fastholdt (evt. armeret) mod bevægelse i to retninger kan revnemønstret ændres til laminering/spaltning.

Man ved, at hvis der blot fjernes én af de tre betingelser (alkalireaktivt materiale, alkali eller fugt) for alkalikiselreaktioner i beton, så vil alkalireaktionerne ophøre. Holdbar reparation af alkalikiselskadet beton er dog et problem. Det skyldes grundlæggende, at det kan være svært eller næsten umuligt at fjerne årsagen til skadernes opståen:

- det alkalireaktive tilslagsmateriale er en del af betonen og kan ikke fjernes,
- porevæskens alkaliindhold er ofte bestemt af cementens alkaliindhold og
- fugt er uundgåeligt i mange konstruktioner, specielt udendørs.

Nyere undersøgelser har påpeget, at en begrænsende faktor i mange tilfælde kan være alkaliindholdet, idet alkali forbruges i reaktionen. Cementens alkali kan således blive opbrugt, før end alt det alkalireaktive materiale er opbrugt. Dette fænomen vil dog sløres, hvis betonen får tilskud af alkali udefra, f.eks. fra tørsalte.

Vejdirektoratet har gennemført forsøg i praksis med malebehandling af vejbroer, med igangværende alkalikiselreaktioner. Forsøgene har dog ikke været ledsaget af en laboratorieundersøgelse, hvor de betydende parametre blev nærmere kortlagt. Det er derfor fortsat diskutabelt om alkalikiselreaktionerne allerede var ophørt eller ville være ophørt i alle tilfælde.

Efter en observationsperiode på over 15 år, jf. 8) i litteraturlisten nedenfor, kan det dog konkluderes, at de mest udsatte konstruktionsdele (f.eks. kantbjælker) nedbrydes (går itu), hvis der ikke gribes ind med forebyggende tiltag. Det kan også konkluderes, at beton med revner, der skyldes alkalikiselreaktioner, kan malebehandles holdbart, når blot malinglaget er passende tykt og fleksibelt.

Den i ovennævnte forsøg anvendte maling har vist sig at være holdbar overfor vejrliget. Den havde en moderat vanddampdiffusionsmodstand, men var samtidig kraftigt vandafvisende. Malingen har dannet baggrund for formulering af kravene til system 93-4.

Da der ofte er tale om betonkonstruktioner med en vis alder, vil alkalikiselreaktionerne ofte have passeret den mest aktive periode, i hvilken indgriben generelt må frarådes (overvågning tilrådes). De praktiske erfaringer viser, at det såvel før som efter den aktive periode vil kunne lykkes at udføre en holdbar overfladebehandling med system 93-4.

6. OVERFLADEBEHANDLINGSSYSTEMERS OVERBYGNING AF REVNER OG REVNEBEVÆGELSER

Overfladebehandling af revnede betonkonstruktioner er omtalt under afsnit 5 "Beskyttelse mod følgevirkninger af revnedannelser som følge af alkalikiselreaktioner".

Overfladebehandling af revnede betonkonstruktioner kan tillige være ønskeligt i tilfælde, hvor AKR ikke forekommer i væsentlig grad, men for at beskytte betonen mod vandbelastning og muligheder for frostsprængninger. System 93-4 kan overvejes benyttet, så længe revnebevægelserne er mindre end ca. 1 mm (temperaturbevægelser).

Revnebevægelser som følge af trafikbelastning giver mindre, men meget hyppige revnebevægelser. Disse kan både system 93-4 og 93-6 klare.

7. LITTERATURLISTE

- 1) R43-92, Vejledning ved projektering af overfladebehandling af betonfacader. DTI-Overfladeteknik, 1992.
- 2) R44-88, Karbonatiseringsbremsende overfladebehandling. Laboratorieundersøgelser og metodeudvikling. DTI-Overfladeteknik, 1988.
- 3) R47-87, Beton og tegl som underlag for overfladebehandling.
- 4) R53-89, Overfladestyrke af beton- og cementpudslag. DTI-Overfladeteknik, 1989.
- 5) Malerbogen - 1. Malematerialer
- 6) BETON 4. - 13 Betonsygdomme. SBI, 1985.
- 7) Rapport 7. Beskyttelse af beton mod salt. Vejdirektoratet, 1994.
- 8) Rapport Nr. 188. Alkalikiselskadede betonbroer 15 års erfaringer med overfladebeskyttelse. Vejdirektoratet, 1999.

Kolofon

Titel: Udbudsforskrifter. Overfladebehandling, Vejledning

Dato November 2007

Redaktion: Vejdirektoratet, Vejregelrådet

Foto:

Tegninger:

Copyright: Vejdirektoratet

Udgiver Vejdirektoratet

ISSN: 1600-006X

ISBN: 978-87-7060-070-5