

Kartläggning av vittrings- och korrosionsskador på biologiska behandlingsanläggningar, Etapp II Tätskikt på betong – State of the Art

Ylva Edwards, CBI

Gunilla Henriksson, SP



**Kartläggning av vittrings- och korrosionsproblem
vid hantering av matavfall, Etapp II Tätskikt på
betong - State of the Art**

**Survey results of corroding problems at biological
treatment plants, Stage II Protection of concrete
- State of the Art**

Ylva Edwards, CBI
Gunilla Henriksson, SP

Projektnummer WR-34
År: 2010

WASTE REFINERY
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Box 857, 501 15 Borås
www.wasterefinery.se
wasterefinery@sp.se
ISSN 1654-4706

Sammanfattning

En inledande studie om vittrings- och korrosionsskador på betong i biologiska behandlingsanläggningar genomfördes under 2009/2010 inom ett Waste Refinery projekt WR-27 "Kartläggning av vittrings- och korrosionsproblem vid hantering av matavfall". Resultaten visade att betong inte har tillräcklig motståndskraft i den aktuella aggressiva anläggningsmiljön. Vidare konstateras i rapporten att någon form av tätskikt behövs för att säkerställa betongkonstruktionernas funktion, och att tätskiktet måste tåla den aggressiva miljön och den trafik som förekommer på plats. En ny studie föreslogs därför för att ta fram kravspecifikationer för tätskikt på betong i aggressiv matavfallsmiljö. Resultat från denna studie redovisas i föreliggande rapport.

I rapporten behandlas olika typer av tätskikt/skyddsbeläggning till betong i biologiska behandlingsanläggningar. Ett antal förslag från branschen presenteras mot bakgrund av resultaten från projekt WR-27, d. v. s. materialen måste bl. a. tåla det aggressiva lakvattnet från matavfall vid temperaturer upp till 70 °C, och viss nötning.

En del olika system jämförs med avseende på materialtekniska egenskaper enligt redovisad provning från tillverkare. Det visar sig att olika provningsmetoder använts av tillverkaren för de respektive systemen, och att provningsresultaten därmed som regel inte är direkt jämförbara.

Ett förslag till provningsprogram har tagits fram. Speciellt fokuseras på just kemikaliebeständighet och nötningsresistens. En provningslösning motsvarande lakvatten specificeras. Laboratieprovning för verifiering av föreslagen metodik och underlag till kravnivåer föreslås, liksom provläggning och uppföljning i fält.

Nyckelord: kompostering, rötning, korrosion, matavfall, betong, tätskikt, lakvatten, polyurea, epoxi, MMA, gutasfalt

Summary

A pilot study on the degradation and corrosion of concrete in biological treatment plants was conducted in 2009/2010 in a Waste Refinery Project WR-27 “Survey results of corroding problems at biological treatment plants”. The results showed that the concrete does not have sufficient resistance in the current aggressive plant environment. Furthermore, it is stated that some form of surface protection system is needed to ensure the good performance of concrete constructions, and that the system must withstand the aggressive environment and the traffic that occurs on site. Consequently, a new study was proposed in order to develop specifications for surface protection of concrete in aggressive food waste environments. Results from that study are presented in this report.

The report includes various types of waterproofing/protection coating for concrete in biological treatment plants. A number of proposals from the industry are presented in the light of results from project WR-27, i.e., the materials must, among other things, withstand the aggressive leachate from waste food at temperatures up to 70 °C, and some degree of wear.

Some systems are compared in terms of technical material properties as reported by the manufacturer. It turns out that different testing methods were used, and the test results are thus generally not directly comparable.

A proposal for a test program has been developed, focusing on chemical resistance and wear resistance. A test solution corresponding to leachate is specified. Laboratory tests for verification of the proposed methodology and future requirements are proposed, as well as test sites and follow-up in the field.

Keywords: composting, digeste, corrosion, food waste, concrete, sealing coat, leachate, polyurea, epoxy, MMA, mastic asphalt

Projektgruppen har bestått av följande deltagare:

Gunilla Henriksson, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, projektledare

Ulf Antonsson, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Eskil Sahlin, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Kjell-Olof Matsson, AB Borlänge Energi

Gunnar Jansson, Atleverket Örebro

Carl Jensen Renova

Jan Trädgårdh, CBI Betonginstitutet AB

Ylva Edwards, CBI Betonginstitutet AB

Finansiärer i projektet: Atleverket Örebro kommun, Avfall Sverige, AB Borlänge Energi, Renova, CBI betonginstitutet och Waste Refinery.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	AVGRÄNSNING	1
2	BAKGRUND	2
2.1	OM BETONG	3
3	METOD	9
3.1	KUNSKAPSINSAMLING	9
3.2	MATERIALTEKNISK BEDÖMNING	9
3.3	FÖRSLAG TILL PROVNINGSPROGRAM	9
4	OLIKA TYPER AV TÄTSKIKT/SKYDDSBELÄGGNING TILL BETONG	10
4.1	EPOXIPRODUKTER	10
4.2	POLYURETAN OCH POLYUREA	11
4.3	AKRYLATBASERADE PRODUKTER	15
4.4	BITUMENBASERADE PRODUKTER	15
5	OM FÖRBEHANDLING AV BETONGUNDERLAG	19
5.1	VARFÖR PRIMER?	19
6	FÖRSLAG PÅ PRODUKTER FRÅN BRANSCHEN	21
6.1	EPOXISYSTEM	21
6.2	POLYUREASYSTEM	22
6.3	AKRYLATSYSTEM	22
6.4	BITUMENBASERAT SYSTEM	23
6.5	ÖVRIGA SYSTEM	23
7	SPECIFIKATIONER OCH KRAV FÖR SKYDDSBELÄGGNING PÅ BETONG	24
7.1	SPECIFIKATIONER FÖR SVENSKA VÄGBROAR	24
7.2	SPECIFIKATIONER FÖR SVENSKA JÄRNVÄGSBROAR	25
7.3	ETAG 033	25
7.4	KEMIKALIERESISTENS	26
7.5	SLITSTYRKA/NÖTNING	28
8	MATERIALTEKNISK BEDÖMNING	30
8.1	MATACRYL	33
8.2	MS 901	33
8.3	FCS 304	33
8.4	TÄTSKIKT OCH GJUTASFALT	33
8.5	KOMMENTAR	36
9	FÖRSLAG TILL PROVNINGSPROGRAM	37
9.1	PRODUKTEGENSKAPER	37
9.2	KONTROLL PÅ PLATS	43
9.3	PROVLÄGGNING	44
10	KOMMENTAR OCH SLUTSATSER	45
10.1	FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE	45
11	REFERENSER	46

Bilagor

BILAGOR A – G: PRODUKTINFORMATION

1 Inledning

Syftet med projektet har varit att formulera ett antal allmänna tekniska krav för tätskikt eller tätskiktssystem som skydd på betongunderlag i biologiska behandlingsanläggningar (biogas- och kompost/matavfallsanläggningar). Lämpligt provningsprogram för verifiering av dessa krav har också föreslagits, inklusive provningsmetodik enligt i huvudsak europeisk standard. Kravspecifikationen kan förhoppningsvis fungera som underlag vid val av lämpligt tätskiktssystem för dessa betongkonstruktioner, och underlätta vid en jämförelse av olika system. Det blir också lättare för tillverkare och entreprenörer att redovisa produktens förväntade funktionella egenskaper. Kemikalieresistens (mot lakvatten) är en avgörande egenskap som studerats speciellt, mot bakgrund av resultaten från Waste Refinery projekt WR-27 .

Möjliga tätskikts- och belägningsprodukter på betong i biologiska behandlingsanläggningar är olika typer av hårdplast och/eller bitumenbaserade material.

Det skall i det här sammanhanget nämnas att erfarenheten av flytande/sprutapplicerade tätskiktssystem på betongunderlag i Sverige är begränsad. Fördelar med ett sådant system är främst (under förutsättning att appliceringsarbetet utförs i tillräcklig tjocklek och utan problem):

- Inga skarvar och kanter.

Nackdelar är:

- Resultat av isoleringsarbetet är som regel mycket väderberoende. Risker för blåsbildning är stora under mindre gynnsamma förhållanden (fukt, värme, dåligt underlag);
- Produkten "tillverkas" på plats vilket ställer stora krav på exakt blandnings- och applikationsteknik (svårt med kvalitetskontroll);
- Arbetet kan kräva speciella säkerhetsåtgärder och skall utföras av specialutbildad personal.

1.1 Avgränsning

Projektet utgår huvudsakligen från resultat, erfarenhet och produktinformation som erhållits genom en inledande studie inom området [Boubitsa m.fl. 2010].

Kravspecifikationen avser prefabricerade tätskikt eller tätskikt som sprutas eller på annat sätt appliceras i flytande form på betong. Bland möjliga material eller materialkombinationer ingår epoxi, akrylat, polyuretan, polyurea och/eller bitumenbaserade produkter av olika slag.

En preliminär materialteknisk bedömning har genomförts för ett antal olika tätskiktssystem avsedda till biologiska behandlingsanläggningar. Bedömningen utgår från redovisad provning från tillverkaren. Redovisade egenskaper har jämförts mot relevant motsvarande provning och kravspecifikationer för liknande typer av tätskikt avsedda för betongunderlag till andra typer av betongkonstruktioner.

Ingen laboratorieprovning ingår i projektet.

2 Bakgrund

Problem med att lakvatten från speciellt matavfall i biogas- och komposteringsanläggningar fräter sönder betongkonstruktioner har rapporterats in under senare år till Avfall Sverige (den svenska intresse- och branschorganisationen inom avfallshantering och återvinning). Detta har skett i takt med att insamlingsvolymerna av matavfall ökat runt om i landet. En inledande studie ”Kartläggning av vittrings- och korrosionsskador på biologiska behandlingsanläggningar” genomfördes under 2009/2010 inom ett Waste Refinery projekt WR-27. Bland annat undersöktes fyra behandlingsanläggningar med analys av lakvatten från matavfall, analys av borrhärdar och analys av armeringskorrosion. Resultaten visade att betong inte har tillräcklig motståndskraft i den aktuella aggressiva anläggningsmiljön (se figur 1). Vidare konstateras i rapporten att någon form av tätskikt behövs för att säkerställa betongkonstruktionernas funktion, och att tätskiktet måste tåla den aggressiva miljön och den trafik som förekommer på plats. En ny studie föreslogs därför för att ta fram kravspecifikationer för tätskikt på betong i aggressiv matavfallsmiljö. Resultat från denna studie redovisas i föreliggande rapport.



Figur 1. Frätskada på tank i biogasanläggning [Boubitsas 2010]

Figure 1. Corrosion damage on tank in biogas plant [Boubitsas 2010]

I Sverige finns för närvarande ett tjugotal biogasanläggningar avsedda för avfall, och ett hundratal komposteringsanläggningar för park- och trädgårdsavfall och/eller matavfall. Ytterligare ett par biogasanläggningar är planerade. Många befintliga anläggningar får också bygga om och reparera tidigare konstruktion till följd av betongskador och korrosion. Biologisk behandling ökar även i övriga Europa och allt fler behandlingsanläggningar byggs. I Tyskland finns cirka 800 anläggningar, och i Italien 240 [Barth 2010]. Det verkar emellertid inte finnas någon specifik standard, varken för betong eller för tätskikt till dessa

anläggningar, men det är uppenbarligen viktigt att betongen skyddas med tätskikt och beläggningssystem som fungerar under de omständigheter som råder på plats.

2.1 Om betong

Betong är det material som används allra mest inom byggnadsindustrin idag. Det består i huvudsak av bergmaterial (ballast) sammanbundet av cementpasta (cement och vatten). Dess egenskaper bestäms till största delen av vattencementtalet (vct) eller vattenbindemedelstalet (vbt). Vattencementtalet anger förhållandet mellan vatten och cement, medan vattenbindemedelstalet lägger till tillsatsmaterialens inverkan. (Definition enligt EN 206-1 för betong lyder: ”material bildat genom blandning av cement, grovt och fint ballast och vatten, med eller utan inblandning av tillsatsmedel och tillsatsmaterial, som utvecklar sina egenskaper genom cementets hydratation”.)

Hållfasthet och beständighet är viktiga egenskaper. Hållfastheten bestäms främst av vct/vbt, men även cementtypen och ballastens egenskaper och sammansättning påverkar, liksom partikelfördelningen hos ballastmaterialet. På ytor där kort torktid och stor täthet värdesätts används oftast högpresterande betong med lågt vct/vbt.

Betongens tryckhållfasthet är mycket högre än dess draghållfasthet och därför armerar man betongkonstruktioner i zoner som utsätts för dragpåkänningar. Armeringen består vanligtvis av stål som har en mycket god draghållfasthet. Tryckhållfastheten för betong anges normalt efter 28 dygn, men förbättras som regel med tiden (under flera år framåt).

Betong är ett starkt och förhållandevis billigt byggmaterial som emellertid inom vissa användningsområden behöver ett skyddande tätskikt. Anledningen till detta kan vara begränsad beständighet mot kemikalier eller, för olika applikationer, dess porositet/permeabilitet. Förbehandlingen av en betongyta är i detta sammanhang mycket viktig. Beroende på ytans kvalitet kan olika typer av rengöring och/eller justering krävas i form av t.ex. slipning, fräsning, blästring, spricklagning, spackling m.m. Betonghud och membranhärdare måste alltid avlägsnas på nya betongytor [Abbott 2010]. (Med betonghud menas den tunna svaga hinna av cement och fint stenmaterial som bildas på betongens ovanyta. Membranhärdare används som skydd på nygjuten betong för att hålla den fuktig under längre tid.)

Det finns en rad olika kvalitetsklasser och användningsområden för betong. Under de senaste decennierna har utvecklingen av tillsatsmedel och -material möjliggjort helt nya typer av betong. Ett sådant exempel är SKB (självkompakterande betong) av olika slag, där flytmedel/superplasticerare är en viktig ingående komponent. Med inblandning av silikastoft (mikrosilika) kan specialbetong med mycket hög styrka tillverkas. Extremt täta och hårda golv kan tillverkas av s.k. pulverbetong [Lagerblad 2006]. Trots stora förbättringar av betongens kvalitet kan inträngning av eventuella kemikalier emellertid inte helt undvikas eftersom viss sprickbildning alltid uppstår i betong.

På betongyta med godtagbar makrostruktur appliceras sedan primer, som skall säkerställa vidhäftningen mellan betongunderlag och skyddande tätskikt. Att primer och tätskikt passar ihop är också mycket viktigt. Primern ingår tillsammans med tätskikt i det tätskiktssystem som skall utgöra skydd för betongkonstruktionen. Primerprodukter diskuteras mer ingående i kapitel 5.

2.1.1 Nedbrytning av betong

Betongkonstruktioner påverkas av den omgivande miljön, och beständigheten kan äventyras genom interaktion med aggressiva egenskaper hos den yttre miljön. Exempel på aggressiva miljöer är saltexponering i marina miljöer och saltade vägar, växlande temperaturförhållanden (frysning/upptining) och exponering för olika kemiska ämnen såsom t.ex. olika syror. Miljöpåverkan kan emellertid i vissa avseenden även vara positiv (huvudsakligen hydratation av cementkorn samt självläkning av sprickor och andra defekter) [Betonghandbok 1994]. Enligt Betonghandboken är de största beständighetsproblemen i Sverige frostangrepp och armeringskorrosion. Vid armeringskorrosion reduceras inte bara betongkonstruktionens bärlighet. Betongen kring den korroderande armeringen sprängs också sönder på grund av armeringens ökande volym (korrosionsprodukterna kräver plats). Vidare listas ett antal andra angrepp som anses vara av mindre betydelse: sulfatangrepp, havsvattenangrepp, saltangrepp, urlakning och cementballastreaktioner. Under kapitel 23 i handboken finns en omfattande översikt och lista över olika ämnens nedbrytande inverkan på betong. Vad gäller syrors aggressivitet och nedbrytande effekt bedöms denna som regel utifrån pH-värde, och kraftig påverkan kan förväntas för syror med pH-värde under 4. Men inte bara pH har betydelse, utan även de aggressiva jonernas förmåga att ta sig fram i betongen spelar roll.

Nedbrytning av betong kan också ske i kontakt med svavelväte. Biologiskt svavelväte bildas vid mikrobiologisk nedbrytning av organiska ämnen, och kan förekomma naturligt i t.ex. grundvatten. I organiskt avfall ombildas svavelväte till bl. a. svavelsyra under inverkan av bakterier, svampar och mögel i fuktig miljö. Svavelsyran reagerar med tillgänglig kalk (kalciumhydroxid, kalciumaluminat etc.) i betongen och nya mineraler som ettringiter och thaumasiter bildas. Dessa mineraler är mer porösa och kräver större volym i betongen vilket resulterar i sprickbildning och söndervittring. För avloppsrör av betong anses detta vara speciellt problematiskt.

Beträffande exponeringsklasser för inverkan av miljö definieras, enligt SS EN 206-1, arton olika klasser inom sex olika typer av exponering:

1. Ingen risk för korrosion eller angrepp (X0)
2. Korrosion föranledd av karbonatisering (XC1, XC2, XC3 och XC4)
3. Korrosion orsakad av andra klorider än från havsvatten (XD1, XD2 och XD3 (t.ex. delar av broar, beläggningar och bjälklag i parkeringshus))
4. Korrosion orsakad av klorider från havsvatten (XS1, XS2 och XS3)
5. Angrepp av frysning/upptining med eller utan avisningsmedel (XF1, XF2, XF3 och XF4 (t.ex. väg- och brobanor utsatta för avisningsmedel))
6. Kemiskt angrepp (XA1, XA2 och XA3)

För exponering 6 avses kemiskt angrepp endast i jord och grundvatten, vid temperaturer mellan 5 och 25 °C. Specificerade gränsvärden för exponeringsklass XA3 (grundvatten) listas i tabell 1 nedan. XA3 betecknas som starkt aggressiv miljö enligt tabellen (XA står för chemical Attack). Det mest ogynnsamma värdet för en enskild kemisk komponent bestämmer klassen.

Tabell 1: Gränsvärden för exponeringsklass XA3 (enligt SS EN 206-1, Tabell 2)

Table 1: Limit values for exposure class XA3 (according to SS EN 206-1, Table 2)

Kemisk komponent	Gränsvärden
Sulfat, SO_4^{2-} (mg/l)	> 3000 och $\leq$ 6000
pH-värde	< 4,5 och $\geq$ 4,0
Koldioxid, CO_2 (mg/l)	> 100 upp till mättnad
Ammonium, NH_4^+ (mg/l)	> 60 och $\leq$ 100
Magnesium, Mg^{2+} (mg/l)	> 3000

Rekommenderade gränsvärden för betongsammansättning och egenskaper för betong inom olika exponeringsklasser listas vidare i EN 206-1, Bilaga F. För XA3 rekommenderas: högsta vct 0,45, lägsta tryckhållfasthetsklass C35/45, lägsta cementhalt 360 kg/m³ samt sulfatresistent cement. Som komplement till SS EN 206 används i Sverige emellertid SS 137003, som beskriver kompletterande svenska krav och rekommendationer som fordras eller tillåts. (Här ingår även provningsmetodik och vissa svenska tillämpningar.) Enligt motsvarande rekommendation för gränsvärden i SS 137003 anges: högsta vct 0,40, lägsta bindemedelshalt 200 kg/m³ samt hållfasthetsklass $\geq$ 42,5. Cementhalten bestäms i varje enskilt fall, liksom största tillåtna mängd tillsatsmedel. För vägledning beträffande exponeringsklasser refereras till Betongrapport 11.

I den inledande studien till projektet identifieras klorider, organiska såväl som oorganiska syror, liksom ammoniak och ammoniumjoner som aggressiva mot betong [Boubitsa m.fl. 2010].

Exempel på olika användningsområden för betong i aggressiv miljö är broar, garage och parkeringsdäck, djurstallar och matavfallsanläggningar. I brokonstruktioner utsätts betongen för inverkan från trafik (belastningar, svängningar, mekanisk påverkan m.m.) och klimat (t.ex. stora temperaturvariationer), men även för en rad nedbrytningsprocesser under inverkan av t.ex. vatten, vägsalt och luftföroreningar. Nedbrytningsprocesserna är av mekanisk eller kemisk natur och resulterar i betongskador och armeringskorrosion.

Garage och parkeringshus tillhör kanske den mest utsatta typen av betongkonstruktioner när det gäller armeringskorrosion [Johansson m.fl. 2010]. Korrosionen orsakas av klorider från tösalt som bilarna drar med sig in i anläggningen vintertid. Under torra väderförhållanden torkar det tillförda vattnet bort, medan kloriderna stannar kvar och kloridhalterna i betongen därmed ökar för varje säsong. För beläggningsskikt på parkeringsdäck är slitage och vidhäftningsförluster de största problemen. Betongskador i ett garage kan se ut som i figur 2.



Figur 2. *Betongskador i garage*

Figure 2. *Concrete damage in a garage*

I djurstallar är betong det dominerande golvmaterialet. Betongen bryts även här ned av mekaniskt slitage och kemisk påverkan. Mekanisk förslitning uppstår till följd av påverkan från djurens klövar och från utgödslingsskrapor. Den kemiska påverkan kommer dels från djurens urin som är basisk, vilket påverkar cementens bindning av sandkornen, dels från vissa fodermedel som exempelvis vassle som bildar syror [Sällvik 2005]. Här behövs speciella byggnadstekniska krav på fuktisolering, skydd mot röta och korrosion. Materialen som används måste således kunna motstå mekanisk påverkan och angrepp från kemiskt aggressiva ämnen som urin, gödsel, tvättmedel, fodermedel, mjölksyra m.m. [Dolby m.fl. 1989].

Biologiska behandlingsanläggningar för matavfall är ytterligare ett exempel på betongkonstruktioner med behov av speciella byggnads- och materialtekniska kravspecifikationer för att undvika nedbrytning av betong och armeringskorrosion till följd av kemiska angrepp. Lakvatten från matavfall innehåller relativt höga halter av olika salter och organiska syror (främst ättiksyra), och är som regel relativt surt med pH-värde kring 4 [Boubitsa m.fl. 2010]. Det är, som redan nämnts, känt att organiska syror såsom ättiksyra har en kraftigt nedbrytande effekt på cementpastan i betongen. I lakvattnet finns även andra skadliga komponenter såsom ammoniumjoner, vilka ytterligare kan skada betongen. Vad gäller förväntade temperaturer på lakvattnet och aktuellt underlag ligger själva kompostmaterialets temperatur på cirka 70 °C under nedbrytningsprocessen. I Borlänge komposteringsanläggning har enligt uppgift en lufttemperatur på 66 °C uppmätts 2 meter

över golvet i en av de åtta komposteringsboxarna. Strax över golvet låg temperaturen vid sammat tillfälle på över 50 °C. Vid nyligen genomförda temperaturmätningar i en av boxarna på Atleverket registrerades som mest 52 °C. Tre sensorer placerades längs mitten olika långt in i boxen (på $\frac{1}{4}$ av längden, på mitten och $\frac{3}{4}$ in i boxen). Ett cirka 15 cm tjockt lager flis lades sedan ut på sensorerna följt av kompost som redan hade processats några veckor i en annan box. Komposten hade vid detta tillfälle en kärntemperatur på över 70 °C. I kompostanläggningar används ett lager flis under komposten för att säkerställa korrekt syrestättning i komposten. Däremot finns ingen flis under matavfallet i mottagningshallarna.

Aktuell box på Atleverket visas i figur 3.



Figur 3. Box för temperaturregistrering på Atleverket

Figure 3. Box for a temperature recording at Atleverket

I en nyligen genomförd norsk studie om olika typer av materialproblem i norska anläggningar för avfallshantering har erfarenheter från sex olika anläggningar dokumenterats [Jentoft 2008]. I rapporten ingår bl.a. beskrivningar av olika mikroorganismer och deras inverkan på den kemiska miljön i anläggningen. Skador, inte bara på betong, utan också på metallkomponenter, biofilter, luftkanaler, gummikomponenter, elektrisk utrustning m.m. behandlas. Beträffande betong och skyddsbeläggning på betong konstateras sammanfattningsvis i rapporten att:

- Erfarenheterna av ”syrafast” betong är god i komposteringsboxar och att mottagningsboxar av källsorterat matavfall bör byggas i ”syrafast” betong;
- Syrafast stål tål avfallshantermiljön bra men är dyrt;
- Asfalterade ytor mjuknar under belastning från hjullastare.

Vissa goda erfarenheter av skyddsbeläggning med glasfiber och epoxi refereras till för en av anläggningarna. Varken akrylat, polyurea, polyuretan eller gjutasfalt nämns i rapporten.

Viktigt är att i största möjliga utsträckning undvika byggnadskonstruktioner med hög luftfuktighet, högt innehåll av organiska syror samt kalla ovanytor (tak och väggar), konstateras i rapporten. Detta kan åstadkommas genom mer öppna komposteringsanläggningar, eller om kompostluften kan sugas bort över komposthögar, menar man.

3 Metod

Projektet har genomförts inom de tre delmoment som beskrivs i avsnitten nedan.

3.1 Kunskapsinsamling

Kontakter har tagits med en lång rad tillverkare, experter och entreprenörer angående möjliga produkter för tätskikt/tätskiktssystem på betong i biologiska behandlingsanläggningar. Aktuella teknologier baseras på epoxi, polyuretan, polyurea, akrylat och/eller bitumen(asfalt)-baserade material. Genomgång av litteratur, specifikationer och metodik för liknande applikationer ingår. Speciellt fokuseras på kemikaliebeständighet och slitstyrka, som bedöms vara unikt för dessa anläggningar. Förslag på provlösning för kemikaliebeständighet har tagits fram.

Ett antal tillverkare har tillfrågats om lämpliga system mot bakgrund av resultaten från projekt Waste Refinery 27 (lakvatten, hög temperatur och eventuellt slitage). Produktdatablad har begärts in. Åtta olika system rekommenderas från fem olika tillverkare/expert (Nils Malmgren AB, Zel-Aaren, Elmico, Stirling Lloyd och The Hanson Group LLC).

3.2 Materialteknisk bedömning

I den materialtekniska bedömningen som här avses ingår tre system som använts eller övervägts till biologiska behandlingsanläggningar under senare tid, men före genomförandet av projekt Waste Refinery 27. Bedömningen utgår från redovisade egenskaper och provning enligt tillverkarens uppgift, och jämförs med relevant motsvarande provning och egenskaper för liknande typer av tätskikt på t.ex. broar. Avsikten har varit att se hur väl det går att jämföra olika produkter, avsedda för samma applikation, utifrån nuvarande produktspecifikationer.

Jämförelsen har genomförts i samverkan med respektive produktleverantör (DAB Domiflex AB, Arma coatings och Chesterton).

3.3 Förslag till provningsprogram

Ett förslag till provningsprogram/specifikation har tagits fram. Programmet utformas i enlighet med motsvarande specifikation för broar, men anpassas till de speciella omständigheter som råder vid biologiska behandlingsanläggningar. Speciellt gäller detta den aggressiva lakvattenmiljön och förekommande slitage.

4 Olika typer av tätskikt/skyddsbeläggning till betong

Materialkunskap är nödvändigt för varje konstruktör, entreprenör och/eller beställare.

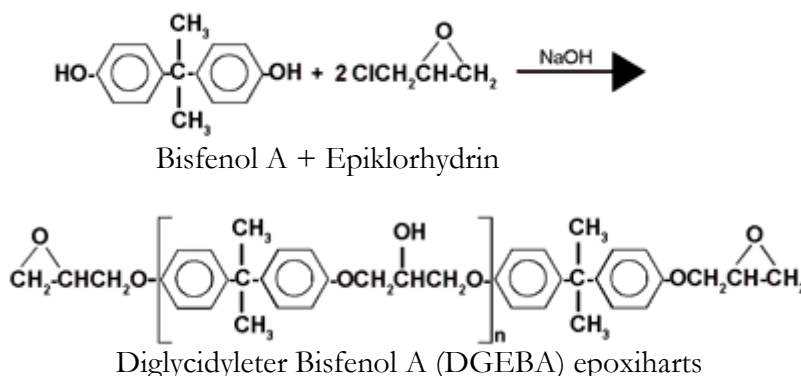
I detta kapitel behandlas ett antal olika typer av tätskiktsmaterial som kan tänkas fungera på betong i biologiska behandlingsanläggningar. Avsikten är att ge viss kunskap om produkternas egenskaper samt för- och nackdelar i olika applikationer. Produkter som behandlas är epoxi, polyuretan, polyurea, akrylat och bitumenbaserade material. För samtliga teknologier gäller att det finns s.k. kemikaliebeständiga produkter på marknaden.

4.1 Epoxiprodukter

Den typ av epoxiharts som används idag inom en rad olika områden, d. v. s. epoxiharts av epiklorhydrin (diglycidyleter) och bisfenol A, framställdes första gången under slutet av 1930-talet. Åran för upptäckten delas mellan schweizaren Dr Pierre Castan och amerikanen Dr S.O. Greenlee. Syftet med utvecklingen av epoxihartser var ursprungligen att finna ett bindemedel som kunde användas i beläggningar för att göra dessa resistent mot alkali [Augustsson 2004].

4.1.1 Kemiska och fysikaliska egenskaper

Epoxiharts framställs således ur epiklorhydrin och bisfenol A, och hartsets molekyylvikt (eller rättare sagt medelmolekyylvikt) beror av förhållandet mellan dessa båda komponenter. Figur 4 visar den avslutande kemiska reaktionsformeln för framställning av epoxi.



Figur 4. Kemiska formler för framställning av epoxiharts [Augustsson 2004].

Figure 4. Chemical formulas for production of epoxy resin [Augustsson 2004].

Det är för övrigt främst molekyylvikten som avgör vad epoxiharts kan användas till. Lågmolekylära hartser kan hanteras utan tillsats av lösningsmedel, och används i första hand till gjutningar, tjocka beläggningar etc. De högmolekylära hartserna, däremot, löses som regel i organiskt lösningsmedel, och används till färg och lack.

För att omvandla epoxiharts till epoxiplast tillsätts en s.k. härdare. Det finns ett antal sådana ämnen, men för härdning kring rumstemperatur används som regel aminer (framförallt di- och polyaminer) eller amider (polyaminoamider). Reaktionen mellan epoxiharts och härdare är en exoterm irreversibel polyaddition, och typen av härdare är avgörande för reaktionshastigheten eller produktens s.k. potlife. Som tumregel gäller att

epoxi som härdar vid rumstemperatur behöver cirka 7 dygn vid +20 °C för att uppnå maximala egenskaper.

Det finns ett femtiotal epoxihartser och hundratals olika härdare som i olika kombination kan resultera i ett mycket stort antal epoxiplastprodukter med varierande egenskaper [Augustsson 2004]. Epoxiplaster kan därtill modifieras med hjälp av spädmedel (för lägre viskositet). Dessa kan vara icke reaktiva (som t.ex. xylene, toluen, alkohol, m.fl.) eller reaktiva (med innehåll av en eller flera epoxigrupper). Det finns emellertid en rad risker förknippade med tillsats av spädmedel. Främst gäller detta icke reaktiva spädmedel som kan orsaka kraftig blåsbildning [Augustsson 2004]. Även t.ex. högmolekylära isocyanater används för modifiering av epoxiplast, liksom pigment (metalloxider) och fyllnadsmedel.

Epoxi utmärks kanske främst av sin förmåga att verka som ett mycket starkt lim mot olika typer av underlag. Andra positiva egenskaper är vattentäthet, kemikalieresistens och mycket goda vidhäftningsegenskaper. Den spricköverbryggande förmågan är däremot som regel liten och brukar tas upp som en svag sida hos epoxi.

Epoxi är tyvärr starkt allergiframkallande varför hudkontakt skall undvikas och skydd för händer, ögon etc. användas vid hantering. Risken för allergi vid hantering av epoxi beror på molekylstorlek. För epoxiharts med lågmolekylärt innehåll är allergirisken större än för epoxiharts utan lågmolekylärt innehåll.

För mer information om epoxiprodukter hänvisas till NM Epoxihandbok [Augustsson 2004].

4.1.2 Användning på betong

Epoxi används ofta som beläggning på betonggolvet i avsikt att skydda mot smuts och kemikalier, och för att göra golvet mer "lätarbetat" vad gäller renhållning. Den enklaste skyddsbehandlingen utgörs av impregnering eller försegling, och utförs med lågviskösa epoxisystem. Tunnskiktsbeläggningar innehåller som regel fyllmedel, för högre slitstyrka, och kan variera i tjocklek upp till kanske 1 mm. Det finns även självutjämnande beläggningar, epoxibetong, betongisolering, epoxiprodukter för limning av ny betong mot gammal betong, lagningssepxi och epoxi för injektering i betongsprickor. En typisk självutjämnande epoxibeläggning för golv som skall tåla stora mekaniska och kemiska påfrestningar bör läggas minst 3 mm tjockt och består av epoxibindemedel (cirka 35 %), kvartssand och pigment [Augustsson 2004]. Epoxibetong innehåller mindre bindemedel än epoxibeläggning, för att undvika eventuella spänningar i gränsskiktet mot betong vid temperaturväxlingar.

4.2 Polyuretan och polyurea

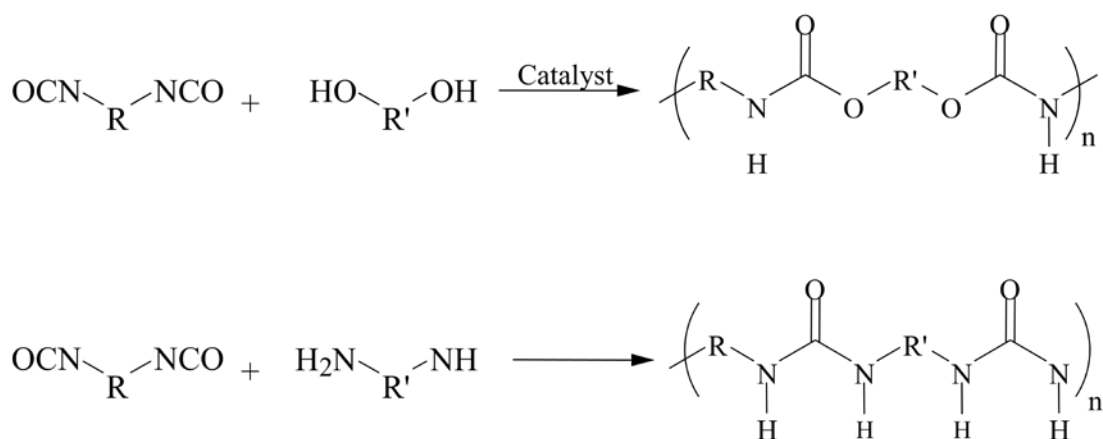
Sprutapplicerad uretan kan kemiskt indelas i tre kategorier. Dessa är polyuretan (PU), polyurea (PUA) samt blandningskombinationer av dessa (PU-PUA hybrider), och beror på typ av isocyanatreaktion. För samtliga system gäller att de kan vara alifatiska, aromatiska eller både alifatiska och aromatiska. Pigment, filler, lösningsmedel och/eller additiv kan tillsättas.

Polyuretaner fås genom polyaddition av di- eller polyisocyanater med en di- eller polyfunktionell alkohol (polyol). De flesta polyuretaner är gjorda från tre startmaterial;

långkedjiga polyoler, diisocyanat och en kedjeförlängare. En polyuretan gjord av dessa material har segmenterad struktur, d. v. s. är en blocksampolymer. Där finns ett mjukt parti med polyoler med svaga krafter inom kedjan, och det finns ett hårt parti som bildats genom en reaktion mellan dioler och diisocyanat. De hårda segmenten har starka krafter i molekyllkedjan såsom vätebindningar och dipoler, som beror på den stora mängden polära grupper. Vad gäller sprutapplicerad polyuretanprodukt skall slutresultatet inte innehålla några urea-grupper. Katalysatorer krävs som regel.

Sprutapplicerad polyurea, däremot, fås när isocyanat reagerar med polyamin. Isocyanaten kan vara monomerbaserad, utgöras av en s.k. prepolymer, en polymer eller en blandning av dessa. Prepolymeren kan innehålla både amin och/eller hydroxylgrupper, medan den andra komponenten (polyamin) bara får innehålla amingrupper. A-komponenten är alltid den del som innehåller isocyanat, och B-komponenten den aminbaserade delen. En hybrid av polyuretan och polyurea i samma produkt erhålls vid reaktion mellan en polyisocyanatkomponent och en blandningskomponent som kan innehålla både hydroxyl- och/eller amingrupper. En eller flera katalysatorer ingår också.

Figur 5 visar kemiska formler för polyuretan respektive polyurea. Polyuretaner har emellertid begränsad användning som tätskikt på grund av produktens fuktkänslighet och bör inte användas om fukthalten på underlaget överstiger 5 % och/eller vid fuktig väderlek [Broekaert 2002, 2004]. I de följande avsnitten behandlas därför endast polyurea.



Figur 5. Kemiska formler för framställning av polyuretan (överst) och polyurea (underst)

Figure 5. Chemical formulas for production of polyurethane (top) and polyurea (bottom)

Teknologin för sprutapplicerad polyurea introducerades under slutet av 1980-talet och användes första gången kommersiellt 1988 [Flanagan m. fl. 2010]. Inledningsvis användes polyurea som skyddslager på polyuretanisolerings för tak, men senare i huvudsak för injektion (RIM som står för Reaction Injection Moulding) och som sprutapplicerad beläggning [Broekaert 2002, 2004]. PDA (Polyurea Development Association) är branschorganisationen som enligt uppgift representerar polyureaindustrin över hela världen. Den bildades år 2000. Dess motsvarighet för Europa benämns PDAE och registrerades i juni 2007 [Hohberg 2009].

Kostnaden för system med polyurea har betraktats som ett problem, eftersom råmaterialens pris är högt, och dyr initial investering i utrustning dessutom krävs [Broekaert 2004]. Ett exempel på användning i Sverige är nya Bottniabanan.

4.2.1 Kemiska och fysikaliska egenskaper

Polyurea framställs således ur isocyanat och polyamin. Standardprodukter av polyurea är generellt uttryckt hårda och flexibla, har hög smältpunkt och är som regel resistent mot nedbrytning av olika slag, kemisk attack och oxidation. Emellertid har syrabeständighet ibland tagits upp som en svag sida hos polyurea [Scott 2010]. Produkten härdar snabbt, även vid mycket låga temperaturer, och är inte fukt känslig. Som reaktivt spädmedel för polyurea kan propylenkarbonat tillsättas, dock inte om vatten finns närvarande [Broekaert 2002, 2004].

Typiska fysikaliska egenskaper som kan förväntas för en polyureaprodukt enligt specifikation listas i tabell 2.

Tabell 2: Typiska fysikaliska egenskaper för polyurea enligt specifikation [Broekaert 2004]

Table 2: Typical physical properties for polyurea according to specification [Broekaert 2004]

Egenskap	Specifikation	Resultat
Gelningstid (s)		1-20
Spårfri (s)		3-120
Hårdhet, Shore A	DIN 53505	50-100
Hårdhet, Shore D	DIN 53505	10-75
Draghållfasthet (N/mm ²)	DIN 53504	10-30
Brottöjning (%)	DIN 53504	20-800
Rivhållfasthet (N/mm)	DIN 53515	50-125
Rivhållfasthet (N/mm)	DIN 53507	20-60
Slitstyrka (mg)	ASTM D4060-90	150-500
Slaghållfasthet (kJ/m ²)	ISO 180	50-100 vid -20 °C
Böjtest (N/mm ²)	ASTM D790	50-600

Råmaterial som påverkar polyureans egenskaper är:

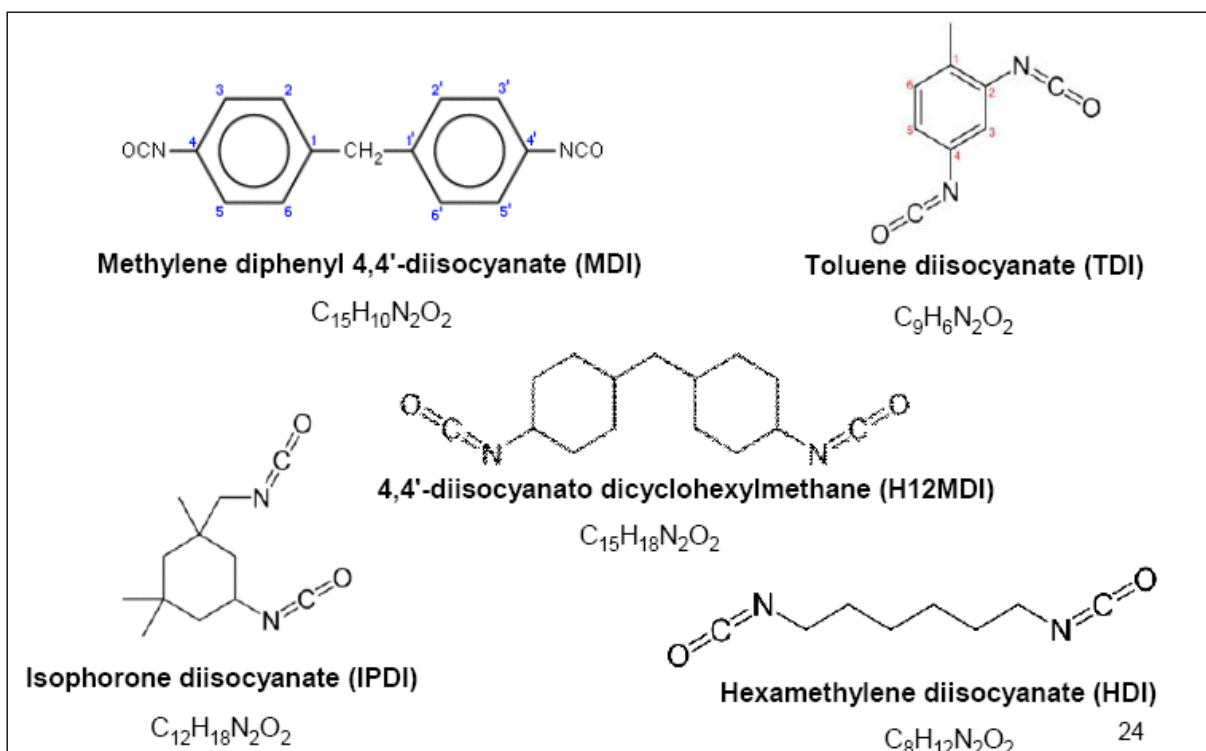
- typ av isocyanat (MDI, TDI, HDI, IPDI)
- typ av amin (polyeteraminer, primära aminer och sekundära aminer)
- additiv (UV stabilisator, flytmedel, pigment)

En isocyanat är således en molekyl utrustad med en funktionell, d. v. s. reaktiv, grupp bestående av kväve, kol och syre (NCO). Denna grupp reagerar gärna med andra molekyler såsom aminer, vatten, hydroxyl- och karboxylgrupper. Isocyanaten kan, som redan nämnts inledningsvis i detta kapitel, vara aromatisk eller alifatisk, och föreligger vanligtvis i delvis förreagerad form. Aromatiska isocyanater är i allmänhet billigare och mer mångsidiga. Alifatiska isocyanater används om UV-stabilitet krävs, men är dyrare, reagerar långsammare och är potentiellt mer giftiga än aromatiska isocyanater. Den mest vanliga isocyanaten är MDI (difenylnmetan diisocyanat) som är aromatisk och används i standardprodukter av polyurea. Halten NCO varierar beroende på önskade egenskaper hos slutprodukten (som t.ex. viskositet). Isocyanat av typ TDI (toluen diisocyanat) är också aromatisk, medan HDI (hexametylen diisocyanat) och IPDI (isoforon diisocyanat) är alifatiska. Figur 6 visar de olika typerna av isocyanat.

Beträffande olika typer av aminkomponent används t. ex alifatisk polyeteramin för mer mjuka och töjbara material, och sekundära aminer för lite längre gelningstider, bättre vidhäftning och utflytning [Hanson 2010]. Som kedjeförlängare i aromatisk polyurea till sprayprodukter används ofta DETDA (dietyl-toluendiamin). Kedjeförlängaren bidrar till polyureans styvhet och värmebeständighet. Det finns ytterligare ett stort antal kedjeförlängare och additiv för olika behov och specialprodukter.

Blandningsprocessen är av oerhört stor betydelse för sprutapplicerad polyurea. Eftersom blandningstiden är kort och produktens härdningshastighet mycket hög krävs att blandningen utförs under tryck (mellan 150 och 250 bar), liksom att viskositeten är tillräckligt låg (under 100 mPa s) vid appliceringstemperatur [Broekaert 2002, 2004]. Utvecklingen av appliceringsutrustning för polyurea går ständigt framåt och det finns en rad olika varianter beroende på typ av applicering. Specialutbildad personal iförd adekvat skyddsutrustning är ett måste i sammanhanget [Hearon 2010].

För ytterligare information om polyurea hänvisas till en State of the Art rapport [Hohberg 2009].



Figur 6. Olika typer av molekylopsättningar i isocyanat [Dries 2010]

Figure 6. Different types of isocyanate building blocks [Dries 2010]

4.2.2 Användning på betong

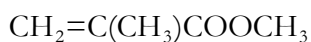
Lämpliga primerprodukter för polyurea på betongunderlag kan för torr betong utgöras av akryl, epoxi eller polyuretan, medan akrylatbaserad primer visat sig fungera bäst för fuktigt betongunderlag [Broekaert 2004].

4.3 Akrylatbaserade produkter

Ett användningsområde för metylmetakrylat (MMA) är inom ytbehandling och impregnering av olika slag där t.ex. färgstabilitet, slitstyrka och snabb härdningstid är av stor betydelse. MMA producerades första gången i mitten på 30-talet med hjälp av teknologi som utgick ifrån aceton och cyanväte. Idag finns även en rad mindre vanskliga MMA-processer. MMA kan tillverkas ur t.ex. metylpropionat och formaldehyd eller ur etylen, metanol och koloxid. Största användningen är ändå till polymetylmetakrylat (PMMA, produktnamn Plexiglas). Ett annat stort användningsområde är i husfärg.

4.3.1 Kemiska och fysikaliska egenskaper

MMA är en färglös, flyktig och lättantändlig vätska med stark lukt som kan vara mycket irriterande för ögon, näsa och hals. Den kemiska formeln för denna monomer är:



Till produktens starka sidor räknas: hög repåhållfasthet och slitstyrka, snabb härdningstid samt mycket god färgstabilitet. Till produktens svagare sidor brukar räknas: stark lukt, känslighet för höga temperaturer och fukt samt risken för krympspänningar.

MMA-produkten härdar genom tillsats av en peroxid som sätter igång en s.k. radikalreaktion. I ren form utvecklar akrylaten då endast koldioxid och vatten.

Elastiska akrylater kan ha tillsats av polyuretan. Härdningstiden är kort men reaktionen kan inhiberas av fukt och luft. Eftersom flampunkten är låg (under 23 °C) betraktas produkten som brandfarlig i samband med applicering. Uppvärmning och kontakt med öppen eld skall således undvikas helt.

4.3.2 Användning på betong

Lämplig primerprodukt till MMA beläggning är som regel MMA. Rekommenderad utläggningstemperatur kan variera mellan 0 och 50 °C.

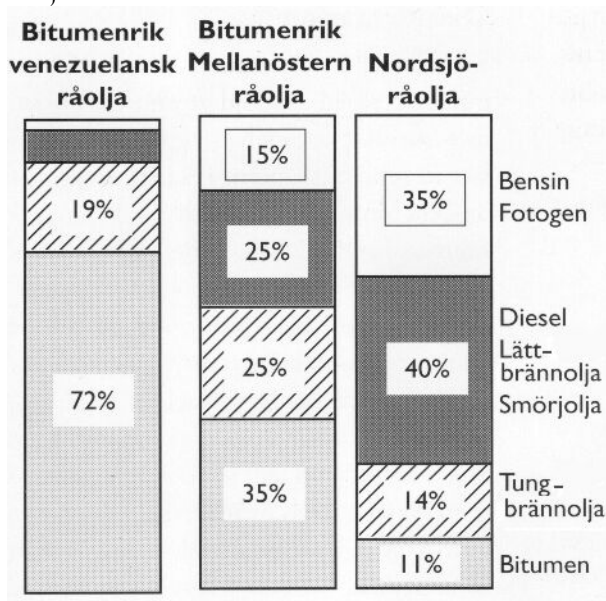
4.4 Bitumenbaserade produkter

Här behandlas två typer av bitumenbaserade tätskiktsprodukter; bitumenmatta och asfaltmastix. För betongbroar och parkeringsdäck i Sverige används huvudsakligen polymermodifierade produkter, d. v. s. det bituminösa bindemedlet (bitumenet) som ingår i produkterna är modifierat med polymer, vanligen av SBS (Styren Butadien Styren)-typ. Tätskikten kan beläggas med asfaltbeläggning. Olika typer av bind- och slitlager väljs beroende på t.ex. trafikbelastning.

Bitumen beskrivs mycket kort i avsnittet nedan.

4.4.1 Bitumen

Bitumen är det svarta klistor som binder ihop asfaltbeläggningar till t.ex. vägar och flygfält. Bitumen används också för andra applikationer såsom tätskikt, golv och fogmassor. Nästan all bitumen framställs ur råolja. Beroende på ålder och betingelser vid råoljans bildning kan den emellertid ha varierande sammansättning, och långt ifrån alla råoljor lämpar sig för bitumentillverkning. De tunga råoljorna innehåller vanligtvis mycket bitumen, medan de lätta råoljorna innehåller mycket bränslen. Råoljor av s.k. naftenbastyp ger i allmänhet ett högt utbyte av bitumen, som samtidigt ofta är av hög kvalitet. Figur 7 visar olika typer av råolja.



Figur 7. Olika typer av råolja
Figure 7. Different types of crude oil

Ur kemisk synvinkel är bitumen ett mycket komplext system bestående av i huvudsak kol och väte (90-95 %). Resterande 5-10 % utgörs av s.k. heteroatomer (kväve, syre och svavel). Spår av metaller (som vanadin, nickel, järn, magnesium och kalcium) förekommer dessutom i form av t.ex. oorganiska salter och oxider. Mängd och typ av heteroatomer i ett bitumen speglar den ursprungliga råoljan (oljorna) liksom bitumenets åldringsstatus. Heteroatomerna (speciellt svavel) spelar en viktig roll för bitumenets åldring, eftersom de är mer kemiskt reaktiva än resterande kolväten. Funktionella grupper som C=O (karbonyl), S=O (sulfonyl), N-H (amid) och COOR (karboxyl) ingår i bitumenets molekylsystem.

Bitumen reagerar inte kemiskt med vatten vid rumstemperatur, däremot absorberar bitumen mycket små mängder vatten (0,001 - 0,01 vikt %). Detta orsakas troligen av små mängder vattenlösliga oorganiska salter eller filler i materialet. Vanligt bitumen är vidare resistent mot milda kemikalier men reagerar med aggressiva kemikalier såsom koncentrerad svavelsyra, salpetersyra och saltsyra. Utspädda syror kan ibland orsaka en viss förhårdning av bitumen, medan utspädda baser ibland orsakar emulgering av bitumen som ett resultat av reaktion med naftensyror. Elementärt svavel reagerar med bitumen vid högre temperaturer (över 150 °C) under bildning av svavelväte. Däremot är det svavel som sitter bundet i bitumenmolekylerna så hårt bundet att betydligt högre temperaturer erfordras för

att svavelväte skall kunna bildas (mer än 280 °C). Bitumen är fullständigt löslig i en del aromatiska och klorerade lösningsmedel som t.ex. toluen och metylenklorid. Det vanligaste är dock att bitumenet är endast delvis lösligt vilket är fallet med de flesta organiska lösningsmedel. Bitumen är olösligt i vatten, formamid, glycerin och dietylenglykol. Känsligheten för organiska lösningsmedel får stor praktisk betydelse i de fall bitumen utsätts för t.ex. spill av bränsle eller olja från fordon eller flygplan. Kemikaliebeständigheten hos bituminösa beläggningsmaterial (t.ex. gjutasfalt) kan emellertid förbättras avsevärt med polymermodifierat bindemedel, syrafast stenmaterial och skyddande granulat på beläggningsens ovanyta. Bituminösa beläggningar skall som regel inte skyddsbehandlas med t.ex. hårdplastprodukter som polyurea eller polyuretan då risken för vidhäftningsförluster mellan materialen är stor.

4.4.2 Tätskiktsmatta och Asfaltmastix

Tätskiktsmattan består som regel av armerande stomme med polymerbitumen på båda sidor. Stommen är ofta av polyester och impregnerad med impregneringsbitumen. Enligt Trafikverkets kravspecifikation (se kapitel 7) skall armeringen vara placerad i mattans övre del, eftersom mattan skall svetsas fast mot underlaget. I polymerbitumenet ingår ofta filler för bättre stabilitet. Figur 8 visar svetsapplicering av tätskiktsmatta på en betongbro (Öresundsbron).

Tätskikt med asfaltmastix består, enligt svenska specifikationer, av polymermodifierat bitumen, filler och sand, och utförs 10 mm tjockt på gasavledande glasfibernet.

För broar och parkeringsdäck beläggs matta eller mastix med gjutasfalt eller asfaltbetong.



Figur 8. Svetsapplicering av bitumenmatta
Figure 8. Torch-welding of bitumen sheet

4.4.3 Användning på betong

Försegling med epoxi har rekommenderats som säkraste sättet att undvika blåsbildning i samband med utläggning av bituminösa tätskikt på betong. Trafikverket förordar emellertid idag primerbehandling med diffusionstät primer. MMA (metylmetakrylat) föredras framför epoxi.

5 Om förbehandling av betongunderlag

Vikten av ett bra betongunderlag inför appliceringen av ett tätskikt eller tätskiktssystem kan inte nog understrykas. Vidhäftningen till betongen blir nämligen aldrig bättre än betongens egen ytdraghållfasthet, och förarbetet är därför av avgörande betydelse. I förarbetet ingår rengöring. Alla föroreningar (som damm, olja, fett och kemikalier) måste avlägsnas liksom eventuell betonghud och betonghårdare. Detta kan genomföras med slipning, fräsning och/eller blästring. Dammsugning eller vattenspolning kan vara nödvändigt för att få en riktigt ren betongyta med god möjlighet för en primerprodukt att tränga ner i betongen. I vissa fall kan tvättning med utspädd saltsyra användas för att ta bort betonghud, men detta är en riskfylld process som kräver stor noggrannhet i ett flertal avseenden. Även lagning av skador i betongen är problematiskt och måste utföras med stor noggrannhet och anpassade reparationsprodukter. Ett sätt kan vara med hjälp av specialkomponerat epoxilim och nytt reparationsbruk.

Betongytan måste vidare vara stark nog för tätskiktet, så att t.ex. inte eventuella spänningar som kan uppstå i gränsskiktet mellan beläggning och betong ger upphov till vidhäftningsförlust, och beläggningen därmed lossnar från betongen. Ytdraghållfastheten hos betongunderlaget skall därför bestämmas på plats.

Yttemperatur och fuktförhållanden är andra viktiga faktorer att ta hänsyn till i strävan mot ett gott beläggningsresultat. Yttemperaturen kan i många fall ha avgörande betydelse för härdningstiden hos ett plastmaterial. Beträffande primerprodukter i det aktuella sammanhanget är epoxi vanligtvis mest temperaturkänsligt och akrylprimer minst känsligt. För att inte riskera att fukt bildas på en betongyta under utläggningsarbetes gång bör yttemperaturen ligga minst 3 °C över daggpunkten (den temperatur vid vilken luften är fuktmättad och fukten därmed kondenserar som vatten).

Att förse ett betongunderlag med skyddsbeläggning kan i många fall vara dyrt och det är därför viktigt att det blir rätt från början.

5.1 Varför primer?

Betong skall som regel alltid primerbehandlas/förseglas innan skyddsbeläggning av något slag kan genomföras. Behandlingen utförs för att öka vidhäftningen mellan underlag och beläggning. Primern förväntas tränga ner i betongen och väta underlaget (låg viskositet), ha en viss fuktavvisande och dammbindande effekt samt eventuellt kunna reducera blåsbildning i samband med sprutförfarande [Abbott 2010]. Primer och skyddsbeläggning skall vara anpassade till varandra och utgöra ett fullt utprovat system beroende på typ av objekt och applicering.

Det finns en rad olika typer av primerprodukter för skyddsbehandling av betong, såsom epoxiprimer, uretanprimer och akrylprimer. Även bitumenbaserade primerprodukter används för bituminösa tätskiktssystem.

Epoxiprimer är vanligtvis ett tvåkomponentsystem. Primerprodukten kan vara lösningsmedelsfri, innehålla lösningsmedel eller vara vattenemulgerad. Det finns för- och nackdelar för samtliga varianter. Generellt för epoxiprimer gäller emellertid att härdningstiden är starkt beroende av temperaturen och att denna bör ligga på minst cirka

10 °C. För vattendispergerad epoxiprimer är karbonatisering som regel inget problem, men härdningstiden kan bli lång och behandlingen kan behöva upprepas flera gånger. Om epoxiprimer används tillsammans med beläggningsskikt av polyurea formuleras den ofta så att den är kemiskt reaktiv tillsammans med polyurea för att öka vidhäftningen [Abbott 2010].

Uretanprimer kan utgöras av en eller två komponenter och, liksom epoxiprimer, vara lösningsmedelsfri, innehålla lösningsmedel eller vara vattenemulgerad. Primern härdar, till skillnad från epoxi, bra även vid låga temperaturer, men är ändå starkt beroende av både fukt och temperatur.

Akrylprimer utgörs av en komponent och kan vara antingen lösningsmedelsbaserad eller vattenbaserad. Den torkar mycket snabbt men har som regel sämre vidhäftning än epoxiprimer såväl som uretanprimer. Den är billigare än epoxi och uretan.

Bitumenprimer har länge använts till tätskikts- och beläggningssmaterial med bituminös bitumenmatta eller asfaltmastix. Bitumenprimern består som regel av polymermodifierad bitumen, lösningsmedel och vidhäftningsmedel. Primern har under senare tid kritiserats av Vägverket (numera Trafikverket) bl. a. i samband med blåsbildningsproblematik på broar. En bitumenprimer kan förvisso vara kemiskt kompatibel med en bituminös tätskiktsbeläggning, men problem kan uppstå ändå [Edwards 2010].

6 Förslag på produkter från branschen

I detta kapitel beskrivs i korthet ett antal produkter/beläggningssystem som på förfrågan från projektet föreslagits av branschen för just matavfallsanläggningar. Förslagen har tagits fram av tillverkaren med kännedom om de resultat och analyser som redovisats i förstudien [Boubitsa 2010]. Produktdatablad har begärts in och bilagts denna rapport.

Enligt tillverkaren bör dock i samtliga fall specifik provning i lakvatten genomföras innan produkten används för aktuellt ändamål.

6.1 Epoxisystem

6.1.1 Epoxi - NM Silo 556

Systemet är ett s.k. NM Tanksystem som bl. a. utförs som invändig beläggning i betongcisterner för grisfoder.

För matavfallsanläggningar föreslås följande [Augustsson 2010]:

- Primerbehandling med NM Grundering BP50 Super i tre skikt. Primern är enligt uppgift diffusionsöppen (och avsändas inte). Alternativt kan ett vattenfritt alternativ tas fram.
- Epoxiskikt med NM Silo 556/H40.
- Armering av glasfiberväv för att förhindra sprickbildning. För golv rekommenderas två skikt glasfiberväv.
- Epoxiskikt med NM Silo 556/H40 i ytterligare ett skikt.

Systemet bör efter härdning kontrolleras med avseende på eventuella porer. Om antalet upptäckta porer överstiger ett visst antal läggs ytterligare ett lager epoxi ut. Lokala kompletteringar kan även föreskrivas.

Härdaren H40 är enligt uppgift alifatisk och cykloalifatisk. Den ersätter en tidigare härdare med innehåll av aromater (Diamino Diphenyl Methane, DDM). Med DDM som härdare blir epoxiplasten mer resistent än med den nuvarande härdaren. Men DDM togs ur sortimentet av märkningsskäl, eftersom den anses vara mer hälsovådlig. Den kan emellertid få användas också i framtiden för specifika objekt, men då krävs, enligt uppgift, specialtillstånd från Länsstyrelsen.

Produktdatablad finns i bilaga A.

6.1.2 Epoxi - Con Seal

Con-Seal är ett system som bl. a. används för att skydda betongen på uppställningsplattor för flygplan (tankning och laddning). Det finns t.ex. på Kallax F21 och Arlanda flygplatser som skydd mot de kemikalier som används där. Systemet rekommenderas även för matavfallsanläggningar [Linde 2010].

Produktdatablad finns i bilaga B.

6.1.3 Epoxipolysulfid – Permare EP

Permare EP är ett tvåkomponentsystem med hög slitstyrka och beständighet mot olika typer av kemikalier. Påverkan i en rad kemikalier (efter kort tids nedsänkning vid rumstemperatur) redovisas för produkten. Ättikssyra ingår emellertid inte bland redovisade kemikalier. Produkten har föreslagits av Stirling Lloyd.

Produktdatablad finns i bilaga C.

6.2 Polyureasystem

6.2.1 Micorea S3

Systemet är ett polyurea standardsystem som bl. a. använts på järnvägsbroar längs Botniabanan.

För matavfallsanläggningar föreslås följande [Michelson 2010]:

- Primerbehandling med Micopox P och avsändning med torr ren sand, 0,4-0,8 mm.
- Polyureaskikt med Micorea S3, 3-4 mm beroende på slitage.

Polyurean appliceras med hjälp av specialspruta, och det är mycket viktigt att beläggningen blir porfri. Micorea är att betrakta som ett högelastiskt tätskikt.

Produktdatablad och arbetsbeskrivning finns i bilaga D.

6.3 Akrylatsystem

Totalt fyra system baserade på MMA-teknologi har föreslagits av Stirling Lloyd [Birley 2010]. Dessa är Safetrack SC, Decseal, Safetrack HW och Bridgemaster. Kemikaliebeständighet mot syraangrepp tas inte upp i respektive produktdatablad. Generellt bedöms emellertid Stirling Lloyds metylmetakrylatprodukter (enligt egen provning) ge ett utmärkt skydd mot spill och läckage av syror och baser. Vid provningen lagras provbitar 4 veckor vid 23 °C i respektive medium, varefter draghållfastheten provas och jämförs mot ursprungligt värde. Draghållfastheten får härvid inte avvika med mer än 20 %. Enligt denna provning är aktuella metylmetakrylatbeläggningar delvis resistenta mot 10 %-ig myrsyra (men inte beständiga mot 30 %-ig myrsyra), liksom resistenta mot 10 %-ig ättikssyra (och delvis resistenta mot 30 %-ig ättikssyra). Produktdatablad finns i bilaga E.

6.3.1 Safetrack SC och Safetrack HW

Safetrack SC är ett snabbt härdande trekomponentsystem med god slitstyrka och goda friktionsegenskaper. Systemet används som beläggning på parkeringsytor, gång- och cykelvägar. Produkten beskrivs som resistent mot t.ex. motorolja, diesel och avsningsmedel. Syrapåverkan tas inte upp bland produkttegenskaper.

I Safetrack HW ingår stenmaterial, och slitstyrkan är högre än för Safetrack SC. Den används även som högtrafikerad vägbeläggning.

6.3.2 Decseal

Decseal utgörs av ett kombinerat tätskikts- och beläggningssystem, avsett för applikationer som parkeringsdäck och gångbroar. Slitlager (Decseal Wearing Course) kan även ingå.

6.3.3 Bridge master

Systemet läggs i ett lager med avsandning och försegling. Tjockleken anpassas beroende på trafikbelastning, från gångtrafik till fordonstrafik. Kemikaliebeständighet tas inte upp bland redovisade egenskaper.

6.4 Bitumenbaserat system

Som bitumenbaserat system rekommenderar GAFS tätskiktsmatta med gjutasfalt (PGJA) för golvapplikationen [Kinnmark 2010]:

- Primerbehandling med lämplig epoxi- eller MMA primer
- Svetsapplicerad tätskiktsmatta (5 mm) enligt Trafikverkets kravspecifikation för betongbroar, VVTBT (se avsnitt 7.1)
- Polymermodifierad gjutasfalt med syrabeständigt stenmaterial

Tätskiktsmattan förseglas mot väggyta med kantförsegling, d. v. s. tixotrop epoxiprodukt som uppfyller ställda krav enligt VVTBT (bilaga B, tabellerna 1-3 och 5).

Produktdatablad för syrabeständig gjutasfalt finns i bilaga F.

6.5 Övriga system

I anslutning till PDA konferens i Orlando våren 2010 inkom efter diskussion kring just matavfallsanläggningar bl. a. nedan beskrivna förslag på lämplig produkt.

I anslutning till PDÄE konferens i Sitges senare samma år kom ytterligare förslag på polyureaprodukter. Dessa behandlas inte i denna rapport.

6.5.1 Warrior 260

Produkten anses utgöra nästa generation fenolbaserade produkter, och beskrivs som extremt kemikaliebeständig och slitstark. Den jämförs i produktdatablad (bilaga G) med typisk polyureaprodukt. Produkten har använts under många år och är patenterad. Teknologin ägs av The Hanson Group LLC och tillverkningen sker i Georgia, USA.

7 Specifikationer och krav för skyddsbeläggning på betong

Det finns en serie europeiska standarder rörande produkter och system för skydd och reparation av betongkonstruktioner (EN 1504, Del 1-10). I en av delarna (EN 1504-9) behandlas allmänna principer för val av produkter och system. Beträffande skyddsbehandling mot kemikalier (Princip 6 i standarden) hänvisas till EN 1504-2 Surface protection systems for concrete. Inom EN 1504-2 refereras till en mängd standarder för karaktärisering av olika typer av system, varav många kan hänföras till produktionskontroll. Det finns emellertid även t.ex. olika trafikbelastningsklasser, liksom olika klasser för ånggenomsläpplighet, vidhäftning, spricköverbryggande förmåga samt slagtålighet. För kemikalieresistens ingår här EN 13529 och för slitstyrka nötning med Taber Abraser, med hänvisning till SS EN ISO 5470-1 för coatings. Kemikalieresistens och nötning behandlas mer ingående i avsnitten 7.4 respektive 7.5.

Det finns därutöver en rad specifikationer för tätskikts- och/eller skyddsbeläggning till betong inom olika mer specifika användningsområden. Relevanta tillgängliga specifikationer i detta sammanhang rör tätskikt till vägbroar och järnvägsbroar. Specifikationer för parkeringsdäck saknas i egentlig mening, men för bituminösa system kan motsvarande som för broar användas.

7.1 Specifikationer för svenska vägbroar

Inom f.d. Vägverket har huvudsakligen två typer av tätskikt använts på betongbroar, polymermodifierad asfaltmastix och polymerbitumenmatta. I ett system med polymermodifierad gjutasfalt (PGJA) på mastix eller matta räknas också gjutasfalten som tätskikt.

För tätskikt med asfaltmastix enligt VVTBT Tätskikt på broar 09 (tidigare BRO 2004) föreskrivs ett 10 mm tjockt skikt av polymermodifierad asfaltmastix på gasavledande glasfibernät. Krav beträffande produktens sammansättning anges bl. a. i form av fastlagda gränsvärden vid proportionering av asfaltmastixprodukten. Mastixen skall uppfylla krav enligt SS-EN 12970 (som emellertid står inför omarbetning och harmonisering). Problem med tätskikt av asfaltmastix kan uppstå om glasfiberväven blir inbäddad i tätskiktet eller om gasutloppen är täta så att de inte får avsedd gasavledande verkan.

För tätskikt med isoleringsmatta föreskrivs matta bestående av en armerande stomme med polymerbitumen på båda sidor. Krav beträffande produktens sammansättning och egenskaper anges. Polymermodifierade bitumenmattor med tillhörande kravspecifikation introducerades i Sverige med Bronorm 88, som ett resultat av ett omfattande forskningsprojekt mellan Vägverket och VTI (Statens väg- och transportforskningsinstitut) under perioden 1985-1988. Samtliga av Vägverket idag godtagna mattor är högkvalitativa 5 mm tjocka SBS-modifierade bitumenmattor som svetsas i ett skikt mot det primerbehandlade underlaget. Problem med blåsbildning kan uppstå vid tätskikt med polymerbitumenmatta på betongunderlag. Betongens kvalitet, stora variationer i ångtryck i betongen strax under isoleringen, vädersituationen samt utförandekvalitet är parametrar som har betydelse för uppkomsten av blåsor mellan tätskiktet och betongen. Primern har avgörande betydelse (se kapitel 5). Enligt BRO 2004 utfördes förbehandling av betongen med primer av bitumenlösning. Försegling med epoxi i två skikt ger avsevärt mindre risk för blåsbildning, men har på senare tid fasats ut på grund av hälso- och miljöskäl. I

entreprenader med utförandeavtal från och med april 2010 skall primer av metylmetakrylat användas.

Flytande tätskikt av sprutapplicerad typ har normalt inte använts på vägbroar av betong i Sverige. Detta grundar sig delvis på negativ erfarenhet från provläggning (t.ex. ett sprutapplicerat polyuretansystem som lades ut på SJ-bro F529 vid Sävsjö 1988 [Colldin 1990]), men också på det faktum att ingen relevant teknisk kravspecifikation existerat (motsvarande den för tätskiktsmattor). För nämnda provbro uppstod bl. a. kraftig blåsbildning till följd av vattenabsorption i polyuretanskiktet, uppmätta tjocklekar varierade kraftigt liksom vidhäftningen.

På brobaneplattor av stål kan däremot tätskiktet utformas som epoxi, akrylat eller isoleringsmatta. Ingen egentlig kravspecifikation finns för akrylat- polyuretan- eller polyureabaserade produkter.

7.2 Specifikationer för svenska järnvägsbroar

F.d. Banverkets tekniska specifikation för sprutapplicerade tätskikt på järnvägsbroar var under många år endast allmänt formulerad kring ett antal funktionskrav som skulle uppfyllas genom provning enligt ”vedertagna” provningsmetoder, vilket gjorde det svårt att utvärdera olika produkters lämplighet. Olika provningsmetoder kunde således användas av tillverkare för olika system, och redovisade provningsresultat var som regel inte direkt jämförbara.

En ny specifikation formulerades senare kring i huvudsak samma funktionskrav. För flytande/sprutapplicerade system togs en helt ny specifikation fram, medan Vägverkets kravspecifikation(er) tillämpades för andra typer av tätskikt till broar. Den nya kravspecifikationen för flytapplicerade elastiska tätskikt kom att ingå som Bilaga BV 6-1 i BV Bro, utgåva 9.

Efter Trafikverkets bildande samordnas specifikationerna för väg- och järnvägsbroar.

7.3 ETAG 033

Både CEN (Comité Européen de Normalisation) och EOTA (European Organisation for Technical Approvals) är involverade i arbete med att harmonisera specifikationer och provningsmetodik inom området tätskikt för brodäck av betong. En s.k. ETA (European Technical Approval) kan tas fram för en viss produkt i det fall ingen relevant harmoniserad EN-standard finns eller planeras för produkten i fråga. Skillnaden mellan EOTA och CEN vad gäller tätskikt för broar är att EOTA behandlar flytande system medan CEN behandlar mattsystem.

ETAG 033 är ett sådant regelverk/guideline som har tagits fram inom EOTA för flytande system som sprutas eller sprids ut på annat sätt på brodäcket, i ett eller fler lager, till ett sammanhängande vattentätt tätskikt. Normalt förväntas tätskiktet inte bli utsatt för direkt trafik eller ballast. Riktlinjerna baseras på relevant existerande kunskap och provningserfarenhet för denna typ av produkt. Existerande EN-metoder från CEN TC 254 WG6 (Flexible sheets for waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles) anges i största möjliga omfattning, men även andra EN- eller ISO-metoder har tagits med. Ett antal tekniska rapporter (EOTA TR) har

sammanställts som stöd- och referensdokument till riktlinjerna. Tätskiktets livslängd antas av EOTA uppgå till minst 25 år, baserat på vad man vet idag, men kan i verkligheten bli betydligt längre.

Ett sjunde utkast av ETAG 033 har varit ute på remissomgång och nyligen fastställts.

System som används under ballast ingår inte, men systemen kan inkludera skyddslager, armering (som väv) och andra nödvändiga produkter (som primer och tack coat (klisterprodukt)). Produktsystem som anses relevanta i sammanhanget baseras på en eller flera av följande teknologier:

- Akrylat
- Epoxi
- Polyester
- Polyurea
- Polyuretan

Systemen indelas i tre olika användningskategorier:

- A, med överliggande bituminöst beläggningslager (tre olika typer) alternativt ett icke bituminöst lager, samt i samtliga fall avsett för trafikbelastning;
- B, utan överliggande lager (exponerat) och avsett bara för fotgängare och cykeltrafik;
- C, utan överliggande lager (exponerat) och ingen trafik.

Avsett temperaturområde under användning ligger mellan -40 och +60 °C.

Vad gäller t.ex. halkrisk refereras till EN 13036-4 (friktionspendel), men för slitstyrka finns ingen specifik nötningsmetod.

För kemikalieresistens mot olja, bensin, diesel, avisningsmedel, m.m. skall tillverkaren helt enkelt deklarerat att systemet behåller sina egenskaper efter aktuell exponering.

Överlag är denna Guideline mycket generellt utformad och i detta sammanhang därför något svår att använda.

7.4 Kemikalieresistens

De mest kemiskt aggressiva miljöerna för betonggolv anses förekomma inom mat- dryck- och farmaceutisk industri [Bayne 2006]. Biologiska behandlingsanläggningar kan också inordnas i denna kategori av mycket kemiskt aggressiva miljöer där speciell skyddsbehandling av betongen krävs. För att kunna specificera rätt typ av produkt(er) för dessa miljöer måste exponeringsförhållandena uppenbart tas i noggrant beaktande. För biologiska behandlingsanläggningar handlar den kemiska exponeringen i värsta fall om aggressivt lakvatten vid temperaturer upp till 70 °C. Lakvattnet från svenska anläggningar har, som tidigare nämnts, lågt pH-värde och innehåller relativt höga halter av olika salter och organiska syror (främst ättiksyra). I en specifikation för produkter som skall användas till skyddsbehandling av betong mot lakvatten från matavfall bör således framgå att denna är kemiskt resistent mot just lakvatten, samt hur detta provats och bedömts.

7.4.1 Förekommande krav och provningsmetodik

Resistens mot kemisk attack kan, beroende på typ av material, bestämmas på olika sätt. För tätskikt av hårdplast innebär provning av kemikaliebeständighet som regel att provbitar av produkten sänks ner i provningsmediet vid rumstemperatur under specificerad tid. Efter avslutad lagring bedöms provet visuellt eller med avseende på t.ex. förändring i hårdhet. (Jfr. avsnitt 6.3.)

Det finns ett behov av att utveckla funktionsrelaterade kriterier för utvärdering av skyddsbeläggningar på betong, liksom guidelines/regler för val av beläggning för olika exponeringsförhållanden [Aguiar et al. 2008]. I avsnitten nedan diskuteras metod enligt SS EN 13529 för skyddsbehandling på betong.

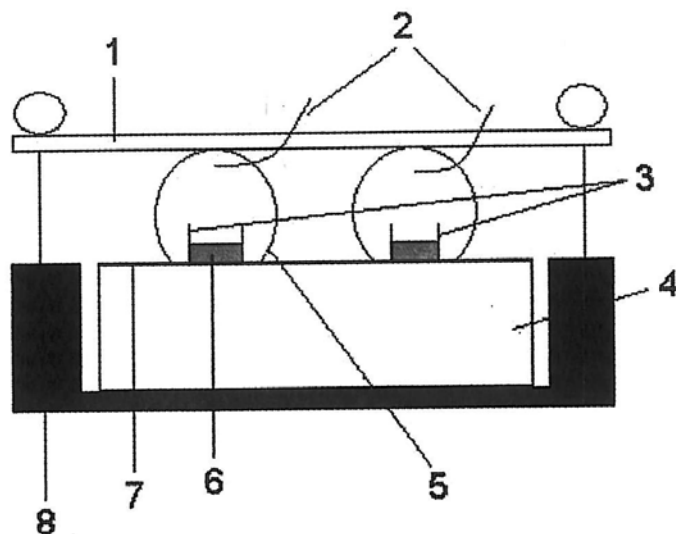
SS-EN 13529

Metoden avser produkter och system för skydd och reparation av betong. Specificerade provplattor av betong förses med skyddsbeläggning och utsätts lokalt för aktuell provlösning under viss tid (typiskt 1-90 dagar beroende på användningsområde, specificerat i SS-EN 1504-2). Efter avslutad exponering undersöks provet m. a. p. blåsbildning, avflagnig, sprickbildning, optiska förändringar samt (om möjligt) även m. a. p. hårdhet och vidhäftning. Avslutningsvis bedöms om provlösningen penetrerat genom skyddsskiktet. En lång rad provvätskor listas i en bilaga. För beständighet mot gruppen organiska syror (undantaget myrsyra) anges här en blandning av ättikssyra och propionsyra (50/50). Provningsen kan genomföras med eller utan tryck (1 bar).

I en nyligen genomförd jämförande studie för epoxi- respektive akrylatbeläggning på betong ingår bl. a. provning enligt EN 13529 med svavelsyra och ammoniumhydroxid (20 % i båda fallen) och tillhörande utvärdering. Lagringstiden var 28 dygn. Svavelsyran visade sig orsaka kraftig blåsbildning för båda systemen, liksom en hel del sprickbildning för epoxisystemet. Akrylatssystemet lossnade, till skillnad från epoxisystemet, helt från underlaget. I studien konkluderas att svavelsyran har stor inverkan på båda typerna av system, men att ammoniumhydroxidens inverkan är obetydlig [Aguiar 2008].

I EN 1504-2 specificeras tre olika klasser med avseende på kemikalieresistens. Exponeringen genomförs enligt EN 13529 i förekommande vätskor (eller enligt överenskommelse mellan parter). För Klass III (bästa klass) genomförs exponeringen 28 dygn under tryck. Hårdheten bestäms före och efter provning, antingen enligt EN ISO 2815 (Buchholz metod) eller enligt EN ISO 868 (Shore). Uppmätt hårdhet skall efter slutförd exponering uppgå till minst 50 % av ursprungligt värde. En skiss av provningsuppsättningen visas i figur 9.

Exempel på annan provning av kemikaliebeständighet är: EN 2812 (för färg och lack) och SS 923518 (för golvbeläggning). Dessa lämpar sig emellertid mindre väl för biologiska behandlingsanläggningar.



- 1 : fixation base (used in pressure test);
- 2 : air compressed tube (pressure test);
- 3 : bonded tubes;
- 4 : concrete specimen;
- 5 : chamber (pressure test);
- 6 : test liquid;
- 7 : painting;

Figur 9. Skiss av provningsuppsättning enligt SS EN 13529

Figure 9. Sketch of test equipment according to SS EN 13529

7.5 Slitstyrka/nötning

Nötning med Taber Abraser ingår i en lång rad standarder för många olika typer av material. Olika belastningar, hjul typer och antal cykler/varv kan användas. För någorlunda slitstarka beläggningsskikt av hårdplast genomförs provningen som regel med hjul typ CS-17, belastning 1000 gram och 1000 cykler. Resultatet anges som regel i mg per totalt antal cykler. Provningsbetecknas med dessa parametrar som medium till kraftig och avser simulera viss trafikbelastning. Ingen rivnings- eller skrapningspåverkan ingår. Hjul typ CS-10 ger mindre påverkan och H-22 som regel avsevärt större (används för t. ex gummi, linoleum och läder), enligt specifikation för hjulen. Utrustningen visas i figur 10 nedan.

Enligt kravspecifikation i EN 1504-2 (Table 5 – Performance requirements for coatings) utförs provning enligt SS EN ISO 5470-1 (Taber test) och slitaget skall understiga 3000 mg med hjul typ H22, 1000 varv och belastning 1000 gram. Även provning enligt EN 13813, som behandlar egenskaper och krav för golvmaterial, accepteras emellertid. I EN 13813

ingår tre olika metoder för slitstyrka (SS EN 13892-3, SS EN 13892-4 och SS EN 13892-5). Dessa är avsevärt mer aggressiva än Taber test. I SS EN 13892-5 används t.ex. ett stålhjul och belastning på 2000 N. Golvmaterialen indelas i olika klasser beroende på slitage och vald metodik.



Figur 10. Taber Abraser

Figure 10. Taber Abraser

För vägbeläggningar används hårdare provning för simulering av dubbdäcksslitage (jfr. avsnitt 8.4).

8 Materialteknisk bedömning

Ett försök till materialteknisk bedömning har genomförts för tre olika tätskiktssystem som använts eller övervägts till biologiska behandlingsanläggningar i Sverige under senare tid. Den tilltänkta användningen har i första hand varit som skyddsbeläggning på golv i en anläggning med viss trafikbelastning.

Valda system är:

- Matacryn, akrylatbaserad beläggning från DAB www.dab-domiflex.com
- MS 901, polyurea från Arma coatings www.armacoatings.com
- FCS 304, epoxibeläggning från Chesterton www.chesterton.com

Aktuella fysikaliska materialegenskaper för produkterna/systemen redovisas i tabell 3A.

Bedömningen har utgått från redovisade egenskaper och provning enligt tillverkarens produktdatablad. Redovisade egenskaper jämförs mot relevant motsvarande provning och kravspecifikationer (och ytterligare information på begäran) för liknande typer av tätskikt avsedda för betongunderlag till andra typer av betongkonstruktioner. Jämförelsen utgår i möjligaste mån från följande material- och funktionsegenskaper:

- Tjocklek
- Vattentäthet, vattenabsorption
- Beständighet mot vatten, olja, lakvatten/kemikalier, alkali, UV (om tätskiktet tillåts exponeras för solljus)
- Kompatibilitet med bitumen (om tätskiktet skall kombineras med ett bituminöst överliggande lager)
- Korrosivitet mot stål
- Vidhäftning mot betongunderlag
- Elasticitet/draghållfasthet och brottöjning
- Lågtemperaturegenskaper, spricköverbryggande förmåga
- Beständighet mot intryckning/ dynamisk tryckbelastning och nötning. Hårdhet.
- Härdningstid
- Beständighet mot höga temperaturer (beroende på typ av anläggning samt om tätskiktet skall täckas med t.ex. gjutasfalt vars utläggningstemperatur ligger på cirka 200 °C eller mer). Förväntade servicetemperaturer?
- Beständighet mot avrinning vid högre temperaturer (om tätskiktet skall appliceras på icke horisontella ytor)
- Åldringsbeständighet, utan förändrade egenskaper
- Skadlighet för människor och miljö
- Halkrisk
- Applicering
- Referenser (objekt)

Rivhållfasthet har i förekommande fall inte tagits med i bedömningen.

En motsvarande utvärdering av beläggningssystem med bitumenbaserad tätskiktsmatta och gjutasfalt ingår också i detta kapitel.

Tabell 3A: Materialteknisk listning för skyddsbeläggning till biologiska behandlingsanläggningar. Tillverkarens uppgifter.

Table 3A: List of material characteristics for surface protection in biological treatment plants. Given by the producer.

Materialegenskap Provning	Matacryn DAB, Domiflex AB	MS 901 Arma coatings	FCS 304 Chesterton
Tjocklek	Tätskikt 2-5 mm i två lager Slitskikt 3-7 mm	3-5 mm i ett lager, beroende på slitage	Appliceras i ett skikt, från 6 mm Kan försees med tätskikt (t.ex. FCS 201)
Vattentäthet	ETAG 005 TR 003 EOTA (0,1 bar 24 tim, tät) EN 1928 B (3 bar 24 tim, tät) Neg. vattentryck (2,5 bar, tät, full vidh.) Provning på 2-3 mm	Uppges vara vattentät	Vattentätt enligt erfarenhet
Beständighet mot vatten, olja, lakvatten/kemikalier, alkali, UV	Uppges vara mycket kemikalieresistent Provning saknas	Metodik saknas Absorberar 0,7% vatten Inga synliga för ändringar efter 15 dygn i kalciumhydroxid eller efter 15 dygn i saltlösning (3%)	Kemikaliebest. vid 21 °C redovisas. Klarar enligt denna bl.a. kortvarig/intermittent nedsänkning i ättikssyra (5%)
Kompatibilitet med bitumen	Uppges tåla asfaltbeläggning upp till 250 °C Provning saknas	Uppgift/provning saknas	Uppgift/provning saknas
Ej korrosivt mot stål	Används också för stålbroar	Används också för stålbroar	Uppgift/provning saknas
Vidhäftning mot betongunderlag	NFP 98 282* (>3,4 MPa)	Metodik saknas (≥ 2,6 MPa)	Metodik saknas (> 28 kg/cm ² = 2,8 MPa)
Elasticitet / Draghållfasthet och Brottöjning	NFP 98283 (9,1 MPa 145% (25 °C)) ISO 527 (24 MPa 107% (-20 °C)) (E-modul 2,3 och 4,2 MPa vid 100 resp. 300% töjn.) Rekyflexibilitet DIN 53512 (23,3%, tjocklek 12 mm)	ASTM D412 3000-3500 psi 550% (3000psi=20,7 MPa)	ASTM C307 (Draghållfasthet: 52 kg/cm ²) ASTM C580 (Böjgållfasthet:152 kg/ cm ²) (Böjmodul 1,7x10 ⁵ kg/cm ²)
Lågtemperatur- egenskaper/ Spricköverbryggande förmåga	Dynamisk sprickupptagning, BPG (0 °C 6,5 mm/tjockl. 2,1 mm; -20 °C 8,8 mm/tjockl. 2,7 mm	Uppges vara spricköverbryggande ner till -40 °C.	ASTM C884 (Termiskt kompatibel med betong enligt test)

Tabell 3A: Materialteknisk listning för skyddsbeläggning till biologiska behandlingsanläggningar. Tillverkarens uppgifter. Fortsättning.

Table 3A: List of material characteristics for surface protection in biological treatment plants. Given by the producer. Continuation.

Materialegenskap Provning	Matacryn	MS 901	FCS 304
	DAB, Domiflex AB	Arma coatings	Chesterton
Beständighet mot intryckning / dynamisk belastning / Hårdhet / Slag	Perforeringsmotstånd makadam, enl. SNCF (ej perforerad, tj. 3,2- 3,4 mm) Statisk punktbelastning ETAG 005 TR 006 EOTA (L4 av max L4 tj. 2,5 mm) Dynamisk punktbelastning ETAG 005 TR 006 EOTA (L4 av max L4 tj. 2,5 mm) Hårdhet Shore 85 A Hårdhet Shore 55 D	Hårdhet Shore 50-55D	ASTM C 579 Tryckhållfasthet 478 kg/cm ² ASTM D 4272 Slagfasthet större än betong enligt test
Beständighet mot slitage (nötning)	Nötning Taber, ISO 7784-2, 1000 g CS 10 56 g/500v; 64 g/1000 v	Nötning Taber, ASTM D4060, 1000g CS 17 17 mg/1000 v Alt. ASTM D3489 231 mg	Nötning Taber, ASTM D4060, C 17/500g/ 500v: max 0,75mg
Härdningstid	Uppges härda snabbt.	Torrt efter 5 sekunder vid 25 °C Härdat efter 24 tim vid 22 °C	Gångtrafik efter 10 tim vid 16 °C.... Härdat efter 72 tim vid 16 °C...
Beständighet mot höga temperaturer	Uppges tåla asfaltbeläggning upp till 250 °C	Från -50 till cirka +250 °C enligt termogravimetrisk analys uppges.	ASTM C884 (Termiskt kompatibel med betong enligt test) Metodik saknas (Max temp.tålighet vid nedsänkning i vätska: 60 °C)
Beständighet mot avrinning	Uppges härda snabbt.	Uppges torka snabbt	Endast för horisontella ytor
Åldringsbeständighet	Uppges ha "lång och kostnadseffektiv livslängd". Provning saknas	Uppges ha lång livslängd	Uppgift/provning saknas
Ej skadligt för människor och miljö	Se säkerhetsdatablad	Se säkerhetsdatablad	Se säkerhetsdatablad
Applicering	Uppges kunna appliceras "året runt". Manuellt eller med specialspruta	Sprutappliceras	16-32 °C Förvaring vid 10-32 °C
Referenser	Referenser saknas	Referenser saknas	Fågelmyra komposterings- anläggning, Borlänge

*NFP=Fransk standard

8.1 Matacryn

Produkten är baserad på snabbhårdande akrylharts och finns för olika utföranden, som tätskikt, slitskikt eller som kombinerat tät- och ytskikt. Produkten kan sprut- eller handappliceras. Primer appliceras cirka 0,2-0,35 kg/m², beroende på underlag och ytstruktur.

Matacryn har nyligen applicerats på väggarna i rötkammaren på Falköpings biogas-anläggning där korrosionsproblem uppstått.

8.2 MS 901

Valt produktsystem från Arma coatings är en sprutapplicerad polyureaprodukt med mycket kort härdningstid.

8.3 FCS 304

Valt produktsystem från Chesterton är en polymer/kvarts kompositbeläggning där basmaterialet utgörs av sammansatt epoxiharts som fått reagera med en modifierad aminhårdare. Materialet har enligt uppgift använts på delar av Fågelmyras anläggning i Borlänge. Det appliceras med murslev och kan inte läggas vertikalt. För väggar och tak rekommenderas t.ex. CS4.

8.4 Tätskikt och gjutasfalt

Syrafast gjutasfalt är en produkt som sedan länge använts som golvbeläggning i speciellt kemikalieutsatta anläggningar med hantering av t.ex. djurfoder, gödsel, batterisyror, m.m. Golv av gjutasfalt finns således inom galvaniseringsindustrin, i mejerier, inom pappersindustrin och i olika typer av stall. Omläggning har som regel behövts efter 10-20 år i bruk [Bergman 2010]. Den syrafasta gjutasfalten skiljer sig i receptur från konventionell polymermodifierad gjutasfalt som regel endast med avseende på typen filler som byts ut från kalksten till kvarts. Övriga stenmaterialfraktioner, från svenska stenbrott, anses syrafasta och behöver inte bytas ut. Polymerbindemedlet (Pmb 32 från Nynäs) i en polymermodifierad gjutasfalt (PGJA) innehåller cirka 4 % SBS. Gjutasfalten läggs 30 mm tjock på lämpligt tätskikt som skall tåla gjutasfaltens höga appliceringstemperatur på 200 °C eller mer. Maximal stenstorlek ligger på 8-11 mm. Gjutasfalt betraktas i sig som vattentät (hålrumsfri) med hög bitumenhalt.

Syrafast gjutasfalt var under många år populärt i djurstallar, men används numera inte eftersom djurens känsliga klövar kunde ta skada av en del vasst kvartsmaterial som efterhand slets fram [Oostra 2006, Bergman 2010].

Syrafast gjutasfalt från NCC/Binab har använts som golvbeläggning i mottagningshallen på en biogasanläggning i Västerås där omfattande skador på betongen uppstått efter endast ett par år i full i drift [Boubitsa 2010]. Anläggningen byggdes 2005. Gjutasfalten (25-40 mm) lades ut på gasavledande glasfiberväv efter det att betongen reparerats och primerbehandlats med bitumenlösning (juni 2008). Ingående material i den aktuella gjutasfalten är: polymerbitumen Pmb 32, filler av fältspat, natursand samt makadam av kvartsit. Överytan har inte avsandats. Enligt en uppföljning som genomförts av NCC/Binab i december 2010, på begäran från detta projekt, konstateras att en del mekaniska skador uppstått på gjutasfalten till följd av tunga maskiner, men att inga

reparationsåtgärder krävs. Ingen kemisk påverkan kunde upptäckas. I mottagningshallen ligger emellertid också en annan typ av skyddsbeläggning, av epoxi (2-5 mm). Även denna har slitageskador. Dessa skador går ner till betongen och reparation krävs omgående om inte betong och armering ska ta skada. Inga vidhäftningsproblem kunde däremot upptäckas.

Specificerade egenskaper för tätskiktsmatta enligt Trafikverkets krav framgår av i tabell 3B. Några typiska egenskaper för gjutasfalt listas nedan. Krav på PGJA specificeras i VVTBT Bitumenbundna lager.

- Hårdhet. Stämpelbelastningsvärde för gjutasfalt PGJA ligger mellan 1 och 6 mm (belastningsprov vid 40 °C). Provning enligt SS-EN 12697-20. Formförändringen får uppgå till högst 8 mm (24 timmar vid 80 °C). Provning enligt SS-EN 12 970, Annex B.
- Slitstyrka. Gjutasfalt uppvisar mycket god slitstyrka med Prall-värde på 11-12 gram enligt EN 12697-16. Motsvarande krav för borrhärnor från en asfaltbeläggning av typ ABS 11 med ÅDT > 7000 är ≤ 24 gram enligt Trafikverkets specifikation.
- Kemikaliebeständighet. Vanligt bitumen men reagerar med aggressiva kemikalier (se avsnitt 4.4). Enligt produktdatablad för syrafast gjutasfalt Daboleum SK är denna resistent mot t ex. ättiksyra (25 % vid >30 °C) men inte smörsyra eller fenol. Hur exponeringen gått till eller vilka egenskaper som provats framgår inte.



Figur 11. Slitageprovning enligt Prall med stålkulor
Figure 11. Abrasion test according to Prall using steel balls

Tabell 3B: Krav för svetsbara polymermodifierade bitumenmattor, enligt VVTBT

Table 3B: Requirements for torch-welded polymer modified bitumen sheets, according VVTBT

Mattan	Krav	Metod
1. Tjocklek - betong-, trä- aluminiumtor - stålytor	≥ 5,0 mm 3,5 – 4,0 mm Enskilt mätvärde får avvika med ± 0,5 mm från nominellt kravvärde. Kravet gäller exklusive granulat.	SS-EN 1849-1
2. Vikt per ytenhet	Uppmätt mätvärde ska anges och får avvika med ± 10 % från nominellt värde. För mattor med granulat gäller ± 15 %.	SS-EN 1849-1
3. Draghållfasthet och Brottöjning	≥ 800 N ≥ 40 %	SS-EN 12311-1
4. Böjlighet vid låg temperatur, svetsbitumensidan -efter värmeåldring	-20 °C	SS-EN 1109
	-10 °C	SS-EN 1109 SS-EN 1296, lagringstid 24 veckor
5. Dimensionsstabilitet	Krympning ≤ 0,50 % Förlängning ≤ 0,30 %	SS-EN 1107-1
-vid högre temperatur	Krympning ≤ 1,0 % Förlängning ≤ 0,6 %	SS-EN 1107-1, efter 1 timme vid 160 °C.
6. Avrinningstemperatur	≥ 115 °C	SS-EN 1110
7. Vattenabsorption	≤ 1,0 % (utan granulat)	SS-EN 14223
8. Förmåga att efter perforation motstå dynamiskt vattentryck	Inget läckage.	SS-EN 14694 Granulat avlägsnas i förekommande fall.

Svetsbitumen	Krav	Metod
9. Mjukpunkt -efter värmeåldring	≥ 120 °C	SS-EN 1427
	≥ 100 °C	SS-EN 1427 SS-EN 1296, lagringstid 24 veckor

Tabell 3B: Krav för svetsbara polymermodifierade bitumenmattor, enligt VVTBT.

Fortsättning.

Table 3B: Requirements for torch-welded polymer modified bitumen sheets, according VVTBT. Continuation.

Funktion	Krav	Metod
10. Vidhäftning (23±2 °C) mot - Betong, provkropp typ 1 - Asfaltbetong, provkropp typ 2 - Gjutasfalt, provkropp typ 2	≥ 0,8 N/mm ²	SS-EN 13596, SS-EN 13375 Dragytans diameter: 50 mm
	≥ 0,6 N/mm ²	
	≥ 0,8 N/mm ²	
11. Skjuvhållfasthet (23±2 °C) med - Asfaltbetong - Gjutasfalt	≥ 0,3 N/mm ² ≥ 0,3 N/mm ²	SS-EN 13653, SS-EN 13375
12. Kompatibilitet vid uppvärmning, skjuvhållfasthetsvärde	≥ 0,3 N/mm ²	SS-EN 14691
13. Spricköverbryggande förmåga, vid -20 °C, provkropp typ 1	Inga sprickor eller påtagliga vidhäftningsförluster ska visuellt kunna upptäckas efter 1000 pulser.	SS-EN 14224
14. Förmåga att motstå packning av ett asfaltskikt	Inget läckage	SS-EN 14692, metod 2
15. Beteende vid applicering av gjutasfalt	Rapporteras	SS-EN 14693

8.5 Kommentar

Som framgår av tabell 3A ovan har olika provningsmetoder använts av tillverkaren för de respektive systemen, och redovisade provningsresultat är som regel inte direkt jämförbara.

För beständighet mot kemikalier konstateras att produkterna i tabellen uppges vara kemikalieresistenta men att ingen relevant provning föreligger. För FCS 304 (på epoxibas) redovisas att produkten klarar kortvarig/intermittent nedsänkning i ättikssyra (5 %).

För nötningsbeständighet refereras till ISO 7784-2 (Maracryl) eller ASTM 4060 (MS 901 och FCS 304). I båda fallen genomförs provning med Taber Abraser (se figur 10) och aktuella provningsparametrar skall anges, d. v. s. typ av hjul, belastning på hjulet samt antal varv. Dessa varierar i jämförelsen enligt tabell 3A, men Maracryl verkar minst slitstark (kan dock bero på tryckfel i produktdatabladet). För hårdplaster används som regel hjultyp enligt tabell 4 nedan. Mest vanligt är CS 10, och en bra epoxibeläggning på golv ska enligt The Paint Research Association (PRA) inte slitas mer än 60 mg efter 500 cykler och inte mer än 120 mg efter 1000 cykler.

Tabell 4: Hjultyper vid provning av ytbeläggning i Taber Abraser

Table 4: Types of wheel for testing surface coating products in Taber Abraser

Typ av ytbeläggning som ska provas	Hjultyp
Alla typer av beläggning, allmän hantering	CS 10
Golvbeläggning med gångtrafik	CS 17
Golvbeläggning med fordonstrafik	H 22

9 Förslag till provningsprogram

9.1 Produktegenskaper

Egenskaper, provning och krav delas upp i två kategorier, en för tätskiktet (friliggande provbitar) och en annan för funktionsprovning på systemet. Lämpliga delar kan väljas ut beroende på typ av beläggning och aktuell miljö.

För bituminösa tätskiktsmattor (under asfaltbeläggning i system) hänvisas även till Trafikverkets kravspecifikation i VVTBT för själva tätskiktet.

9.1.1 Tätskiktet (friliggande provbitar)

Tjocklek

Tätskiktet appliceras normalt i ett eller två skikt. Tillverkaren skall uppge vilken applicerad mängd per ytenhet som krävs för att få ett torrt tätskikt av en viss tjocklek, nominell skikt tjocklek samt avvikelse från nominellt värde. Tjockleken skall verifieras i samband med tillverkning av provkroppar för laborieprovning samt kontinuerligt kontrolleras vid appliceringen på underlaget.

Tjockleken på tillverkade prov kan mätas enligt passande delar i ISO 2808 (färg och lack), EN 1849-1 (tätskiktsmatta) eller motsvarande. Resultatet skall ligga inom den av tillverkaren deklarerade toleransen för deklarerat värde.

Hårdhet

Det finns en uppsjö av olika hårdhetsskalor och tekniker för att mäta hårdhet på olika typer av material till beläggningsskikt (gummi, elastomerer, m.m.). Hårdheten anges i enheter enligt Shore (med durometer) eller IRHD (International Rubber Hardness Degrees).

För aktuella produkter kan hårdheten bestämmas enligt passande delar i ISO 48 (IRHD) eller enligt Shore (ISO 868, DIN 53505, ASTM D2240, m.fl.). Hårdheten bestäms vid +70 °C, +23 °C och -20 °C, och resultaten skall ligga inom den av tillverkaren deklarerade toleransen för deklarerat värde.

Draghållfasthetsegenskaper

Draghållfasthet och brottöjning bestäms enligt passande delar i ISO 527-3 (provkropp typ 1b) vid +23 °C och -20 °C. Resultaten skall ligga inom den av tillverkaren deklarerade toleransen för deklarerat värde.

Flexibilitet vid låg temperatur

Flexibilitet vid låg temperatur skall bestämmas enligt EN 1109. Resultatet får inte överstiga det av tillverkaren angivna gränsvärdet.

Vattenabsorption och beständighet mot vatten

Halten vatten som absorberas av produkten bestäms i enlighet med passande delar i EN 14223, men med förseglade provbitskanter. Vattenabsorptionen får inte överstiga det av tillverkaren angivna gränsvärdet och bör vara högst 3 vikt-%. Inga synliga förändringar (okulärt) på tätskiktet bör uppstå.

Hårdheten bestäms vid +23 °C enligt ISO 48 (metod M) före och efter genomförd vattenlagring. Resultaten redovisas.

Vattentäthet

Vattentätheten hos tätskiktet verifieras genom provning i enlighet med EN 1928, metod B. Provningen skall genomföras på fria provbitar av applicerat tätskikt. Av resultatet skall framgå om tätskiktet läckt eller inte under vattentryckprovningens gång.

Kemikaliebeständighet

Kemiska data redovisas. Av dessa skall framgå att tätskiktsprodukten inte nämnvärt påverkas av produkter som genereras från matavfall. Draghållfasthet eller hårdhet kan t.ex. redovisas efter genomförd lagring. Lagringen genomförs 28 dygn vid 70 °C.

Förslag till specificerad provningsvätska:

Ättikssyra 2 %
 pH ≤ 4
 klorider 0,5 %
 fosfat 0,2 %
 ammoniumjoner/ammoniak 0,2 %
 hårdhet 20

För provning med applicerat system på betong, se avsnitt Funktionsrelaterade egenskaper för tätskiktssystem nedan.

Kompatibilitet med bitumen

Här avses endast material som skall kombineras med ett bituminöst överliggande lager. Provning kan genomföras på följande sätt:

Två provbitar (cirka 120 mm x 60 mm) lagras nedsänkta till 2/3 i bitumen 50/70 pen, 84 dygn i värmeskåp vid 70±2 °C. Efter lagringen skrapas bitumenet bort. Hårdheten bestäms före och efter lagring enligt ISO 48 (metod M).

Metodiken enligt ovan är hämtad från aktuell EOTA ETAG 033 för Liquid Applied Bridge Deck Waterproofing Kits.

Beständighet mot termisk åldring

För att verifiera produktens åldringsbeständighet skall ett antal egenskaper bestämmas både före och efter värmeexponering, 24 veckor vid 70 °C. Den termiska lagringen kan genomföras enligt passande delar i EN 1296 eller EOTA TR 011. Relevanta egenskaper som skall bestämmas före och efter lagringen är hårdhet och draghållfasthetsegenskaper.

Hårdheten bestäms vid +23 °C enligt ISO 48 (metod M) samt draghållfasthet och brotttöjning enligt ISO 527-3, vid samma temperatur. Resultaten skall ligga inom den av tillverkaren deklarerade toleransen för respektive deklarerat värde.

9.1.2 Funktionsrelaterade egenskaper hos tätskiktssystemet

Vidhäftning

Vidhäftningen mellan tätskikt och underlag av betong samt i förekommande fall också mot överliggande lager av asfaltbetong eller gjutasfalt provas enligt EN 13596. Resultaten skall minst uppgå till det av tillverkaren angivna gränsvärdet.

Provkroppar tillverkas enligt passande delar i EN 13375, med hänvisning till EN 1766 och specificerad referensbetong av typ MC (0,45). Följande modifiering/tillägg vad gäller applicering av tätskiktet (avsnitt 6 i EN 13375) samt lagringstid gäller:

Det flytande tätskiktet inklusive primer appliceras på underlaget av betong (specificerat i EN 13375) enligt tillverkarens instruktioner och till aktuell tjocklek. Tätskiktet appliceras under normala temperatur- och luftfuktighetsbetingelser (ca 23 ± 2 °C och 50 ± 10 % RH) och får härda under kontrollerade förhållanden upp till max 28 dygn. Tätskiktets tjocklek skall kontrolleras på lämpligt sätt och provningen genomförs inom 3 månader efter avslutad härdningstid.

Vidhäftningen mot betong provas vid 23 ± 2 °C före och efter 20 frys-tö-cykler enligt EN 13687-3. Typ av brott skall anges. Av beskrivningen skall framgå om det är ett kohesions- eller adhesionsbrott och var i uppbyggnaden det inträffat.

Vidhäftningen mot överliggande lager av asfaltbetong eller gjutasfalt provas vid 23 ± 2 °C. Typ av brott skall anges. Av beskrivningen skall framgå om det är ett kohesions- eller adhesionsbrott och var i uppbyggnaden det inträffat.

Skjuvhållfasthet

Skjuvhållfastheten mot underlag och överliggande asfaltlager skall provas enligt EN 13653. Resultaten skall minst uppgå till det av tillverkaren angivna gränsvärdet.

Provkroppar av typ 3 tillverkas enligt passande delar i EN 13375, med följande modifiering/tillägg vad gäller applicering av tätskiktet och det överliggande asfaltlagret (avsnitten 6 och 7 i EN 13375) samt lagringstid:

Det flytande tätskiktet inklusive primer appliceras på underlaget av betong (specificerat i EN 13375) enligt tillverkarens instruktioner och till aktuell tjocklek. Tätskiktet appliceras under normala temperatur- och luftfuktighetsbetingelser (ca 23 ± 2 °C och 50 ± 10 % RH) och får härda under kontrollerade förhållanden upp till max 28 dygn. Tätskiktets tjocklek skall kontrolleras på lämpligt sätt och asfaltlagret appliceras efter lämplig av tillverkaren rekommenderad härdningstid. Provningsen genomförs därefter inom 3 månader.

Skjuvhållfasthetsprovningsen genomförs vid 23 ± 2 °C, före och efter värmelagring enligt EN 14691. Typ av brott skall anges. Av beskrivningen skall framgå om det är ett kohesions- eller adhesionsbrott och var i uppbyggnaden det inträffat.

Spricköverbryggande förmåga

Förmågan att överbrygga sprickor i ett underlag av betong skall provas enligt EN 14224.

Provkroppar av typ 1 tillverkas enligt passande delar i EN 13375, med följande modifiering/tillägg vad gäller applicering av tätskiktet (avsnitt 6 i EN 13375) samt lagringstid:

Det flytande tätskiktet inklusive primer appliceras på underlaget av betong (specificerat i EN 13375) enligt tillverkarens instruktioner och till aktuell tjocklek. Tätskiktet appliceras under normala temperatur- och luftfuktighetsbetingelser (ca 23 ± 2 °C och 50 ± 10 % RH) och får härda under kontrollerade förhållanden upp till max 28 dygn. Tätskiktets tjocklek skall kontrolleras på lämpligt sätt och provningen genomförs inom 3 månader efter avslutad härdningstid.

Provningen genomförs vid -30 °C, -20 °C, -10 °C eller 0 °C, före och efter värmelagring 28 dygn vid 70 °C (enligt EN 1296 eller EOTA TR 011). Provningstemperaturen väljs av tillverkaren. Metoden är under revidering.

Kemikaliebeständighet (applicerad på betong)

Kemikaliebeständighet provas enligt EN 13529. Provkroppar tillverkas enligt passande delar i EN 13375, med följande modifiering/tillägg vad gäller applicering av tätskiktet (avsnitt 6 i EN 13375) samt lagringstid.

Det flytande tätskiktet inklusive primer appliceras på underlaget av betong (specificerat i EN 13375) enligt tillverkarens instruktioner och till aktuell tjocklek. Tätskiktet appliceras under normala temperatur- och luftfuktighetsbetingelser (ca 23 ± 2 °C och 50 ± 10 % RH) och får härda under kontrollerade förhållanden upp till max 28 dygn. Tätskiktets tjocklek skall kontrolleras på lämpligt sätt och provningen genomförs inom 3 månader efter avslutad härdningstid.

Kemikalieexponeringen genomförs med specificerad provningsvätska enligt förslag nedan, 28 dygn vid 70 °C:

Ättikssyra 2%
 pH ≤ 4
 klorider 0,5%
 fosfat 0,2%
 ammoniumjoner/ammoniak 0,2%
 hårdhet 20

Efter avslutad exponeringen bedöms provytorna visuellt och vidhäftningen mot betong provas vid 23 ± 2 °C enligt EN 13596 . Typ av brott skall anges. Av beskrivningen skall framgå om det är ett kohesions- eller adhesionsbrott och var i uppbyggnaden det inträffat. Betongen under tätskiktet analyseras med avseende penetrerade kemikalier från den specificerade provningsvätskan.

Beständighet mot avrinning vid högre temperaturer (vid applicering på icke horisontella ytor)

Avrinningsbeständighet kan provas i enlighet med metodik angiven i aktuell EOTA ETAG 033 för Liquid Applied Bridge Deck Waterproofing Kits (Annex E).

Motstånd mot packning av ett asfaltlager

Provningen genomförs enligt passande delar i EN 14692 (metod 2) för tätskikt som skall kunna beläggas med ett asfaltlager. Packningen utförs enligt EN 12697-33.

Halkbenägenhet

Om tätskiktssystemet skall ligga exponerat och utsättas för gångtrafik skall tillräcklig friktionskoefficient kunna påvisas under förekommande betingelser, så att inga halkolyckor inträffar. Friktionskoefficienten bestäms enligt EN 13036-4, med 4S glidgummi.

Slitstyrka

Provning genomförs enligt SS EN ISO 5470-1 (ASTM 4060 Taber test) med val av provningsparametrar (hjul, belastning och antal varv) beroende på typ av applicering. För hög slitstyrka genomförs provning med hjul H 22 eller metodik enligt SS EN 13892.

Tabell 5: Krav för flytapplicerade tätskikt på betong i biologiska behandlingsanläggningar
Enbart tätskiktet (friliggande provbitar tillverkas enligt tillverkarens föreskrift)

Table 5: Requirements for liquid applied surface coatings on concrete in biological treatment plants **The waterproofing membrane** (free films are produced according to instructions by the producer)

Egenskap/Provning	Metod	Krav	Kommentar
Tjocklek	SS EN ISO 2808, SS EN 1849-1 eller motsvarande	Redovisas	
Hårdhet	SS ISO 48 (metod M) SS EN ISO 868 (Shore)	Redovisas	Bestäms vid +70, +23 och -20 °C
Draghållfasthetsegenskaper	SS EN ISO 5273	Draghållfasthet och brottöjning redovisas	Bestäms vid +23 och -20 °C
Flexibilitet vid låg temperatur	SS EN 1109	Resultatet får inte överstiga tillverkarens angivna gränsvärde	Bestäms vid ≤ -20 °C
Vattenabsorption och beständighet mot vatten	SS EN 14223, med förseglade provbitskanter. SS ISO 48 (metod M)	Max viktförändring 3,0 % och inga synliga förändringar (okulärt) på tätskiktet.	28 dygns lagring i vatten vid rumstemperatur Hårdheten bestäms före och efter lagring
Kemikaliebeständighet (lakvatten)	Specificerad provningssväska enligt förslag	Redovisas	28 dygns lagring vid 70 °C Draghållfasthets- egenskaper bestäms före och efter lagring
Kompatibilitet med bitumen (om tätskiktet skall kombineras med ett bituminöst överliggande lager)	EOTA ETAG 033 SS ISO 48 (metod M)	Redovisas i förekommande fall	84 dygns lagring i bitumen vid 70 °C Hårdheten bestäms före och efter lagring
Beständighet mot termisk åldring	SS EN 1296 eller EOTA TR 011 SS ISO 48 (metod M), SS EN ISO 5273	Redovisas	24 veckor vid 70 °C Hårdhet och draghållfasthetsegenskaper bestäms före och efter lagring
Vattentäthet	SS EN 14694 (utan förbehandling)	Redovisas Inget läckage	0,5 N/mm ² (50 m); 1000 pulser
UV-beständighet (om tätskiktet tillåts exponeras för solljus)	EOTA TR 010 SS ISO 48 (Metod B) SS EN ISO 5273	Redovisas i förekommande fall	5000 tim, condition S och UV-A, vid 70 °C BST Hårdhet och draghållfasthets- egenskaper bestäms före och efter lagring

Tabell 5: Krav för flytande tätskikt på betong i biologiska behandlingsanläggningar

Funktionsprovning (provkroppar tillverkas enligt tillverkarens föreskrift på underlag av betong, eller som friliggande tätskikt)

Table 5: Requirements for liquid applied surface coatings on concrete in biological treatment plants

Functional testing (test specimens are prepared on concrete according to instructions by the producer, or as free films)

Egenskap/Provning	Metod	Krav	Kommentar
Vidhäftning mot -Betongunderlag	SS EN 13596	$\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$	Genomförs före och efter frys-tö-cykler SS-EN 13687-3
-Gjutasfalt	SS EN 13596	$\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$ Redovisas i förekommande fall	Dragkraftsökning: $0,15 \text{ N/s mm}^2$ Dragytans diam: 50 mm el area: $(50 \times 50) \text{ mm}^2$
Skjuvhållfasthet	SS EN 13653 SS EN 14691		Genomförs före och efter värmelagring 91 dygn vid 50°C
Spricköverbryggande förmåga vid låg temperatur	SS EN 14224 SS EN 1296 el. EOTA TR 011	Skall klara provningen vid -20°C utan sprickor i tätskiktet, om relevant	Genomförs före och efter värmelagring 28 dygn vid 70°C Ampl: 0,20 mm Frekvens: 1Hz Antal cykler: 1000
Beständighet mot avrinning vid högre temperaturer	Annex E i EOTA ETAG 033	Redovisas i förekommande fall	Vid applicering på icke horisontella ytor.
Halkbenägenhet	SS EN 130364	Redovisas i förekommande fall	4 S gummi används
Slitstyrka/nötning	SS EN ISO 5470-1 (ASTM 4060 Taber test) SS EN 13892-5	Redovisas	

9.2 Kontroll på plats

Tjockleken skall kontrolleras kontinuerligt under appliceringsarbetets gång och dokumenteras. Prov på vidhäftningen mellan tätskikt och underlag skall utföras i enlighet med metodik beskriven i SS EN 13596. Provningen skall utföras (enligt överenskommelse mellan beställare och utförare) på varje visst påbörjat antal m^2 med tätskikt. Varje provning skall bestå av tre över ytan jämnt fördelade enskilda provningar som oberoende av temperatur skall uppgå till minst $0,5 \text{ N/mm}^2$ för betongunderlag.

Eventuella blåsor (pin/blowholes) skall åtgärdas.

9.3 Provläggning

Lämpligen föregås utförandet på en anläggning av en provläggning med det aktuella materialet. Provläggningen bevakas och följs upp.

10 Kommentarer och slutsatser

I den inledande studien om vittrings- och korrosionsskador på betong i biologiska behandlingsanläggningar som genomfördes under 2009 [Boubitsa 2010] konstateras att betong inte har tillräcklig motståndskraft i den aktuella aggressiva anläggningsmiljön. Vidare konstateras att någon form av tätskikt behövs för att säkerställa betongkonstruktionernas funktion, och att tätskiktet måste tåla den aggressiva miljön och den trafik som förekommer på plats.

I Waste Refinery projekt WR-34 har olika typer av tätskikt/skyddsbeläggning till betong i biologiska behandlingsanläggningar tagits upp och diskuterats. Ett antal förslag från branschen har presenterats mot bakgrund av resultaten från projekt WR-27, d. v. s. materialen måste bl. a. tåla det aggressiva lakvattnet från matavfall vid temperaturer upp till 70 °C, och viss nötning. En del olika system har jämförts med avseende på materialtekniska egenskaper enligt redovisad provning från tillverkaren. Ett förslag till provningsprogram har tagits fram, med fokus på speciellt kemikaliebeständighet och nötningsresistens. En provningslösning motsvarande lakvatten har specificerats. Laboratorieprovning för verifiering av föreslagen metodik och underlag till kravnivåer föreslås, liksom provläggning och uppföljning i fält. Följande slutsatser kan dras:

- Det finns en rad olika teknologier, material och system på marknaden som enligt tillverkaren/entreprenören förväntas fungera som tätskikt och skyddsbeläggning till biologiska behandlingsanläggningar. Relevant provning saknas emellertid liksom motsvarande referensobjekt. Olika provningsmetoder har som regel använts för olika system, och provningsresultaten/egenskaperna är därmed inte direkt jämförbara.
- Kemikalieresistens, eller i detta sammanhang främst resistens mot lakvatten från matavfall, är speciellt viktigt. Relevant provning saknas för samtliga produkter/system som behandlats i projektet. Sådan provning föreslås i rapporten.
- Nötningsresistens är speciellt viktigt för skyddsbeläggning på betonggolv i mottagningshallen där matavfallet kommer in. Provning med Taber Abraser har som regel genomförts med aktuella material, men parametrarna varierar (typ av hjul, belastning och antal cykler). För skyddsbeläggning på betonggolv i mottagningshallar med tyngre trafik (skopor) krävs provning enligt mer aggressiv metodik. Sådan provning föreslås i rapporten.

10.1 Förslag till fortsatt arbete

Följande fortsatta arbete föreslås mot bakgrund av de resultat som kommit fram i rapporten:

- Laboratoriestudier och provning för att verifiera föreslagen metod för resistens mot lakvatten
- Laboratoriestudier och provning för att verifiera föreslagen metod för resistens mot nötning
- Provläggning och uppföljning i fält av utvalda system (på sanerade och nya objekt)

11 Referenser

Abbott B., *Primers and Substrates*, Polyurea Development Association 2010 Annual Conference, Orlando Florida.

Aguiar J., Camoes A., Moreira P., *Coatings for Concrete Protection against Aggressive Environment*, Journal of Advanced Concrete Technology, Vol. 6, No. 1, 243-250, 2008.

Augustsson C., NM Epoxihandbok, Upplaga 3, 2004.

Bayne H., *Specifying Floor Coatings for Aggressive Service in Floor and Beverage Plants*, JPCL (Journal of Protective Coating and Linings), Nov 2006.

Betonghandbok, Material, utgåva 2, AB Svensk Byggtjänst, 1994.

Betongrapport 11, *Vägledning för val av exponeringsklass enligt SS EN 206-1*, Svenska Betongföreningen, 2002.

Boubitsa D., Hellström H., Henriksson G., Åkesson U., *Kartläggning av vittrings- och korrosionsskador på biologiska behandlingsanläggningar*, Waste Refinery rapport, 2010.

BRO 2004, Vägverkets allmänna tekniska beskrivning för nybyggande och förbättring av broar.

Broekaert M., *Polyurea spray coatings. The technology and latest developments*, Huntsman Polyurethanes, 2002.

Broekaert M., *Polyurea Spray Applied Systems for Concrete Protection*, 2004.

Broregler för nybyggnad - BV Bro, utgåva 9. Banverkets ändringar och tillägg till Vägverkets Bro 2004 inklusive supplement nr 2, 2008.

Colldin Y., *Isolering med polyuretan på SJ-Bro F 529 vid Sävsjö. Observationer, fält- och laboratorieprovning*, VTI notat V127, 1990.

Dolby C.M., Gustafsson G., Jeppsson K.H., *Enkla byggnader för djurproduktion*, Aktuellt från lantbruksuniversitetet, nr 379, 1989.

Dries G., *Polyurea Chemistr, from molecules to membranes*, Seminarium vid Elmico, Galterud Norge, 2010.

Edwards Y., Kinnmark M., *Varför blåsbildning?* Betong nr 3, 2010.

ETAG 033 Liquid Applied Bridge Deck Waterproofing Kits, 2010.

Flanagan K., Frank L., Dancey D., *Polyurea- Elastomeric Coating Technology*, Polyurea Development Association 2010 Annual Conference, Orlando Florida.

Hanson L., *Physical and Fiscal Improvements of Spray Polyureas. Lower Cost – Higher Performance*, Polyurea Development Association 2010 Annual Conference, Orlando Florida.

Hearon J., *Polyurea Equipment and Troubleshooting*, Polyurea Development Association 2010 Annual Conference, Orlando Florida.

Hohberg I., *Polyurea in the Construction Industry and the Environment. State of the Art Report*, 2009.

Jentoft H., *Anbefalte konstruksjonsmaterialer for avfallsanlegg. En kartleggingsstudie*, Avfall Norge Rapport nr 2/2008, 2008.

Johansson L., Thorsén A., Edwards Y., *Garage och p-bus*, Betong, nr 1, 2010.

Lagerblad B., *Framtidens betong varierar efter behov*, Husbyggaren nr 2, 2006.

Norderup Michelson E., *Härdplast på bro*, Betongunderlag och tätskikt på broar, Seminarium vid CBI Betonginstitutet, Stockholm, 2010.

Oostra H., Ventorp M., Herlin A., *Golv för bättre välfärd hos mjölkekor*, Sveriges lantbruksuniversitet, JBT, 2006.

Sällvik K., *Ljftet för lösdriften – från hård till mjuk miljö- kornas välbefinnande i centrum när det är dags att nyinvestera*, Inst. för jordbrukets biosystem och teknologi, SLU, Alnarp, 2005.

VVTBT Tätskikt på broar 09, Vägverket, Publikation 2009:112.

VVTBT Bitumenbundna lager 09, Vägverket, Publikation 2009: 140.

Personlig kommunikation, Europa, 2010:

Augustsson J., Nils Malmgren AB, Ytterby, Sverige.

Broekaert, M., Huntsman Polyurethanes, Everberg, Belgium.

Norderup Michelson E., Elmico, Galterud, Norge.

Linde S., Zel-Aaren, Borås, Sverige.

Buhr M., DAB Domiflex, Sverige.

Birley N., Stirling Lloyd, UK.

Forsberg F., Chesterton, Sverige.

Eckhardt F., Armacoatings, Sverige.

Kinnmark M., GAFS, Sverige.

Wuhrer K., Bayer Material Science, President of PDAE.

Bergman A., NCC Binab, Sverige.

Magner J., Kiwa Polymer Institut GmbH, Tyskland.

Barth J., European Compost Network.

Personlig kommunikation, USA, 2010:

Hanson L., The Hanson Group LLC., www.hansonco.net

Shoup W., SSPC The Society For Protective Coatings, sspc.org.

Snyder B., Sherwin – Williams., www.sherwin.com/protective.

Berg B., e.b.miller contracting, inc., www.ebmiller.com

Scott R., The Hanson Group LLC.

Provningametoder:

ASTM D412 *Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers—Tension.*

ASTM D790 *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials.*

ASTM D2240 *Standard Test Method for Rubber Property—Durometer Hardness*, 2010.

ASTM D4060-90 *Test Method for Abrasion Resistance of Organic Coatings by Taber Abraser.*

ASTM D 4272 *Standard Test Method for Total Energy Impact of Plastic Films by Dart Drop.*

ASTM C307 *Standard Test Method for Tensile Strength of Chemical-Resistant Mortar, Grouts, and Monolithic Surfacing.*

ASTM C579 *Standard Test Methods for Compressive Strength of Chemical-Resistant Mortars, Grouts, Monolithic Surfacing, and Polymer Concretes.*

ASTM C580 *Standard Test Method for Flexural Strength and Modulus of Elasticity of Chemical-Resistant Mortars, Grouts, Monolithic Surfacing, and Polymer Concretes.*

ASTM C884 *Standard Test Method for Thermal Compatibility between Concrete and an Epoxy-Resin Overlay.*

DIN 53504 *Testing of rubber; determination of tensile strength at break, tensile stress at yield, elongation at break and stress values in a tensile test.*

DIN 53505 *Testing of rubber - Shore A and Shore D hardness test*, 2000.

DIN 53507 *Testing rubber and elastomers; determination of the tear strength of elastomers; trouser test piece.*

DIN 53515 *Determination of tear strength of rubber, elastomers and plastic film using graves angle test piece with nick.*

EOTA TR 011, *Exposure procedure for accelerated ageing by heat*, 2004.

EOTA TR 010, *Exposure procedure for artificial weathering*, 2004.

SS EN ISO 527-3, *Plastics – Determination of tensile properties – Part 3: Test conditions for films and sheets*, 1997.

SS EN ISO 2808, *Paints and varnishes — Determination of film thickness*, 2007.

SS EN 206-1, *Betong – Del 1: Fordringar, egenskaper, tillverkning och överensstämmelse*, 2000.

SS EN 1109, *Flexible sheets for waterproofing — Bitumen sheets for roof waterproofing — Determination of flexibility at low temperature*, 2000.

SS-EN 1296, *Flexible sheets for waterproofing - Bitumen, plastic and rubber sheets for roofing - Method of artificial ageing by long term exposure to elevated temperature*, 2001.

EN 1504-9 *Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 9: General principles for the use of products and systems*, 2008.

SS EN 1504-2 *Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 2: Surface protection system*, 2004.

SS EN 1849-1, *Flexible sheets for waterproofing — Determination of thickness and mass per unit area — Part 1: Bitumen sheets for roof waterproofing*, 2000.

EN 2812 *Paints and varnishes — Determination of resistance to liquids. Part 1 Immersion in liquids other than water*.

SS EN ISO 5470-1 *Rubber- or plastics-coated fabrics — Determination of abrasion resistance — Part 1: Taber abrader (ISO 5470-1:1999)*, 1999.

SS EN 12697-16 method A – Prall, *Bituminous mixtures — Test methods for hot mix asphalt — Part 16: Abrasion by studded tyres*, 2004.

SS EN 12697-20 *Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt - Part 20: Indentation using cube or Marshall specimens*, 2004.

SS-EN 12970 *Mastic asphalt for waterproofing — Definitions, requirements and test methods*, 2001.

SS EN 13036-4 *Road and airfield surface characteristics - Test methods - Part 4: Method for measurement of slip/skid resistance of a surface - The pendulum test*, 2003.

SS EN 13375 *Flexible sheets for waterproofing — Waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles — Specimen preparation*, 2004.

SS EN 13416, *Flexible sheets for waterproofing — Bitumen, plastic and rubber sheets for roof waterproofing — Rules for sampling*, 2001.

SS-EN 13529 *Products and systems for the protection and repair of concrete structures — Test methods — Resistance to severe chemical attack*, 2003.

SS EN 13596, *Flexible sheets for waterproofing — Waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles — Determination of bond strength*, 2004.

SS EN 13653, *Flexible sheets for waterproofing — Waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles — Determination of shear strength*, 2004.

SS EN 13687-3, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Test methods - Determination of thermal compatibility - Part 3: Thermal cycling without de-icing salt impact*, 2002.

SS EN 14223, *Flexible sheets for waterproofing — Waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles — Determination of water absorption*, 2005.

SS EN 14224, *Flexible sheets for waterproofing — Waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles — Determination of crack bridging ability*, 2004.

SS EN 14691, *Flexible sheets for waterproofing — Waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles — Determination of compatibility by heat conditioning*, 2005.

SS EN 14694, *Flexible sheets for waterproofing — Waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles — Determination of resistance to dynamic water pressure after damage by pre-treatment*, 2005.

SS EN 13813 *Golvmaterial – Avjämnings- och beläggningssmassor baserade på cement, gips, magnesit, bitumen eller hårdplaster – Egenskaper och krav*, 2002.

SS EN 13892-3 *Golvmaterial - Provning av avjämnings- och beläggningssmassor - Del 3: Bestämning av nötningsmotstånd enligt Böhme-metoden*, 2002.

SS EN 13892-4 *Golvmaterial - Provning av avjämnings- och beläggningssmassor - Del 4: Bestämning av nötningsmotstånd enligt BCA-metoden*, 2002.

SS EN 13892-5 *Golvmaterial - Provning av avjämnings- och beläggningssmassor - Del 5: Bestämning av nötningsmotstånd mot rullande hjul hos avjämnings- och beläggningssmassor använda som slitskikt*, 2003.

SS EN 1928 *Flexible sheets for waterproofing - Bitumen, plastic and rubber sheets for roof waterproofing - Determination of watertightness*, 2000.

SS ISO 48, *Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of hardness between 10 and 35 IRHD*, 2007.

SS EN ISO 175, *Plastics – Methods of test for the determination of the effect of immersion in liquid chemicals*, 2000.

SS EN ISO 180 *Plastics - Determination of Izod impact strength*, 2000.

SS EN ISO 527-1, *Plastics – Determination of tensile properties – Part 1: general principles*, 1996.

SS EN ISO 527-2, *Plastics – Determination of tensile properties – Part 2: Test conditions for moulding and extrusion plastics*, 1998.

SS EN ISO 868 *Plastics and ebonite - Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness) (ISO 8668:2003)*, 2003.

- SS EN ISO 2815 *Paints and varnishes - Buchholz indentation test (ISO 2815:2003)*, 2003.
- SS EN ISO 4624, *Paints and varnishes - Pull-off test for adhesion*, 2003.
- SS EN ISO 7784-2 *Paints and Varnishes; Determination of Resistance to Abrasion*, 2006.
- SS 137003, *Betong – Användning av EN 206-1 i Sverige*, 2008.
- SS 923518 *Golvmaterial – Bedömning av kemikalier m.m.*, 1984.
- SS EN ISO 868, *Plast och ebonit – Bestämning av hårdhet med durometer (Shorehårdhet)*, 2003.
- SS EN 1766, *Betongkonstruktioner – Provning av produkter och system för skydd och reparation – Referensbetong*, 2000.
- SS EN 12697-33, *Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt – Part 33: Specimen prepared by roller compactor*, 2004.
- SS EN 14692, *Flexible sheets for waterproofing — Waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles – Determination of the resistance to compaction of an asphalt layer*, 2005.

Bilaga A



Utg: 1994-10-06
Ers: 1998-08-06
Rev: 2004-11-19

Datablad NM Silo556 / Härdare 40

NM Silo 556 / NM Härdare 40 är en lösningsmedelsfri och lätt tixotroperad tvåkomponent epoxi med mycket god kemikalie och vattenresistens. Systemet används till uppbyggnad av invändig beläggning i tankar och kar för kemikalier.

Se arbetsbeskrivning NM Tanksystem

Användningsområden:

- Invändig beläggning i tankar och kar för kemikalier.
- Ytskikt och laminering.

Tekniska data

Bas:

NM Silo 556

Härdare:

NM Härdare 40

Blandningsförhållande:

Bas-Härdare 100-48 viktdelar

Densitet - Bas: 1142 kg/m³

Densitet - Härdare: 1057 kg/m³

Densitet - Blandning.: 1114 kg/m³

Viskositet.: 1100 mPa·s

Potlife 100g 20°C: 25 min

Tryckhållfasthet DIN 53457: 60 MPa

Draghållfasthet DIN 53455: 35 MPa

Kemikaliebeständighet: Se tabell

Satsstorlek: 5.0+2.4= 7.4 kg

Verktyg rengörs i aceton.

NILS MALMGREN AB

Box 2039
S-442 02 YTTERBY

Tel: 0303-936 10
Telefax: 0303-928 55

E-post: info@nilsmalmgren.se
Hemsida: www.nilsmalmgren.se



Arbetsbeskrivning

NM Tanksystem för
epoxibeläggning i betongcisterner

Nils Malmgren AB

**1. Konstruktionsprincip**

NM Tanksystem utförs som invändig beläggning i betongcisterner. Beläggningen är utformad så att den kan överbrygga befintliga eller uppkommande sprickor i betongen.

2. Rengöring av betongen

Är ytan förorenad av oljor, fett eller dylikt skall den behandlas med ytaktivt medel (ev. kaustiksoda NaOH) och avspolas med vatten. Betongen skall sedan torka före vidare behandling.

Är ytan förorenad av färg, asfalt eller dylikt, avlägsnas detta i möjligaste mån genom skrapning eller försiktig mejsling. Därefter kan resterna avlägsnas genom sandblåstring.

Där betongen endast är svagt förorenad eller om cementhud finns, sandblåstras ytorna.

När anslutningar skall göras till ingjutningsgods skall ytorna vara metallrena dvs blåstrade.

Betongens fuktförhållande kan vara avgörande för resultatet. Det är därför viktigt att detta kontrolleras.

Enklast utförs detta med hjälp av en hygrometer som fästes mot betongen och övertäckes med ett stycke plastfolie. Om vatten vandrar kapillärt och avdunstar från betongytan, kommer den relativa fuktigheten snabbt att öka under plastfolien.

Se kapitel Ytpreparering i NM Epoxihandbok angående betongens fuktighetsgrad.

3. Hålkäl

Alla övergångar mellan vägg, golv och ingjutningsgods skall förses med hålkäl (minsta radie 20 mm).

4. Primerskikt

Om betongen är torr utförs primering med ett skikt av NM Grundering BP 50 Super / NM Härdare 50. Harts och härdare blandas med hjälp av en långsamtgående bormaskin och visp. Materialen skall vara tempererade till ca 20°C. Primeringen utförs med hjälp av målarrulle på skaft. Åtgång ca 150 g/m². Primeringen skall hårdas över natt, före nästa skikt. Betongens temperatur skall vara minst +10°C och relativa fuktigheten får ej överstiga 80%. Luftväxling är nödvändig.

Om fuktvandring pågår enl. punkt 2 skall betongen primeras med NM Grundering BP50 Super i tre skikt, med en dags mellanrum. Åtgång ca 3 x 150 g/m².

5. Elastiskt skikt

Det elastiska skiktet har till uppgift att fördela de spänningar som uppstår i tätskiktet över en spricka till ett vidare område på båda sidor av sprickan. Det elastiska skiktet utgörs av NM Spackel Elastic 705 Flex / NM Härdare 701. Detta påförs så jämnt som möjligt till en mängd av 1 liter/m² (1.35 kg).

Se baksidan för ytterligare information.

Nils Malmgren AB

Box 2039, S-442 02 YTTERBY

Beläggningskrav:

Ythållfasthet: >1.5 MPa
Yttemperatur: >10°C
Max RF i luft: 80%

**Blandningsförhållanden
på ingående komponenter.
(Bas - Härdare)**

NM Spackel Elastic 705 Flex
NM Härdare 701
100 - 23 viktdelar

NM Spackel Elastic 705
NM Härdare 706
100 - 15 viktdelar

NM Silo 556
NM Härdare 40
100 - 48 viktdelar

NM Silo 556
NM Härdare 29
100 - 60 viktdelar

NM Grundering BP 50 Super
NM Härdare 50
100 - 200 viktdelar

Denna arbetsbeskrivning är ett förslag på hur produkten skall läggas för bästa slutresultat. Alla omnämnda produkter är en blandning mellan en bas och en härdare om inte annat anges. För blandningsförhållanden och övriga data hänvisas till aktuellt datablad eller etikett. Vid frågor, kontakta inköpsställe eller Nils Malmgren AB

Tel: 0303-936 10 Fax: 0303-928 55

Bilaga B



Con-Seal

Data A komponent

Epoxiharts 100 %

Densitet 1,16 kg/m³

Löslighet i vatten : ej lös

Svagt gulaktig trögflytande vätska

Data B komponent

Cykloalifatiska polyaminer

Densitet 0,99 kg/m³

Delvis lös i vatten

Ph värde dispergerad 50:50 i vatten ca:11

Viskositet 20-35 mPa vid 25°C

Svagt gulaktig vätska

Data blandad vara

Geltid (arbetstid) vid 20°C 15-20min.

Härdtid 20°C ca 6 tim. (fullt uthärdad 24 tim.)

Lägsta rek. Härdtemperatur +10°C

Användningsområde och egenskaper hos Con-Seal

Con-Seal är framtagen för att verka som spricköverbyggande coating och frostskyddande yta för utomhus liggande betong ytor.

Con-Seal härdar till en hård men samtidigt seg yta som tränger in och tätar ytan av betongen och förseglar mindre sprickor (2-3mm.)

Con-Seal är alkalibeständig, en förutsättning för en bestående vidhäftning mot betong som är relativt starkt alkalisk.

Bruksanvisning.

Betongytan rengöres med t.ex. högtrycks tvätt ytan får därefter torka.

Con-Seal A+B blandas noggrant i A komp. burken. tills en homogen lösning erhållits.

Lösningen slås portions vis ut och avjämns med en gummiraka , ytan avsändas (mättas)med 1mm sand medan lösningen är våt.

Ytan får härda och därefter uppsuges överskottet av sand.

Hälsospekterna vid hantering av epoxi skall iaktas.

Upplysningar genom Varu informations blad Con-Seal.

Mer upplysningar kan fås genom
Zel-Aaren Innovation AB
Frälsögårdsgat. 31
504 94 Borås

Tel 033 257640 Fax 033 25 41 76
e-mail sune.linde@zel-aaren.se

Bilaga C



CHEMICAL RESISTANCE

permare[®] ep

CHEMICAL RESISTANCE

INTRODUCTION

The data in this chart summarises the short-term effects of a wide range of fluids on the Permare EP Epoxy polysulphide elastomeric coating. This data should only be used as a guide. It is advisable to test the material under actual, or at minimum, simulated service conditions, before specification and use. The following ratings are based on short-term laboratory immersion tests conducted at 21°C on free (unsupported) cured films.

RATING KEY

- 1 = Fluid has little or no effect
- 2 = Fluid has minor or moderate effect
- 3 = Fluid has moderate effect
- 4 = Fluid has severe effect

CHEMICAL RESISTANCE

CHEMICAL	DAYS			
	1	3	7	30
1. Water				
Chlorinated Water 1ppm	1	1	1	1
Chlorinated Water 10ppm	1	1	1	1
Chlorinated Water 100ppm	1	1	1	1
2. Alkalies				
Potassium Hydroxide (Caustic Potash) 15%	1	1	1	1
Sodium Hydroxide 50%	1	1	1	1
3. Acids (Aqueous)				
Benzoic Acid 5%	1	1	1	1
Boric Acid 20%	1	1	1	1
Citric Acid 50%	1	1	1	2
Nitric Acid 30%	4	-	-	-
Oxalic Acid 20%	1	1	1	1
Sulphuric Acid 20%	1	4	-	-
Tartaric Acid 50%	1	1	1	2
Hydrochloric Acid 1M	1	1	1	1
4. Salt Solutions (Aqueous)				
Aluminium Sulphate 50%	1	1	1	1
Ammonium Chloride 50%	1	1	1	1
Ammonium Perchlorate 50%	1	1	1	1
Ammonium Polyphosphate	1	1	1	1
Ammonium Sulphate 30%	1	1	1	1
Barium Hydroxide 10%	1	1	1	1
Calcium Chloride 50%	1	1	1	1
Calcium Hydroxide 50%	1	1	1	1
Copper Sulphate 20%	1	1	1	1
Ferric Chloride 50%	1	1	1	1
Ferrous Sulphate 10%	1	1	1	1
Magnesium Chloride 20%	1	1	1	1

CHEMICAL	DAYS			
	1	3	7	30
Magnesium Hydroxide 30%	1	1	1	1
Potassium Carbonate	1	1	1	1
Potassium Bicarbonate	1	1	1	1
Potassium Permanganate 6%	4	-	-	-
Sodium Carbonate 40%	1	1	1	1
Sodium Cyanide 5%	1	1	1	1
Zinc Chloride 10%	1	1	1	1
Zinc Nitrate 17%	1	1	1	1
5. Petrochemicals				
Benzene	4	-	-	-
Fuel Oil	1	1	1	1
Diesel Fuel	1	1	1	1
Kerosene	1	1	1	1
Mineral Spirits	1	1	1	1
Motor Oil 10W/40	1	1	1	1
Naphtha VM & P	1	1	1	1
6. Solvents/Chemicals*				
Acetone	4	-	-	-
Acrylonitrile	4	-	-	-
1,4 Butanediol	1	1	1	1
Butyl Cellosolve	4	-	-	-
Butyl Oxitol	4	-	-	-
Carbon Disulphide	4	-	-	-
Chlorobenzene	4	-	-	-
Cyclohexane	1	1	1	1
Ethyl Acetate	4	-	-	-
Ethyl Acrylate	4	-	-	-
Ethyl Alcohol	1	1	4	-
Ethyl Hexyl Acrylate	1	1	1	1
Ethylene Dichloride	4	-	-	-
Heptane	1	1	1	1
Hexane	1	1	1	1
Hexylene Glycol	1	1	1	1
Isobutanol/Isobutyl Alcohol	1	1	1	2
Isopropanol	1	1	1	2
Isopropyl Amine	4	-	-	-
Linseed Oil	1	1	1	1
2-Mercaptoethanol	4	-	-	-
Methanol	4	-	-	-
Methyl Acrylate	4	-	-	-
Methylated Spirit	4	-	-	-
Methyl Carbitol	4	-	-	-
Methyl Cellosolve Acetate	4	-	-	-
Methyl Methacrylate	4	-	-	-
Methyl Ethyl Ketone	4	-	-	-
Methylene Chloride	4	-	-	-
Butyl Acrylate	4	-	-	-
Butanol/Butyl Alcohol	1	1	1	2
Propylene Glycol	1	1	1	1

* Where the coating is not resistant to a volatile solvent this will, in many cases, be reversed by a drying period to allow solvent evaporation after the exposure.

permare® ep

PRIMARY & SECONDARY CONTAINMENT MEMBRANE

DESCRIPTION

Permare® EP is a two component, seamless liquid system which combines the features of both epoxies and polysulphides to produce a coating with outstanding physical properties. The material cures to produce a tough, flexible coating especially suited to applications where abrasion and chemical resistance is required.

USES

Permare® EP is designed to retain, exclude or protect structures from water, oils, fuels and many aggressive chemicals. Typical applications include:

- Storage tanks and silos
- Secondary containment - bund lining or earthen containment bunds (using a fabric carrier for the coating)
- Petrochemical Industry
- Concrete, masonry, asphalt or steel substrates requiring a chemical and/or abrasion resistant coating
- Car park kerbs and areas where high abrasion resistance is essential
- Floor protection in industrial environments (the addition of an aggregate overscatter provides a slip resistant finish)
- Silage units
- Canals and culverts
- Sewage, sludge tanks and manholes
- Above or below ground applications

FEATURES

- Excellent chemical, abrasion and impact resistance
- Good low temperature flexibility
- Low gas permeability
- Excellent UV and weather resistance
- Does not contain solvents
- Easy to apply
- Liquid applied - providing a seamless coating with no vulnerable joints
- Can accommodate difficult surface profiles and shapes
- High bond strength to substrate
- Two component, colour coded system to ensure homogeneous mixing on site
- Long and effective life
- On site quality assurance programme
- Applied only by authorised and trained contractors

TECHNICAL DATA

PROPERTY	VALUE
Application Temperature Range ¹	5 – 50°C
Maximum Humidity During Application	85%

¹ For temperatures outside this application range please contact our Customer Services Department.

Working Life (Typical)² (Material Temperature)

@ 50°C	15-25 mins
@ 40°C	20-30 mins
@ 30°C	30-40 mins
@ 20°C	60-70 mins
@ 10°C	75-85 mins

Minimum Overcoating Time³ (Ambient Temperature)

@ 50°C	4 hrs
@ 40°C	8 hrs
@ 30°C	16 hrs
@ 20°C	21 hrs
@ 10°C	29 hrs
@ 5°C	33 hrs

Typical Tensile Strength (BS903: A2:1995) @ 23°C	6.5 MPa
---	---------

Typical Elongation at Break (BS903: A2:1995) @ 23°C	35%
--	-----

Adhesion to Substrate (BS EN ISO 4624: 2003)	
Steel	> 2 MPa
Concrete	> 1 MPa

Hardness (Shore D) (BS2782: Pt 3: Method 365B: 1992 ISO 868: 1985)	55
---	----

Water Vapour Transmission Rate (1mm coating, ASTM E96-80)	0.8-1.3/m ² /day
--	-----------------------------

Water Vapour Resistivity (x10 ⁵ MNs/g) (ASTM E96-80)	1.6 - 2.6
--	-----------

Petrol Transmission Rate (ASTM E96-80)	Zero
---	------

Abrasion Resistance: (ASTM D1044-85, CS-17 wheel, 500g load)	
100 cycles	30 - 35 mg
500 cycles	80 - 95 mg
1000 cycles (1000g load)	94 mg

Low Temperature Flexibility (0.25 mm coating) (ASTM D3111-88)	Pass at -26°C
---	---------------

SURFACE PREPARATION

It should be stressed that the success of any waterproofing system is dependent on the thoroughness of the surface preparation.

Concrete

New concrete substrates should be a minimum of seven days old. The substrate must be clean, dry and structurally sound. It

² Permare EP may be applied when the ambient temperature is below 10°C though the material may require heating to facilitate good mixing and ease of application. For further information please contact our Customer Services Department.

³ Minimum overcoating time is based on good air circulation. This may increase in enclosed situations.

Bilaga D

ARBEIDSPROSEDYRE

Prosjekt:	Biogass anlegg Micorea S3	Rev.:	Sider: 3
Prosess:	Vanntetting med polyurea	Datum:	21.06.2010
Utarbeidet av:	Elisabet N Michelson		
Godkjent av:	Svein Kjennerud		

Denne prosess beskriver utførelse av priming med Micopox P avstrødd med tørr ren sand til metning, 0,4 – 0,8 mm, og påsprøyting av et høyelastisk vanntett membran av polyurea, Micorea S3.

1.0 KRAV TIL BETONGEN - UNDERLAGET

- 1.1 Betongen skal være fri for gammel maling og forurensninger som fett, olje og støv. Ved belegging av nystøpte betong, skal sement huden fjernes.
- 1.2 Betongen skal være tørr for belegging starter og min 28 døgn. Fuktvandringen kan kontrolleres med 1 m² plastfolie som festes ved hjelp av teip på betongoverflaten. Hvis det ikke betongen mørkner eller at fukt ikke er synlig etter et døgn, er betongen tørr nok til belegging. Alternativt kan prober støpes inn for å måle fukttinnholdet i betongen. For å oppnå en vanntettende effekt er det viktig at membranen blir påført på den siden der vannkilden kommer ifra. Hvis det er muligheter for vann inntrengning, vil et tett belegg magasinere ev innsig av vann og forårsake stor skade. Hvis konstruksjonen blir utsatt for lave temperaturer, kan det være fare for frostsprengning.
- 1.3 Eventuell membranherder må fjernes. Dette kan enkelt kontrolleres ved å påføre en vanndråpe. Hvis vanndråpen ikke trenger ned i overflaten, er det trolig membranherder som må fjernes før belegging.
- 1.4 Anbefalt temperatur på betong ved utførelse bør være min 5 °C. Temperaturen på overflaten skal være minimum 3 grader over dugg punktet ved utførelsen.

2.0 FORBEHANDLING

- 2.1 Sement huden fjernes ved sliping, slyngrensing.
- 2.2 Eventuelle sår, riss og ujevnheter utbedres med epoxy sparkel, Micopox P sparkel, alternativt epoxy mørtel, Micopox P blandet med sand. Ved større skader kan sementbaserte spesialmørtler limt med Micopox L brukes.
- 2.3 Betongen skal støvsuges eller blåses ren før belegging.

3.0 DETALJER

- 3.1 Beleggs avslutninger, anslutning til renner og sluk, samt hulkil og sokler utføres i henhold til egen arbeidsbeskrivelse. Kanter og hjørner bør avrundes om mulig.

- 3.2 Hvis et nytt lag Micorea skal påføres på et Micorea membran som er eldre enn 2 dager, bør en primer, Micopox WP brukes for å sikre mellomstrøks adhesjon. Temperaturen på overflaten skal være minimum 3 grader over dugg punktet ved utførelsen.

4.0 PÅFORING

- 4.1 Påføringen bør skje ved mest mulig stabil temperatur eller ved fallende temperatur for å redusere faren for porer i belegget.
- 4.2 Priming utføres med Micopox P. Epoxyen avstrøs umiddelbart med sand, 0,4 – 0,8 mm, for hånd eller blåses på. All overskudds sand fjernes etter at primeren herdet.

Forbruk: Micopox P ca 0,3 kg/m²
 Sand, 0,4 – 0,8 mm ca 1 kg/m²

- 4.3 Membran av Micorea S3 påsprøytes med en spesialsprøyte med ca 180 bars trykk og ca 80 C temperatur. Micorea blir støvtørr på noen sekunder og man kan gå på membranen umiddelbart etter belegging, men vi anbefaler at membranen ikke belastes mekanisk før etter 1 døgn.

Forbruk: Micorea S3 ca 3,5 kg/m² pr strøk ved beleggstykkelse på 3 mm, alt 5 kg/m² for en tykkelse på 4- 4,5 mm.

- 4.4 Micorea S3 gulner ved sollys. For å unngå dette kan en vannbasert epoxy, Micopox W, påføres i ønsket farge.

Forbruk: Micopox W ca 0,2 kg/m²

5.0 KONTROLL

- 5.1 Betongen kontrolleres for eventuell fukt, slam og støv og eventuelt andre forurensninger.
- 5.2 Temperatur sjekkes mot kravene, se punkt 1.4.
- 5.3 Primerens heft til underbetongen sjekkes eventuelt med avtrekksprøve.
- 5.4 Forbruket kontrolleres og noteres.
- 5.5 Visuell kontroll etter utførelsen skal bekrefte at belegget har tilfredsstillende overflate.

6.0 ANSVAR

- 6.1 Entreprenøren har ansvaret for å følge denne arbeidsprosedyren og for å notere all nødvendig dokumentasjon under arbeidet, så som batch nummer, materialforbruk, temperaturer, tidsforbruk etc. se vedlegg 1.

Prosjekt Futurum
KONTROLL SKJEMA

Vedlegg 1

Daglig kontroll

Prosjekt	Prosjekt nr:	Hovedentreprenør:
Sted/lokal		Kontakt person:
Tid:	Ansvarlig for utførelsen:	Signatur:

KONTROLL AV	Utført Ja Nej	Datum	Kommentarer
1. Underlag	☐ ☐		
1.1 Temperatur i omgivelsen	☐ ☐		
1.2 Fukt(RH) i omgivelsen	☐ ☐		
1.3 Temp. I underlaget	☐ ☐		
1.4 Fukt I underlaget	☐ ☐		
1.5 Avvik	☐ ☐		
1.6 Renner til sluk	☐ ☐		
1.7 Avbrudd	☐ ☐		

2. Utført forbehandling	Area	Datum	Kommentarer	OK
2.1 Metod				

UTFØRT ARBEID/ KONTROLL	Mengde Area	Datum	Kommentarer	OK
3. Priming Micopox P, forbruk	m ² kg			
4. Kontroll av heftfasthet	Ja Nej ☐ ☐			
5. Batch nr				

7. Membran Micorea	m ² kg			
8. Batch nr				
11. Detalj arbeid				
11.1 Hullrum, ujevnheter	lm			
11.2 Sprekker riss		lm		
11.3 Sluk, renner			lm	
11.4 hulkil, sokler				
11.5 Avslutninger				



Datasheet 1008 N

Date 22.09.2003

MICOPOX P

- PRODUKTBESKRIVELSE:** Micopox P er en to komponent lavviskøs klar epoxy uten løsningsmidler.
- ANVENDELSESOMRÅDE:** Micopox P er velegnet som primer, bindemiddel til kompakt gulv, mørtelbelegg eller som bindemiddel til belegninger med kvartssand. Micopox P er ikke egnet som topplakk. I slike tilfeller benyttes Micopox 300.
- EGENSKAPER:** Micopox P er en lavviskøs epoxy med god inntregningsevne i betong.
- FORBEHANDLING:** Avretting/fresning eller slyngrensning og omhyggelig støvsuging. Overflaten skal være ren og tørr før påføring.
- BLANDING:** Komponentene A + B blandes med drill og visp i minimum 3 minutter, til en homogen masse.
- PRIMING:** Den klargjorte betongoverflaten påføres med Micopox P ved hjelp av kost eller malerull. Videre belegning skal utføres innen 24 timer. Forbruket er avhengig av underlag og temperatur.
- PÅFØRING:** Micopox P påføres med kost eller malerull, eventuelt med tannet sparkel.
- RENGJØRING:** Verktøy reingjøres med Micorens.
- MILJØ OG SIKKERHET:** Se HMS datablad.

DRIFT OG VEDLIKEHOLD: Se eget datablad.

TEKNISKE DATA:

Komponent A	6 kg	Sp.vekt	1,08 kg/l	Potlife +20 oC	35 min.	Blandingsforhold 2 : 1
Komponent B	3 kg	Tørrestoffinnhold	100 %	Forbruk	ca. 0,25kg/m ²	Lagring:
Sett A+B	9 kg	Viskositet	400 cP	Laveste herdetemp	+5 °C	Oppbevares tørt og frostfritt.
						Beskyttes mot direkte sollys.
						Holdbarhet: minimum 12 mnd.

Spesielle opplysninger: MALKODE: 00-5 (1993) PRODUKTNR: COMP A: Produktet er anmeldt PRODUKTNR: COMP B: 1608721. Opplysningene i dette datablad er basert på vår nåværende viten og erfaring og må kun betraktes som retningsgivende og være gjenstand for vurdering i hvert enkelt tilfelle.



Dysterud Gaard, N-2100 Skarnes, Norge

Tlf. +4762964646/+4762963385

Fax +4762964647

post@elmico.no



Datasheet 1004 N
Date 12.01.2003

MICOPOX WP

- PRODUKTBSKRIVELSE:** Micopox WP er en to komponent vannemulgerbar transparent epoxy.
- ANVENDELSESOMRÅDE:** Micopox WP anvendes som støvbinder på betong og primer for herdeplastbelegg, som f.eks. Micopox W, Micopox C, Micopox SL-3, Micopur LS og Micopur G.
- EGENSKAPER:** Micopox WP har meget god inntrengningsevne og heftegenskaper til betong.
- FORBEHANDLING:** Avfetting og sliping eller slyngrensing, samt omhyggelig støvsuging. Overflaten skal være ren og tørr før påføring.
- BLANDING:** Komponentene A + B blandes med elektrisk drill og visp i minimum 3 minutter, til en homogen masse.
- PRIMING:** Micopox WP kan tynnes med 5 til 10% vann.
- PÅFØRING:** Påføres med kost eller malerull.
- RENGJØRING:** Verktøy reingjøres med vann, eventuelt tilsatt såpe.
- MILJØ OG SIKKERHET:** Se HMS Datablad.
- DRIFT OG VEDLIKEHOLD:** Se eget vedlikeholdsdatablad.

TEKNISKE DATA

Komponent A	2 kg	Sp.v.	1,02	Potlife +20 C°	45 min.	Blandingsforhold i vekt: 8 : 2
Komponent B	8 kg	Tørrestoffinnhold	33 %	Forbruk ca. 0,2 kg på m ²		Lagring: Oppbevares tørt og frostfritt og beskyttet mot direkte sollys.
Sett A + B	10 kg			Laveste herde- og overflatetemperatur 10 C°		Holdbarhet: Minimum 12 mdr.

Spesielle opplysninger: Malkode: 00-5 (1993) Produktnr.: Comp A: 1567384. Produktnr. Comp B: 1567405.
 Opplysningene i dette datablad er basert på vår nåværende viten og erfaring og må kun betraktes som retningsgivende og være gjenstand for vurdering i hvert enkelt tilfelle.



Dysterud Gaard, N-2100 Skarnes, Norge
 Tlf. +4762964646/+4762963385
 Fax +4762964647
post@elmico.no



Datasheet 1015 N
Date 13.08.2008

MICOREA S2/S3/S4

PRODUKTBESKRIVELSE:	Micorea er et tokomponent polyurea system for spray applikasjoner med to komponents spesialsprøyte. Produktene kan fås i flere varianter, bla S2,S3 og S4. Micorea herdner på noen sekunder. Spesialsprøyteutstyret må bestå av oppvarmede slanger og sprayer under høyt trykk.
ANVENDELSESOMRÅDE:	Micorea er velegnet som høyelastisk membran under støpeasfalt eller fliser eller som belegg i hardt belastede miljøer som P-hus, lager og produksjonslokaler og katastrofebassenger. Micorea også benyttes på stål.
EGENSKAPER:	Micorea er et elastisk system med sprekkeoverbyggende egenskaper. De ulike variantene S2,S3 og S4 har ulike egenskaper mhp elastisitet og andre tekniske egenskaper.
FORBEHANDLING:	Avfetting og sliping/fresing eller slyngrensing, samt omhyggelig støvsuging. Stål sandblåses til SA 2 ½.
BLANDING:	Komponentene A + B blandes i pistolmunnstykket.
PRIMING:	Betongoverflater påføres Micopox WP (ca. 0,2 kg/m ²), Micorea påføres deretter innen 24 timer.
PÅFØRING:	Påføres med egnet sprøyteutstyr av spesialentreprenør i ønsket tykkelse. For vanntetting anbefales en tykkelse på min 2 mm.
RENGJØRING:	Verktøy rengjøres med aceton eller Micorens.
MILJØ OG SIKKERHET:	Se HMS datablad.
TEKNISKE DATA:	

Micorea	Micorea	S2	S4	S3
Leveres i 200 kg fat	Strekfasthet, MPa 23C	25,5	20	25
Blandingsforhold(A : B) 1:1	-20 C	32,5		37
Tørrestoffinnhold 100 %	Bruddforlengelse, %, 23C	440	300	380
Lagring: Oppbevares tørt og frost-	-20 C	155		154
Fritt og beskyttet mot direkte sollys.	Rivfasthet, N/mm, 23 C	60	100	75
Holdbarhet: Min. 12 mdr.	-20 C	122		
	Shore A	93	97	92
	Shore D	45	60	45
	Gel tid, s	10	2	3
	Klebefri etter, s	18	5	7

Spesielle opplysninger: Malkode: 00-3 (1993) Produktnr. Comp A: Produktnr. Comp B:
Opplysningene i dette datablad er basert på våre nåværende kunnskaper og erfaring og må betraktes som retningsgivende og gjenstand for Vurdering i hvert enkelt tilfelle.



Dysterud Gaard, N-2100 Skarnes, Norge
Tlf. +4762964646/+4762963385
Fax +4762964647
post@elmico.no

Bilaga E

CI/SB

--	--	--	--

PRODUCT DATASHEET

stirling lloyd mma resins

CHEMICAL RESISTANCE OF MMA SURFACE COATINGS

Surface coatings made from Stirling Lloyd's Methyl Methacrylate (MMA) resins are highly resistant to attack from a wide range of chemicals. They provide excellent protection against spills and leakages of organic and mineral acids as well as alkalis.

Our test procedure involves the immersion of an unfilled, polymerised specimen in the test medium at 23°C. After 4 weeks of storage its tensile strength is tested. The rating 'resistant' stipulates that the tensile strength readings may not deviate by more than 20% from those of a control sample stored in air at 23°C.

The ratings given should be considered as general guidelines only. The resistance properties of a finished coating are influenced both by pigments and fillers used and by fluctuations in temperature. Furthermore, it may be affected more severely if exposed simultaneously to two or more chemicals.

Rating:

+ Resistant
o Partly resistant
- Not resistant

1 Water

Distilled water		+	
Salt water		+	

2 Alkalis

Ammonia	10%	+	
	30%	o	
Caustic Soda	10%	+	
	30%	+	
	50%	+	
Potassium Hydroxide	10%	+	
	30%	+	
	50%	+	

3 Acids

Acetic Acid	10%	+	
	30%	o	
	80%	-	
	conc.	-	
Chromic Acid	10%	+	
	20%	+	
	40%	-	
Citric Acid	10%	+	
	30%	+	
Formic Acid	10%	o	
	30%	-	
Hydrochloric Acid	10%	+	
	30%	+	
	conc.	+	
Lactic Acid	10%	+	
	30%	+	
Nitric Acid	10%	+	
	30%	o	
	conc.	-	
Oxalic Acid	10%	+	
Phosphoric Acid	10%	+	
	40%	+	
	conc.	o	

Sulphuric Acid	10%	+	
	30%	+	
	50%	o	
	conc.	-	

4 Salt Solutions (saturated)

Ammonium Chloride		+	
Ammonium Sulphate		+	
Calcium Chloride		+	
Potassium Chloride		+	
Sodium Carbonate		+	
Sodium Chloride		+	
Sodium Hypochlorite	15%	+	
Sodium Sulphate		+	

5 Petrochemicals

Crude Oil		+	
Diesel Fuel		+	
Gasoline, high octane		o	
Gasoline, normal octane		o	
Kerosene		+	
Mineral Oil		+	
Paraffin Oil		+	
Petroleum		+	
White Spirit		+	

6 Solvents

Acetone		-	
Benzene		-	
Butanol		-	
Butyl Acetate		-	
Butyl Ether		-	
Carbon Tetrachloride		-	
Chloroform		-	
Cyclohexane		+	
Ethanol		-	
Ethanol	30%	+	
Ethyl Acetate		-	
n-Heptane		+	
n-Hexane		+	
Isopropyl Alcohol		-	
Cresol		-	
Methyl Ethyl Ketone		-	
Perchloroethylene		o	
Phenols		o	
n-Propyl Acetate		-	
n-Propyl Alcohol		-	
Styrene		o	
Turpentine		+	
Toluene		-	
Trichloroethylene		-	
Xylene		-	

7 Natural Oils & Fats

Animal Fats		+	
Castor Oil		+	
Linseed Oil		+	
Olive Oil		+	
Vegetable Fats		+	

8 Disinfectants & Cleansers

Calcium Chloride		+	
------------------	--	---	--

Bilaga F

Utgåva 070606

7.1

**Daboleum SF****Syrabeständiga gjutasfaltgolv**

Användnings- område:	Lokaler där syror förekommer t.ex. ackumulator och eloxerings fabriker, mottagningshallar för mjölk och boskap, stall, hund-gårdar m.m.
Utseende:	Daboleums utséende är mörkgrå.
Miljö:	Vattentätt, ljuddämpande, dammfritt, lättstädad, slitstarkt, hygieniskt samt behagligt att gå och stå på.
Materialval:	Daboleum SF: Syrabeständig gjutasfalt 18-25 mm alt. 2*18-25 mm. Beta S-fog : Polymermodifierad asfaltfogmassa. Beta Broprimer: Kallasfaltprimer. Betaspackel: Polymermodifierad asfaltmassa för avjämning.
Utförande:	Primering utföres med Beta Broprimer längs väggliv, runt samtliga genomföringar, brunnar o.dyl. Primerad yta strykes flödigt med Beta S-fog. Beläggning utföres med 18-25 mm alt. 2*18-25 mm Daboleum SF på glasfiberfilt, ytan rives med sand alternativt valsas blank, eventuella skarvar brännes ihop.
Läggning:	Daboleum SF utlägges vid en temperatur av 220-250 C.
Underlag:	Daboleum SF kan läggas på alla solida underlag. Större ojämnheter justeras med betong, mindre (max. 20 mm) justeras med Daboleum alt. Betaspackel.
Tjocklek & Vikt:	18-25 mm / lager. 50-65 kg/m2 och lager.
Resistens:	Daboleum SF är resistent mot de flesta syror med vissa undantag (se resistenslista 7.1.3.).
Hårdhet:	Daboleum -massans hårdhet anpassas till objektets och verksamhetens art och testas med stämpelbelastningsprov enl. DIN 1996.
Övrigt:	Daboleum SF utlägges med ca. 400 m2 / dag och kan med fördel utföras över en helg. Eftersom massan formas på plats kan man lägga runt maskiner och andra fast monterade detaljer. I lokaler med kraftig trafik alt. starka syror utlägges två lager med förskjutna skarvar för att undvika att syra och fukt tränger ner i underlaget.

DAB-Domiflex AB, Örlogsvägen 15, S-426 71 Västra Frölunda
Tel: +46 31-65 00 60 Fax: +46 31-65 46 80

Bilaga G

Warrior™ 260

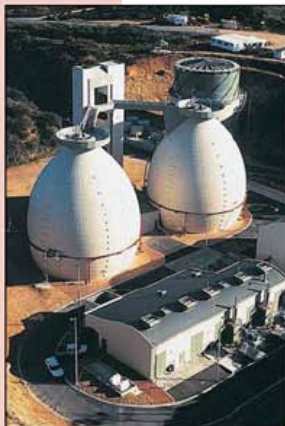
Fast Cure Spray Elastomer System

PRODUCT DESCRIPTION

INTENDED USES



PRACTICAL INFORMATION



APPLICATION



The Hanson Group, LLC
900 McFarland 400 Blvd
Alpharetta, GA 30004
770.667.6111 (phone)



Warrior™ 260 is the next generation phenolic. Superior physical properties, 100% solids, highly chemical resistant, extremely abrasion resistant, tough, two part elastomeric spray coating giving rapid and consistent cure in applications ranging from -20°F to over 400°F.

Warrior™ 260 is specifically designed to be used in demanding installations requiring an elastomeric coating with superior physical properties and very high durability in harsh chemical environments. Applications can normally be reopened to traffic and service in minutes.

- Secondary Containment Areas
- Waster Water Linings
- Mechanical Rooms
- Fertilizer Plants
- Pipe Line Coating
- Petroleum Prod. & Storage
- Refineries
- Tank Linings
- Digester Linings
- Pulp & Paper Mills
- Petrochemical facilities
- Cooling Tower Lining
- Oil & Gas Transmission

Advantages: Superior resistance to solvents, acids and bases | 100% solids, no VOC's | Flexible, 260% elongation | Excellent thermal stability | Shock resistant | Abrasion resistant | Low perm rate | Cures -20°F to 400°F | Return to service in 60 min. | High strength | Bridges moving gaps up to 1/16" W | Waterproofs | Accepts vehicular traffic

Physical Properties	Test Method	Value
Tensile Strength (psi)	D-638	5350
Elongation (%)	D-638	260
Tear Strength (pli)	D-624	730
Shore Hardness ("D" scale)	D-2240	62
Moisture Vapor Transmission	E-96	(perm. in.) 0.015
Abrasion Resistance (wt. Loss-mg.)		
H-18, 1000g, 1000 rev.	D-6040	43
CS-17, 1000g, 1000 rev.	D-6040	< 2
Flash Point, components (°F)		>200
Coefficient of Thermal Expansion (in/in"°C)		approx. 4 X 10 ⁻⁴
Gel Time / Tack Free		6 sec. / 30 sec.
Flame Spread	E-108	Class A (Comparable to UL 790)
Flexibility Test:		
Gardner Impact, in.-lbs. (on 1/32" steel panels)	D-2749	
Direct and Indirect		
Mandrel Bend:		
Conical Bend (on 1/32" steel)	D-522	pass
1/4" Mandrel, 25°C (free film, 35-50 mils)	D-1737	pass
1/4" Mandrel, -20°C (free film, 35-50 mils)	D-1737	pass

CHEMICAL RESISTANCE COMPARISON

Warrior™ 260 vs. Polyurea

This chart compares the suitability of Warrior™ 260 with polyurea for use in secondary containment applications.

LEGEND

R: Recommended (no danger) C: Caution (some swelling, discoloration, cracking) R-8: Recommended with eight hour washdown
R-1: Recommended with one hour washdown N: Not Recommended

CHEMICAL	Warrior 260 Typical	Polyurea	CHEMICAL	Warrior 260 Typical	Polyurea
Acetic Acid, 10%	R	R	Methyl Ethyl Ketone	R-1	N
Acetone	R-8	N	Mineral Spirits	R	R
Ammonium Hydroxide, 20%	R	R	Motor Oil	R	R
Ammonium Nitrate	R	R	Nitric Acid, 10%, 20%	R	N
Ammonium Phosphate	R	R	Nitric Acid, 40%	R-8	N
Antifreeze	R	N	Nitric Acid, 50%	R-1	N
(50% Ethylene Glycol)			Phosphoric Acid, 10%	R	R
Battery Acid (Sulfuric Acid)	R	N	Phosphoric Acid, 25%, 50%, 85%	R	N
Benzene	R-8	N	(conc.)		
Brine (saturated 130,000 ppm)	R	R	Potassium Hydroxide, 10%	R	R
Brake Fluid	R-1	N	Potassium Hydroxide, 20%, 50%	R	N
Chlorine (2,000 ppm in H ₂ O)	R	R	Propylene Carbonate	R	C
Citric Acid	R	R	Skydrol (aircraft hydraulic oil)	R-1	N
Copper Chromate Arsenic	R	R	Sodium Chloride	R	R
(4% working sol'n)			Sodium Hydroxide, 5%, 10%, 25%	R	R
Diesel Fuel	R	R	Sodium Hydroxide, 50% (conc.)	R	C
Dimethyl Formamide	R-1	N	Sodium Hypochlorite	R	C
Gasoline - unleaded	R	C	(household bleach)		
Hexane	R	R	Stearic Acid	R	R
Hydrochloric Acid, 5%, 10%	R	R	Sulfuric Acid, 5%, 10%, 20%	R	R
Hydrochloric Acid, 25%	R	N	Sulfuric Acid, 25%, 50%	R	N
Hydrofluoric Acid	N	N	Sulfuric Acid, 98% (conc.)	R-1	N
Hydraulic Oil	R	C	Toluene	R-8	C
Isopropyl Alcohol	R	C	1,1,1-Trichloroethane	R-8	C
Lactic Acid	R	R	Trisodium Phosphate	R	R
Liquid Nitrogen Fertilizer	R	R	Vinegar, (5% Acetic Acid)	R	R
(28-0-0)			Water	R	R
Liquid Urea Fertilizer	R	R	Xylene	R	R
Methanol	R	C			

Warrior™ 260 is a plural component, fast cure, spray phenolic co-polymer system. Equal volumes of parts "A" and "B" are proportioned and dispensed through high pressure, high temperature spray environment. Consult The Hanson Group for correct machine conditions.

Gel time	6 sec.	Tack-free time	30 sec.	Open to light traffic	60 sec.	Open to chemical exposure	8 hr.
Bond Strength (ASTM D-4541)	(primed substrate)						
Concrete:	350-400 psi	(concrete failure)					
Steel:	exceed 1200 psi						
Wood:	200-250 psi	(wood failure)					

Color Availability: Black, Light gray, Dark gray and Beige. See standard color chart. Custom colors available at additional charge. See remarks on color retention.



WASTE REFINERY
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Box 857, 501 15 Borås
wasterefinery@sp.se
www.wasterefinery.se