



Forutsetninger for problemfrie badeanlegg er riktig materialvalg, god utførelse og jevnlig vedlikehold

Materialvalg i

FLISKLEDTE BADEANLEGG

Vannkvalitet og materialegenskaper

Tekst: Arne Nesje, SINTEF/Byggkeramikforeningen: arne.nesje@sintef.no
og Stein W. Østerhus, SINTEF teknologi og samfunn: stein.w.osterhus@sintef.no

En del skader på flislagte konstruksjoner, både i nybygde og nylig rehabiliterte badeanlegg i Norge, har satt i gang en diskusjon om skadeårsaker.

Skadene består i utvasking av fuger, flis som løsner fra underlaget, lekkasjer i form av utette fuger, korrosjon m.m.

Vi står også overfor en betydelig satsing mht. utbedring og oppgradering av eldre bassenger, som har blitt både 30 og 40 år gamle. Det er da viktig å vite hvilke materialer som holder over tid og å sørge for riktig arbeidsutførelse.

SINTEF/Byggkeramikforeningen har studert sammenhengen mellom vannkvalitet og forvitring og nedbrytning av fugemasser og tettematerialer i bassenger og våtromsoner. Målet er å kunne gi klarere retningslinjer for valg av materialer ut fra de kjemiske og fysiske belastningene.

I det følgende presenteres problemstillingen i form av eksempler som mange vil kjenne seg igjen i; deretter presenteres løsninger.

EKSEMPEL 1: OMFUGING AV BASSENG

Et kommunalt skolebasseng hvor fugemassen etter ca 30 år hadde begynt å tære bort, og hvor de besluttet å etterfuge bassenget. Rester av opprinnelig fugemasse ble krasset ut, og fugene ble rengjort og fuget med ny, sementbasert fugemasse. Da bassenget ble tatt i bruk, registrerte vaktmesteren at det samlet seg sand på bassengbunnen og i filtrene. Etter 2–3 års tid var fugene så tæret bort at bassenget måtte tappes ned for refuging. Under vannspeilet var fugene forvitret i 3–5 mm dybde; over vannspeilet var de harde og intakte.

Til slutt måtte alle fugene krasses ut og erstattes med epoksy-masse. Det viste seg at kommunen hadde bløtt, aggressivt vann. Denne informasjonen var ikke tilgjengelig for de som skulle velge materialer og ble heller ikke forsøkt innhentet.



Fugemassen forvitret raskt og kunne utkrasses etter kort tid.

EKSEMPEL 2: LØSE FLISER, NEDFUKTET MEMBRAN

En kommune bygget et nytt badeanlegg i 1998–99. Etter 2–3 år ble det registrert feil og mangler, bl.a. for dårlig fall mot sluk, bompertier og manglende bevegelsesfuger.

Borttøring av fugemasse førte til at hele bassenget måtte fuges om etter ca tre år.

Driftspersonalet hadde også erfart at det gikk med betydelige mengder vannbehandlingskjemikalier som natriumhypokloritt og CO_2 . Vanntemperaturen lå på 29–33 grader avhengig av bassengtype. Da bassenget ble fuget om sank forbruket av CO_2 betydelig.

Undersøkelse av lim og membraner under løse fliser viste at de hadde svulmet og mistet noe av sin opprinnelige fasthet. Limprøver viste at de organiske tilsetningsstoffene hadde redispergert og fremsto som en melkehvit væske. Vannprøver viste at vannet var aggressivt. Det ble benyttet CO_2 til vannbehandling. Lim og membran ble vurdert å ha utilfredsstillende egenskaper ved de aktuelle påkjenninger.

Til utbedringen valgte byggherren epoksymembran, -lim og høykvalitet, sementbasert fugemasse.



Alle fliser måtte fjernes, og underlaget ble sandblåst og sparklet før nye fliser ble limt med epoksy

EKSEMPEL 3: LEKKASJER I BEVEGELSESFUGER

I forbindelse med bygging av nytt badeland oppsto det etter en tid lekkasjer i gangarealene rundt bassenget. Det ble konstatert lekkasjer i tilknytning til fugene. I tillegg hadde deler av fugebåndene som skal forsegle bevegelsesfuger begynt å svikte, heften mellom fugebånd og lim var redusert. Slike fugebånd har et gummiert midtparti og fibervev på begge sider som skal bakes inn i membranen. Mye av fibervevet var tæret bort, og materialene var tydelig svekket som følge av kjemisk påvirkning. Også her ble det målt aggressivt bassengvann, og det var fukt i underlaget under membranen.



Fugebåndet må være av en kvalitet som tåler påkjenningen. Svikter fugen, har dette store følgeskader.

Hvordan hindre skader ?

Slike skadeeksempler har gjort at vi nå legger mer vekt på vannkvalitet og vannbehandling ved valg av fuge-, lim- og membranprodukter.

En stor del av produktene som benyttes i norske badeanlegg produseres av store, velrenommerte utenlandske produsenter, noe man skulle tro borget for sikkerhet. Men kjennskapet til lokale forutsetninger som vannkvalitet, drifrutiner m.m. viser seg ofte å ha vært noe mangelfullt i planprosessen.

Vannkvalitet og vannbehandling

Vannkvaliteten i bassengene er en kombinasjon av drikkevannskvaliteten fra det lokale vannverket og den vannbehandling som gjøres i anlegget for å tilfredsstillende komfort- og hygienekrav.

Justering av vannkvalitet og effekt av kjemikalier er komplisert kjemi. Vi har systematisert en del rundt vannkvaliteter og sett på forholdet mellom vannkvalitet, aggressivitet og herav risiko for borttøring og svekkelse av sementbasert fuge-, lim- og membranmasse.

Vannkvaliteter

Norsk drikkevann stammer enten fra overflatereservoarer eller grunnvann og vil de fleste steder karakteriseres som surt og bløtt.

Typisk kvalitet på norsk overflatevann er:

pH	< 6.5
Alkalitet	< 0,02 mmol/l
Kalsium (hardhet)	< 3 mg Ca/l

Vannbehandling for korrosjonskontroll er vanligvis påkrevd før distribusjon ut på ledningsnettet.

Anbefalt drikkevannskvalitet etter behandling er:

pH	= 7.5-8.5	(>8.0)
Alkalitet	= 0.6-1.0 mmol/l	(~1.0 mmol/l)
Kalsium	= 15-25 mg Ca/l	(~20 mg Ca/l)
eller		
pH	~ 8.0–8.5	og 5–15 mg SiO_2 /l

For å være egnet til badeformål må drikkevannet behandles i badeanleggets rensesystem. Det er vesentlig bruk av desinfeksjonsmidler (dosering av fritt og dannelsen av bundet klor), samt justering av pH (surhet), som gjøres for å innfri kravene.

Litt vannkjemi

Hardhet

Vannets hardhet klassifiseres på en skala fra svært bløtt til svært hardt. Vannets hardhet er i praksis summen av kalsium- og magnesiumkonsentrasjonen i vannet. Hardheten kan måles på flere måter og angis vanligvis enten med betegnelsen dH° (tyske hardhetsgrader), mg Ca/l (konsentrasjonen av kalsium eller kalsiumekvivalenter) eller mg CaCO_3 /l (konsentrasjonen av CaCO_3 -ekvivalenter). Hardhetsklassene og sammenhengen mellom de ulike måtene å angi hardhet på er vist i tabellen:

Vannets hardhet	Tyske grader [dH°]	mgCaCO ₃ /L	Kalsium-ekvivalenter [mg Ca-ekvivalenter/l]
Svært bløtt	0–2	0–35	0–14
Bløtt	2–5	35–90	14–36
Middels hardt	5–10	90–175	36–71
Hardt	10–21	175–375	71–150
Svært hardt	>21	> 375	>150
Anbefalte verdier i offentlige bad		100–300	40–120

Hardhetsklasser for vann

Typisk norsk overflatevann inneholder 2–5 mg Ca/l, og etter drikkevannsbehandling for korrosjonskontroll økes denne til ca 15–20 mg Ca/l. Norsk vann er derfor typisk svært bløtt eller bløtt, selv etter behandling, og langt fra anbefalte verdier for offentlige bad. Både svært bløtt og bløtt vann, men også svært hardt vann, er ugunstig for materialer som brukes i bassenger i dag.

Alkalitet og pH

Alkalitet er et uttrykk for vannets totale syrenøytraliseringskapasitet, det vil si mengden karbonat, bikarbonat og base i vannet, mens pH angir vannets surhet.

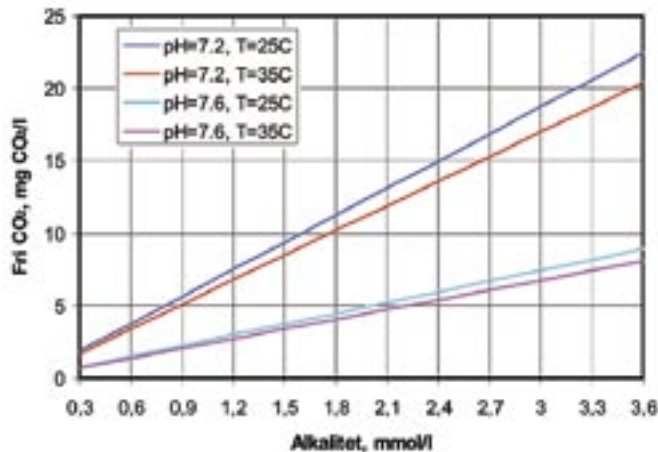
Det er ofte behov for å senke pH i bassengvann fordi det foregår mange kjemiske reaksjoner som hever pH. Vanligvis benyttes kullsyregass (CO_2) for å senke pH. Da senkes kun pH, mens alkalitet forblir uforandret.

For å justere opp alkaliteten kan det benyttes flere metoder, avhengig av om det også er behov for å heve pH. Natriumbikarbonat har tradisjonelt vært benyttet. Alternativt kan det benyttes en sterk base i kombinasjon med CO_2 -gass, men dette er ikke vanlig.

Det er også sjelden behov for å redusere alkaliteten, men det kan gjøres med sterk syre, vanligvis saltsyre (HCl). Dette senker samtidig pH.

Alkalitet og CO_2

Høy alkalitet i kombinasjon med relativt lav pH gir høyt innhold av fri CO_2 , noe som er uheldig fordi det gir et unødigt stort tap av CO_2 til omkringliggende luft (tap av CO_2 medfører økning i pH). Det må da tilsettes mer CO_2 eller annen syre for å få ned pH-nivået.

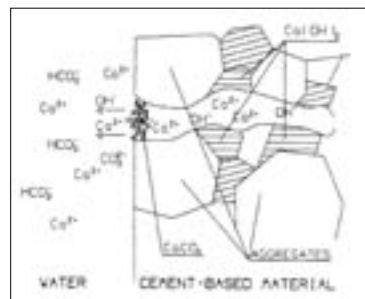


Sammenheng mellom temperatur, pH, alkalitet og fri CO_2

Tøring og utvasking av sement

Bassengvannet er i direkte kontakt med overflatene i basseng, gangsoner og dusjanlegg. Vannets egenskaper og kvalitet er kritiske faktorer mht. overflatematerialenes bestandighet.

Figuren illustrerer hva som skjer i en sementoverflate der det er transport av fuktighet. Enten kan kalsium og OH^- transporteres ut i vannet og dermed øke pH-nivået, eller så kan kalsium felles ut på overflaten og danne kalsiumkarbonat, som bidrar til å tette porene og dermed hindrer videre utvasking. Kalsium kan også danne synlige karbonatutfellinger på overflaten.



Desinfisering og vannbehandling

Retningslinjene for bassengvann i Norge er i hovedsak i overensstemmelse med de grenseverdier som gjelder f.eks. i Tyskland og Danmark. Det er lagt hovedvekt på hygienisk kvalitet og sikkerhet. Kravene til pH og klornivå er primært satt ut fra hygienehensyn. Det er imidlertid slik at hygiene-messige gunstige verdier for pH og klor ofte er lite gunstige i materialsammenheng.

Norge har detaljert spesifisert grenseverdier for fritt og bundet klor avhengig av vanntemperatur. I vannbehandlingsanlegg må nødvendige kjemikalier doseres slik at disse kravene innfris.

Vanntemperatur	Vannets laveste innhold av fritt klor	Sum av fritt og bundet klor, maks. verdi
≤27 °C	0,4 mg/l	3 mg/l
27–29 °C	0,5 mg/l	3 mg/l
29–33 °C	0,7 mg/l	4 mg/l
33–37 °C	0,9 mg/l	4 mg/l
>37 °C	1,0 mg/l	4 mg/l

Krav til klornivå avhengig av vanntemperatur

Både Tyskland og Danmark har noe videre grenser enn Norge for surhetsgrad (pH) i vannet:

Norge	7,2 – 7,6
Danmark	6,5 – 7,6
Tyskland	7,0 – 8,0

Samlet sett er det ikke så stor forskjell på hva som blir oppfattet som gunstig bassengvannskvalitet i de ulike landene. Men vi mangler offentlige retningslinjer for nivået av alkalitet og kalsiumhardhet.

Kjemikalier og metoder for vannbehandling

For å innfri kravene til vannkvalitet benyttes ofte automatiserte vannbehandlingsanlegg. Det finnes flere metoder for vannbehandling, som for eksempel; hypoklorittdosering, klogassdosering, ozondosering, UV-desinfisering, hydrogenperoksid dosering og CO₂-dosering, avhengig av hva man ønsker å oppnå.

Tabellen angir de vanligste kjemikaliene/metodene for vannbehandling i badeanlegg og hvilken funksjon de har:

Funksjon	Kjemikalier eller metode	Merknad
Nedjustere pH	Saltsyre (HCl)	Tilsettes som væske. Aggressivt overfor sement.
	Karbondioksid (kullsyre) (CO ₂)	Tilsettes som gass. Innvirker på karbonatsystemet. Helsefarlig i konsentrert form.
Oppjustere pH og alkalitet	Natriumbikarbonat (NaHCO ₃)	Hever primært alkalitet
	Natriumhydroksid (NaOH)	Hever primært pH
Oppjustere hardhet	Kalsiumklorid (CaCl)	
Justere saltinnhold	Natriumklorid (NaCl)	
Vann-desinfeksjon	Natriumhypokloritt (NaOCl)	Øker pH-verdien, vannet må derfor ofte også tilsettes syre.
	Kalsiumhypokloritt (Ca(OCl) ₂)	Øker pH-verdien, vannet må derfor ofte også tilsettes syre.
	Klogass (Cl ₂)	Krever ekstra utstyr og sikkerhetstiltak. Reduserer pH-verdien, vannet må derfor ofte også tilsettes base.
	Hydrogenperoksid (H ₂ O ₂)	Oksidant. Øker pH-verdien, vannet må derfor ofte også tilsettes syre.
	Ozon (O ₃)	Oksidant. Giftig gass og restozon må fjernes fra vannet. Ofte kombinert med bruk av klor.
	UV-bestråling	Belysning som bryter ned mikroorganismer. Benyttes ofte sammen med klor.

Kjemikalier og metoder for vannbehandling

Som tabellen viser er det mange kjemikalier som både påvirker pH, vannets hardhet eller som har desinfiserende (oksidierende) effekt.

Kombinasjonseffekter av disse kjemikaliene på sementbundne og organiske materialer er ikke godt utredet, men noen hovedtrekk kan beskrives.

Denne artikkelen omhandler kun ferskvannsbassenger. I kombinasjonsbassenger hvor det tilføres sjøvann er saltinnholdet større, med høyere hardhet og alkalitet. Sjøvann er i tillegg aggressivt overfor de fleste metaller.

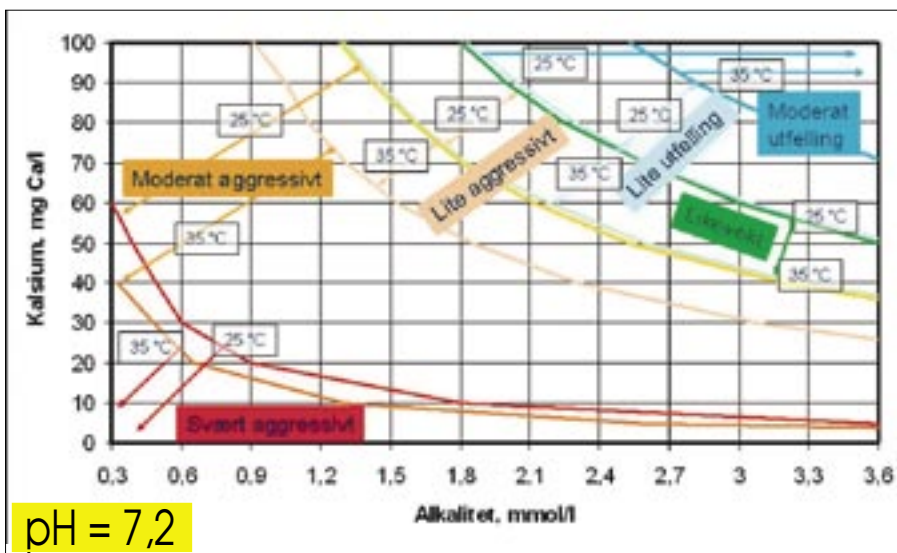
Vannets aggressivitet overfor sementbaserte materialer

Norge har de fleste steder svært bløtt vann (lav konsentrasjon av kalsium) med lavt innhold av karbonater (lav alkalitet) sammenlignet med andre land. Dette medfører at vannet blir aggressivt, dvs. kan bryte ned og redusere levetiden av sementbaserte materialer. Bassengvannet kan også inneholde betydelige konsentrasjoner av klorid og sulfat som virker korrosivt på de fleste jernbaserte materialer. Sulfat er spesielt aggressiv overfor sement ved at den trenger inn og reagerer med sementpastaen og forårsaker sprenging og oppsprekking av støpemassene.

Vannets aggressivitet overfor sement kan beregnes ut fra vannkvaliteten (alkalitet og hardhet) samt pH og temperatur. Som aggressivitetsindikator er det her benyttet den såkalte Langlierindeksen (Langlier Saturation Index), LSI. Denne angir differansen mellom reell pH og den pH man må ha for at vannet skal være i likevekt med CaCO₃.

LSI = 0 vil si at vannet er i likevekt med CaCO₃, mens negativ LSI fører til at CaCO₃ løses opp. Jo mer negativ LSI er, jo mer aggressivt er vannet overfor sement. Positiv LSI vil gi utfelling av CaCO₃, noe som kan forårsake ansamling av kalkbelegg på basseng og utstyr.

Forenklet forklart inneholder standard portlandsement normalt mye kalk (Ca(OH)₂) og noe kalsiumkarbonat (CaCO₃), som begge ved kontakt med vann «lekker» ut og fører til at sementen brytes ned. Er vannet i likevekt med CaCO₃ vil ikke denne forbindelsen lekke ut, i motsetning til



Figur 1: LSI-diagram for pH = 7,2

Bruk av LSI-diagrammene

LSI-indeksen kan beregnes ut fra kjemiske formler. pH-verdien har stor innflytelse på LSI-indeksen. For å forenkle beregningene har vi har laget diagrammer for to pH-nivåer; figur 1 for pH = 7,2 (laveste tillatte pH) og figur 2 for pH = 7,6 (høyeste tillatte pH). Diagrammene viser kurver basert på temperaturer mellom 25 og 35 grader. Fargestrekene indikerer hvorvidt vannet ligger i aggressiv-, nøytral- eller i utfellingsone.

Hvis man kjenner vannets kalsiumkonsentrasjon og alkalitet, kan man benytte figurene til å finne vannets aggressivitet for en temperatur på 25–35 °C ved pH på hhv. 7.2 og 7.6.

Alternativt kan man benytte figurene til å finne hvor mye kalsiumkonsentrasjonen og alkalitet må økes for at vannet ikke lengre skal være aggressivt.

EKSEMPEL 1:

Vann med kalsiuminnhold på 25 mg Ca/ l og alkalitet på 0,6 mmol/l er svært aggressivt ved 25 °C og pH 7,2. Økes brukstemperaturen til 35 °C kommer man i moderat sone. For at dette vannet skal komme innenfor sonen «lite aggressivt» (dvs. minimum av det vi anbefaler) må f.eks. alkaliteten økes til høyere enn 1,5 mmol/l. Figur 1 viser at ved 25 °C må kalsiumkonsentrasjonen økes til 85 mg Ca/l og ved 35 °C må den økes til 60 mg Ca/l. Andre kombinasjoner av kalsium og alkalitet kan selvsagt også benyttes for å oppnå det samme.

Er pH 7,6 viser avlesning av figur 2 at vannet er i moderat aggressiv sone uavhengig av temperatur. For at vannet da skal komme innenfor sonen «lite aggressivt» må f.eks. alkaliteten økes til høyere enn 1,2 mmol/l. Figur 2 viser da at ved 25 °C må kalsiumkonsentrasjonen økes til 45 mg Ca/l og ved 35 °C må den økes til 30 mg Ca/l. Det betyr at man kan klare seg med vesentlig lavere kalsiumkonsentrasjon og alkalitet når pH heves fra 7,2 til 7,6.

Ved å høyne pH-nivået reduseres aggressiviteten overfor sementbundne materialer. Høy temperatur reduserer også aggressiviteten.

$\text{Ca}(\text{OH})_2$. Når $\text{Ca}(\text{OH})_2$ lekker ut, vil man i vann som er nær CaCO_3 -likevekt kunne få utfelling av CaCO_3 på sementoverflaten, som igjen vil redusere lekkasjen av $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Dette er kjemiske prosesser som må tas hensyn til ved valg av overflatematerialer og kjemisk behandling av vannet.

Vann i porene i sementbaserte materialet vil være i kjemisk likevekt med sementpastaen (alkalisk likevekt). Når kalsium, OH- og andre alkalier transporteres ut av porene, vil ny kjemisk likevekt oppstå i porene ved at forbindelsene etterfylles fra sementpastaen, og sementen vil da gradvis brytes ned.

Tabellen viser hvilke fargekoder og kriterier (LSI-verdi) som er benyttet i figur 1 og 2 for å angi aggressivitet:

Kriterier for angivelse av aggressivitet.
Forklaring til figur 1 og 2.

	Svært aggressivt	$\text{LSI} < -1.00$
	Moderat aggressivt	$-1.00 < \text{LSI} < -0.15$
	Lite aggressivt	$-0.15 < \text{LSI} < 0$
	I likevekt	$\text{LSI} = 0$
	Lite utfelling	$0 < \text{LSI} < 0.15$
	Moderat utfelling	$0.15 < \text{LSI} < 1.00$

For at vannet ikke skal være aggressivt bør fargekodene være:

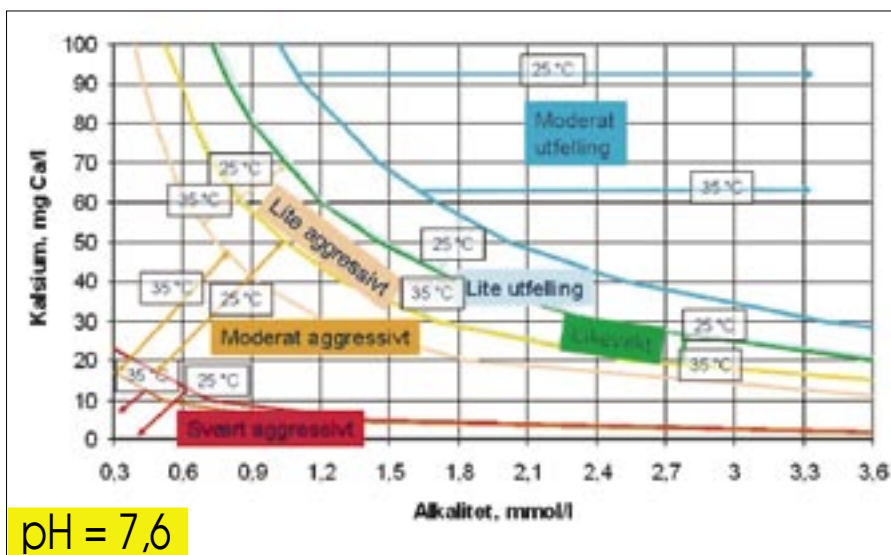


Vannet er aggressivt når fargekodene er:



Man risikerer beleggdannelse i basseng og på utstyr når fargekoden er:





Figur 2: LSI-diagram for pH = 7,6

EKSEMPEL 2:

Vann med kalsiuminnhold på 90 mg Ca/l og alkalitet på 2,4 mmol/l vil gi lite utfelling av kalsiumkarbonat ved pH 7,2 og 25 °C. Ved 35 °C er man derimot i sonen for moderat utfelling, og risikoen for problemer med kalsiumkarbonatbelegg begynner å bli stor (figur 1). Ved pH 7,6 er risikoen for utfellingsproblemer stor, uavhengig av temperatur (figur 2).

Merk: LSI og tilsvarende indekser til vurdering av vannets aggressivitet overfor sement må brukes med forsiktighet, da de egentlig kun beskriver vannets sammensetning i forhold til kalsiumkarbonat-likevekt. Det kan også være stor forskjell i bestandigheten til ulike sementtyper, dessuten kan andre forbindelser, f.eks. sulfater, innvirke på nedbrytningsprosessen.

VALG AV MEMBRAN-, LIM- OG FUGEPRODUKTER

De fleste svømmebassenger er i dag flisbelagt. Selve flisene tåler det meste, men kjemisk og mekanisk påvirkning gir lim, membran og fugemasser hard medfart.

De store, anerkjente produsentene arbeider kontinuerlig med å utvikle produkter spesielt egnet for bruk i bassenger. Epoksyprodukter har best kjemikalieresistens, men er dyre og har, arbeidsmiljømessig og praktisk, negative sider.

Spesialmodifiserte, sementbaserte produkter har nå både styrke, tetthet og kjemikalieresistens mye bedre enn de ordinære sementbaserte «allroundproduktene». Vi har derfor arbeidet med grenseoppgangen for bruksområdet for disse produktgruppene.

Stemmer kjemien?

Vi har gjennomgått hva som er gunstig vannkvalitet for sementbundne materialer. Som et grunnlag for materialvalg har vi sett på vannkvalitet i form av beregnet LSI-indeks som ett av beslutningsparametrene. Slike indekser er unøyaktige, men gir likevel noen føringer for materialvalg.

Beregningen skal baseres på vannanalyse av råvannet og forventet vannkvalitet etter kjemikaliebehandling, samt surhetsgrad og temperaturforhold. Med utgangspunkt i LSI-indeksen har vi gjort anbefalinger vedr. materialvalg for:

- flisfuger
- lim og festemasser for keramiske fliser
- membraner

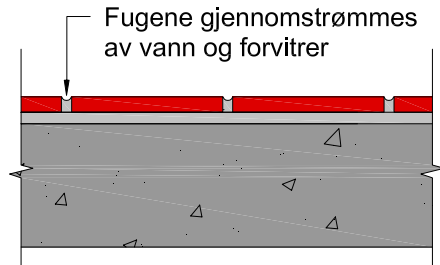
	LSI-indikator	Flisfuger	Lim	Membraner
Svært aggressivt	LSI < -1,00	Epoksymasse	Epoksylin	Epoksymembran
Moderat aggressivt	-1,00 < LSI < -0,15	Epoksymasse	Spesial-, sementbasert lim	Spesial-, sementbasert membran
Lite aggressivt	-0,15 < LSI < 0	Spesial-, sementbasert fugemasse		
I likevekt	LSI = 0	Spesial-, sementbasert fugemasse		
Lite utfelling	0 < LSI < 0,15			
Moderat utfelling *)	0,15 < LSI < 1,00			

*) Denne vannkvaliteten bør unngås pga. fare for utfellingsproblemer

Veiledning til materialvalg ut fra vannets kjemiske aggressivitet. Den må oppfattes som kun veiledende og andre lokale forhold enn vannkvalitet må tas med i beslutningsprosessen, f.eks. økonomi, planlagt levetid, brukspåkjenning m.m.

Fugemasser

Sementbaserte fugemasser er porøse. Det foregår en kontinuerlig fuktttransport i porene. Ved påkjenning av aggressivt vann kan kalsium ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) løses opp og transporteres ut av sementen. Fugen blir da enda mer porøs, mister styrke og forvitrer langsamt. Mekanisk rengjøring kombinert med rengjøringsprodukter vil akselerere denne prosessen.



Standard sementbaserte fugemasser anbefales ikke til bassenger og dusjanlegg. Som en konsekvens av det aggressive miljøet er det utviklet finporede og kjemikalieresistente fugemasser til slike områder.

I dusjanlegg kommer vannet direkte fra drikkevannskilden. Dusjene kan derfor være det hardest påkjente bruksområdet. Ved $\text{LSI} < -0,15$ anbefales epoksy eller spesialfugemasser med tilsv. egenskaper.

I gangarealene rundt bassenget utsettes fugene både for bassengvann og vann fra vannledningen ved vasking og rengjøring. Under slike bruksforhold må fugene anses å ha en påkjenning på linje med dusjene.

I bassengene kan vannet gjøres mindre aggressivt ved kjemikaliebehandling. Sementbaserte fuger kan stå bra, men også her kan vannkvaliteten gjøre det nødvendig å velge epoksybaserte produkter.

Epoksyfuger har meget god kjemikalieresistens, styrke og tetthet. Ulempen er arbeidsmiljømessige forhold ved påføring, samt at prisen er høyere.

Fuger av polyuretan har dårlig holdbarhet i klorvann og anbefales ikke i bassenger.

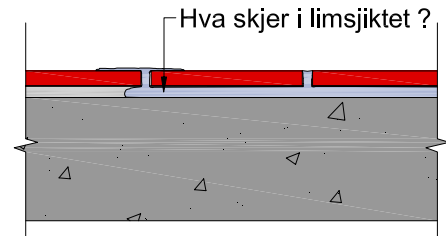
Elastiske fuger av silikon har også generelt kort levetid i slike arealer. Velg høykvalitet fugemasser tilpasset bruksområdet. Vær likevel foreberedt på at disse må skiftes med jevne mellomrom.



Går fugen i oppløsning etter kort tid, tåler den ikke det vannet den utsettes for

Lim

Limsjiktet under flisene ligger beskyttet, men vil være nedfuktet i basseng, gangarealer og dusjanlegg. Flisens bakside skal i slike arealer ha full limdekning, slik at det ikke er noen hulrom som vann kan sirkulere i. Det vannet som trenger inn i porene i limet blir stående og oppnår en kjemisk likevekt med limet. Så lenge det ikke er noen



vanngjennomstrømning, vil det ikke skje særlig lekkasje av kalsium. I gangarealer rundt bassenget, som får tid til å tørke ut, vil det være en del tilførsel av nytt vann. Det er vanskelig å forutsi hvor mye dette påvirker kalsiumlekkasjen. Varmekabler i gulv vil akselerere vannvekslingen og -transporten.

Høykvalitets sementbasert lim anses som det optimale limvalget dersom man har kontroll på vannkvaliteten og har justert det til en gunstig LSI-indeks.

Hvis vannet er meget aggressivt, vil det over tid opptre en viss kjemisk nedbrytning og utvasking i limsjiktet. Den sikreste, men også dyreste løsningen er epoksyylim. Men det finnes også sementbasert spesiallim med god bestandighet mht. kjemisk nedbrytning.

Limtypen må være tilpasset vannforholdene!



Løse fliser kan være et symptom på at limet har mistet vedheft, men det kan også skyldes bevegelser mellom underlag og flis.

Sementbaserte membraner

Mest vanlig er sementbaserte påstrykningsmembraner som påføres med sparkelbrett i 2–3 mm tykkelse. De benyttes i gangarealer og i dusj- og garderobeanleggene. De kan også benyttes i selve bassenget eller deler av det, f.eks. ifbm. toppkanter og renneløsninger. Men; hovedtettingen i bassenger gjøres ved at det støpes vanntett betong.

Membranen brytes ned på lik linje med andre sementbaserte produkter hvis den utsettes for et aggressivt miljø. Membranen ligger vanligvis beskyttet under lim og flislag. Likevel har erfaring vist at noen membrantyper har blitt «svampete» og har mistet noe av fastheten. På tross av

den beskyttede plasseringen er det transport av aggressivt vann som langsomt bryter ned både de sement- og plastbaserte bindemidlene.

Membran må ikke legges på fuktig underlag med høyt alkalieinnhold, som f.eks. en dårlig herdet understøp.

Vannforholdene er avgjørende for valg av membran. Sikreste løsningen er epoksy, hvis LSI-indeksen er svært negativ. Men det finnes også sementbaserte spesialmembraner med god motstandsevne mot kjemisk nedbrytning som fungerer godt ved moderat aggressivt vann.

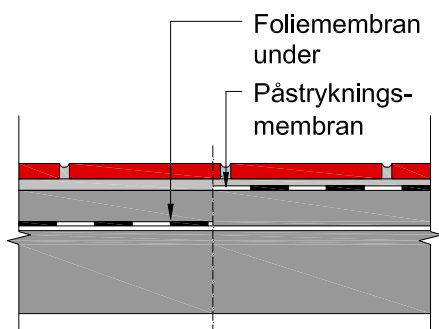
Foliemembran i stedet for påstrykningsmembran?

En løsning er å bygge opp gulvet med en bærekonstruksjon i betong, en sveisbar foliemembran og en 60–100 mm tykk påstøp hvor det bygges fall og som flisene limes til.

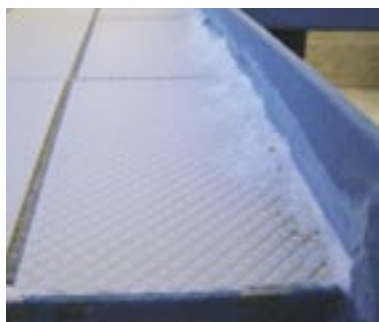
Foliemembranen, som vesentlig består av PVC, må ha god kjemikalimotstand. Leverandørene må fremlegge dokumentasjon. Sveiseskjøter og detaljløsninger ved overganger og avslutninger er kritiske punktene ved utførelsen.

Skissen viser de to prinsippplønsningene som benyttes på gulvarealer og i dusj- og garderober.

Som beskyttelse av underliggende konstruksjon er dette en akseptabel løsning. Med dette konstruksjonsprinsippet



er det en risiko for utvasking av kalsium i påstøpen, noe som kan gi kalkutfellinger på overflaten i de områder som tidvis tørker ut. Generelt øker risikoen for kalkutfellinger med økende LSI.



Kalsiumutfellinger opptrer i vann med positiv LSI kombinert med nedfuktet påstøp

Påstøp på membran øker også risikoen for alkali-silika-utfellinger hvis støpemassen består av industrisement og reaktivt tilslag. Generelt anbefales lavalkaliske støpemasser til slike konstruksjoner. Lavalkalisk sement, f.eks. anleggs-ement, har Na_2O -ekvivalentnivå $\leq 0,6$ % iht. NS 3086.

Et annet problem er at sluk- og renneløsninger må tilpasses at membranen ligger nede i konstruksjonen. De fleste standardprodukter er basert på toppliggende membran.

Plastbaserte fuge- og festemasser – bestandighet

I bassenger, dusj- og garderobeanlegg har det vesentlig vært benyttet sementbaserte lim-, fuge- og membranprodukter. Både lim og membraner har tilsetninger av plast (syntetiske polymerer). Kombinasjon av høy temperatur, høy konsentrasjon av fritt/bundet klor og en relativt lav pH (7.2–7.6) gjør vannet aggressivt både overfor syntetiske/organiske materialer og korrosivt på en rekke metaller. Plast kan bli nedbrutt av desinfeksjonsmidler f.eks. hydrogenperoksid eller ozon. Klor kan virke akselererende på nedbrytningsprosessene.



Plasttilsetninger kan redispersere fra lim og bli synlig som en seig væske når flisen fjernes

Plastmaterialene kan også redispersere, dvs. løses opp i vann igjen. Dette har forkommet når produkter har blitt utsatt for kontinuerlig vannpåkjenning før de har herdet tilstrekkelig.

Også til rengjøring benyttes det både sure og alkaliske kjemikalier som er aggressive i konsentrert form.

Det er konstatert betydelige forskjeller på produktenes kjemikaliebestandighet. Brytes plaststoffene ned, mister produktene noen av sine opprinnelige egenskaper som vedheft, elastisitet og tetthet. Derfor må dokumentasjon og langtidreferanser fremlegges.

Fuge- og tettebånd

Ved bevegelsesfuger, materialoverganger og overgang gulv/vegg skal det benyttes elastiske fugebånd for å oppnå en elastisk og tett fugeløsning.

Slike fugebånd finnes i flere kvaliteter; vanligst er gummierte bånd med polyestervev på sidene som skal sørge for godt samvirke med membranen den bakes inn i. Rundt sluk og rørgjennomføringer benyttes mansjetter e.l.

Det stilles krav til at både fibervevet og de gummierte partiene er motstandsdyktige mot de kjemikalier som kan opptre. Erfaringer viser kvalitetsforskjeller, og at polyestervevet kan løses opp hvis båndene ligger i fuktig, alkalisk miljø. Vedheft mot gummi og membran har blitt redusert ved eksponering for aggressivt vann. Bestandighets- og vedheftsdokumentasjon fra leverandør er her helt nødvendig.