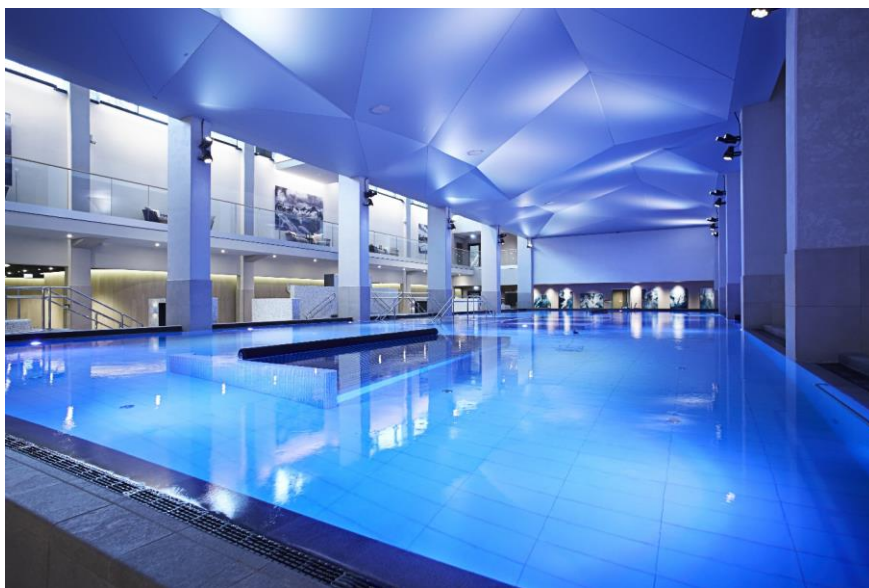


## Slik bygger du skadefrie svømmebassenger

Seniorforskerne Arne Nesje og Hans Stemland, SINTEF Byggforsk på oppdrag fra Norsk Byggkeramikkforening

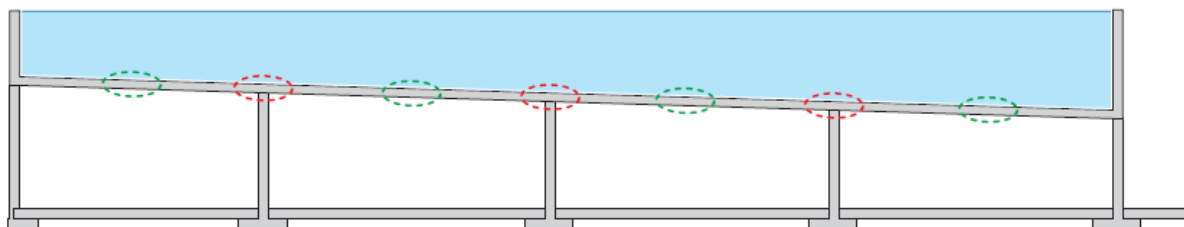
*De fleste svømmebasseng er i dag flislagte. Riktig utført fungerer slike bassenger i mange år forutsatt regelmessig vedlikehold. Det kreves grundig planlegging og nøyaktig håndverksmessig utførelse. Ikke minst er materialvalg viktig. Noen bassengeiere har erfart at fliser løsner, spesielt i bassengbunnen og lurer på hvorfor dette skjer. Denne artikkelen oppsummerer årsak og tiltak for å sikre skadefrie løsninger.*



Figur 1: Bassenger varer i mange år forutsatt korrekt utført

### Fokus på betongstøping og betongkvalitet

De fleste flislagte bassenger blir støpt i *vanntett betong* der selve betongen ivaretar tetthetskravet. Bassengbunnen kan være fundamentert rett på grunn, men de fleste prosjekteres med rom under bassengbunnen. Det gjør det mulig å ha tilsyn av hele betongtrauet fra undersiden samt at man kan nytte området til f.eks. lagerplass, utjevningbassenger, sandfilter o.l.



Figur 2: Betongbunnen må være prosjektert og bygget slik at det ikke blir større skjærspenninger mellom flis og betong enn det lim- og membransjiktet kan tåle.

Ved en typisk bassengoppbygging har bunnen understøttelse med tverrgående vegger med jevne mellomrom på f.eks. 5 - 8 m. (Figur 2). Bassengbunnen er mest utsatt for både svin- og bevegelsespenninger avhengig av dimensjoner og stivhet. Når bunnen belastes med vanntrykk, vil det generere trykkspenninger i limsjiktet i området midt mellom oppleggene (grønne felt) og tilsvarende strekkspenninger over oppleggene. (røde felt).

Svinn i betongkonstruksjonen gjør at hele konstruksjonen trekker seg sammen, mest på utsiden hvor den tørker raskest ut, se figur 3. Siden bassengbunnen er største flaten kan det her bygge opp så store spenninger at limet ikke greier å holde flisen fast og de løsner som vist på figur 4. Raske temperaturendringer f.eks., ved opp- og nedtapping kan også medføre bevegelser. Ved prosjektering må man ta hensyn til dette. Har man et dypt basseng dvs. stort vanntrykk bør det armeres mer enn minimumskravet for å begrense rissvidden over støttene og tøyningen på trykksiden i feltene (derved også nedbøyningene). Det er viktig å dimensjonere slike bunnplater som står på tverrvegger mer ut fra rissviddekrav enn kapasitet. Hvis rissvidden eller tøyningen blir for stor, kan limheften begynne og "rakne" eller flisen kan sprekke rett av over risset.



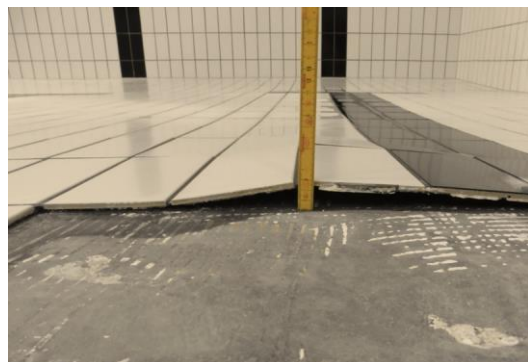
Figur 3: En betongkonstruksjon fortsetter å trekke seg sammen i flere år etter utstøping. (Illustrasjon: Sopro)

Figur 4: Bevegelser fra underlaget gjør at fliser løsner og kommer opp i en "kuv".

### Tiltak

Måter å redusere risikoen for at fliser kan løsne i bassengbunnen er:

- Armere ekstra i strekksonen slik at tøyninger og deformasjoner i bunnplaten blir mindre, helst bør platen lages så tykk at sjansen for å få riss over støttene er liten.
- Ha kontroll på svinforløpet. Det bør velges betong av kvalitet B 45 (M40) som har et v/c tall  $\leq 0,4$ . Forventede rissvidder må være  $\leq 0,2$  mm.
- Et alternativ til strengt rissviddekrav er å legge inn et elastisitetsforbedrende sjikt f.eks. en sementbasert elastisk påstrykningsmembran. Membran må kombineres med fugeinndeling i flissjiktet. Se neste pkt.



## Membran som spenningsfordelende sjikt?

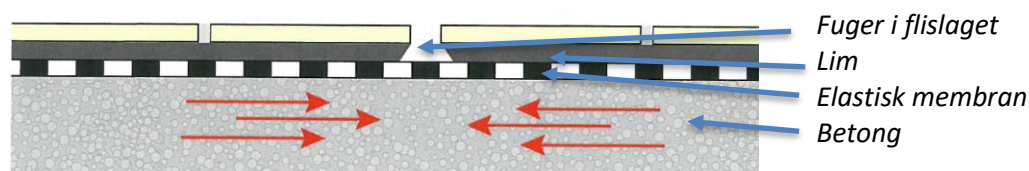
Det er både fordeler og ulemper ved å legge inn membran som elastisitetsforbedrende sjikt i bassenger. De membrantypene som i dag benyttes er fleksible, diffusjonsåpne sementbaserte membraner som påføres i minimum 2 mm tykkelse. Fordeler og ulemper som må veies opp mot hverandre.

Tabell 1 viser fordeler og ulemper ved bruk av membran:

Fordel med membran	Ulemper med membran
Tetter bassenget mot evt. lekkasjer i betongkonstruksjonen	Reduserer vedheften av fliser til underlaget til rundt det halve.
Bidrar til å utjevne spenninger og bevegelser mellom betong- og flislag.	Fordrer inndeling med elastiske fuger i flislaget. Slike fugemasser har kort levetid i klorvann.
Øker levetiden på gamle betongkonstruksjoner utsatt for rustangrep.	Ett ekstra materialsjikt fordyrer noe både i materialbruk og arbeidstid.
Gir ekstra sikkerhet mot lekkasjer bl.a ved dyser, lysarmaturer, og andre gjennomføringer.	

Hvis det er tatt høyde for svinnutviklingen, belastningsforhold, armeringsmengde mm ved prosjektering og støpning av vanntett betongkonstruksjonen kan membran som tette- og elastisitetsforbedrende sjikt utelates. Membranens vedheft mot underlaget er for de fleste produktene rundt 50% av limets vedheft. Ved bruk av membran sitter altså flisene dårligere til underlaget. Skal membran brukes som spenningsfordelende sjikt må membran kombineres med et rutemønster med elastiske fuger både i bunn og på vegger for å ta opp tverrbevegelser. Se figur 5. Avstanden mellom fugene bør ikke overskride 5 – 7 m. Elastiske masse har kort levetid i bassenger og forventet levetid er 3-5 år. Refuging er driftsmessig komplisert og fordyrende.

Figur 5: Legges inn en elastisitetsforbedrende membran, kombinert med elastiske fuger kan det forhindre løse fliser. (Illustrasjon: Sopro)



### Erfaringer:

- Elastisk membran og fugeinndeling bidrar til å hindre løse eller oppsprukne fliser der man har strekk eller trykkbevegelser fra betongkonstruksjonen.
- Ved eldre bassenger med mulige lekkasjer eller ukjent betongtilstand er membran nødvendig

## Velg egnet limtype

Flislimets oppgave er å besørge at flisene får nødvendig vedheft til underlaget så de ikke løsner. De fleste flislimprodusentene kan levere forskjellige produkter til ulike formål og med ulike egenskaper. Ved prosjektering og anbud blir det ofte en diskusjon om pris og kvalitet. Tidvis velges standard limprodukter uten å undersøke hvilke bruksbelastninger limet får. Ved bygging av bassenger betyr lokalkunnskap om riktig lim mye. Derfor gikk limleverandørene i Norsk Byggkeramikkforening sammen om å utføre en feltstudie om limtypers egenskaper i aggressivt norsk bassengvann. Hensikten med prosjektet var ikke å rangere produktene, men at den enkelt leverandør skal få et bedre grunnlag for å anbefale *sitt* beste produkt i bassenger

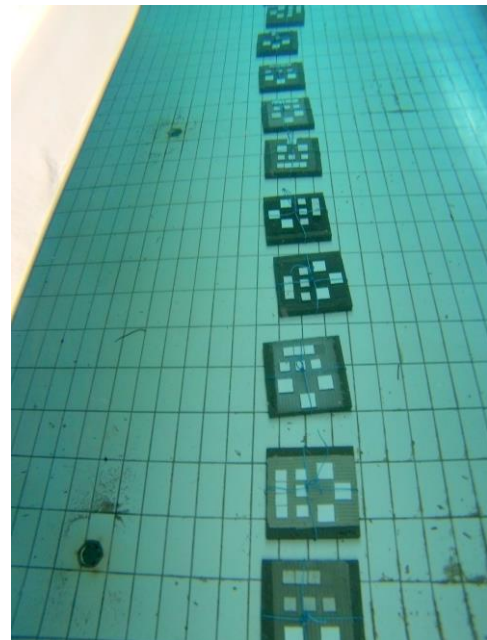
## Feltforsøk

14 ulike typer lim ble valgt ut og fliser ble limt på betongheller. Siden vi i Norge har varierende vannkvaliteter ble prøver plassert i to ulike badeanlegg med forskjellig vannkvalitet.

Utvikling over tid ble målt. Avtrekksverdier ble målt underveis og prøvene ble lagt tilbake i vannet for så å bli testet etter 110 uker.

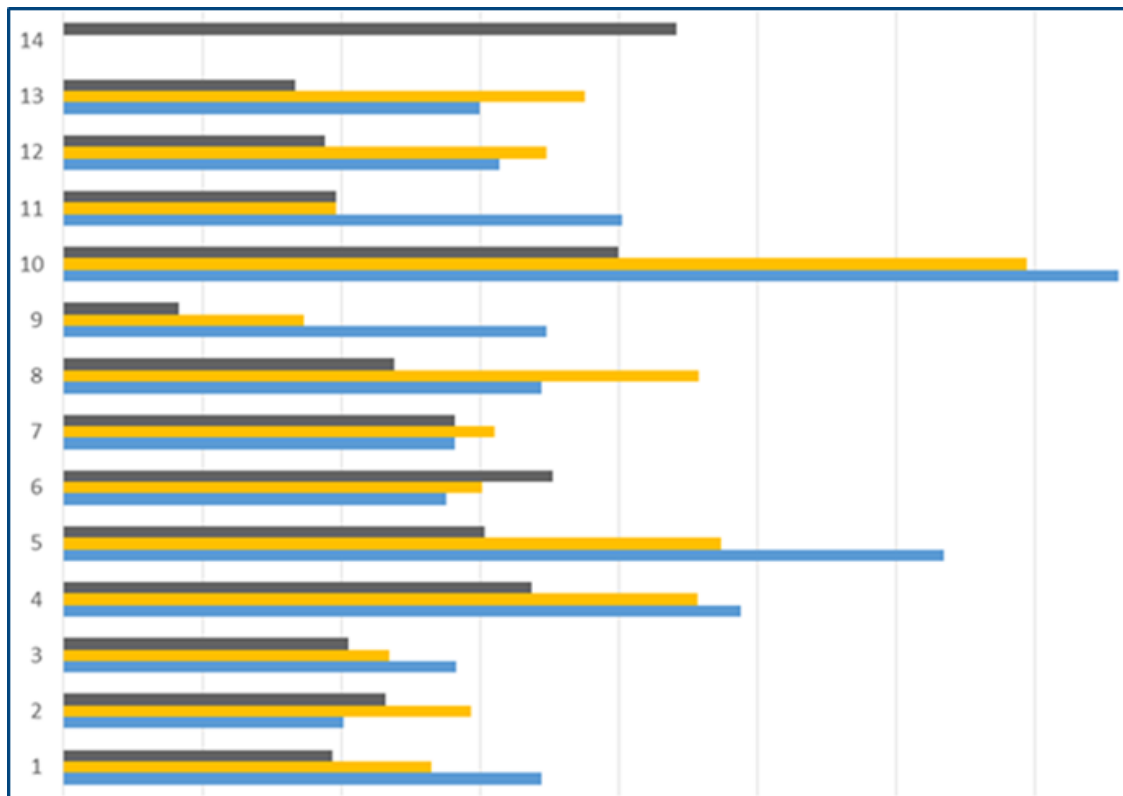
*Figur 6: 28 betongheller hver med 10 prøvestykker ble testet i to vannkvaliteter over to år.*

*Tabell 2 viser vannkvalitet i testbassengene og lengden på testperioden.*



Testbassenger	Gjennomsnittelig LSI	Vannkarakteristikk	Eksponeeringsperiode	Antall uker
Testbasseng 1	- 1,34	Meget aggressivt	2015-2017	110
Testbasseng 2	- 0,39	Moderat aggressivt	2016- 2017	60

Figur 7 viser vedheftsutviklingen over tid for de 14 limtypene i forsøket.



■ 110 uker Midlet avtrekksverdi i MPa ■ 42 uker Midlet avtrekksverdi i MPa ■ 4 uker Midlet avtrekksverdi i MPa

## Erfaringer

- Lim fra ulike leverandører viser betydelige vedheftsforskjeller testet i aggressivt bassengvann. Gjennomsnittlig reduksjonen i avtrekkstyrke etter 42 uker var 8 %. Etter 110 uker var reduksjonen på 30 %.
- Selv med 30% reduksjon så ligger gjennomsnittsverdien fortsatt over 1.0 MPa som er kravet på et C2- lim iht. NS-EN 12004.
- Vannet som i begge bassengene hadde negativ LSI- indeks, se tabell 2. Vannkvaliteten bidrar til at limene mister fasthet over tid. Her var betydelig variasjon fra produkt til produkt.

## Bassengvann og materialvalg

Norge har de fleste steder svært bløtt vann (lav konsentrasjon av kalsium) med lavt innhold av karbonater (lav alkalitet). Dette medfører at vannet blir aggressivt, dvs. kan bryte ned og redusere levetiden av sementbaserte materialer. Vannets aggressivitet overfor sement kan beregnes ut fra alkalitet, hardhet samt pH og temperatur. Som aggressivitetsindikator benyttes den såkalte Langlier Indeksen (Langlier Saturation Index), LSI.

Tabell 3: Karakterisering av vann basert på LSI- indeksen:

	Svært aggressivt	$LSI < -1.00$
	Moderat aggressivt	$-1.00 < LSI < -0.15$
	Lite aggressivt	$-0.15 < LSI < 0$
	I likevekt	$LSI = 0$
	Lite utfelling	$0 < LSI < 0.15$
	Moderat utfelling	$0.15 < LSI < 1.00$



En LSI=0 vil si at vannet er i likevekt mens negativ LSI vil føre til at kalk som er hovedbestanddelen i sement vil løses opp. Jo mer negativ LSI er, jo mer aggressivt er vannet.

De prosjekterende og byggherrene har hatt lite fokus på å stille krav til vannkvalitet ved bygging av nye eller oppgradering av eksisterende svømmehaller. Leverandører av vannbehandlingsutstyr prosjekterer ikke med nøytral LSI-indeks i vannet med mindre byggherren setter dette som et kriterium. Myndighetenes krav til bassengvann har i gjeldende bassengforskrifter heller ikke hatt fokus på materialer og bestandighet, men kun på tilfredsstillende hygienivå for de badene. Derfor ser vi at mange anlegg i Norge opplever både forvitrede fuger og i verste fall også løse fliser der vannet har mineralunderskudd.

*Figur 8: Er fugen så borttært at man ser ned til limet indikerer det at vannet "spiser opp" sementen.*

Erfaring viser at nesten alle bassenger hvor fliser har løsnet har hatt en vannkvalitet med LSI-indeks på enten *meget aggressivt* eller *moderat aggressivt* vann. Vi har trodd at så lenge flisfugene har vært intakte vil de beskytte limet mot aggressivt vann og risiko for kjemisk utvasking i limet er liten. Studier indikere at fastheten i limet også kan bli svekket av andre reaktive forbindelser som klor, sulfat o.l.



### Erfaringer:

- Vannkvaliteten har vært en underfokuset faktor i ved valg av lim- og fugematerialer. De fleste lim og fugemasseprodusentene er og det blir trolig ikke gjennomført grundige undersøkelser for å vurdere produkters egnethet i kombinasjon med typisk norsk bassengvann. Standardlim har vært brukt framfor spesialtilpassede produkter og ofte har nok pris vært utslagsgivende for produktvalgene.
- Mange limtyper vil trolig fungere hvis der ikke opptrer spenninger og bevegelser mellom betong og underlag. Men hvis bevegelser opptrer i kombinasjon med aggressivt vann så kan fliser løsne der spenningene er størst. Da kommer vann lettere til og utvasking av sement går fortere.

### Tiltak:

Forutsetning for å bruke sementbaserte lim- og fugeprodukter er at det spesifiseres bassengvann i nøytralt eller moderat aggressivt LSI- område iht. tabell 1. En måte å oppnå dette er å tilføre kalkmineraler via marmorfilter. Hvis ikke dette velges må man vurdere og benytte epoxyfuger evt. også epoxylim. Epoxy gir høyere vedheft og påvirkes ikke av bassengvannet. Men det er mer arbeidskrevende i bruksfasen, er dyrere og mindre miljøvennlig enn andre produkter. Velges epoxyfuger slipper man trolig refuging på 25-35 år, men ved sementfuger må påregnes refuging etter 10- 15 år.

Figur 9: En marmorfiltertank som tilfører vannet jevnlig mineraler tar ikke stor plass



## Åtte råd for varige flislagte svømmebassenger

### Betongråd

- Prosjektør og bygg betongkonstruksjonen så man har kontroll på svinn- og vektdeformasjoner.

### Vannråd

- Definer alltid hvilke bassengvannskvaliteten anlegget skal levere. Den bør ha en LSI-faktor mest mulig i nøytralområdet. Om nødvendig monteres marmoranlegg eller lignende tiltak.

### Materialråd

- En sementbasert membran i kombinasjon med inndeling av flissjiktet med elastiske fuger kan redusere skjærspenninger mellom betongunderlag og flislaget.
- Legg ikke inn elastiske fuger hvis det ikke er behov ut av bevegelseshensyn. Elastiske fugemasser har kort levetid og refuging er et vedlikeholdsproblem.
- Hvis råvannet eller bassengvannet er av en kvalitet som gjør det *meget aggressivt* anbefales epoxybaserte fuge- eller limprodukter. Epoxy påvirkes ikke av aggressivt vann og tåler godt klor- og sulfatpåkjenning.

### Utførelsesråd

- Ved utførelse; besørg ru betongoverflater, ikke stålglatte. Bruk blastring eller sandblåsing som fjerner sementslam og åpner skjulte svakheter i støpte betongflater og gir en ru overflate for lim eller evt. membran.
- Praktiser dobbeltliming så man har best mulig kontaktflate. Limet skal ha i 4 – 5 mm tykkelse. Kontrollør limdekningen underveis.

### Driftsråd

- Ved oppstart av nye vannbehandlingsanlegg må driftsansvarlige følge opp vannkvaliteten jevnlig ved måling og beregning av LSI- indeksen. Enkelt utstyr for måling av både hardhet og alkalitet finnes og bør gjøres i tillegg til obligatoriske målinger av pH, temperatur, fritt og bundet klor. Tæres fugemassene bort f.eks. det kommer mye sand på bassengbunnen er det et symptom på at vannet er i mineralubalanse.