

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA  
LUNDS UNIVERSITET

---

Avd Byggnadsmaterial

# BASSÄNGKONSTRUKTIONER FÖR OFFENTLIGA INOMHUSBAD

Materialproblem och förslag till lösningar

## INDOOR SWIMMING POOLS

Material problems and recommendations

Henrik Ljungfelt  
Alexander Svensson

ISRN: LUTVDG/TVBM--06/5061--SE (1-84)

ISSN: 0348-7911 TVBM

Lunds tekniska högskola  
Byggnadsmaterial  
Box 118

221 00 LUND

Tel: 046-2227415  
Fax: 046-2224427  
[www.byggnadsmaterial.lth.se](http://www.byggnadsmaterial.lth.se)

## Förord

Examensarbete, 20 poäng, har genomförts på Avdelningen för Byggnadsmaterial vid Lunds Tekniska Högskola och i samarbete med Skanska Sverige AB, Region Teknik.

Undertecknade vill framföra ett stort tack till våra handledare, Per-Gunnar Burström vid LTH och Peter Brander vid Skanska Teknik. De har med sina synpunkter och kommentarer varit till väldigt stor hjälp under arbetets gång.

Vi riktar även ett stort tack till samtliga personer som tagit sig tid att svara på våra frågor och visat oss runt på badanläggningar.

Ni har varit avgörande för detta arbete.

Lund, januari 2006

Henrik Ljungfelt

Alexander Svensson

## Sammanfattning

- Titel:** Bassängkonstruktioner för offentliga inomhusbad – materialproblem och förslag till lösningar
- Författare:** Henrik Ljungfelt och Alexander Svensson
- Handledare:** Per-Gunnar Burström, Avdelningen för Byggnadsmaterial vid Lunds Tekniska Högskola och Peter Brander, Skanska Teknik.
- Problemställning:** Dagens behov och önskemål från badgäster ställer stora krav på våra badanläggningar. Badgästerna vill ha möjlighet till olika alternativ på aktiviteter och service under ett och samma tak. Klimatet i badhuset måste därför anpassas så att detta blir möjligt. Erfarenheten har visat att denna utveckling lett till ett antal tekniska problem som måste lösas.
- Produktionserfarenheten från bassängbyggande i branschen är utspridd på många händer och ofta baserad på gamla driftmiljöer. Beställare och entreprenörer har ofta bristfälliga kunskaper gällande materialval och utförande av nya bassänger. Det finns kunskaper och erfarenheter om hur det skall byggas för att klara de nya kraven, men dessa utnyttjas för lite.
- Syfte:** Detta arbete syftar till att ge lösningsförslag till de problem som berör bassängkonstruktionen till offentliga inomhusbad. Läsaren skall upplysas om för- och nackdelar med på marknaden tillgängliga bassängkonstruktioner. Underlaget kommer att kunna ligga till grund för val av bassängkonstruktion både vid nybyggnation och vid renovering. Arbetet är i första hand riktat till beslutsfattande personer som är involverade i byggandet av en simbassängkonstruktion till offentliga inomhusbad. Detta gäller för samtliga aktörer under hela byggprocessen. Mycket av den tillgängliga kunskapen som finns ute på marknaden sammanfattas i och med detta arbete.
- Inom branschen för badhusbyggande finns det många teorier på vad som är rätt och fel. Många personer anser sig vara experter på områden som de inte nödvändigtvis har tillräckliga kunskaper om. Genom detta arbete kan diskussionen mellan beslutsfattande personer och de så kallade experterna ske på lika villkor.
- Metod:** Information har samlats via litteraturstudier, studiebesök samt intervjuer med i ämnet kunniga personer. Informationen har sammanställts och utifrån denna har en objektiv analys gjorts följt av förslag till lösningar.
- Litteraturstudien omfattar information från leverantörer samt från forskningsgrupper och institutioner. Studiebesök har skett på svenska, offentliga inomhus- och utomhusbad. Intervjuer har skett via telefon, e-post eller personlig kontakt.
- Slutsatser:** Livslängden på en bassängkonstruktion styrs till stor del av vilken typ av reningsmetod som används. Bassängkonstruktionen bör därför utformas efter aktuell reningsmetod. Genom strängare regler och riktlinjer för rening av badvatten kan en betydligt mildare miljö skapas. Detta kan bidra till att fler konstruktionstyper blir aktuella i svenska badhus. Exempel på detta visas i Tyskland där regler för rening av badvatten är betydligt hårdare än i Sverige.

Till exempel är stålkonstruktioner vanligare i Tyskland än i Sverige på grund av detta.

Vid byggandet av en bassäng bör detaljlösningar bestämmas i så tidigt skede som möjligt. Ogenomtänkta lösningar som sker på arbetsplatsen är vanligt förekommande. Detta är en av de största anledningarna till problem med bassängkonstruktionen.

Problem med genomföringar och anslutning till bassängdäck är ständigt återkommande i svenska bassänger. Det finns information om lösningar kring dessa problem. Till exempel kan nämnas vikten av att kombinera tätskikt på bassängdäck med bassängens membran för att få en tät anslutning.

**Nyckelord:** **Badhusklimat, bassängdäck, desinfektering, glasfiberarmerad plast, katodiskt skydd, klinker, membran, pH-justering, PVC-folie, rostfritt stål, tätskikt, vattenbehandling, vattentät betong**

<b>1</b>	<b>Inledning .....</b>	<b>7</b>
1.1	Bakgrund.....	7
1.2	Syfte.....	7
1.3	Mål.....	8
1.4	Metod och genomförande .....	8
1.5	Avgränsningar.....	9
1.6	Läsanvisning .....	9
<b>2</b>	<b>Historik.....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Vattenbehandling .....</b>	<b>13</b>
3.1	Allmänt .....	13
3.2	Utlopp .....	13
3.3	Reningsanläggning.....	15
3.4	Inlopp.....	16
<b>4</b>	<b>Miljöbeskrivning .....</b>	<b>19</b>
4.1	Allmänt .....	19
4.2	Vattenkemi.....	19
4.2.1	Desinfektering .....	21
4.2.2	pH-justerande medel.....	21
4.2.3	Övriga möjligheter.....	22
4.2.4	Exempel på desinfekteringssystem.....	22
4.3	Miljözon 1 – Badvatten.....	23
4.4	Miljözon 2 – Skvalpzon.....	23
4.5	Miljözon 3 – Utsida bassängvägg och botten .....	24
4.5.1	Inspektionsgång.....	24
4.5.2	Täckt utsida.....	25
<b>5</b>	<b>Bassängdäck.....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>Betongkonstruktioner .....</b>	<b>29</b>
6.1	Allmänt .....	29
6.2	Membraner.....	30
6.2.1	PVC - folie.....	31
6.2.2	Glasfiberarmerad plast.....	31
6.2.3	Stål/PVC-paneler .....	32
6.2.4	Rostfria stålelement .....	34
6.2.5	Epoxybaserat tät- och sättsystem med klinker .....	34
6.3	Icke tätande ytskikt .....	35
6.3.1	Klinker med cementbaserad fästmassa .....	36
6.3.2	Målning.....	36
6.4	Svaga punkter i betongkonstruktioner .....	36
<b>7</b>	<b>Stålkonstruktioner .....</b>	<b>41</b>
7.1	Allmänt .....	41
7.2	Svaga punkter hos stålkonstruktioner .....	42
<b>8</b>	<b>Konstruktioner av glasfiberarmerad plast .....</b>	<b>45</b>
8.1	Allmänt .....	45
8.2	Svaga områden.....	45
<b>9</b>	<b>Lösningar till betongkonstruktioner .....</b>	<b>47</b>
9.1	Bassängens täthet.....	47
9.2	Gjutfogar .....	47
9.2.1	Primära lösningar.....	47
9.2.2	Sekundära lösningar .....	48
9.3	Anslutning bassäng – bassängdäck.....	48
9.4	Genomföringar.....	50
9.4.1	Ingjutning med expanderbetong .....	50

9.4.2	Direktingjutet rör .....	51
9.4.3	Ingjutet foderrör.....	51
9.5	Avspjälkningar på grund av armeringskorrosion.....	52
9.5.1	Vattenkvalitet.....	52
9.5.2	Täckskikt .....	53
9.5.3	Rostfritt armeringsstål .....	53
9.5.4	Behandling av utsida betongvägg.....	53
9.5.5	Katodiskt skydd .....	53
9.6	Infästningsdetaljer.....	54
9.6.1	Borrat hål med tätmassa .....	54
9.6.2	Infästning med PVC-kloss.....	54
9.7	Klinkerlossningar .....	55
9.8	Sammanfattande bedömning för betongkonstruktioner .....	56
9.8.1	Täthet.....	56
9.8.2	Produktionstid.....	56
9.8.3	Prefabricering .....	57
<b>10</b>	<b>Lösningar till stålkonstruktioner .....</b>	<b>59</b>
10.1	Allmänt .....	59
10.2	Korrosion .....	59
10.2.1	Stålkvalitet.....	60
10.2.2	Vattenkvalitet .....	61
10.3	Anslutning mot bassängdäck .....	61
10.4	Diskussion.....	62
<b>11</b>	<b>Lösningar till konstruktioner av glasfiberarmerad plast.....</b>	<b>63</b>
11.1	Val av matris .....	63
11.2	Diskussion.....	63
<b>12</b>	<b>Rekommendationer .....</b>	<b>65</b>
12.1	Bassäng för vattenrutschbana.....	65
12.1.1	Funktion och uppbyggnad.....	65
12.1.2	Rekommenderad lösning.....	67
12.2	Diskussion.....	70
12.3	Plaskbassäng för småbarn .....	70
12.3.1	Funktion och uppbyggnad.....	70
12.3.2	Rekommenderade lösningar .....	71
<b>13</b>	<b>Referensförteckning .....</b>	<b>75</b>
<b>14</b>	<b>Bilagor .....</b>	<b>77</b>
14.1	Gränsvärden enligt SOSFS 2004:7 .....	77
14.2	Sammanställning av en del membran och bassängkonstruktioner.....	78
14.3	Anodtyper .....	79
14.4	PREN .....	82





# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Dagens behov och önskemål från badgästerna ställer stora krav på våra badanläggningar. Badgästerna vill ha möjlighet till olika alternativ på aktiviteter och service under ett och samma tak. De skall kunna åka rutschbana, bada i bubbelpool, plaska runt i bassänger för att slutligen kunna ta en bit mat. Dessa aktiviteter skall kunna genomföras utan att badgästen skall behöva byta om. Klimatet i badhuset måste därför anpassas så att detta blir möjligt. För att få in all ny utrustning krävs det en tillbyggnad av ett befintligt badhus, alternativt att det byggs ett helt nytt badhus. Vid tillbyggnad av ett befintligt badhus är det vanligt att en så kallad äventyrsdel byggs till. Äventyrsdelen ger möjligheten till olika aktiviteter med bland annat rutschbanor, plaskbassäng för barn, hopptorn eller liknande. Erfarenheten har visat att denna utveckling lett till ett antal tekniska problem som måste lösas.

Som följd av en ökad aktivitet och högre temperaturer i badhusen har även miljön förändrats. Högre temperatur ökar avdunstningen till luften. Fler antal badande resulterar i behovet av effektivare vattenrening. Detta leder till att olika kemikalier tvingas tillsättas bassängvattnet. Som följd av en förändrad sammansättning hos bassängvattnet, ställs det nya krav på bassängkonstruktionen för att uppnå planerad livslängd.

Produktionserfarenheten från bassängbyggande i branschen är utspridd på många händer och ofta baserad på gamla driftmiljöer. Beställare och entreprenörer har ofta bristfälliga kunskaper gällande materialval och utförande av nya bassänger. Därför litar de i mångt och mycket på sunt förnuft och erfarenheter från äldre byggnationer. Omfattande problem i bassängkonstruktioner är dock ett faktum. Det finns kunskaper och erfarenheter om hur det skall byggas för att klara de nya kraven, men dessa utnyttjas för lite.

## 1.2 Syfte

Detta arbete syftar till att ge lösningsförslag till de problem som berör bassängkonstruktionen till offentliga inomhusbad. Läsaren skall upplysas om för- och nackdelar med på marknaden tillgängliga bassängkonstruktioner. Underlaget kommer att kunna ligga till grund för val av bassängkonstruktion både vid nybyggnation och vid renovering. Arbetet är i första hand riktat till beslutsfattande personer som är involverade i byggandet av en simbassängkonstruktion till offentliga inomhusbad. Detta gäller för samtliga aktörer under hela byggprocessen. Mycket av den tillgängliga kunskapen som finns ute på marknaden sammanfattas i och med detta arbete.

Inom branschen för badhusbyggande finns det många teorier på vad som är rätt och fel. Många personer anser sig vara experter på områden som de inte nödvändigtvis har tillräckliga kunskaper om. Genom detta arbete kan diskussionen mellan beslutsfattande personer och de så kallade experterna ske på lika villkor.

Avslutningsvis kommer rekommenderade lösningar och förslag att redovisas för en bassäng för vattenrutschbana samt en plaskbassäng för småbarn.

### 1.3 Mål

Målformuleringen delas in i tre delmål:

1. Definiera vilka påfrestningar som miljözoner kring en bassängkonstruktion ger upphov till och hur dessa påverkar olika material och konstruktioner.
2. Beskriva för- och nackdelar hos tillgängliga bassängkonstruktioner med avseende på materialval, produktionsteknik, drift, underhåll och livslängd.
3. Bedöma och ge konkreta förslag på bassängkonstruktioner utifrån uppsatta kravkriterier samt ge förslag på systemutvecklingar som bör genomföras.

### 1.4 Metod och genomförande

Information har samlats via litteraturstudier, studiebesök samt intervjuer med i ämnet kunniga personer. Informationen har sammanställts och utifrån denna har en objektiv analys gjorts följt av förslag till lösningar.

Litteraturstudien omfattar information från leverantörer samt från forskningsgrupper och institutioner. Studiebesök har skett på svenska, offentliga inomhus- och utomhusbad. Intervjuer har skett via telefon, e-post eller personlig kontakt. Nedan följer omfattningen av informationskällor.

Omfattning av intervjuer:

Badmästare/driftchefer	20st
Leverantörer av bassänger av rostfritt stål	4st
Leverantörer av rostfritt stål	5st
Leverantörer av glasfiberarmerad plast	5st
Leverantörer av betongrelaterade produkter (Gjutfogar, genomföringar osv)	2st
Leverantörer av ytskikt/membraner till betongkonstruktioner (Klinker, PVC osv)	2st
Konstruktörer	5st
Produktionschefer vid badhusbyggen	2st

Omfattning av besökta badhus:

Äventyrsbad	5st
Simhallar	6st
Utomhusbad	3st
Badhus under produktion	2st

Omfattning av litteratur:

Litteratur från forskningsgrupper och institutioner	15st
Litteratur och broschyrer från leverantörer	10st
Normbeskrivningar	4st

## 1.5 Avgränsningar

I detta arbete behandlas endast byggnadsmaterial som i dagsläget används för bassängkonstruktioner till offentliga inomhusbad. Äldre bassängkonstruktioner som till exempel träbassänger kommer inte att behandlas.

I detta arbete behandlas hela bassängkonstruktionen. I denna ingår ytskikt, skvalprännor, genomföringar samt anslutningar mot angränsande konstruktioner. Även produktionstekniska aspekter behandlas.

Miljön i badhusen kommer enbart att beskrivas i de zoner som påverkar bassängkonstruktionen.

Under arbetets gång kommer informationen som ges för olika bassängtekniker att hållas på en så generell nivå som möjligt, utan inskränkningar på form och storlek. Avslutningsvis behandlas dock två specifika bassängtyper, bassäng för vattenrutschbana och plaskbassäng för småbarn.

## 1.6 Läsanvisning

Arbetet ska kunna användas som uppslagsverk. Dock förutsätter en del information att läsaren har kunskaper som behandlas i tidigare kapitel.

I kapitel 2-5 beskrivs bassängens uppbyggnad och miljö som påverkar bassängkonstruktionen. I dessa kapitel kan läsaren få kunskap om hur miljön kring bassängen ser ut och varför den ser ut som den gör. Denna information ger underlag för teorier och lösningar som behandlas i senare kapitel.

I kapitel 6-11 redogörs för de vanligaste typer av bassängkonstruktioner (betongkonstruktioner, stålkonstruktioner och konstruktioner av glasfiberarmerad plast). Kapitel 6-8 ger en allmän bild samt vanliga problem kring respektive bassängkonstruktion. Kapitel 9-11 ger förslag och upplyser läsaren om hur problem för de olika konstruktionerna kan åtgärdas.

I kapitel 12 har författarna valt att exemplifiera slutsatser och rekommendationer för två olika bassängtyper. Syftet med detta kapitel är att visa hur arbetet kan utnyttjas för bestämning av materialval till specifika bassängkonstruktioner. Dock är valen av lösningar som gjorts i detta kapitel enligt författarnas rekommendationer.



## 2 Historik

Badgästernas mål med ett badhusbesök har förändrats sedan början av 1900-talet. Då var det för att kunna tvätta sin kropp som folket gick till badhus, det vill säga badhusen fanns till för folkhälsan. Det var inte många hushåll som hade rinnande vatten på denna tid. Runt 30-talet ändrade sig inriktningen och det stora målet blev att svenska folket skulle kunna simma minst 200 meter. I badhus byggda efter 30-talet uppfördes därför tävlingsbassänger i stor omfattning för att kunna tillgodose de nya behoven [1].

Samtidigt fick fler människor rinnande vatten till hushållen och behovet av att gå till badhus för att tvätta sig försvann gradvis och motionärerna tog över. Runt 70-talet låg temperaturerna i badhusen på cirka 22°C i vattnet och 24°C i luften. Det var fortfarande mest motionärer som besökte simhallarna. De simmade sina sträckor och bytte om igen så fort de var färdiga. Utbudet på aktiviteter var litet.

Dagens badgäster har nya syften med sina badhusvistelser och badhusen lockar därför ofta med ”en fräck upplevelse” för hela familjen. Detta ställer krav på att badhuset ska innefatta olika aktiviteter och därmed bassänger med olika funktioner. I dagens badhus har badgästens krav tillgodosetts genom att erbjuda alternativa sätt att aktivera sig, i eller utanför bassängen. Detta i sig ställer krav på olika vattentemperatur i de olika bassängerna, samt behaglig lufttemperatur och luftfuktighet. Kraven har lett till att temperaturerna har ökat, både i vattnet och i luften.

Det faktum att badgästen idag rör sig mer, både i och mellan bassängerna, skapar en ökad stänkzon och större risk för stora vattensamlingar [2]. Därmed ökar avdunstningen till miljön och risken för alg- och mögeltillväxt. De höga vattentemperaturerna, tillsammans med ökad stänkzon, skapar givetvis nya förutsättningar för badhusmiljön i sin helhet. Rent allmänt skapas ett aggressivare badhusklimat med ökad ånghalt, transport av i vattnet flyktiga kemikalier samt ökad förekomst av bakterier.

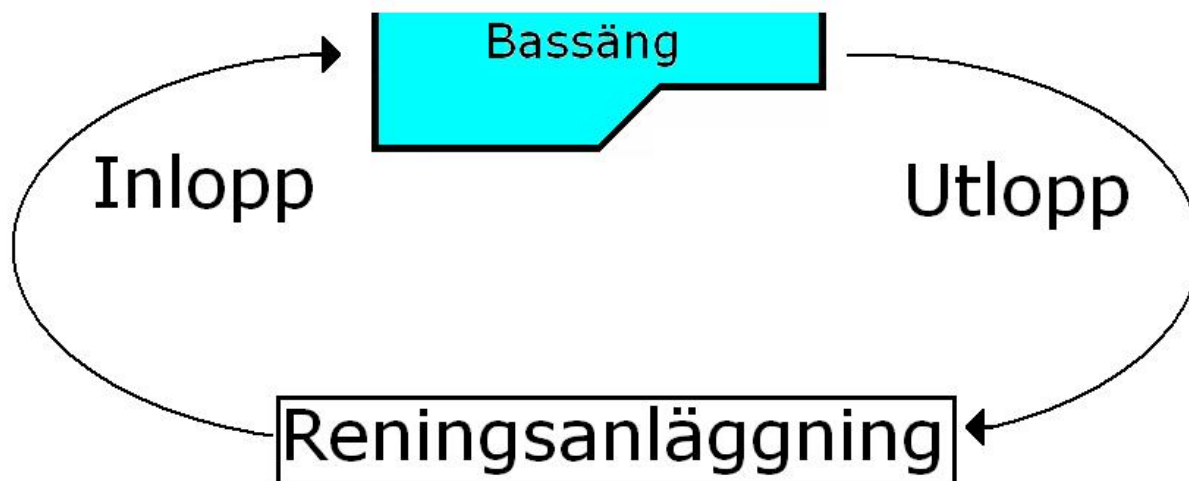
För att tillgodose de hygienska kraven behandlas vattnet i en reningsanläggning. De nya kraven kräver bättre vattenrening vilket innebär att mer kemikalier tillsätts badvattnet än tidigare. Kemikalierna påverkar badvattnet, som i sin tur påverkar bassängkonstruktionen.



### 3 Vattenbehandling

#### 3.1 Allmänt

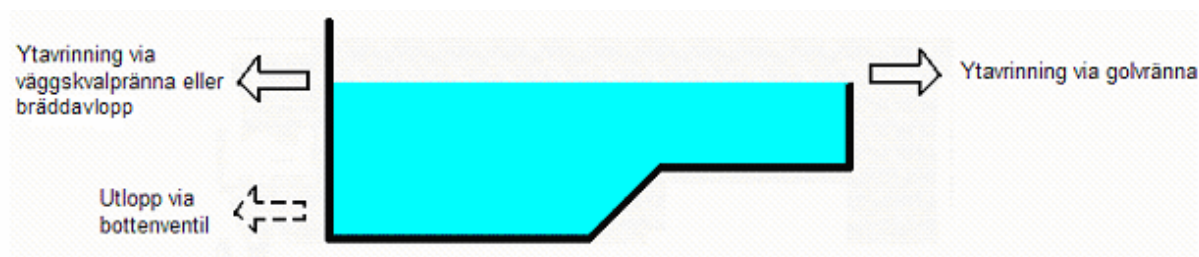
Då vattnets beskaffenhet är en viktig miljöpåverkan på en bassäng kommer här en översikt över vad som påverkar vattnets kemikaliesammansättning. Figur 3.1 visar principen för vattnets cirkulation. Vattnet pumpas från utlopp till en reningsanläggning. Här renas och desinfekteras vattnet för att sedan på nytt tillföras bassängen via inlopp. Cirkulationen är nödvändig för att få ett balanserat vatten, detta behandlas mer utförligt i Kapitel 4.



Figur 3.1 En översikt av vattnets cirkulation under vattenbehandlingen.

#### 3.2 Utlopp

Utlopp krävs för att kunna leda bassängvatten från bassängen till en reningsanläggning. Som utlopp används bottenventiler, bräddavlopp eller skvalpränna. Kombinationer av dessa kan förekomma. Största mängden föroreningar tillförs och samlas vid bassängvattnets yta. Ytavrinning i form av bräddavlopp eller skvalprännor är därför viktiga. Bräddavlopp är idag ovanliga i nyproduktion, istället används framförallt skvalprännor [3], se Figur 3.3.



Figur 3.2 Princip för placering av utlopp.

Det finns olika utformningar av skvalprännor. Fram till 1970 var det vanligt med så kallade väggsqualprännor, se Figur 3.3. Dessa skvalprännor ligger en bit under golvnivån och ger därför inte den vågdämpande effekt som ibland efterfrågas [3].

Därför är det idag mer vanligt vid nybyggnationer med en så kallad golvränna, se Figur 3.3. En golvränna ligger i ungefär samma nivå som omgivande golvytor och ger därför en vågdämpande effekt. Denna typ av ränna kan vara delad [3].



Figur 3.3 Olika typer av utlopp via ytavrinning. F.v. väggsqualpränna, bräddavlopp, golvränna.



Figur 3.4 Exempel på en ränna som är delad med hjälp av en rostfri stålprofil. Övre delen leder bort bassängvattnet och nedre delen städvattnet.

Med en delad ränna leds bassängvattnet och städvattnet bort genom separata system, se Figur 3.4. Städvattnet som annars kan följa med bassängvattnet kan skada mätinstrument i reningsanläggningen eller rubba vattenbalansen. Är rännan inte delad måste en kant eller ett fall bort från bassängen finnas. En brunn eller ränna för avledning av städvattnet bör i dessa fall placeras i närheten av bassängen [3], se Figur 3.5.

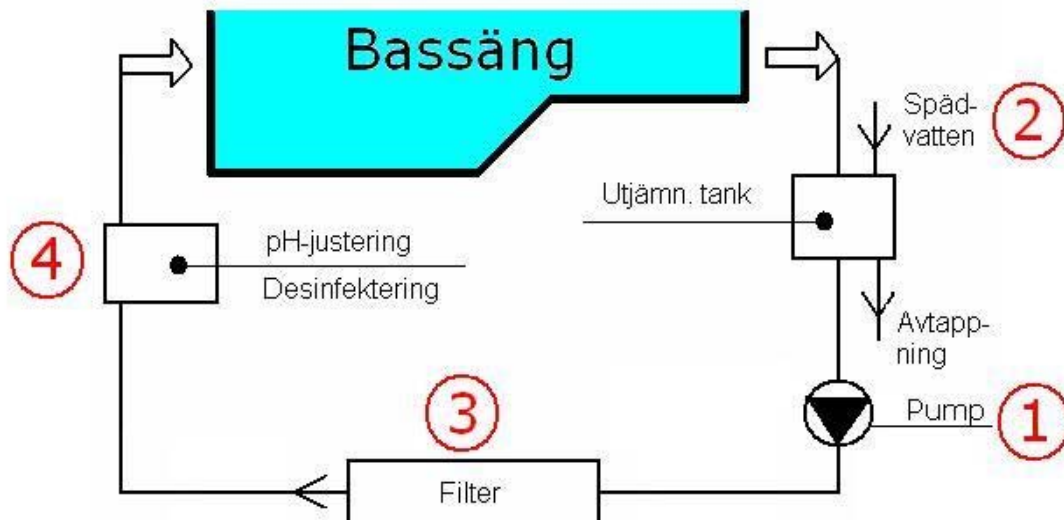


Figur 3.5 Bassäng med odelad golvränna. Fallet till brunnen ska hindra städvattnet att nå bassängen.



### 3.3 Reningsanläggning

Figur 3.6 beskriver principen för hur en reningsanläggning är uppbyggd.



**Figur 3.6 Princip för cirkulationssystem för rening av badvatten.**

Nummer i nedanstående text är beskrivningar från Figur 3.6.

Cirkulationen drivs med hjälp av en pump (nr 1). Badvattnet behandlas så att föroreningar avlägsnas. Detta görs genom att vattnet späds med antingen havs- eller färskvatten (nr 2), filtreras med eventuella tillsatser av flockningsmedel (nr 3) och tillsätts desinfekterande medel (nr 4). Som komplement kan UV-ljus användas för att minimera tillsatser av desinfekteringsmedel. UV-ljuset verkar endast momentant på det behandlade vattnet och ger ingen kvarstående desinfektionseffekt. Eftersom UV-bestrålningen är rent fysikalisk lämnas inga kemiska nedbrytningsprodukter. Det desinfekterande medlet medför vanligtvis en obalans i vattnet. För att på nytt balansera vattnet krävs därför ytterligare kemikalietillsatser. Detta gäller i första hand tillsatser av kemikalier för att justera vattnets pH-värde (nr 4) [4].

Cirkulationssystemet ska vara dimensionerat för förväntat vattenflöde med hänsyn till bassängtyp och antal badande per tidsenhet. Utjämnings tanken, se Figur 3.7, ska kunna kompensera för olika flöden vid bad och icke bad [4]. Exempelvis måste allt vatten som används till vattenrutschbanor och dylikt lagras då anläggningen inte är i drift.



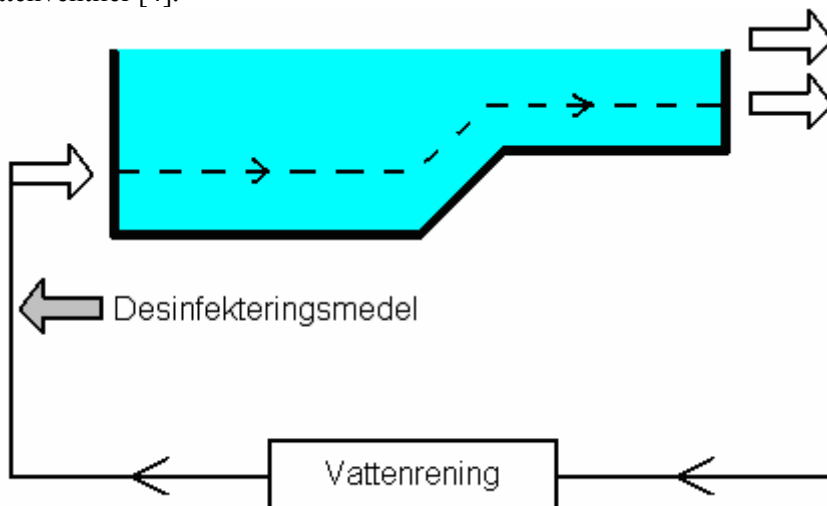
**Figur 3.7 Utjämningskank.**

Riktvärden och dimensionering av cirkulationssystem och badbelastning tillhandahålls av Svenska Kommunförbundet i deras skrift "Bassängbad – Vattenrening" [4].

### 3.4 Inlopp

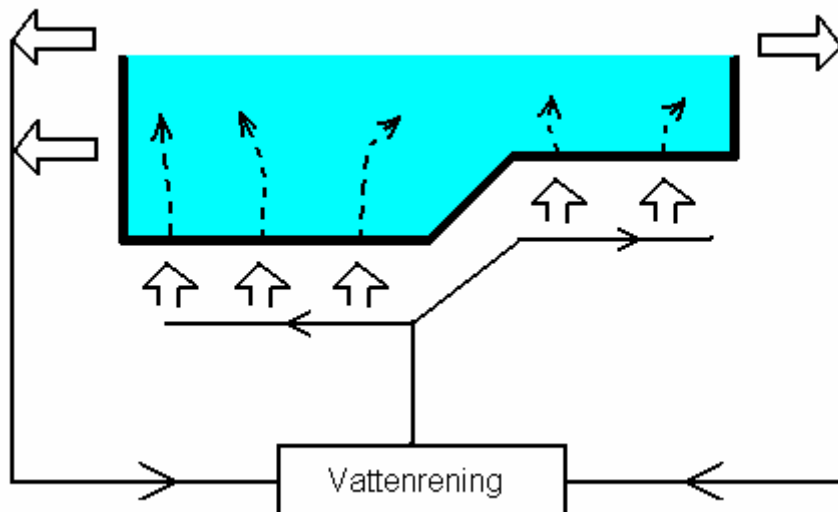
Det finns två principiellt olika metoder för hur det reade vattnet tillförs bassängen.

*Förträngningsprincipen* går ut på att snabbast möjligt avlägsna föroreningar i bassängen enligt Figur 3.8. På så vis undviks blandningsförloppet av det reade vattnet. Detta uppnås vanligtvis genom att placera inlopp vid ena gaveln och utlopp vid andra gaveln. Utlopp sker via skvalprännor och bottenventiler [4].



**Figur 3.8 Förträngningsprincipen.**

*Totalinblandningsprincipen* strävar efter att snabbast möjligt blanda (och fördela) det renade vattnet i hela bassängvolymen enligt Figur 3.9. För detta system fördelas inloppsdyser över bassängbotten. Utlopp sker dels via bottenventiler vid den djupare delen av bassängen, dels via skvalprännor [4].



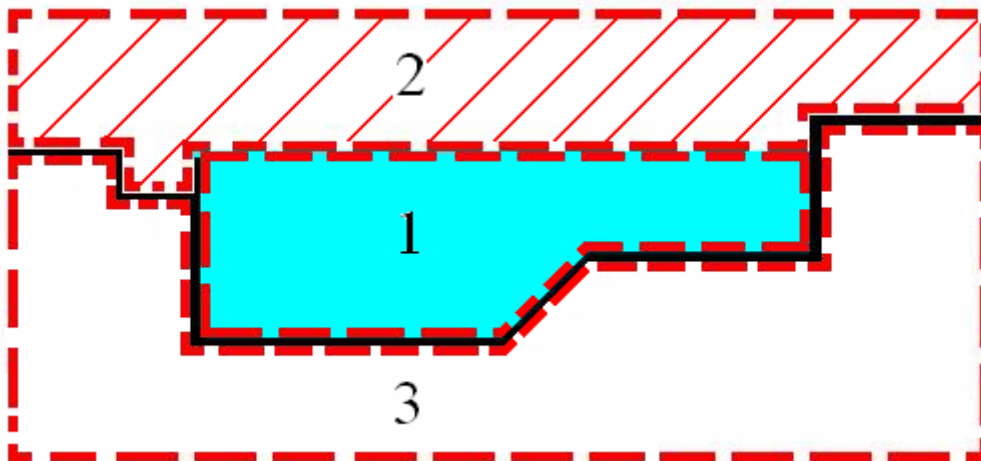
**Figur 3.9 Totalinblandningsprincipen.**



## 4 Miljöbeskrivning

### 4.1 Allmänt

I detta kapitel beskrivs de olika miljöer som finns i och kring en bassäng. Vi har valt att dela upp miljöerna i olika zoner enligt Figur 4.1. Vattnets kemikaliesammansättning påverkar alla miljözoner lika. Därför behandlas vattnets kemi först i ett separat kapitel.



Figur 4.1 De tre miljözonerna som påverkar bassängkonstruktionen.

### 4.2 Vattenkemi

Det ställs stora krav på ett bassängvattens kemikaliesammansättning. Dessa krav finns framförallt för att inte skada de badande, men också för att inte skada material i och omkring bassängen. Man talar i dessa sammanhang om att vattnet ska vara balanserat. Ett balanserat vatten är en absolut förutsättning för att vattenreningen ska kunna fungera på rätt sätt. Till exempel är påverkan från tillsatta kemikalier direkt beroende av om vattnet är i balans eller inte. Nedan beskrivs de tre faktorer som beskriver vattenbalansen.

- pH-värde (vattnets surhetsgrad)  
Ska i svenska badhus ligga mellan 7,2-7,6 [4].
- Kalciumhårdhet (mått på i vattnet löst magnesium och kalcium)  
< 100 mg/l  $\text{CaCO}_3$  = mjukt vatten.  
> 300 mg/l  $\text{CaCO}_3$  = hårt vatten [4]
- Alkalinitet (mått på vattnets förmåga att motstå förändringar i pH-värdet)  
Minst 60 mg  $\text{HCO}_3^-$ /l (eller 50 mg  $\text{CaCO}_3$ /l) för att motverka en alltför kraftig pH-förändring.  
Högst 120 mg  $\text{HCO}_3^-$ /l (eller 100 mg  $\text{CaCO}_3$ /l) för att motverka att pH-värdet blir alltför svårt att justera [4].

Ett balanserat vatten är inte bara en förutsättning för att få önskad effekt på tillsatta kemikalier. Ett obalanserat vatten kan dessutom gynna korrosion och ögonirritation hos de badande eller ge upphov till kalkutfällningar. För att bestämma om vattnet är i balans kan Langlier's mättnadsindex beräknas enligt [4]

$$\text{Mättnadsindex} = pH + TF + KF + AF - 12,1$$

där

- $pH$  är pH-värdet
- $TF$  är en temperaturfaktor
- $KF$  är en kalciumhårdhetsfaktor
- $AF$  är en alkalinitetsfaktor
- 12,1 är en konstant.

Tabell 4.1 används för att bestämma TF, KF och AF.

**Tabell 4.1** Tabell för beräkning av TF (temperaturfaktor), KF (kalciumhårdhetsfaktor) och AF (alkalinitetsfaktor) [4].

Temp °C	TF	Kalciumhårdhet uttryckt som mg/l CaCO <sub>3</sub>	KF	Total alkalinitet uttryckt som mg/l CaCO <sub>3</sub>	AF
0	0,0	5	0,3	5	0,7
3	0,1	25	1,0	25	1,4
8	0,2	50	1,3	50	1,7
12	0,3	75	1,5	75	1,9
16	0,4	100	1,6	100	2,0
19	0,5	150	1,8	150	2,2
24	0,6	200	1,9	200	2,3
29	0,7	300	2,1	300	2,5
34	0,8	400	2,2	400	2,6
41	0,9	800	2,5	800	2,9
53	1,0	1.000	2,6	1.000	3,0

Då mättnadsindex ligger mellan -0,5 och 0,5 är vattnet balanserat. Då mättnadsindex ligger utanför detta område är vattnet i obalans. Om värdet är > 0,5 sägs vattnet vara aggressivt, det vill säga gynnar korrosion och ögonirritation. Om värdet är < -0,5 sägs det vara kalkfällande [4].

Exempel:

Enligt markerade värden från Tabell 4.1 och pH = 7,6 fås

$$\text{Mättnadsindex} = 7,6 + 0,6 + 1,8 + 2,0 = - 0,1$$

det vill säga vattnet är i balans.

Vattenbalansen påverkas framför allt då kemikalier tillsätts bassängvattnet. Det är framför allt på grund av behovet av desinfektering som kemikalier tvingas tillföras bassängvattnet. Balansen påverkas också av spädvattnets kemiska sammansättning.

#### 4.2.1 Desinfektering

Klorering är den idag vanligaste metoden för att desinfektera badvatten. Klor kan tillföras bassängvattnet via klorgas, natriumhypoklorit eller kalciumhypoklorit. Riktvärden för tillåten halt klor i badvattnet beskrivs i SOSFS 2004:7 [5]. Se även Bilaga 14.1. Dessa olika kemikalier påverkar vattenkemin på olika sätt enligt följande:

Klorgas ( $\text{Cl}_2$ )

- pH-sänkande

Natriumhypoklorit ( $\text{NaClO}$ )

- pH-höjande

Kalciumhypoklorit ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ )

- pH-höjande
- Svagt alkaliskt
- Höjning av kalciumhårdhet [4]

Riktlinjer angående tillverkning, lagring, doseringsförutsättningar och arbetsmiljösynpunkter för ovan beskrivna kemikalier beskrivs i svenska kommunförbundets ”Bassängbad –Vattenrening” [4].

#### 4.2.2 pH-justerande medel

Framför allt påverkas pH-värdet av desinfekteringsmedlet. För att på nytt balansera vattnet efter desinfektering krävs det därför alltid tillsatser av pH-justerande kemikalier. Följande är exempel på vanligt använda pH-justerande medel och hur det påverkar vattnet:

Koldioxid ( $\text{CO}_2$ )

- pH-sänkande
- Alkalinitetshöjande [4]

Saltsyra ( $\text{HCl}$ ) ca 30%-ig

- pH sänkande
- Alkalinitetssänkande
- Bildar klorider vilka är mycket korrosionsbefrämjande [4]

Svavelsyra ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 33%-ig

- pH sänkande
- Alkalinitetssänkande
- Bildar sulfater vilka är måttligt korrosionsbefrämjande [4]

Aluminiumsulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ )

- pH sänkande
- Används vanligtvis till kemisk flockning
- Utnyttjas endast för pH-justering under gynnsamma driftförutsättningar [4]

Soda (natriumkarbonat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

- pH höjande (stark alkali)
- Alkalinitetshöjande [4]

Natriumbikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ )

- pH-höjande
- Alkalinitetshöjande [4]

Riktlinjer angående tillverkning, lagring, doseringsförutsättningar och arbetsmiljösynpunkter för ovan beskrivna kemikalier beskrivs i svenska kommunförbundets ”Bassängbad –Vattenrening” [4].

#### 4.2.3 Övriga möjligheter

För att öka kalciumhården kan kalciumklorid ( $\text{CaCl}_2$ ) tillsättas. Enda sättet att minska kalciumhården är att späda med mjukt vatten. Finns inte mjukt vatten tillgängligt måste vattnet avhårdas före spädning. Vid avhårdning används en jonbytare. Den avger två natriumjoner för varje kalciumjon. Detta kan bidra till en liten pH-höjning [4].

Vatten längst svenska kuster har alltid en viss salthalt. Används detta vatten vid spädning kan man räkna med ett korrosionsbefrämjande vatten.

#### 4.2.4 Exempel på desinfekteringsystem

Valet av desinfekteringsmedel, pH-justerande medel och spädvattnets beskaffenhet påverkar vattenbalans och vattnets påverkan på omgivande material. Nedan följer exempel på situationer som kan uppstå för olika desinfekteringsmetoder.

##### Exempel 1

Desinfektering – Natriumhypoklorit  
pH-justering – Saltsyra  
Spädning med havsvatten

Bassängvattnet kommer att vara korrosivt på grund av tillsatser av saltsyra och spädning med havsvatten. Bassängkonstruktioner av stål bör därför inte användas till denna desinfekteringsmetod [4]. Infästningsdetaljer och utrustning bör vara av hög kvalitet och behandlade på korrekt sätt för att undvika korrosion.

Saltsyran sänker alkaliniteten. En stor alkalinitetssänkning leder till att saltsyran effektivare sänker vattnets pH-värde. Blir alkaliniteten för låg kan det dock vara svårt att hålla ett pH-värde inom givna riktlinjer. En låg alkalinitet skapar även ett obalanserat vatten. För att få bukt med alkalinitetsproblemet kan det vara nödvändigt att tillföra natriumbikarbonat [4].

##### Exempel 2

Desinfektering – Kalciumhypoklorit  
pH-justering – Koldioxid (eventuellt även saltsyra)  
Spädning med mjukt sötvatten

Kolsyra bildas då koldioxid löses i vatten. Koldioxiden höjer därmed vattnets alkalinitet. En kontinuerligt höjande alkalinitet kan resultera i att koldioxiden inte sänker pH i tillräcklig omfattning. Det kan resultera i att mer kolsyra måste tillsättas. Bassängvattnet kan till slut bli övermättat av kolsyra som sedan avgår till luften och kolsyreförbrukningen ökas ytterligare. För att lösa problemet krävs att alkaliniteten sänks. Detta görs mest effektivt genom tillsättning av saltsyra [4]. Detta i sin tur leder till att pH sänks ytterligare och att bassängvattnet bli mer korrosivt, se situation 1 ovan.

Då kalciumhypoklorit kontinuerligt höjer vattnets kalciumhårdhet kan det vara svårt att balansera förhållandet kalciumhårdhet – kolsyrenehåll. Viktigt är därför att vattnet kontinuerligt regleras enligt Langlier's mättnadsindex, se ovan. Spädning med mjukt sötvatten är den enda lösningen för att sänka kalciumhården [4].



### Exempel 3

Desinfektering – Natriumhypoklorit

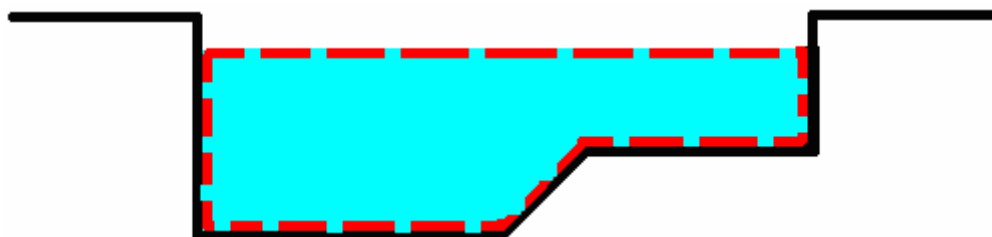
pH justering – Koldioxid (eventuellt även svavelsyra)

Spädning med sötvatten

Situation 3 skiljer sig från situation 2 ur framför allt två aspekter.

1. Bassängvattnet blir mindre korrosivt framförallt på grund av att svavelsyra används i stället för saltsyra samt att spädning sker med sötvatten istället för havsvatten.
2. Kalciumhården håller en jämnare nivå då natriumhypoklorit används istället för kalciumhypoklorit.

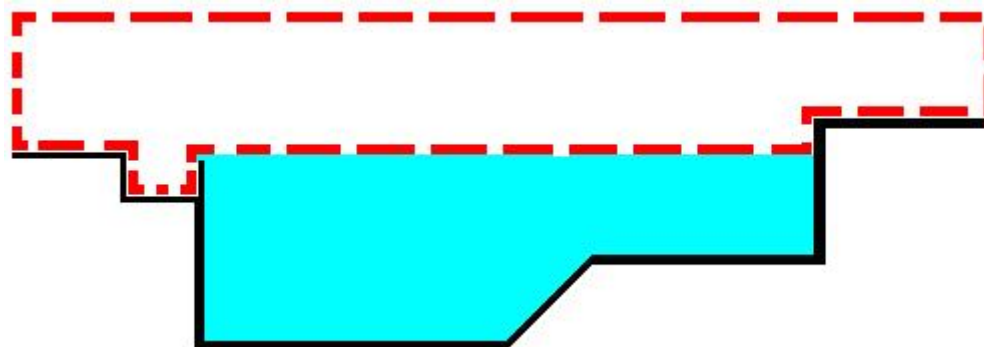
### 4.3 Miljözon 1 – Badvatten



**Figur 4.2 Miljözon 1 – Badvatten.**

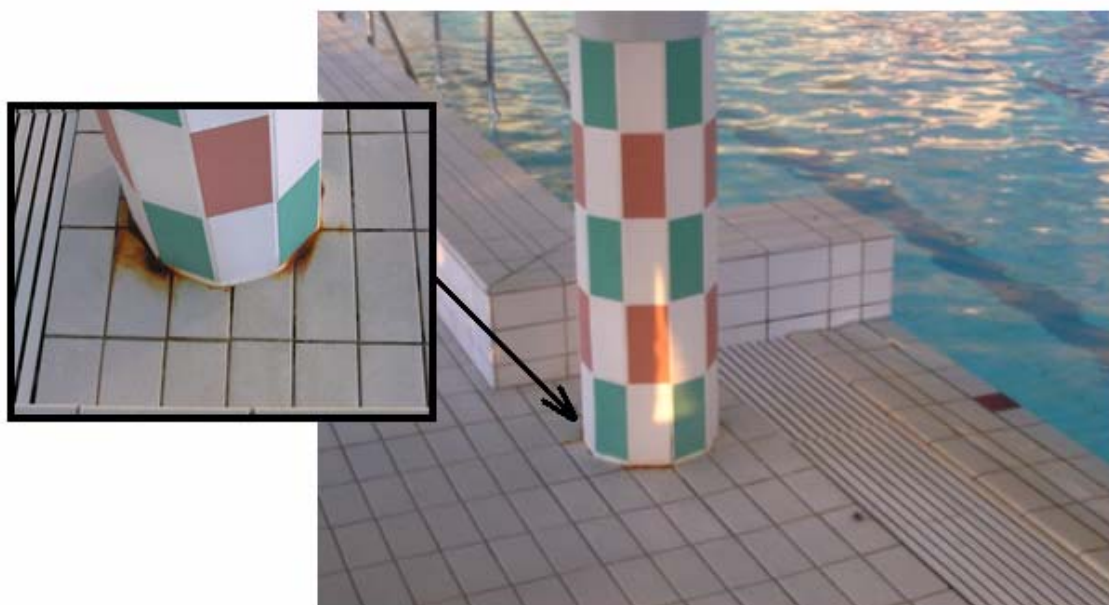
Påfrestningar från badvattnet på bassängkonstruktionen är framför allt beroende av vattenkemin, se Kapitel 4.2. Eftersom syrgas inte finns tillgängligt i denna zon anses dock korrosionsrisken vara liten. Badvattnet i denna zon kan transporteras genom otätheter i bassängen och på så vis påverka konstruktionens livslängd.

### 4.4 Miljözon 2 – Skvalpzon



**Figur 4.3 Miljözon 2 – Skvalpzon.**

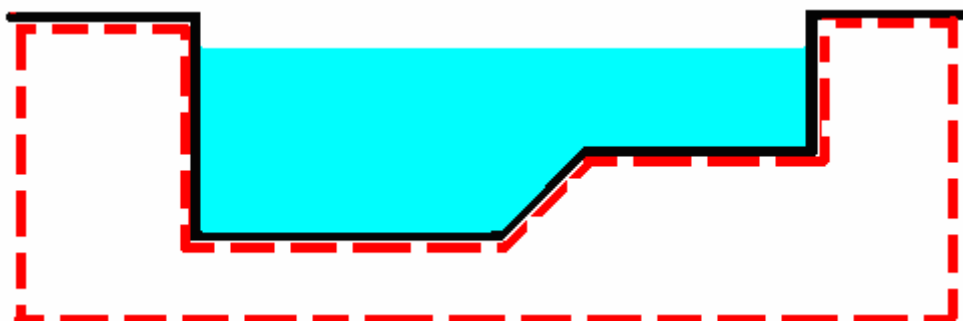
Skvalpzonen miljö påverkas framför allt av stänk från badvatten. Att det dessutom finns tillgång till syre och lagom mängd fukt i detta område gör zonen extra känslig för korrosion. För rostfria ståldetaljer i skvalpzonen i och utanför bassängen krävs det därför stål med mycket hög beständighet mot korrosion.



**Figur 4.4** Korrosionsdrabbad pelararmering i skvalpzonen.

Även bassängdäcket samt övergången mellan bassäng och bassängdäck påverkas av miljöfaktorer i skvalpzonen. Detta gäller både belastning från aggressivt bassängvatten och mekanisk påverkan från bland annat högtryckstvätt [6].

#### 4.5 Miljözon 3 – Utsida bassängvägg och botten



**Figur 4.5** Miljözon 3 – Utsida bassängvägg och botten.

Miljön på en bassängs utsida kan påverka såväl bassängkonstruktionens livslängd som material förekommande i denna miljö. Det finns två alternativ till hur denna miljözon kan vara uppbyggd.

##### 4.5.1 Inspektionsgång

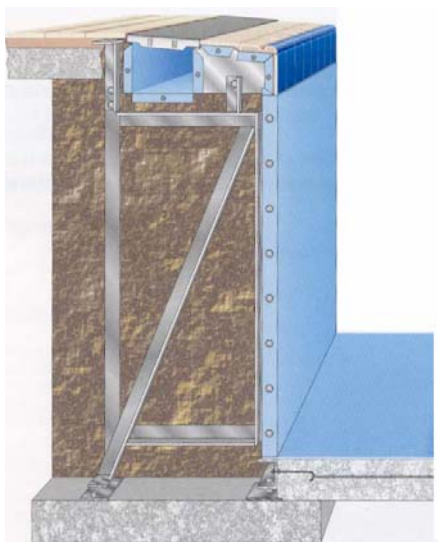
Inspektionsgången kan ligga runt och/eller under bassängen. Figur 4.6 visar en inspektionsgång runt en betongbassäng. En inspektionsgång används för att kunna lokalisera och åtgärda läckage från bassängväggen eller bassängbotten. Det är därför viktigt att svaga punkter hos konstruktionen är väl synliga i inspektionsgången [6]. Miljön vid inspektionsgången varierar mycket mellan olika badhus men har ofta en god ventilering.



Figur 4.6 Inspektionsgång runt betongbassäng [2].

#### 4.5.2 Täckt utsida

Då utsidan av bassängen är motfylld med massor Figur 4.7, kommer inspektion inte att vara möjlig. Renovering blir även betydligt svårare att genomföra. Miljön kan dock vara fördelaktigare jämfört med inspektionsgång på grund av avsaknad av syre.



Figur 4.7 Princip för täckt utsida. I detta fall en bassäng i rostfritt stål från Myrtha [7].



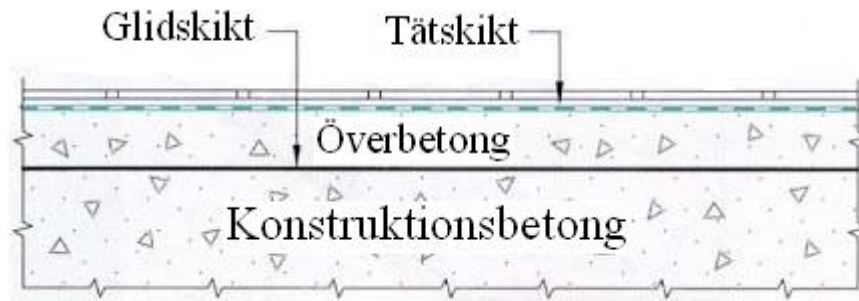
## 5 Bassängdäck

Den golvytta som är i direkt anslutning till bassängkonstruktionen kallas bassängdäck, se Figur 5.1. Dettas uppbyggnad behandlas här främst på grund av att det påverkar anslutningslösningar från bassäng till bassängdäck.



**Figur 5.1 Bassängdäck med anslutning till bassäng.**

Vanligtvis består bassängdäcket av konstruktionsbetong och överbetong. Mellan konstruktionsbetong och överbetong appliceras normalt ett glidskikt. Överbetongen är vanligen klinkerbeklädd. Under klinkerbeklädnaden bör det alltid finnas ett tätskikt. Detta tätskikt kan vara ett membran, se definition i Kapitel 6.2. Det finns två lösningar för tätskiktets placering i konstruktionen. Antingen placeras tätskiktet på överbetongen, enligt Figur 5.2, eller placeras på konstruktionsbetongen, enligt Figur 5.3 [6].

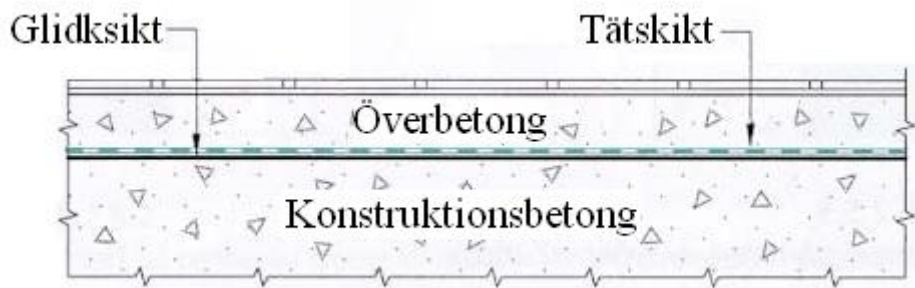


**Figur 5.2 Tätskikt placerat på överbetongen [6].**

Den stora fördelen med att lägga tätskikt direkt under klinkerbeklädnaden är att endast klinkerbeklädnaden utsätts för vattenbelastning. Det är alltså bara klinkerns limskikt som kan bidra till kalkutfällningar. Tätskiktet kommer dock att påverkas av större belastningar. Lösningen kräver inte fall i konstruktionsbetongen [6].

Exempel på tätskikttyper som finns för dessa lösningar är:

- Deitermann, Superflex 10 (bitumenbaserat) [8]
- Schomburg, Aquafin -2k (cementbaserat) [8]
- Laticrete 9237, Laticrete (latexbaserat) [9]



**Figur 5.3** Tätskikt placerat på konstruktionsbetongen [6].

Då klinker sätts på konstruktionsbetongen blir tätskiktet inte belastat i samma utsträckning som då tätskiktet sätts direkt under klinkern. Dock kan överbetongen utsättas för fuktbelastning som kan resultera i utfällningar. Lösningen kräver fall i konstruktionsbetongen [6].

Exempel till tätskikt för dessa lösningar är [8]:

- Deitermann, Superflex 10 (Bitumenbaserad)
- Schomburg, Aquafin -2k (Cementbaserad)
- DLW, Delifol (PVC-folie)
- Alkor, Alkorplan (PVC-folie)
- Protan, Sarnafil GG (PVC-folie)

## 6 Betongkonstruktioner

### 6.1 Allmänt

Betongbassänger är en mycket vanlig konstruktionstyp till offentliga bassänger i Sverige. De kan formastill i stort sett vilken geometrisk form som helst. Betongkonstruktionens livslängd styrs till stor del av den mängd kloridhaltigt vatten som transporteras genom konstruktionen. En tät konstruktion är förutsättningen för att motverka kloridinträngning. En tät bassäng kan innebära en livstid på mer än 40 år [8].

Generellt bör bassängen gjutas i så stora kontinuerliga gjutetapper som möjligt. Uppehåll och pauser i gjutningsarbetet bör undvikas [6].

Det finns risk för krympningsvariationer mellan bottenplattan och väggarna med tvång och sprickbildning som följd. För att motverka detta bör väggarna gjutas i ett så tidigt skede som möjligt och dessutom måste bottenplattan hållas våt med hjälp av kontinuerlig bevattning [6].

En tät betongbassäng är dock inte nödvändigtvis en tät bassängkonstruktion. Vattenläckage förekommer ofta i någon utsträckning genom till exempel otäta genomföringar och gjutfogar (Kapitel 6.4). Vanligt är att läckaget upptäcks i betongen som utfällningar som rinner nedåt från betongkonstruktionen. Utfällningarna uppträder ofta som en mjölkaktig vätska. Utfällningarna sker vanligen inte i en sådan omfattning att den skadar betongens hållfasthet [2].

Ibland är det varken möjligt eller kostnadseffektivt att uppnå tillräcklig vattentäthet hos betongen. Vid sådana tillfällen är det nödvändigt att använda membran på insidan av betongvägg och botten. Det krävs alltså inget membran om betongen är tillräckligt tät. I de fall betongen är tillräckligt tät, appliceras ofta ett ytskikt av estetiska skäl. Vanligtvis används klinker eller målning för detta ändamål.

Nedan beskrivs i korthet viktiga faktorer som påverkar betongkonstruktionens täthet och motstånd mot kloridinträngning:

- *Vattencementtalet, vct*  
Enligt BBK uppfylls kravet på en vattentät betong då vct inte överstiger 0,6. Svenska Betongföreningen föreslår  $vct < 0,4$  för extremt armeringsaggressiv miljö [10].
- *Tillsatsmaterial*  
Silikastoft och flygaska är två tillsatsmedel som normalt förbättrar betongens motstånd mot kloridinträngning. Framför allt ger silikastoft en mycket positiv effekt på betongens motstånd mot kloridinträngning. För ytterligare information kring detta se Betonghandbok Högpresterande Betong – Material och utförande, kapitel 6 och 14 [11].
- *Härkning*  
För information kring detta se Betonghandbok Arbetsutförande – Projektering och byggande, kapitel 15 [12].
- *Komprimering*  
Enligt BBK uppfylls kravet på en vattentät betong då förhållandet mellan vikten vatten och den sammanlagda vikten av cement och ballast med kornstorlek  $\leq 0,25$  mm är högst 0,5. Detta kravet har att göra med behovet av god arbetbarhet för att kunna nå en hög komprimering [10]. För vidare information se Betonghandbok Arbetsutförande – Projektering och byggande, kapitel 11 [12].

- *Betongmassans stabilitet*  
Med otillräcklig stabilitet blir betongmassan inhomogen med varierande egenskaper. För vidare information se Betonghandbok – Material, kapitel 8.6 [10].
- *Sprickbildning*  
Sprickor i betongen minskar tätheten väsentligt. Detta tydliggörs i rapporten ”Fuktfixering i porösa byggnadsmaterial”, Ahlgren (1976). I rapporten ges ett exempel av läckage genom en 200 mm tjock bottenplatta till en simbassäng på 10 meters djup. För osprucken bottenplatta blir läckningen 1 kg/(dygn x m<sup>2</sup>). För samma bottenplatta men med en 0,1 mm bred och 1 m lång spricka per kvadratmeter ökar läckningen till cirka 2500 kg/(dygn x m<sup>2</sup>). För vidare information se Betonghandbok – Material, avsnitten 19.6 och 19.7 [10].
- *Armering* [10]
- *Konstruktionens dimensioner* [10]
- *Konstruktiv utformning* [10]
- *Täthet på ytskikt/membran*  
Behandlas i Kapitel 6.2 och 6.3.
- *Utförelse av genomföringar, infästningar, gjutfogar och anslutningar mellan bassäng och bassängdäck.*  
Behandlas i Kapitel 6.4 och 9.

## 6.2 Membraner

I denna rapport har uppdelningen av ytskikt gjorts utifrån deras täthet mot vatten. Ett tätande ytskikt benämns i detta arbete som membran och definieras enligt den danska normen DS 477 [13], på följande sätt:

”Ett membran ska ha en sådan vattentäthet, att betongkonstruktionen är skyddad mot skadliga påverkningar för projekterad livslängd. En membranbeklädnad ska ha en täthet som är större än tätheten för den betongkonstruktion, som den ska skydda [13].”

Enligt normen uppfylls detta krav om ånggenomgångsmotståndet,  $Z \geq 2000 \times 10^3 \text{ s/m}$  [14]. Om kravet inte uppfylls benämns membranet istället som ytskikt.

Det finns olika typer av membraner som lämpar sig för bassängkonstruktioner av betong. Krav som bör ställas på membranet avser framför allt:

- *Material-egenskaper*  
Täthet mot kloridhaltigt vatten, skydd mot nötning, utseende, halksäkerhet, resistens mot UV-ljus, alkalisk och sur miljö, vidhäftning
- *Applicerbarhet*  
Känslighet för miljöpåverkan, krav på utrustning, tid
- *Vidhäftning på tätskikt på bassängdäcket*
- *Underhåll*
- *Kostnad*



Påträffade membran till betongbassänger är:

- PVC-folie
- Glasfiberarmerad plast
- Stål/PVC-paneler
- Rostfria stålelement
- Epoxibaserat tät- och sättsystem med klinker

### 6.2.1 PVC - folie

PVC-folie i offentliga bassänger har vanligtvis en tjocklek på 1,5 – 2 mm och är oftast armerade med en väv av polyester. Enligt en leverantör av PVC folie krävs det inte en vattentät betong som underlag till PVC-folie för att säkra konstruktionens täthet [15].

Folien svetsas fast i specialskenor vid bassängens kanter. När bassängen fylls med vatten kommer vattentrycket att pressa folien mot väggen. Även skvalprännen kan kläs med PVC-folie. Genomföringarna görs med hjälp av klämflänsar av rostfritt stål eller kraghylsor av PVC [15].

Folien är synlig i hela bassängen men kan övertäckas med klinker av estetiska skäl, och då vanligtvis på övre delen av bassängen och skvalprännen. Folien bleks av UV-strålning och klor [16]. PVC-folie är en vanligt förekommande lösning i hela Europa, både vid renovering och vid nyproduktion [8]. Vid tömning av bassänger med PVC-folie finns inga restriktioner rörande tömningshastigheten [15].

PVC-folien har en viss töjbarhet och kan monteras på en betong som inte är färdigtorkad [15]. Skvalprännen kan vara av betong eller stål och ska vara beklädd med samma PVC-folie som resten av bassängen [8].

För att få en tät övergång mellan bassäng och bassängdäck krävs det att tätskiktet på bassängdäcket är av liknande PVC-folie som i bassängen [8],[15]. Tätskikt på bassängdäcket av PVC fästes direkt på konstruktionsbetongen genom svetsning i specialskenor vid genomföringar, till exempel vid golvbrunnar. Ovan PVC-folien läggs överbetong med klinkerbeklädnad enligt Figur 5.3.

För information gällande kostnad, tid för montering och livslängd, se Bilaga 14.2.

Exempel på leverantörer av PVC-folie är [8]:

- DLW, Delifol (Tyskland)
- Alkor, Alkorplan (Belgien)

### 6.2.2 Glasfiberarmerad plast

Nummer i nedanstående text är beskrivningar från Figur 6.1.

Glasfiberarmerad plast, eller GAP, är ett laminat som består av en matris (nr 2) och armering av glasfiber (nr 3). Matrisen fungerar som bindemedel till armeringen. För att öka vidhäftningen mellan matrisen och armeringen, ytbehandlas armeringen med en sizing (nr 4). En matris består antingen av en ester, eller av epoxi [17]. Ett vattentätt skikt, så kallat gelcoat (nr 1), appliceras på GAP för att minska vatteninträngen. GAP kan brytas ned av alkaliska föreningar från betongen [18].



**Figur 6.1** Principbild på uppbyggnaden av en GAP.

GAP kan som membran appliceras på två sätt. Antingen appliceras GAP för hand på arbetsplatsen, eller prefabriceras GAP-membranet. Så länge arbetet sker i en kontrollerad miljö har det liten betydelse om membranet prefabriceras eller appliceras direkt på plats. Kvaliteten på GAP anses dock bli högre då den prefabriceras [18].

Membran av GAP är inte dimensionerade för att ta upp krafter från vattentryck och bjälklag, utan kräver en bärande stödskonstruktion. Bassängen kan därför göras till vilket djup som helst. Både prefabricerad och platsapplicerad GAP fungerar till såväl nyproduktion som renovering. Vid tömning av bassänger med GAP-membran finns inga restriktioner rörande tömningshastigheten.

Då GAP appliceras för hand på arbetsplatsen krävs det att betongen har härdat i minst tre månader innan applicering. Detta beror på att GAP:n inte kan ta upp rörelser i underlaget. Samtliga steg vid GAP-tillverkning kräver en kontrollerad miljö, både som säkerhet för de arbetande och för att uppnå hög kvalitet [17]. För arbetarna måste Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om härdplaster följas. Detta innebär bland annat att den som arbetar eller leder ett arbete med härdplast skall utbildas i risker och skyddande utrustning. Kvaliteten på GAP är beroende av temperatur och fuktighet i både luft och underlag samt att underlagets ytor är rena [17].

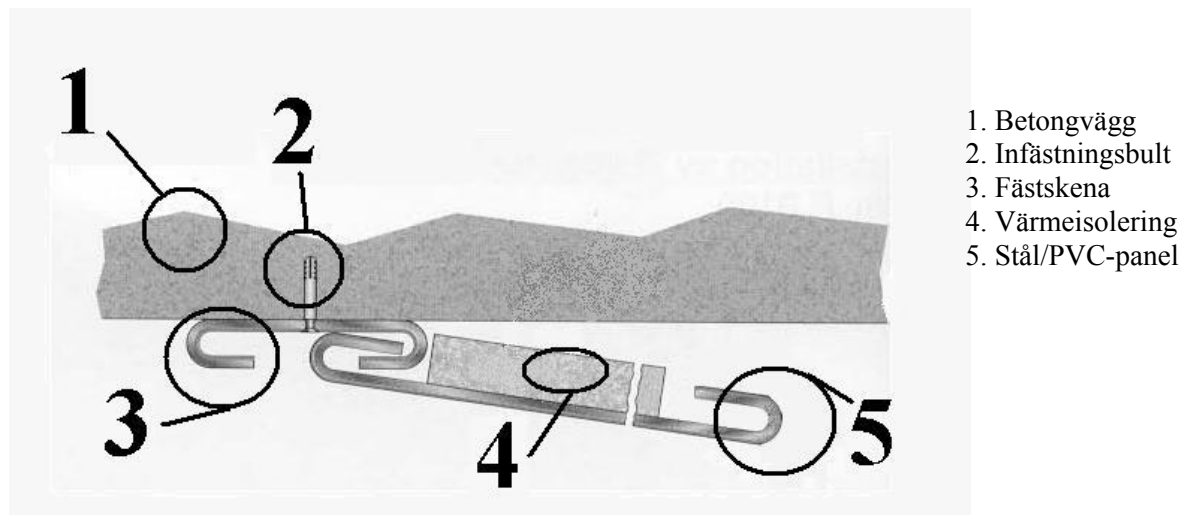
Anslutning till bassängdäck anses bli problematisk på grund av dålig vidhäftningsförmåga på tätskikt på bassängdäcket, se kapitel 9.3.

Under arbetets gång har författarna endast stött på en bassäng där GAP applicerats för hand på arbetsplatsen, nämligen i Ishøj, Danmark [14]. På grund av denna brist på information är det svårt att bedöma kostnader, livslängd samt tid för montering för denna typ av membran.

### 6.2.3 Stål/PVC-paneler

Panelerna består av rostfritt stål och är kallformade utan svetsfogar och laminerade med hård PVC. Denna typ av paneler är en lösning som vanligtvis används vid renovering av befintliga betongkonstruktioner eller som vägg till stålstomme (Kapitel 7.1). Panelerna kan också användas som membran till betongkonstruktioner i nyproduktion [19].

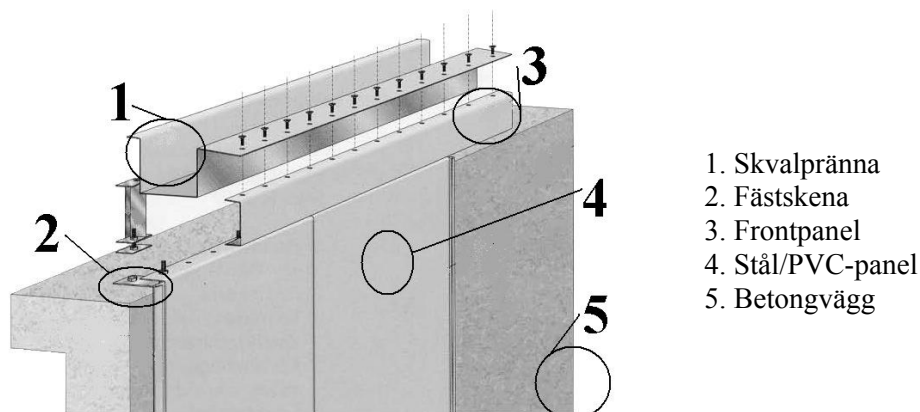
Panelerna fästes på betongväggarna med fästskenor som antingen kan försänkas i betongväggen eller bultas direkt på väggen som i Figur 6.1.



**Figur 6.1** Detalj av fästskena med tillhörande panel och isolering. Fästskenan är bultad direkt på väggen [19].

Värmeisolerande material kan placeras mellan betongvägg och stålpanel. Botten är möjlig att klä med samma stålpaneler som till väggarna. Detta förekommer dock sällan. Istället kläs botten vanligtvis med en PVC-folie på betong- eller sandunderlag [19].

Stål/PVC-panelerna kan följa runda former med en radie på minst 1.5 m. Skarvar svetsas ihop med flytande PVC och ger en livslängd som antas vara lika lång som resten av beklädnaden [7].



**Figur 6.2** Skvalprännans infästningar [19].

Det är krav på att skvalprännan är i samma PVC-belagda rostfria plåt som panelerna med eventuell klinkerbeklädnad. På stålpanelernas förankringar på ovansida betongvägg skruvas en frontpanel fast som sedan skvalprännan förankras i. Av estetiska skäl kan klinker kläs direkt på panelerna, då vanligtvis på övre delen av bassängen [19]. Vid tömning av bassänger med stål/PVC-paneler finns inga restriktioner rörande tömningshastigheten [20]. Montering av membranet sker av leverantörens specialmontörer. Anslutningen till bassängdäck anses bli bra då PVC används som tätskikt till bassängdäcket, se Kapitel 9.3.

För information gällande kostnad, tid för montering och livslängd, se Bilaga 14.2.

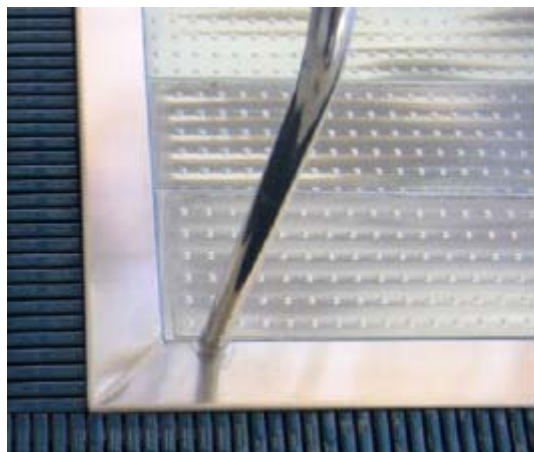
Exempel på leverantörer av stål/PVC-paneler är [8]:

- Myrtha Pool (Italien)

#### 6.2.4 Rostfria stålelement

Täthet uppnås genom att stålelementen svetsas ihop genom så kallad Tig-svetsning. Tig-svetsning ger ett rent svetsgodset av hög kvalitet. Eftersom ingen slagg produceras är risken för slagginneslutningar i svetsgodset eliminerad. Tig-svetsning används därför allmänt där höga krav på svetsförbandet ställs inom exempelvis kärnkraft- och livsmedelsindustrin [21]. I Sverige sker svetsningen av licensierade svetsare [22],[23].

Stålet påverkas inte av krympningar i betongen. Elementen kan fås i längder på upp till cirka 5 m. Ofta är det utrymmet vid arbetsplatsen som begränsar längden på elementen. Till skillnad från bassänger med stål/PVC-paneler kläs även botten här med stålelement. Små pyramidliknande ”kullar” i bottenplåten gör att de badande kan få fäste på botten samtidigt som ljuset från lamporna reflekteras [22],[23], se Figur 6.2.



Figur 6.2 Närbild på de pyramidliknande kullarna i bottenplåten på trappstegen i en rostfri bassäng [24].

Det ställs höga krav på vattenkvaliteten och kemikalietillsatser ska väljas med omsorg (Kapitel 4.3). Skvalprännan utförs ofta i bättre stålqualität än övriga bassängen eftersom den är mest utsatt för korrosion. Vid tömning av bassänger med stålelement finns inga restriktioner rörande tömningshastigheten [22],[23]. Anslutning till bassängdäck anses bli problematisk på grund av dålig vidhäftningsförmåga på tätskikt på bassängdäcket, se kapitel 5.

För information gällande kostnad, tid för montering och livslängd, se Bilaga 14.2.

Exempel på leverantörer av rostfria stålelement är:

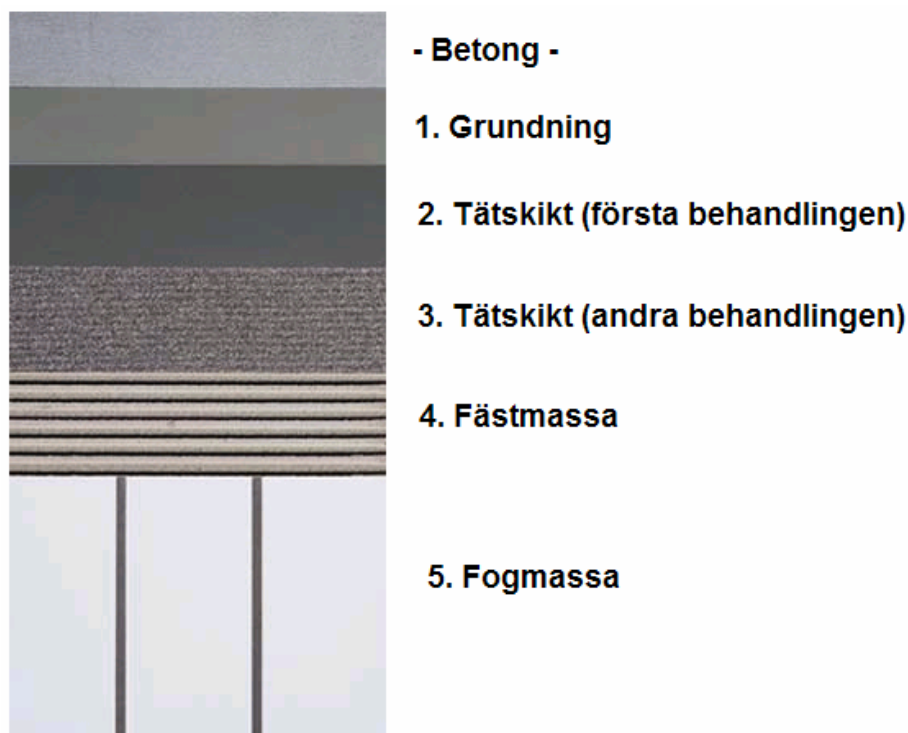
- Steelpool (Sverige)
- Invarmex, (Sverige)
- Berndorf Bäderbau (Österrike)

#### 6.2.5 Epoxibaserat tät- och sättsystem med klinker

Systemet härstammar från Tyskland. Det kan användas vid såväl nybyggnation som reparation<sup>8</sup>. Klinkerplattorna monteras och fogas med epoxibaserade massor. Detta ger en flexibel konstruktion med god beständighet mot syror, alkalier och mekanisk påverkan [25]. Liknande system kan användas till bassängdäcket [8]. Täthet vid anslutning mellan bassäng och bassängdäck kan då anses vara god (se Kapitel 9.3)

Väggarna skall vara gjutna på slät form och vara äldre än sex månader. Bottenytan på betongplattan skall vara äldre än sex månader gammal. Ojämheter i väggar och botten kan avjämnas med cementbaserat spackel [25].

Systemet består av delmoment enligt Figur 6.3.



**Figur 6.3 Uppbyggnad av epoxibaserat tät- och sättsystem med klinker [25].**

Grundningen är vanligtvis någon form av epoxiprimer, exempelvis Deitermann Eurolan FK 28. Tätskikten är vanligtvis flexibla massor på epoxihartsbas, exempelvis Deitermann Superflex 40. Massan spacklas/kammas på betongunderlaget. Till fästmassa används exempelvis Deitermann KM Flex. Det nylagda bruket bör skyddas från för snabb uttorkning från till exempel solljus eller blåst. Den nylagda ytan kan för detta ändamål täckas med plastfolie [25].

För information gällande kostnad, tid för montering och livslängd, se Bilaga 14.2.

Exempel på leverantörer av epoxibaserade tät- och sättsystem är [8]:

- Deitermann (Tyskland)

### **6.3 Icke tätande ytskikt**

Med ”icke täta ytskikt” inkluderas, i denna rapport, ytskikt vars ånggenomgångsmotstånd  $Z < 2000 \times 10^3 \text{ s/m}$ . Dessa ytskikt har som primär uppgift att ge en estetiskt tilltalande bassängyta. Då icke täta ytskikt används ställs det enligt DS 477 högre krav på betongkvaliteten [14]. Detta betyder dock inte nödvändigtvis att konstruktionens livslängd förkortas. En betongbassäng med korrekt betongkvalitet kan beräknas ha en livslängd på minst 40 år. Icke täta ytskikt som tas upp i denna rapport är:

- Klinker
- Målning

### 6.3.1 Klinker med cementbaserad fästmassa

Klinker används framför allt av estetiska skäl, men är även tåligt mot mekanisk påverkan. Själva klinkerplattan är oftast glaserad med ett skikt på 0.5 – 1.0 mm och bör inte ha en vattenabsorption som överstiger 0,5 vikt-% [3]. På bassängdäcket väljs klinkerplattor med halkdämpning [26].

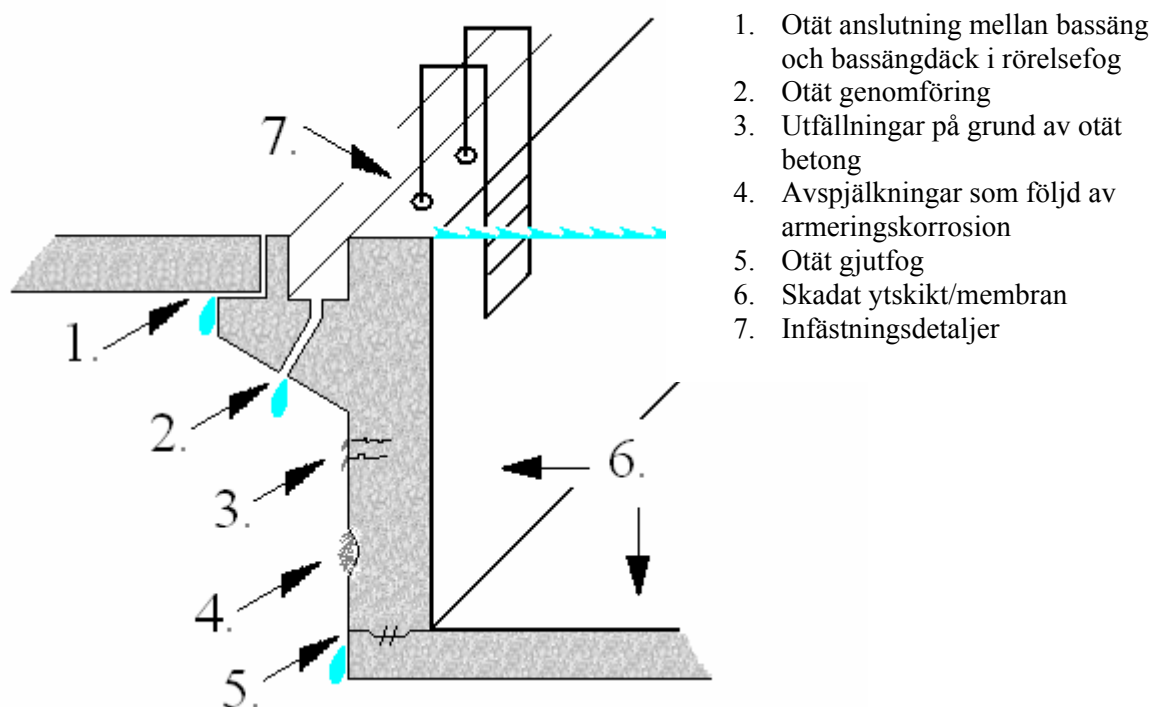
Den cementbaserade fästmassan och fogen är inte vattentät [14]. Däremot kan en fuktspärr appliceras på betongen under fästmassan för att minska fuktbelastningen på betongen och möjliggöra en tätare anslutning till bassängdäcket. För detta ändamål används ofta ett latexbaserat flytande fuktspärr, exempelvis Laticrete. Plattorna kan installeras direkt på Laticrete efter 6 – 8 timmar [9].

För att undvika klinkerlossningar ställs det höga krav på en kontrollerad krympning av betongen och korrekt tidpunkt för plattsättning. Ofta krävs det dessutom täthetsprovning av bassängen innan plattsättning, vilket kan fördröja tidpunkten för plattsättning ytterligare. Stora krav ställs även på hur tömningen av bassängvattnet får genomföras [3]. Information kring montering av klinkerbeklädnad finns i Kapitel 9.7.

### 6.3.2 Målning

Målning av betongytan ger vanligtvis en täthet på ca  $200 \times 10^3$  s/m (= Z) och kan därför inte betraktas som membran, utan har endast estetiskt syfte. Innan bassängen fylls med vatten, är det viktigt att färgen hunnit härda så att inte skadliga ämnen frigges till bassängvattnet. Under arbetet har ingen målad inomhusbassäng påträffats.

## 6.4 Svaga punkter i betongkonstruktioner



Figur 6.4 Svaga punkter hos betongkonstruktioner.

1. Otät anslutning mellan bassäng och bassängdäck i rörelsefog  
Stora rörelser och höga vattenbelastningar på bassängdäcket kan leda till att rörelsefogen slits ut, vilket kan skapa läckage (Figur 6.5).



**Figur 6.5** Läckage som följd av dålig lösning av anslutning mellan bassäng och bassängdäck.

2. *Otät genomföring*

Läckage i genomföringar för rör och kablar kan skapa allvarliga skador, se Figur 6.6. Genomföringarna kan göras som utsparningar i betongen vid gjutning, alternativt borraras upp efteråt.



**Figur 6.6** Läckage som följd av otät genomföring.

3. *Utfällningar på grund av otät betong*

Oftast uppmärksammas otätheter i betongen via kalkutfällningar på torra sidan av bassängväggen, enligt Figur 6.7, eller under bassängdäck. Otätheterna beror främst på sprickbildningar i betongen. Större sprickor i betongen bör tätas så fort som möjligt, medan mindre sprickor kan observeras en tid för att se om läckaget stannar upp [6].



**Figur 6.7** Utfällningar som följd av otät betong.

4. *Avspjälkningar som följd av armeringskorrosion*

Täckskiktet kan spjälkas loss på grund av armeringskorrosion enligt Figur 6.8. Det är framför allt kloridinitierad armeringskorrosion som inträffar i betongkonstruktionen.



**Figur 6.8** Avspjälkningar som följd av armeringskorrosion.

5. *Otät gjutfog*

Läckage från otäta gjutfogar enligt Figur 6.9 kan i värsta fall leda till armeringskorrosion. Det är viktigt att få gjutfogarna täta.





**Figur 6.9** Otät gjutfog i bassängdäcket.

6. *Skadat ytskikt/membran*

Ett skadat membran kan både vara oestetiskt och kan reducera vattentätheten hos konstruktionen. De vanligaste skadorna på ytskikt/membran är:

- Klinkerlossningar
- Korrosion (Gäller endast för rostfria stålelement eller prefabricerade stål/PVC-paneler)
- Böldpest (Gäller endast för GAP-membran)

7. *Infästningsdetaljer*

Lejdare, handledare eller annan utrustning kan monteras eller gjutas fast i betongen. Erfarenheter visar att det ofta uppstår problem med korrosion i dessa infästningar, se Figur 6.10. Konstruktionens täthet påverkas främst då infästningar kräver perforering av membran.



**Figur 6.10** Infästning av lejdare i klinkerbassäng. Vänstra bilden visar en infästning under vattenytan med väldigt lite korrosionsangrepp. Högra bilden visar en infästning i skvalpzonen som har tydliga korrosionsangrepp.



## 7 Stålkonstruktioner

### 7.1 Allmänt

Stålkonstruktioner består av en bärande konstruktion och väggar av stål. Den bärande konstruktionen är uppbyggd som ett fackverk av rostfritt, syrafast stål. Väggarna kan antingen vara stål/PVC-paneler (Kapitel 6.2.3) eller stålelement (Kapitel 6.2.4).

Den bärande stålkonstruktionen väger mindre än en betongstomme, är snabb och enkel att montera och tål rörelser. Detta gör att den lämpar sig till bassänger i båtar, höghus, på mark med risk för stora rörelser och vid icke permanenta anläggningar. Bassänger i rostfritt stål har inte varit aktuella under en lång tid på grund av deras höga pris, men effektiv serieproduktion i kombination med goda egenskaper har på senare år gjort stålkonstruktionen till ett aktuellt alternativ till simbassänger i badhus [6].

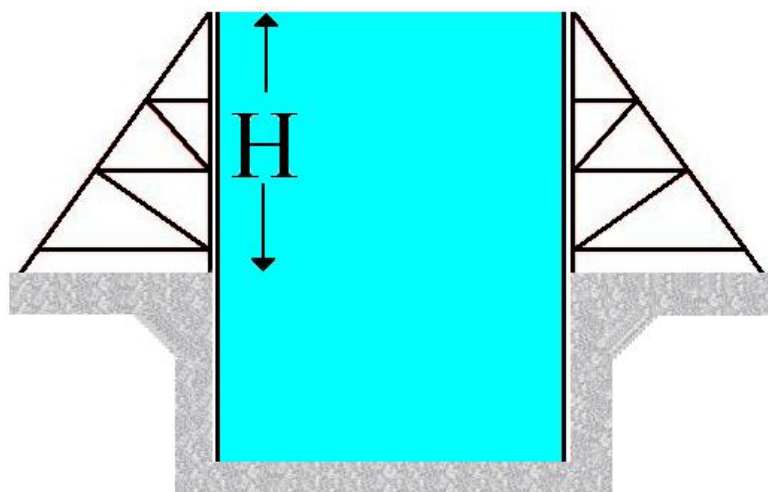
Den bärande stålstommen är fastsatt, antingen bultad eller ingjuten, på en armerad betongplatta. Skvalprännen är antingen integrerad i väggarna när de lämnar fabriken eller monteras fast på plats [22],[23],[27].

Stålbassänger kan endast byggas med begränsat djup. Det största djup en självbärande bassäng i rostfritt stål kan byggas för varierar mellan olika leverantörer, se Tabell 7.1.

**Tabell 7.1 Olika leverantörers möjliga djup [22],[23],[27],[28].**

Leverantör	Max djup (m)
Berndorf Bäderbau	2,2
Invarmex	2,0
Myrtha	3,0
Steelpool	2,0

För att kunna bygga djupare bassänger än vad stålkonstruktionen klarar av, krävs det att stålbassängen förankras i en betongbassäng [22],[23],[27], se Figur 7.1.



**Figur 7.1 Princip för stålbassäng förankrad i betongbassäng. H fås ur Tabell 7.1**

Korrosion är det som i störst utsträckning påverkar en stålbasängs livslängd. Korrosionen kan utvecklas på olika vis. I detta arbete beskrivs endast interkristallin- och galvanisk korrosion.

Interkristallin korrosion, eller korngränsfrätning, sker efter att stålet värmebehandlats genom svetsning och en utskiljning av kromkarbider sker. Stålet blir utarmat på krom och korrosionsmotståndet sjunker med smala korrosionsangrepp längs korngränserna som följd [29].

Galvanisk korrosion kan ske då två olika metaller är i kontakt med varandra med en elektriskt ledande vätska mellan sig. Den mindre ädla metallen kommer då att fungera som anod och korrodera. Ur elektrolytiska spänningsserier kan metaller som är kompatibla med varandra utläsas. För att en galvanisk effekt skall uppkomma måste potentialskillnaden mellan metallerna vara minst 50 mV [30].

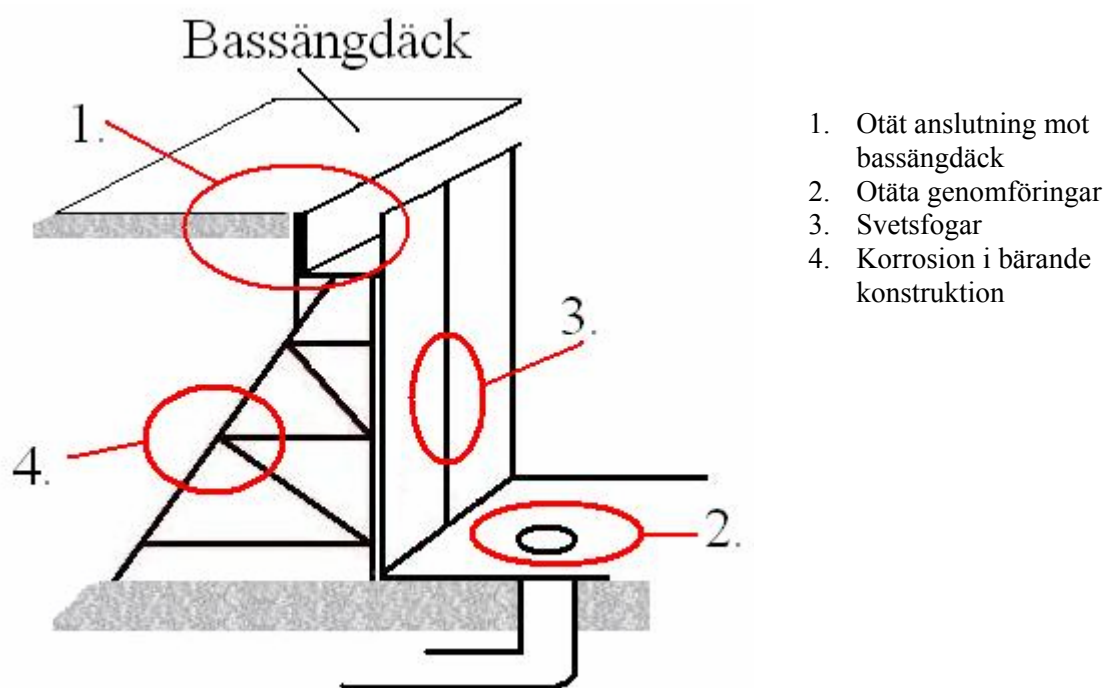
För information gällande kostnad, tid för montering och livslängd, se Bilaga 14.2.

## 7.2 Svaga punkter hos stålkonstruktioner

För badvatten som följer Socialstyrelsens riktvärden enligt SOSFS 2004:7 [5] ställs stränga krav på stålets kvalitet. Badvattnet är mycket aggressivt och i kombination med luft anses korrosionsproblem vara en kritisk faktor.

I en rapport från korrosionsinstitutet har rost i en stålbasäng med stålqualität SS 2333 påträffats. Rostangreppen är främst lokaliserade i den värmepåverkande zonen, alltså den zon som blivit uppvärmd under svetsningen. I detta fall är det miljön på baksidan av bassängväggen som varit aggressiv och missfärgningar har lett till gropfrätningar som trängt genom stålet [2].

I Figur 7.2 visas de svaga punkterna för bassänger av stålkonstruktioner.



Figur 7.2 Svaga punkter hos stålkonstruktioner.

*1. Skvalpränna med anslutning mot bassängdäck*

En otät anslutning mellan skvalprännen och bassängdäck kan skapa läckage och bidra till att kloridhaltigt vatten angriper den bärande konstruktionen.

*2. Otäta genomföringar*

Galvanisk korrosion kan ske vid infästningar till genomföringar. En otät genomföring kan skapa läckage och bidra till att kloridhaltigt vatten angriper den bärande konstruktionen.

*3. Svetsfog*

Korrosion i svetsfogen påverkas av utförandet och stålqualiteten. Det förekommer dock stålbasänger där stålelementen istället bultas ihop, till exempel för bassänger med stål/PVC-paneler från Myrtha Pools.

*4. Korrosion i bärande konstruktion*

Risken för korrosion är beroende utav klimatförhållandena.



## 8 Konstruktioner av glasfiberarmerad plast

### 8.1 Allmänt

En stor fördel med en självbärande GAP-bassäng är att den kan formas i princip hur som helst. Uppbyggnaden av GAP beskrivs i Kapitel 6.2.2. Den fungerar både som membran och lastupptagande konstruktion. Lastupptagningen innebär i detta sammanhang att den är dimensionerad för att ta upp krafter från vattentrycket i bassängen.

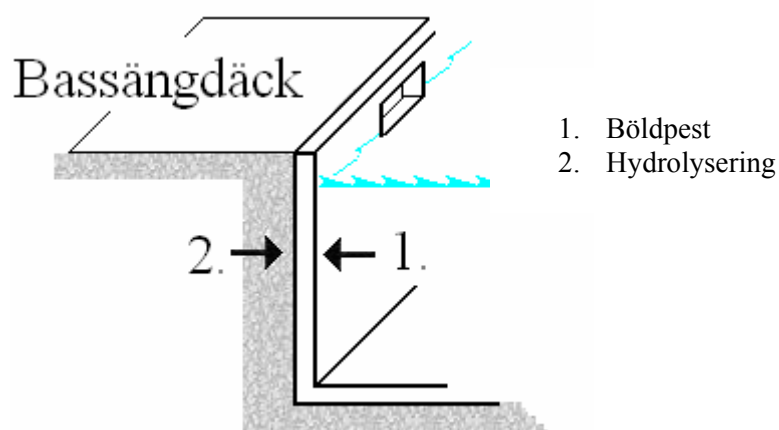
Självbärande GAP-bassänger kan inte ta upp laster från bassängdäck. Istället krävs en stödskonstruktion. Utformningen av stödskonstruktionen påverkas av om inspektionsgång används eller inte.

Tillverkningen av en självbärande GAP-bassäng sker på samma sätt som när GAP används som membran (Kapitel 6.2.2). Flera skikt appliceras tills en solid GAP-konstruktion med önskad tjocklek erhålls. Precis som för GAP-membran har inte heller en självbärande GAP-konstruktion några begränsningar avseende tömningshastigheten [31].

GAP-bassängen skall stå på ett avjämnat, plant och dränerat underlag. Samtliga rördragningar och armaturer skall vara på plats när bassängen levereras. Montagetiden på arbetsplats blir därför förhållandevis kort.

### 8.2 Svaga områden

De områden som måste beaktas gäller hela GAP-konstruktionen mot vattensidan men också mot betongen på baksidan, se Figur 8.1.



Figur 8.1 Svaga punkter hos GAP-konstruktioner.

1. *Böldpest*

Böldpest orsakas då vatten trängs in i GAP. Böldpest är en blåsbildning i laminatet som i värsta fall kan leda till sprickbildning. Böldpest kan ske i GAP om det finns tillgång till omättad polyester, glasfiber och vatten [18]. Ett exempel visas på Figur 8.2.



Figur 8.2 Böldpest i ett tidigt stadium på ett båtskrov [32].

2. *Hydrolysering*

Hydrolysering kan ske då GAP är i kontakt med alkalisk betong. Vid hydrolyseringen bryts polyestern ner till dess utgångsämnen, det vill säga en syra och en alkohol [17].



## 9 Lösningar till betongkonstruktioner

### 9.1 Bassängens täthet

Sprickor i betongen på grund av plastisk krympning uppstår vanligtvis under de första timmarna efter gjutning. Genom att täcka betongen med diffusionstäta plastfolier skyddas betongen mot uttorkning och på så sätt minskas risken för sprickbildning. En annan åtgärd är att vattna betongen. Fukttillförseln ska vara jämn och bör inte startas förrän 8-10 timmar efter gjutning. Genom att vattna betongen ökas dock den nödvändiga torkningstiden innan klinkersättning [6].

Med sprickvidder över 0,2-0,3 mm kan det förväntas synliga utfällningar och injektering med epoxibaserad tätmassa är därför aktuellt [8]. När synliga sprickor och hålrum är reparerade är det nödvändigt att kontrollera bassängens täthet. Detta görs genom att fylla bassängen med vatten. Det är viktigt att inte fylla upp bassängen för fort, maximalt 800 mm per dygn rekommenderas. Detta bland annat för att undvika sättningar. Under minst en vecka ska bassängen vara fylld samtidigt som bassängen kontinuerligt kontrolleras för läckage. Genom att sedan tömma vattnet långsamt är det lättare att lokalisera eventuella större läckage [6].

### 9.2 Gjutfogar

Gjutfogar är allvarliga svaghetszoner då det gäller konstruktionens täthet. Det är viktigt att det tas hänsyn till gjutfogar redan under projekteringen och att dessa framgår tydligt på ritningarna. Allmänt kan det konstateras att antalet gjutfogar bör vara så få som möjligt. Det är vanligt och även fördelaktigt att gjutfogen placeras mellan bassängvägg och bassänggolv. Man bör undvika att placera gjutfogar i kapitälerna (pelarhuvudet). Primära lösningar är en benämning på lösningar som vid korrekt montering skall vara nog för att säkra tätheten. Men på grund av risk för eventuella fel med primära lösningar, bör sekundära lösningar finnas som försäkring [6].

#### 9.2.1 Primära lösningar

Som primär lösning används ofta fogband, se Figur 9.1. Fogbandet fungerar, vid korrekt montering, som aktivt vattenstopp. Det finns risk för att fogbandet böjs vid gjutningsarbetet och då kan inte vattentätheten säkras varvid sekundära lösningar blir nödvändiga [33].



Figur 9.1 Fogband för gjutfog [34].

Ett annat alternativ är att använda vattenspär av typen ”SynkoFlex”. Detta är en bitumenbaserad vattenspär som förenas med färsk eller härdad betong utan att svälla. Eftersom vatten inte påverkar SynkoFlex underlättas montering vid arbetsplatsen [33]. I Figur 9.2 används SynkoFlex på en betongplatta under dåligt byggväder.



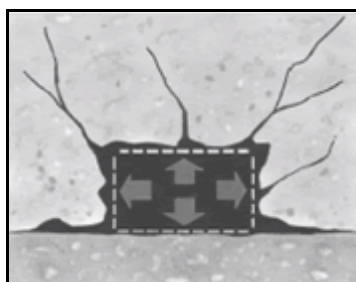
**Figur 9.2** Remsa av SynkoFlex är placerad på betongplatta mellan armeringsjärnen. SynkoFlex påverkas inte av dåligt byggväder [34].

### 9.2.2 Sekundära lösningar

De sekundära lösningarna gjuts in redan vid produktion, men förblir passiva tills det att ett eventuellt läckage uppstår. Som sekundära lösningar används ofta injekterings slang och svällband [6].

*Injekterings slang* har genomträngliga slangväggar där flytande injekteringsmedel, i form av epoxi eller polyuretan, sprutas in vid behov och fyller otätheter och sprickor. Som regel används inte injekterings slangen förrän läckage är konstaterat [6].

*Svällband* är en form av vattenspär. Det tätar genom att det expanderar 2-10 gånger ursprungsvolymen då det reagerar med vatten, se Figur 9.3. För att svällbandet ska ge optimal effekt krävs att expansionstrycket från svällbandet är tillräckligt högt för att kunna täta fogen mot vattentrycket [6]. Ett alltför högt expansionstryck är dock negativt då det kan resultera i utsprängning av betongen [33]. Viktigt är därför att eftersträva en kontrollerad expansion och att begrunda svällbandets placering i betongen. Svällbandet bör placeras minst 75 mm från utsidan av betongen [6].



**Figur 9.3** Svällband efter svällning. Ett för högt expansionstryck kan skada betongen [34].

Det är viktigt att skydda svällbandet från fukt innan betongen gjuts. Vanligtvis tar det en viss tid för svällbandet att expandera. Detta är gynnsamt då svällning annars kan uppstå redan vid gjutningen då bandet kommer i kontakt med den färska betongen [6]. Dock kan tidig svällning av svällbandet förekomma på grund av dåligt byggväder. Av bland annat denna anledning har användandet av svällband minskat de senaste åren [33].

### 9.3 Anslutning bassäng – bassängdäck

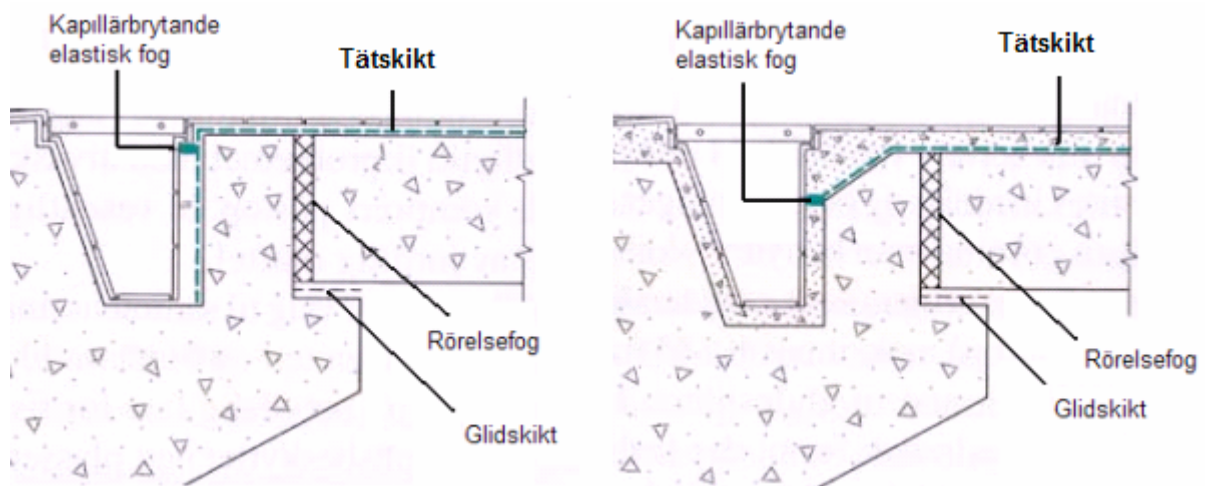
Kemikaliebelastningen från bassängvattnet antas vara densamma på golvet runt bassängen (miljözon 2) som i själva bassängen (miljözon 1). Dessutom förekommer ytterligare kemikaliebelastning från rengöringsmedel samt mekanisk belastning från till exempel rengöring med högtrycksspruta [6].

Det är därför viktigt att se till att vattenpölar inte bildas runt bassängen, se Figur 9.4. Detta undviks bäst genom att ha avloppsrännor med ett avstånd på cirka 2-3 meter och ett fall från bassängen på minst 2 % [6]. Punktavlopp bör undvikas.



**Figur 9.4** Vattenpöl som kunde ha undvikits genom att ha avloppsränna istället för punktavlopp.

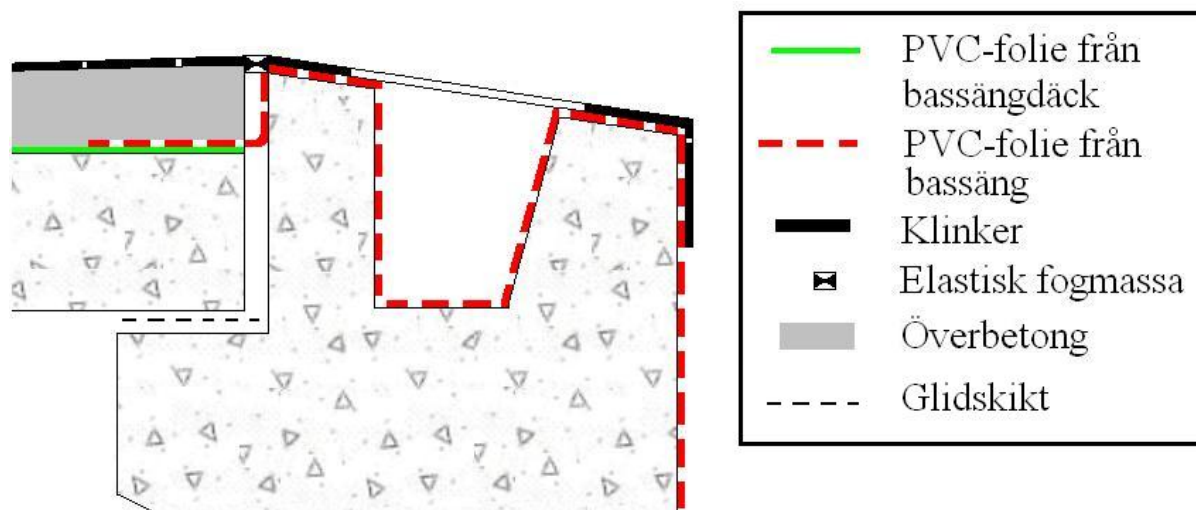
Figur 9.5 visar två olika principer för övergång från bassäng till bassängdäck i klinkerbassäng utan membran. Vänstra bilden visar membran placerat direkt under klinker. Högra bilden visar membran under flytande golv [6].



**Figur 9.5** Principlösningar för anslutningar mellan bassäng och bassängdäck [6].

Rörelsefogen ska förses med bottningslist. Rörelsefogen ska föras ner hela vägen till glidskiktet. Det är viktigt att både glidskikt och tätskikt läggs med nedhäng över rörelsefogen [6].

Anslutningen kan ha liknande uppbyggnad då membran tillförs bassängen. En avgörande faktor för detta fall är vidhäftningsförmågan mellan bassängens membran och tätskiktet i bassängdäcket. Optimalt är att använda samma, eller liknande, material på bägge byggnadsdelarna [6].



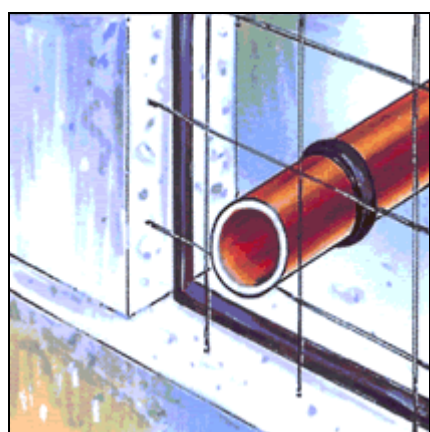
**Figur 9.6** Anslutning med PVC-folie från bassäng och PVC-folie på bassängdäck som ligger direkt på konstruktionsbetongen.

## 9.4 Genomföringar

Det finns tre beprövade metoder på hur genomföringar ska utföras. Oavsett vilken metod som används finns det risk för läckage [33]. Det bör därför alltid eftersträvas att använda så få genomföringar som möjligt i bassängens väggar och botten [6].

### 9.4.1 Ingjutning med expanderbetong

Traditionellt sett används denna metod för alla genomföringar i badhusbassänger [6]. Genomföringar görs som rektangulära ursparningar i betongen vid gjutning, alternativt att hålet borras efter gjutning, se Figur 9.7. Insida av hålet och utsida av röret bekläds sedan med fuktspärr, antingen svällband eller SynkoFlex. Området mellan rör och betong fylls sedan med expanderbetong. Expanderbetong expanderar men krymper då betongen härdar. På grund av detta ställs det höga krav på att gjutningen utförs på korrekt sätt. Vid felaktigt gjutningsförfarande uppkommer ett luftgap mellan expanderbetong och ursprungsbetong, varvid läckage kan uppstå. Lösningen kan även kombineras med injekteringsslang [33].



**Figur 9.7** Princip för metod till genomföringar där ursparningar görs i betong vid gjutning [34].

Kostnaden varierar från fall till fall beroende av mängden erfarenhet från tidigare projekt. Uppskattningsvis misslyckas cirka 25 % av fallen med denna lösning. Risken för otäthet anses därför vara stor [33].

### 9.4.2 Direktingjutet rör

Denna metod innebär att installationsröret bekläds med SynkoFlex och gjuts sedan direkt fast mot betongen, se Figur 9.8. Eftersom rörets placering redan måste vara bestämt vid gjutning, krävs det god planering redan på projekteringsstadiet. Materialkostnaden för denna lösning är maximalt 100 SEK per rör. Risken för otäthet anses vara liten [33].



Figur 9.8 Röret installeras redan vid gjutning. Här med fuktspärr av typen SynkoFlex [34].

### 9.4.3 Ingjutet foderrör

Ett foderrör med packningar gjuts in i betongen alternativt trycks in i borrar hål, se Figur 9.9. Foderröret har en innerdiameter som svarar till rörets ytterdiameter. En ring (kallad Permuring eller Doima) trycks in i foderröret varefter installationsröret trycks in i ringen. Slutligen spänns en gummipackning. Det finns möjlighet att utan större problem byta ut röret. Det finns också utrymme för viss rörelse i röret [33].



Figur 9.9 Principen för ingjutet foderrör med Permuring [34].



**Figur 9.10** Genomföring med Permurrör eller liknande.

Materialkostnaden för denna lösning är relativt hög, mellan 1000-2000 SEK beroende på rörets storlek. Risken för otäthet anses vara liten [33]. Figur 9.10 visar en genomföring i en bassängvägg som fortfarande är tät efter 30 år.

### **9.5 Avspjälkningar på grund av armeringskorrosion**

Armeringskorrosion är den faktor som i störst utsträckning styr livslängden hos bassänger med betongstomme [35]. Armeringskorrosion har framför allt två allvarligt negativa effekter. Dels reduceras armeringsarean som direkt påverkar armeringens lastupptagningsförmåga. Dels ökar armeringsvolymen, vilket medför ett inre tryck som kan leda till sprickor längs armeringen och i allvarliga fall kan täcksiktet spjälkas loss [36], se Figur 9.11.



**Figur 9.11** Omfattande armeringskorrosion på utjämningsstank.

#### **9.5.1 Vattenkvalitet**

En kritisk faktor som gynnar armeringskorrosion är halten klorider i vattnet [35]. Klorider transporteras via bassängvattnet in i betongkonstruktionen och angriper där armeringsjärnen. En förebyggande åtgärd mot armeringskorrosion är därför att använda en reningsmetod som bidrar till ett badvattnet med så låg kloridkoncentration som möjligt (Kapitel 4.1).

- Undvik pH-justering med saltsyra [2]
- Undvik att använda havsvatten som spädvatten
- Eftersträva låga värden på Langlier's mättnadsindex

- Minimera klordosering med hjälp av UV-ljus

### 9.5.2 Täcksikt

En avgörande inverkan på hur lång tid det tar för kloridkoncentrationen att uppnå kritiskt värde vid armeringen är täcksiktens tjocklek [10]. Det krävs därför ett tillräckligt stort täcksikt för att undvika armeringskorrosion. Täcksiktens bör vara minst 30 mm [2]. Svenska Betongföreningen föreslår ett lägsta täcksikt på 65 mm vid extremt aggressiv miljö [10]. Vid avspjälkning av täcksikt finns möjligheten att påföra nytt täcksikt [2].

### 9.5.3 Rostfritt armeringsstål

Genom att använda rostfritt armeringsstål minskar korrosionsrisken. Priset på rostfria armeringsjärn är 5-6 gånger högre än vanligt armeringsjärn, vilket ofta begränsar användningen. Det bör dock påpekas att i förhållande till den totala kostnaden för ett badhus står armeringsjärnen för en ytterst liten del. En lösning kan vara att endast använda rostfria armeringsjärn vid speciellt utsatta och kritiska partier av konstruktionen [6]. Framförallt gäller detta vid utsida av bassängvägg och undersida av bassängbotten då inspektionsgång inte finns, samt runt genomföringar [6].

I England och USA har standarder utvecklats för bruk av rostfria armeringsjärn i betongkonstruktioner, BS 6744 respektive ASTM A955/A955M-01. Engelska ”The concrete society” har gett ut anvisningar kring detta ämne [6].

### 9.5.4 Behandling av utsida betongvägg

Möjligheter till behandlingar av utsidan av bassängväggen kan reducera både fukttransporten och kloridbelastningen i betongväggen.

Försegling av bassängväggens utsida med ett vatten- och diffusionstätt membran kommer att minimera den kapillära vattentransporten. Ett sådant membran är gynnsamt ur framförallt två synpunkter. Dels kommer transporten och uppsamlingen av klorider att minska, dels kommer syretillförseln via inspektionsgången att reduceras [35].

Genom att spola utsida bassängvägg med vatten kommer den kapillära sugningen av bassängvattnet att minska. Denna metod är dock väldigt problematisk att genomföra rent praktiskt [35].

Om bassängväggen besprutas med en tjock puts kan fuktfronten flyttas ut till putslagret. Detta skulle kunna bidra till att kloridjoner ansamlas i putslagret. Putslagret måste därför bytas ut vid jämna mellanrum, uppskattningsvis vart femte år. Denna metod är inte prövad i praktiken men kan vara fördelaktig ur ekonomisk synpunkt och på grund av dess enkelhet vid produktion [35].

### 9.5.5 Katodiskt skydd

Vid installering av katodiskt skydd i ett badhus investeras det i en försäkring mot armeringskorrosion i betongkonstruktionen. Funktionen med katodiskt skydd är att skapa skyddande katodiska reaktioner på stålets yta för att på så vis skydda den mot korrosion. Katoderna kan placeras direkt i vattnet, i betongväggen eller som anodnät ingjutna i en cementputs [6] (Bilaga 14.3).

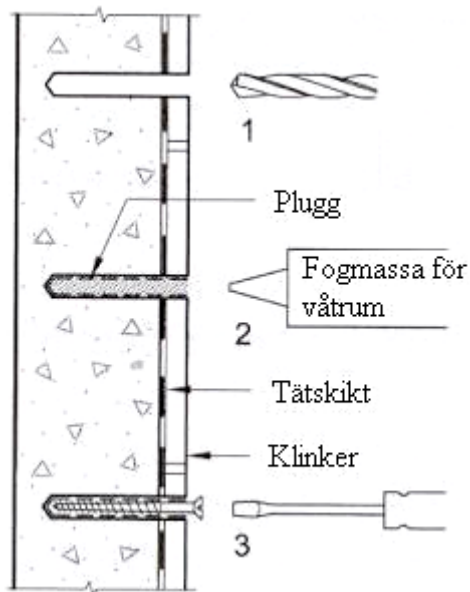
En av grunderna till att katodiskt skydd är ovanligt i simbassänger är kostnaderna. Kostnaderna kan dock reduceras då katodiskt skydd installeras i konstruktionen redan vid nybyggnation [6]. I Danmark är ett sextiotal badhus försedda med katodiskt skydd. Detta gör att Danmark ligger främst i världen då det gäller utbredning och erfarenheter av denna typ av skydd i betongbassängkonstruktioner, både då det gäller nybyggnationer och installation i äldre bassänger [37].

## 9.6 Infästningsdetaljer

Korrosion är ett problem för infästningsutrustning gjort av rostfritt stål. Valet av stålqualität bör sättas i relation till aktuell miljözon och vattnets aggressivitet (Kapitel 4). Infästningar kan antingen gjutas fast direkt i betongen eller skruvas/bultas fast efter gjutning [6].

### 9.6.1 Borrat hål med tätmassa

Då membran måste perforeras krävs det att borrhålen görs så stora att det får plats med tätmassa. Figur 9.12 visar en principlösning för infästning av utrustning i en klinkerbeklädd bassäng med membran [6].



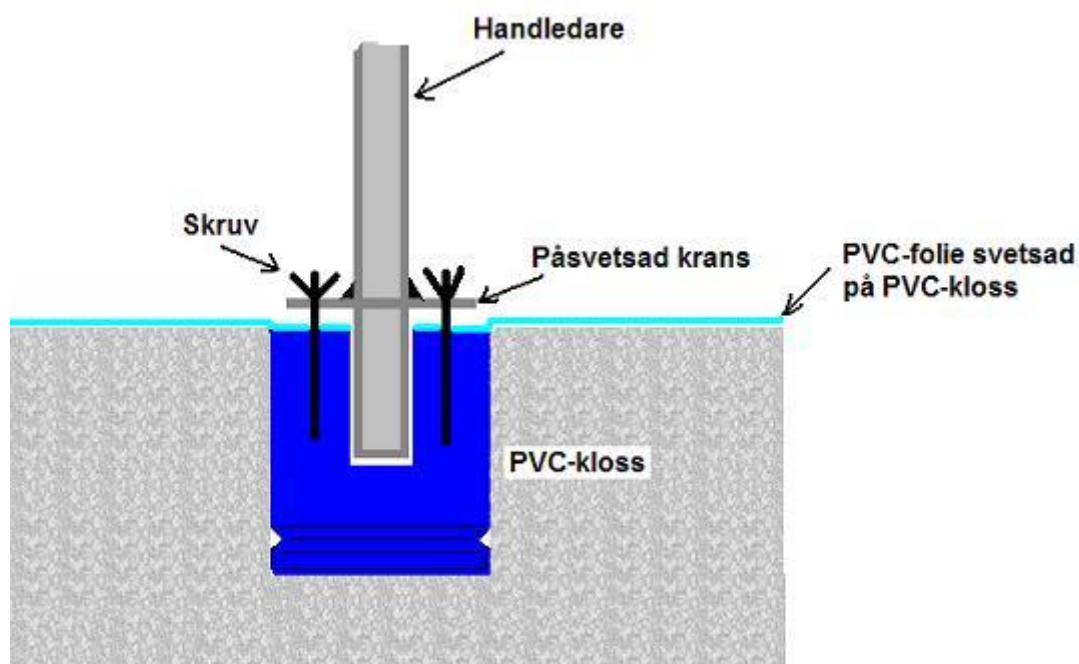
Figur 9.12 Princip för tätning av borrat hål med tätmassa [6].

### 9.6.2 Infästning med PVC-kloss

Denna infästningslösning fungerar endast då PVC-folie används som membran. En PVC-kloss med diameter på cirka 100 mm gjuts fast i betongen, alternativt borrar in i betongen efter gjutning (Figur 9.13). PVC-klossen är borrad med ett hål motsvarande storleken på infästningsdetaljen, till exempel rostfritt rör för handledare [15].

Bassängens PVC-folien svetsas sedan fast på PVC-klossen. Infästningsdetaljen, röret, förankras därefter i hålet på PVC-klossen. Röret kan sedan skruvas fast i PVC-klossen. För detta krävs dock att en krans eller liknande svetsas på röret [15].





Figur 9.13 Princip för infästning med PVC-kloss [15].

## 9.7 Klinkerlossningar

Det är viktigt att få en tillfredställande rå yta på betongen för att optimera vidhäftning av den keramiska beklädnaden. Om gjutning sker mot oljad form eller stålform krävs det oftast en applicering av ett mellanskikt före platsättning. Detta skikt består av 10-20 mm puts på väggarna och 40-50 mm puts på botten och är gynnsamt ur framför allt två aspekter: dels verkar det spänningsutjämnande, dels tar det upp toleranser i gjutningen [3].

Krympningen i betongen kan resultera i klinkerlossningar. Enligt CC Höganäs erfarenheter rekommenderas att platsättning påbörjas tidigast 3 månader efter gjutning eller täthetsprovning. Då mellanskikt utförs kan detta starta cirka en månad innan start av platsättning [3]. Enligt Norsk Byggforsk bör platsättning påbörjas 6 – 8 månader efter gjutning [6].

Fästmassan skall alltid dubbellimmas för att säkerställa en bakfyllnad av fästmassa som hindrar vattnet att tränga in bakom de keramiska plattorna. Med dubbellimning menas att fästmassan både arbetas in i underlaget och att den keramiska plattan förses med heltäckande skikt av fästmassa [6].

Vattenrörelser, tillsatser av kemikalier och höga vattentemperaturer orsakar slitage i fogarna som ofta leder till klinkerlossningar. För bassänger med höga vattentemperaturer, till exempel terapibassänger och bubbelpooler, rekommenderas det ofta att poolen i sin helhet fogas med epoxi. För andra bassänger, med något lägre vattentemperaturer, är det däremot möjligt att i stor utsträckning foga med cementbaserad fogmassa. Det finns dock kritiska områden där fogningen alltid bör vara av epoxi. Dessa områden är framför allt bassängkant, skvalpräna, de översta plattskiften på bassängvägg, runt inloppsmunstycke i väggar och botten samt runt ingjutningsdetaljer [6].

En för hastig tömning av bassängvattnet kan resultera i sprickbildning i beklädnaden, som sedan kan leda till lossningar av klinker. Det förmodas att orsaken till denna sprickbildning framför allt är att vattentrycket i porerna hos fog- och sättbruk inte hinner reduceras i tillräckligt stor utsträckning. Den allmänna uppfattningen är därför att tömningen av bassängvattnet bör ske relativt långsamt. Teorier finns att hastigheten för tömning bör vara omvänt proportionellt med vattentrycket. Denna teori är dock inte vetenskapligt förankrad utan grundar sig på förnuft och erfarenhet [3]. Klinkerlossningar på grund av tömning av bassängen är ett ständigt återkommande problem i svenska badhus.

Om detta beror på personalens slarv och okunnighet eller på grund av att tömningsanvisningarna är felaktiga, är svårt att avgöra. Rimligtvis påverkar också valet av fästmassa, fog och mellanskikt hur mycket vatten som ska och kan tränga ut för att trycket ska bli tillräckligt lågt.

Tiden för tömning bör dock alltid stå i ett visst förhållande till djupet. CC Höganäs rekommenderar till exempel att tömning av bassänger med max 2 meters djup (från skvalprännen räknat) bör pågå under minst 3 dygn. För bassänger med maximalt djup på fyra meter, rekommenderas en tid på minst 6 dygn [3].

## 9.8 Sammanfattande bedömning för betongkonstruktioner

### 9.8.1 Täthet

Betongsammansättning och membran som krävs för en bestämd täthet och tillåten vattentransport bör beräknas specifikt för varje projekt. Används membran kan kraven på betongens täthet reduceras och därmed ge en mindre kostsam lösning samtidigt som konstruktionens täthet bibehålls [14].

Då membran används kan, enligt Dansk Svømmebadsteknisk Forening (DSF), kraven på betongens vattentäthet reduceras. Betong med  $v_{ct} = 0,37$  kan till exempel ökas till  $v_{ct} = 0,42$  om ett tätt membran monteras [14].

Silikastoft är ett tillsatsmaterial som kan tillsättas med 4 -10 % räknat på cementvikten [36]. I flera sammanhang har det bevisats att silikastoft minskar kloridinträngning i betong [38]. I Danska bassänger används alltid silikastoft i betong till bassängkonstruktioner [7]. Silikastoft används ofta i marin miljö. Som goda exempel kan nämnas Öresundsbron och Stora Bältbron.

DSF har gjort en undersökning av betong och membraners täthet och vattengenomsläpplighet, ”Täthetsprovning av membraner” [39]. Resultaten från testerna visar framför allt att membraner minskar kloridinträngningen i betongen. Likaledes visar testerna att en specialbetong, i detta fall en betong med lågt  $v_{ct}$  och tillsatser av silikastoft, är en mycket effektiv lösning gällande minimering av kloridinträngning och vattengenomsläpplighet.

Det finns en risk att inspektionsgången gynnar en ökad vattentransport genom betongväggen, dock har det inte funnits tillräckliga fakta kring denna teori för att kunna ge säkra svar. Författarnas åsikt är dock att vattentransporten genom betongväggen bör vara minde om utsidan är isolerad och jordfylld än då inspektionsgång används. Anledningen till detta är framför allt att vattnet inte har samma möjlighet till förångning vid väggens utsida. Hänsyn bör även tas till det faktum att betongväggens baksida verkar torr, trots en stor vattentransport. Detta på grund av att fuktfronten kan ligga en bit in i väggen [35].

### 9.8.2 Produktionstid

Vid jämförelse med stål- och GAP-bassänger är produktionstiden för betongbassänger relativt lång. På grund av tidspress blir ofta kvaliteten på bassängen lidande. Ogenomtänkta lösningar på plats kan visa sig ge förödande konsekvenser redan efter ett par år. Genom god planering och välgenomtänkta materialval redan vid projektering är det möjligt att minimera mängden lösningar som bestäms på produktionsplatsen.

Membran och ytskikt kräver olika förutsättningar för installation vilket kan påverka produktionstiden. Det är därför viktigt att man på ett tidigt stadium ser till att få relevant information från återförsäljare och installatörer av det membran som är aktuellt. Informationen bör innefatta gjutningsvillkor, hur lång tid betongen bör hårdas innan installation, om och när bassängen bör täthetsprovats samt detaljlösningar för genomföringar och gjutfogar.

### 9.8.3 Prefabricering

Prefabricerade betongbassänger har inte stötts på under arbetets gång. Prefabricering lämpar sig, enligt författarna, bäst till mindre bassänger. Ämnet bör dock utredas ytterligare. Enligt författarna bör det framför allt vara gynnsamt ur ekonomiskt perspektiv men bör också kunna bidra till en säkrare konstruktion med längre livslängd.

#### Positiva aspekter

- Säkra detaljlösningar kring gjutfogar och genomföringar
- Härdning i kontrollerad miljö
- Minimerar totala projektets produktionstid
- Underlättar för montering av ytskikt/membran
- Underlättar för täthetsprovningar

#### Negativa aspekter

- Ställer höga krav på god planering
- Transportvikt och transportvolym



## 10 Lösningar till stålkonstruktioner

### 10.1 Allmänt

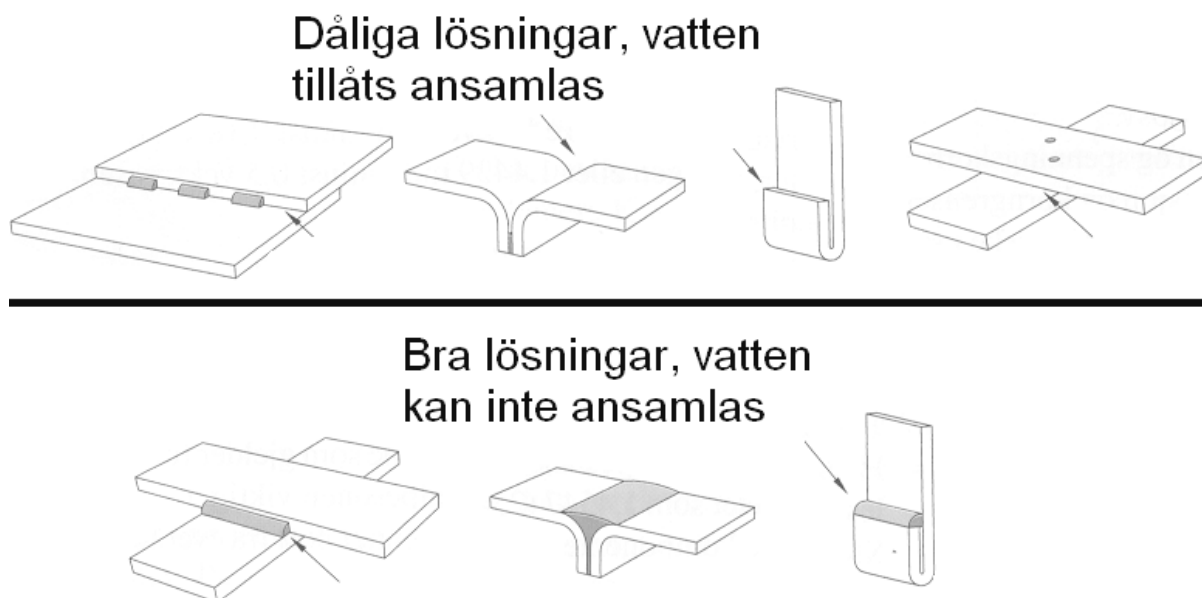
Att installera en stålbadbän på en sandbotten är tillräcklig för att säkerställa en slät yta [20],[22],[23],[27]. Det rekommenderas dock av leverantörer av stålbadbän med väggar av stål/PVC-paneler att en 12 cm tjock betongplatta används som botten[20]. Det finns dock inga krav på att bottenplattan skall vara vattentät [7].

### 10.2 Korrosion

När valet av stålqualität skall beslutas finns det två olika tankesätt: antingen väljs ett dyrt stål med liten underhållskostnad eller ett billigare stål med hög underhållskostnad. Genom att ha ett planerat underhåll på rostfria ståldetaljer kan en sänkning av stålqualiteten göras med en bibehållen livslängd. Daglig spolning av ståldetaljer med färskvatten rekommenderas, cirka 2 ggr/vecka skall ståldetaljerna tvättas med rengöringsmedel och 2-4 ggr/år skall de poleras. De ståldetaljer som är närmast badbänarna är de som är mest utsatta, men samtliga ståldetaljer som är åtkomliga bör behandlas enligt detta schema.

Inspektionsgång bör enligt författarna inte användas till stålkonstruktioner eftersom det då finns tillgång till syre. Används inspektionsgång krävs därför rostskyddande behandling. För detta kan exempelvis Owatrol användas [28].

När stålkonstruktioner tillverkas kan lämpliga val av detaljer undvika framtida gropfrätningar och spaltkorrosion. Exempelvis bör hörn avrundas och punktsvetsar undvikas. Svetsningen bör utföras så att risk för ansamling av vatten elimineras och profiler väljas som tillåter vattenavrinning. Exempel på bra och dåliga detaljlösningar visas i Figur 10.1.



Figur 10.1 Exempel på detaljlösningar som kan öka alternativt minska korrosionsrisken [6].

Galvanisk korrosion kan undvikas genom att uteslutande använda samma metalllegering till hela konstruktionen. Ett annat sätt är att isolera metalldelarna från kontakt. PVC kan utgöra en sådan isolering.

### 10.2.1 Stålkvalitet

I Sverige rekommenderas att rostfritt stål i badhusmiljöer skall följa de riktlinjer BSK99 anger för C5i, den mest aggressiva korrosionsklassen [2]. Stål består av järn som vid kontakt med syre kan korrodera. Tillsatser av krom, nickel, molybden och kol minskar korrosionshastigheten och förbättrar hållfasthet och svetsbarhet. Ett rostfritt stål har definitionsmässigt mer än 10,5 % krom [40]. Ett mer korrekt sätt att benämna rostfria stål är att benämna dem som rostbeständiga. Framförallt är det molybdeninnehållet som har en avgörande betydelse för hur rostbeständigt stålet är mot korrosion [41],[42].

Interkristallin korrosion, som kan ske efter svetsning, avtar då kolinnehållet hos stålet är under 0,03 % [29]. Mindre mängd kol ger även en mindre kritisk temperaturzon samt möjligheten till längre uppehållstid i denna zon. Undviks den kritiska temperaturzonen har svetsningen samma beständighet mot korrosion som det opåverkade stålet [42].

Ett sätt att bestämma beständigheten hos rostfritt stål är att beräkna den så kallade Pitting Resistance Equivalent (PREN), Bilaga 14.4. PREN är ett uttryck för beständigheten mot punkt- och spaltkorrosion, där höga värden på krom och molybden ger höga PREN-värden. För resistens mot havsvatten krävs ett molybdeninnehåll på minst 4 % [40]. För att nå ett högt motstånd mot spänningsskorrosion krävs det höga värden på nickel och molybden. Dock måste hänsyn tas till vad stålet skall användas till då de olika legeringarnas egenskaper kan göra dem svåra att arbeta med, exempelvis vid svetsning [6].

Stålbeteckningar benämns olika utifrån olika normer, men gemensamt för de olika normerna är att de ingående kemiska ämnenas sammansättning är angivna som ett intervall. Det innebär att en stålbeteckning, exempelvis SS 2343, från två olika leverantörer kan ha olika egenskaper.

I Tabell 10.1 har en sammanställning gjorts över fyra olika leverantörers lägsta stålkvalitet som de använder till olika partier av en rostfri stålbassäng. De olika partierna har delats in enligt arbetets tre miljözoner som definierades i Kapitel 4.

**Tabell 10.1 Sammanställning av lägsta stålkvalitet som används av olika leverantörer till inomhusbassänger.**

Leverantör	Lägsta stålkvalitet som används		
	Under vattenyta Miljözon 1	Skvalpzon Miljözon 2	Stomme Miljözon 3
Berndorf Bäderbau [27]	EN1.4401	EN1.4401	EN1.4301
Myrtha [28]	SS 2333	SS 2333	SS 2333
Invarmex [23]	SS 2343	SS 2343	SS 2343
Steelpool [22]	EN1.4404	EN1.4404	EN1.4404

I Tabell 10.2 redovisas rekommendationer på stålkvaliteter gjorda av institutioner och forskningsgrupper. Deras rekommendationer är indelade på samma sätt som för Tabell 10.1. Där det inte finns redovisade värden beror detta på att det inte varit möjligt att erhålla jämförbara värden.

**Tabell 10.2 Rekommendationer av stålqualiteter från institutioner och forskningsgrupper.**

	Under vattenyta Miljözon 1	Skvalpzon Miljözon 2	Stomme Miljözon 3
Korrosionsinstitutet [2]	-	SS 2343	SS 2343
Dansk Svømmebadsteknisk Forening [41]	SS 2343	EN1.4401	-
Norsk Byggforsk [6]	AISI 316L (EN1.4435)	AISI 316L (EN1.4435)	AISI 316L (EN1.4435)

För att säkerställa önskad kvalitet på stålet anges lämpligen de ingående ämnenas andel i procent. I Tabell 10.3 visas en rekommenderad sammansättning med minsta tillåtna mängd legeringsämnen.

**Tabell 10.3 Kemisk sammansättning för minsta tillåten andel (%) för olika legeringsämnen.**

	C	Cr	Ni	Mo
Under vattenyta Miljözon 1	< 0.03	18.0	13.0	2.5
Skvalpzon Miljözon 2	< 0.03	20.0	23.0	4.0
Stomme Miljözon 3	< 0.03	16.5	14.0	2.5

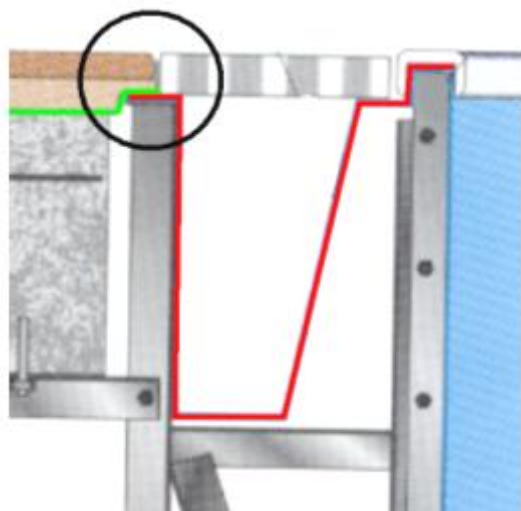
### 10.2.2 Vattenkvalitet

Vid renovering av bassäng där denna skall kläs med rostfria element är det viktigt att se till att reningssystemet anpassas efter detta. Följande aspekter måste beaktas:

- Undvik pH-justering med saltsyra [2]
- Undvik att använda havsvatten som spädvatten [35]
- Eftersträva låga värden på Langlier's mättnadsindex
- Minimera klordosering med hjälp av UV-ljus

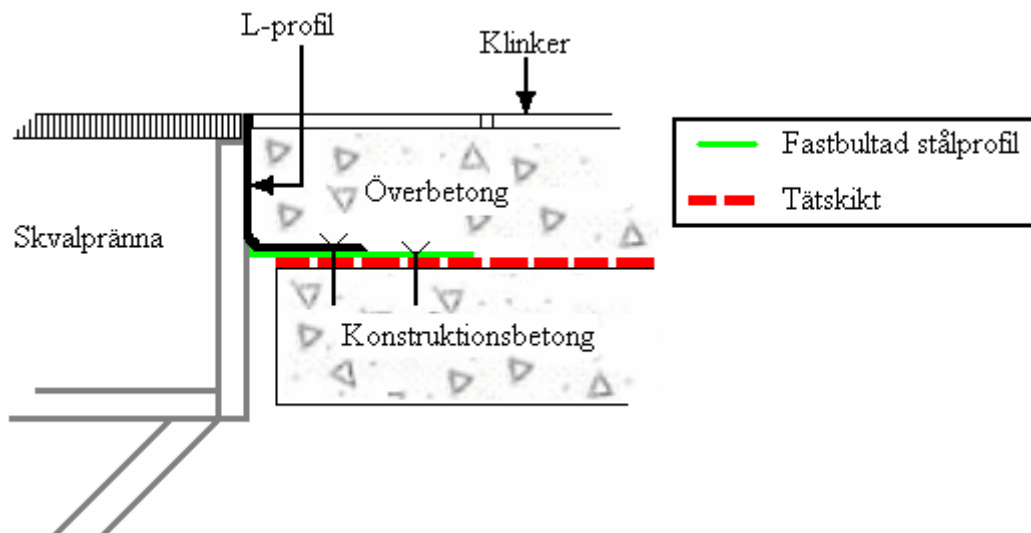
### 10.3 Anslutning mot bassängdäck

Tätheten på anslutningen är viktig då vatten inte får rinna ner på baksidan av konstruktionen. De två typerna av rostfria stålkonstruktioner har olika sätt att lösa anslutningen på. När stål/PVC-panelerna används ansluts bassängdäckets tätskikt med den PVC-klädda skvalprännan som i Figur 10.2. För god täthet krävs att bassängdäckets membran har god vidhäftningsförmåga med skvalprännans PVC [6].



**Figur 10.2 Anslutning till bassängdäck för rostfri bassäng med PVC-klädd skvalpränna [7].**

För rostfria stålelement används en L-profil. Denna fästs i skvalprännen och i konstruktionsbetongen. Tätskiktet från bassängdäcket ansluter sedan mot denna L-profil innan överbetong och klinkerplattor läggs [22]. Princip för denna lösning visas i Figur 10.3.



Figur 10.3 Principlösning för anslutning med L-profil mellan stålkonstruktion och bassängdäck.

#### 10.4 Diskussion

Är kloridinhållet i badvattnet högt krävs det högre kvalitet på stålet för att undvika korrosion. Svenska gränsvärden för maximalt kloridinhåll enligt SOSFS 2004:7 tillåter bland annat en total klorhalt på 2,0 mg/l och 0,4 mg/l bundet klor. I Tyskland är byggandet av rostfria stålbadbassänger mer utbrett än i Sverige. Tyska krav enligt DIN 19643-1 tillåter bland annat en total klorhalt på 1,2 mg/l och 0,2 mg/l bundet klor [43]. Genom att minska de svenska gränsvärdena för maximal total klorhalt och halten bundet klor, kan badvattnets aggressivitet mot korrosion minskas.

De utländska leverantörerna, de två översta i Tabell 10.1, har något lägre lägstanivå än de två svenska leverantörerna. En förklaring till detta är att deras hemmamarknader har högre krav på gränsvärden i badvattnet vilket därmed inte ger lika aggressiv miljö.



## 11 Lösningar till konstruktioner av glasfiberarmerad plast

### 11.1 Val av matris

Som matris kan exempelvis polyester, vinylester eller epoxi användas. Polyester drabbas lätt av böldpest. Den har också lätt för att hydrolyseras av alkalisk betong. Polyester ska därför inte användas som matris till GAP-bassänger [18].

Vinylester kan förenklat beskrivas som en kombination av polyester och epoxi. Vinylester har bättre mekaniska egenskaper än polyester men är mer lämpad av arbetsmiljöskäl än epoxi [44]. Vinylesterns kemiska egenskaper gör även att den är mer beständig mot kemiska ämnen [45]. Böldpest är ovanligt förekommande då vinylester används som matris, dock finns risken att den kan hydrolyseras vid kontakt med betong. För att minska risken för hydrolysering kan ett lager med epoxiharts appliceras på betongen innan arbetet med vinylestern påbörjas. Epoxin fungerar här som en alkalispärr [18].

För att eliminera riskerna för böldpest kan epoxi användas som matris [18]. Sizingen som används till en epoximatris är inte lika vattenlöslig som den sizingen som används till en estermatris. Denna sorts GAP är utan tvekan mest lämpad för en bassängmiljö [18],[45].

Används en epoxi som matris kommer alltså de båda svaga punkterna att lösas. Viktigt att notera är även att arbetet med appliceringen av GAP är viktigt för att förhindra problem. Bara för att de ingående materialen är av högsta kvalitet kan förhållandena vid tillverkningen inte tillåtas försämrats. Det är fortfarande viktigt att samtliga moment görs under kontrollerade former för ett lyckat resultat [18].

### 11.2 Diskussion

Hela svenska byggindustrin letar efter leverantörer av billigt material för att få ner byggkostnaderna. Många dörrar har öppnats när länder från Östeuropa gått med i EU. Där leverantörer av billiga produkter från dessa länder nu kan säljas till köpare på den europeiska marknaden.

Vid en ekonomisk jämförelse är priset stigande från polyester till epoxi. Det kan vara en förklaring till varför polyester fortfarande är ett alternativ till matris i en GAP-bassäng. Vid ett ekonomiskt ställningstagande måste beslutsunderlaget ge tillräcklig information om hur lång livslängd bassängen skall ha och möjligheter till byte av hela bassängen. Alternativen med att välja en bassäng med kort livslängd och låg initialkostnad, kontra en bassäng som har hög initialkostnad men med längre livslängd, tål att funderas på.



## 12 Rekommendationer

I tidigare kapitel har texten tagit upp all problematik rörande bassängkonstruktioner. I detta kapitel har vi valt att exemplifiera slutsatser och rekommendationer för två olika bassängtyper med kortfattade beskrivningar. För ytterligare information hänvisas varje del till berörda kapitel.

### 12.1 Bassäng för vattenrutschbana

#### 12.1.1 Funktion och uppbyggnad

En bassäng för vattenrutschbana kan se ut på en mängd olika sätt beroende på vad det är för sorts vattenrutschbana som leder ner till bassängen. Framförallt finns det flertalet vattenrutschbanor på marknaden idag som har en högre fallhöjd än tidigare vattenrutschbanor.



**Figur 12.1** Exempel på bassäng för landning från vattenrutschbana med fallhöjd över 0,6 m.

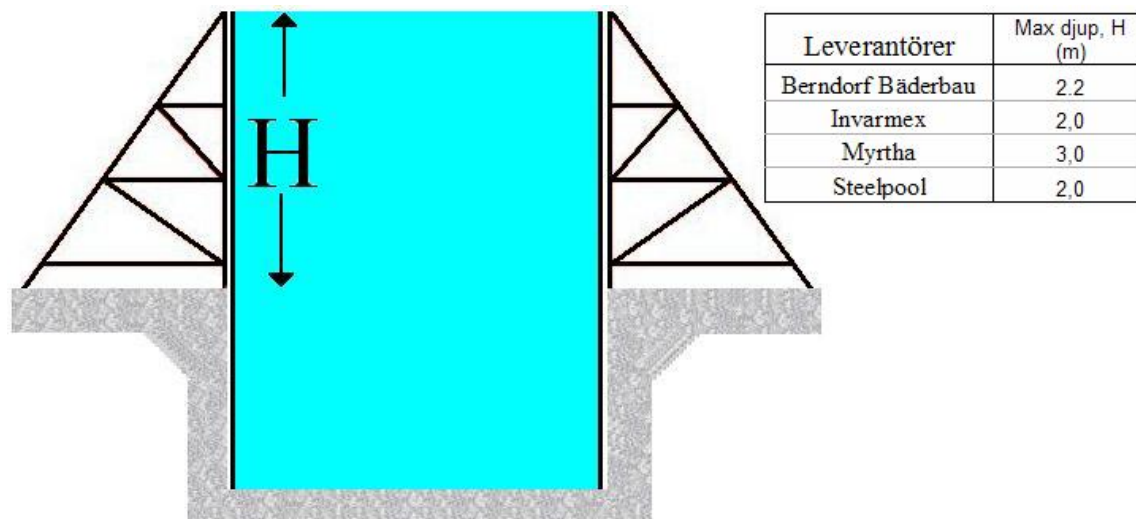
Det finns en europeisk standard som ställer krav på djupet i bassäng för vattenrutschbanan vid olika fallhöjder, SS-EN1069-1 - vattenrutschbanor över två meters höjd [46]. Enligt standarden skall djupet i bassäng för vattenrutschbanan vid 0,6 m fallhöjd vara minst 1,8 m. Vid en fallhöjd på 1,5 m skall djupet vara minst 4,5 m. Är fallhöjden inom intervallet 0,6 – 1,5 m får en interpolering göras för att erhålla ett korrekt djup. Interpolering ger att en ökning av fallhöjden med 0,1 m, ger en ökning av bassängdjupet med 0,3 m. Fallhöjden skall mätas från vattenrutschbanans utlopp till vattenytan i bassängen.

Kriterier enligt SS-EN1069-1 leder till följande krav och slutsatser för fallhöjd = 0,6 meter [46]:

- Djupet på bassängen måste minst vara 1,8 meter.
- GAP-bassänger klarar inte kriterierna.
- Samtliga stålkonstruktioner klarar kriterierna utan stöd av betongkonstruktion. (Figur 12.2).
- Betongbassänger klarar kriterierna (oavsett membran/ytskikt).

Om fallhöjden  $\geq 0,7$  meter gäller följande:

- Djupet på bassängen måste vara minst 2.1 meter.
- GAP-bassänger klarar inte kriterierna.
- Somliga stålkonstruktioner kräver stöd av betongkonstruktion. (Figur 12.2)
- Bassängkonstruktionerna klarar kriterierna (oavsett membran/ytskikt)



Figur 12.2 Lösning för stålkonstruktioner där ett djup  $> H$  krävs.

För bassänger med liten fallhöjd rekommenderar författarna att en så kallad aquacatch används, se Figur 12.3. En aquacatch är en förlängning av rutschbanan men med djupare vatten som skall bromsa den åkande. När den åkande kommer in i aquacatchen kommer en våg bildas som bromsar upp den åkande till stillastående.



Figur 12.3 Vänster: Två personer som befinner sig i en aquacatch. Höger: En aquacatch utan åkande [47].

För bassänger över 0,6 meter måste en bassäng dock byggas till. Övriga förutsättningar och kriterier för en bassäng för rutschbana med djup på över 2.1 meter beskrivs nedan:

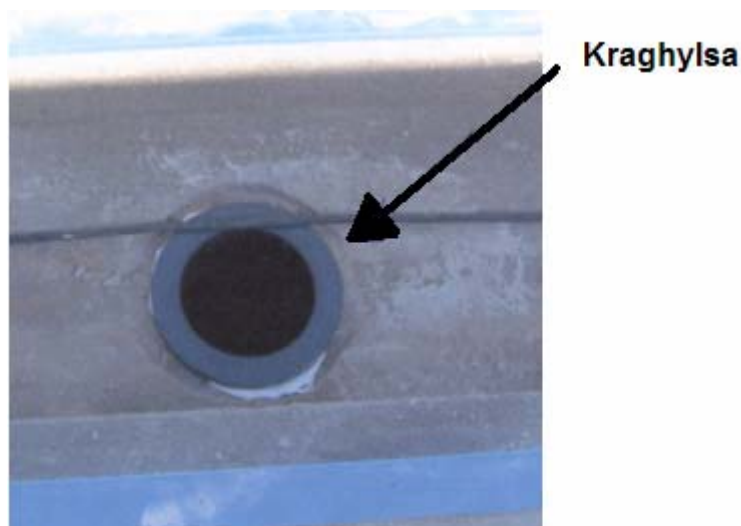
- Botten på en bassäng för vattenrutschbana måste vara horisontell och får inte innehålla några ojämnheter [46]
- Det skall vara lätt att ta sig upp ur bassängen. Lämpligen används en stadig och bred trappa där trappstegen börjar på botten och slutar i golvhöjd. Räckena måste vara utförda i material som klarar av den aggressiva miljön som återfinns här.
- Temperaturen i bassäng för vattenrutschbanan skall ligga runt 30°C [4].
- Badvakterna måste kunna se botten på bassängen [4].
- Simkunnighet av åkanden krävs.
- Ytor i och omkring bassäng för vattenrutschbanan skall vara utförda så att de är åtkomliga för daglig städning.

- Bassängkonstruktionen skall klara av de laster den är dimensionerad efter, det vill säga vattentrycket på väggarna och botten samt laster från anslutande konstruktionsdelar. När den inte är vattenfylld skall den klara av jordtrycket samt trycket från grundvattnet.
- Finns det risk för nerkylning från grundvattnet skall konstruktionen isoleras så att temperaturen på badvattnet inte påverkas.
- Placering och formgivning av bassäng för vattenrutschbanan får inte inverka på vattenrutschbanans konstruktion.
- Flödet i en bassäng för vattenrutschbana är väldigt högt och det är viktigt att avloppen är dimensionerade med en säkerhetsmarginal så att ett tillfälligt högre flöde kan klaras av. Avloppen placeras ut jämnt runt bassängen.

### 12.1.2 Rekommenderad lösning

För bassäng för vattenrutschbana med djup  $\geq 1,8$  meter rekommenderas följande:

<u>Problemområde</u>	<u>Rekommendation</u>	<u>Kapitel</u>
Konstruktion:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vattentät betong, 5 % silikastoft</li> <li>- 65 mm täckskikt</li> <li>- Trappa (vattentät betong)</li> <li>- Skvalpränna (vattentät betong)</li> <li>- PVC-membran på hela bassäng och skvalpränna</li> <li>- Skvalpränna av typen delad golvränna</li> <li>- Polyestermatta under PVC i botten</li> <li>- Klinkerbeklädnad på övre delen av bassäng, skvalpränna och bassängdäck</li> <li>- Fogning med epoxi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>6, 9.8.1</li> <li>9.5.2</li> <li>Figur 12.6</li> <li>6.2.1</li> <li>6.2.1</li> <li>3.2</li> <li>6.2.1</li> <li>6.2.1</li> <li>9.7</li> </ul>
Produktion:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gjut väggar tidigast möjligt, spola samtidigt botten med vatten</li> <li>- Täthetsprova bassäng</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>6.1</li> <li>9.1</li> </ul>
Gjutfogar:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Primärtätning: SynkoFlex</li> <li>- Sekundärtätning: Injekteringsslang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>9.2.1</li> <li>9.2.2</li> </ul>
Genomföringar:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Primärtätning: Direktgjutet rör med SynkoFlex</li> <li>- Sekundärtätning: Injekteringsslang</li> <li>- Installationsrör avslutas med kraghylsa av PVC</li> <li>- Rund folie svetsas på kraghylsans fläns för att sedan sammanfogas med folie i ränna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>9.4.2</li> <li>9.2.2</li> <li>Figur 12.4</li> <li>Figur 12.5</li> </ul>

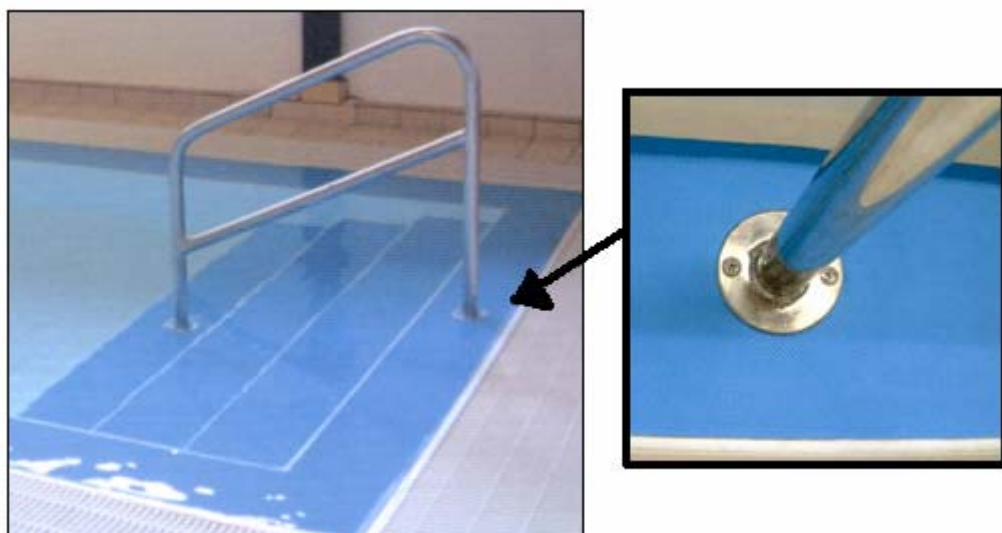


Figur 12.4 Kraghylsa av PVC som avslutning på installationsrör [15].



Figur 12.5 Rund folie som svetsas på kraghylsan för att sedan sammansvetsas med bassängens PVC-folie [15].

Bassängdäck:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tätskikt av PVC placeras på konstruktionsbetongen följt av överbetong och klinker</li> <li>- Glidskikt mellan konstruktionsbetong och överbetong</li> <li>- Fall mot avlopp i konstruktionsbetong</li> </ul>	5, Figur 5.3 5 9.3
Anslutning bassäng-bassängdäck:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rörelsefog med underliggande bottningslist</li> <li>- Nedhäng i tätskikt över rörelsefog</li> <li>- Vidhäftning av membran från bassäng och tätskikt från bassängdäck på bassängdäck</li> </ul>	9.3 9.3 9.3 Figur 9.6
Utrustning:	Trappräcke: Stål min 2,5 % Molybden (SS 2343 eller EN1.4436)	10.2.1, Figur 12.6



Figur 12.6 Trappräcke med infästning [15].

Infästnings- detaljer:	Direktingjuten PVC-kloss	9.6.2
Vatten- behandling:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utlopp: Delad golvränna runt hela bassängen (Ej vid trappa)</li> <li>- Reningsanläggning: Spädning med färskvatten</li> <li>- Inlopp: Totalinblandningsprincipen (Inlopp från rutschbana och bottendysor)</li> <li>- Balanserat badvatten enligt Langlier's mättnadsindex</li> <li>- Klorering: natriumhypoklorit</li> <li>- pH sänkning: koldioxid</li> <li>- Kontinuerlig drift av UV-ljus</li> </ul>	<p>3.2</p> <p>3.3, 4.2</p> <p>3.4</p> <p>4.2</p> <p>4.2</p> <p>4.2</p> <p>3.3</p>
Inspektionsgång:	- Inspektionsgång runt bassängens sidor. Undvik välventilerad, varm och torr miljö i inspektionsgången	4.5.1, 9.8.1
Ståldetaljer:	<p>Miljözon 1 (under vattenytan)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stål: min 2,5 % Molybden (SS 2343 eller EN1.4436)</li> </ul> <p>Miljözon 2 (skvalpzon)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Icke kritisk: min 2,5 % Molybden (SS 2343 eller EN1.4436)</li> <li>- Kritisk: min 4,0 % Molybden (AISI 904 L eller EN1.4539)</li> <li>- Skölj ståldetaljer med färskvatten dagligen</li> </ul> <p>Miljözon 3 (Inspektionsgång)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stål: min 2,5 % Molybden (SS 2343 eller EN1.4436)</li> </ul>	<p>10.2.1</p> <p>10.2.1</p> <p>10.2.1</p> <p>10.2</p> <p>10.2.1</p>

Tillståndsbedömningar bör kontinuerligt utföras av experter.

Rekommenderade åtgärder vid påträffande av läckage från bassängvägg:

- Injektera epoxibaserad tätningsmassa 9.1
- Kontrollera vattenkvalitet 4.2, 9.5.1
- Kontrollera miljön i inspektionsgången. 4.5.1, 9.5.4, 9.8.1

Rekommenderade åtgärder vid påträffande av avspjälkningar på grund av armeringskorrosion:

- Påförande av nytt täcksikt 9.5.2
- Påförande av katodiskt skydd (undvik vattenanoder) 9.5.5, Bilaga 14.3

Vid åtgärder för genomföringar efter gjutning bör svällband och ingjutning med expanderbetong undvikas. Som lösning rekommenderas istället att foderrör används, se Kapitel 9.4.

## 12.2 Diskussion

GAP-konstruktioner är inte aktuellt för denna typ av bassäng då de inte klarar av kriterierna enligt SS-EN1069-1.

Att stålkonstruktion inte rekommenderas beror på följande faktorer:

- Korrosionsrisken. Eftersom svenska gränsvärden på badvatten tillåter en så pass hög halt klor, anser författarna att korrosionsrisken är relativt stor. Eftersom saltsyra inte tillåts användas kan det bli problem med att balansera vattnet.
- Otillräcklig information. Bassänger av rostfritt stål är fortfarande ovanliga i Sverige. Fakta kring stålbasängerna som beskrivits i detta arbete bygger därför till stor del på information från leverantörer av dessa bassänger. Ingen stålkonstruktion har besökts under detta arbete.
- Utformning. Djupet som krävs kan i vissa fall kräva att stålkonstruktionen förankras till en betongbassäng. Detta är enligt författarna inte att rekommendera av effektivitetsskäl. Om en betongbassäng ändå måste byggas till är det mer effektivt att bygga hela bassängen av betong. Eftersom bassänger till vattenrutschbana är relativt små, är det inte alltid kostnadseffektivt att bygga dem som stålkonstruktioner [21].

Den rekommenderade lösningen anses av författarna ge en relativt billig lösning med kort produktionstid och lång livslängd. Dock förutsätter detta att problem vid de svaga punkterna förebyggs eller löses så fort som möjligt. Under arbetets gång har det påträffats betongkonstruktioner med mer eller mindre problem. Problemens ursprung är svåra att härleda. Författarnas åsikt är dock att problemen till stor del beror på dåligt materialval och/eller oförberedda problem som löses på arbetsplatsen.

## 12.3 Plaskbassäng för småbarn

### 12.3.1 Funktion och uppbyggnad

För att skapa en rolig miljö för barn förekommer det ofta figurer i bassängen samt en oregelbunden formgivning med varierande terräng.



Barn får framförallt inte halka och om detta skulle ske skall skador undvikas genom ett mjukt underlag. Samtliga kanter skall vara avrundade och höga kullar bör vara formade så att barnen inte kan klättra upp på dem.

Djupet på plaskbassäng för småbarn är vanligtvis 0,2 – 0,4 meter och temperaturen 26 - 30°C [2]. Konstruktionen ställer därför inga höga krav på laster från bassängvattnet. Däremot är det viktigt att förankringar av figurer och dylikt är gömda och rätt utförda och kan stå emot krafter från barnen. Stora krav ställs på reningsmetoden då bassängvattnet bland annat antas innehålla en stor mängd urinämnen. Ytskiktet bör väljas utifrån ovan nämnda funktionskrav. Dessutom skall ytskiktet vara tåligt mot mekanisk påverkan.

### 12.3.2 Rekommenderade lösningar

För plaskbassäng till småbarn rekommenderas två möjliga lösningar.

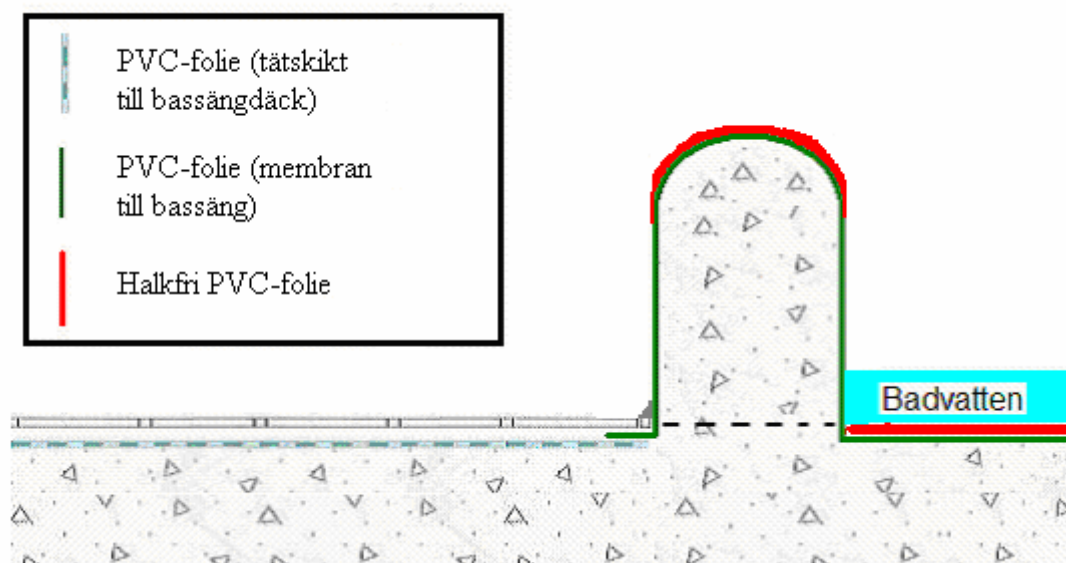


Figur 12.7 Princip för alternativ 1.

Alternativ 1

<u>Problemområde</u>	<u>Rekommendation</u>	<u>Kapitel</u>
Konstruktion:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Betong (ej vattentät)</li> <li>- Min 30mm täcksikt</li> <li>- PVC membran på samtliga ytor</li> <li>- Halkfri PVC-membran på botten och väggtopp</li> </ul>	6, 9.8.1 9.5.1 6.2.1 Figur 12.8
Gjutfogar:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Primärtätning: SynkoFlex</li> <li>- Sekundärtätning: Injekteringsslang</li> </ul>	9.2.1 9.2.2
Genomföringar:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Primärtätning: Direktgjutet rör med SynkoFlex</li> <li>- Sekundärtätning: Injekteringsslang</li> <li>- Installationsrör avslutas med kraghylsa av PVC</li> <li>- Rund folie svetsas på kraghylsans fläns för att sedan sammanfogas med folie i bassängen</li> </ul>	9.4.2 9.2.2 Figur 12.4 Figur 12.5

Bassängdäck:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tätskikt till bassängdäck placerad direkt på överbetongen</li> <li>- Glidskikt mellan konstruktionsbetong och överbetong</li> <li>- Fall mot avlopp i överbetong. Inget fall i konstruktionsbetong krävs.</li> </ul>	5 5 9.3
Övergång bassäng-bassängdäck:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bassängbotten tillhör bassängdäcket</li> <li>- Övergångslösning</li> </ul>	Figur 12.7 Figur 12.7



Figur 12.8 Övergångslösning för plaskbassäng för småbarnsbassäng alternativ 1.

Infästningsdetaljer:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Direktingjuten PVC-kloss</li> </ul>	9.6.2
Vattenbehandling:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utlopp: Bräddavlopp</li> <li>- Reningsanläggning: Spädning med färskvatten</li> <li>- Inlopp: Totalinblandningsprincipen (inlopp från bottendysor, fontäner eller dylikt)</li> <li>- Balanserat badvatten enligt Langlier's mättnadsindex</li> <li>- Klorering: natriumhypoklorit</li> <li>- pH sänkning: koldioxid</li> </ul>	3.2 3.3, 4.2 3.4 4.2 4.2.1 4.2.2
Ståldetaljer:	<p>Miljözon 1 (under vattenytan)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stål: min 2,5 % Molybden (SS 2343 eller EN1.4436)</li> </ul> <p>Miljözon 2 (skvalpzon)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Icke kritisk: min 2,5 % Molybden (SS 2343 eller EN1.4436)</li> <li>- Kritisk: min 4,0 % Molybden (AISI 904 L eller EN1.4539)</li> <li>- Skölj ståldetaljer med färskvatten dagligen</li> </ul> <p>Miljözon 3 (Inspektionsgång)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stål: min 2,5 % Molybden (SS 2343 eller EN1.4436)</li> </ul>	10.2.1 10.2.1 10.2.1 10.2 10.2.1

Alternativ 2

Plaskbassäng för småbarn beställs som komplett prefabricerad GAP-konstruktion från leverantör. Samtliga detaljlösningar är redan utförda vid leverans. Vid beställning bör följande faktorer observeras:

<u>Problemområde</u>	<u>Rekommendation</u>	<u>Kapitel</u>
Underlag:	- Dränerat underlag med brunnar eller rännor - Undvik stora fall under bassängen	- -
Matris:	- Epoxi	11.1
Utrustning:	- Integrerade GAP-skulpturer	-
Ståldetaljer:	- Min 2,5 % Molybden (SS 2343 eller EN1.4436)	10.2.1
Vattenbehandlig:	- Hög vattenomsättning	3.3
	- Utlopp: Bräddavlopp alternativt skvalrännor	3.2
	- Spädning med färskvatten	3.3, 4.2
	- Inlopp: Totalinblandningsprincipen (inlopp från bottendysor, fontäner eller dylikt)	3.4
	- Balanserat vatten enligt Langlier´s mättnadsindex	4.2
	- Klorering: natriumhypoklorit	4.2.1
	- pH-sänkning: koldioxid	4.2.2
Ståldetaljer:	Samtliga zoner	
	- Icke kritisk: min 2,5 % Molybden (SS 2343 eller EN1.4436)	10.2.1
	- Kritisk: min 4,0 % Molybden (AISI 904 L eller EN1.4539)	10.2.1
	- Skölj ståldetaljer med färskvatten dagligen	10.2



## 13 Referensförteckning

- [1] Kindblom, I. (1995), ”Badhus- Bad och badande före 1950”, Riksantikvarieämbetet, Stockholm.
- [2] Sender, U. (1998), ”Korrosion och skydd i simhallar”, Korrosionsinstitutet Bulletin nr 106, Stockholm 1998
- [3] ”Höganäs badbassänger”, (2000), CC Höganäs Byggkeramik AB, Ekeby.
- [4] ”Bassängbad – vattenrening”, (1993), Kultur- och fritidssektionen, Svenska Kommunförbundet, Stockholm.
- [5] Socialstyrelsen, (2005-09-28), SOSFS 2004:7 (M), Allmänna råd. Bassängbad, [http://www.sos.se/sosfs/2004\\_7/2004\\_7.pdf?valURL=http://www.sos.se/sosfs/2004\\_7/2004\\_7.pdf](http://www.sos.se/sosfs/2004_7/2004_7.pdf?valURL=http://www.sos.se/sosfs/2004_7/2004_7.pdf)
- [6] ”Bade- og svømmeanlegg, Handbok 52”, (2004), Norges byggforskningsinstitut, Byggforsk, Oslo.
- [7] ”Myrtha Pools”, Produktkatalog. Myrtha Technology.
- [8] ”Membranløsninger i svømmehaller”, Publikation nr. 64/2002 (2002), Dansk Svømmebadsteknisk Forening, Taastrup.
- [9] InBeDa AB (Generalagent för Laticrete), (2005-12-12), <http://www.laticrete.se>
- [10] ”Betonghandbok Material”, utgåva 2 (1994), AB Svensk Byggtjänst, Stockholm
- [11] ”Betonghandbok Högpresterande Betong –Material och utförande”, (2000), AB Svensk Byggtjänst, Stockholm
- [12] ”Betonghandbok Arbetsutförande-Projektering och byggande”, utgåva 2 (1992), AB Svensk Byggtjänst och Cementa AB, Stockholm
- [13] ”DS 477:1996 Norm for svømmebadsanlæg”, (1996), Danske Standard, Köpenhamn.
- [14] ”Årsmøderapport 1998”, Publikation nr. 48/1998 (1998), Dansk Svømmebadsteknisk Forening, Taastrup.
- [15] Ingemar Nilsson och Maj Larsson (Delägare), Mirena Badprodukter AB
- [16] ”DLW delifool Coating Systems”, (1999), Desso DLW Sport Systems, Bissingen.
- [17] Nils Malmgren AB, (2005-11-05), <http://www.nilsmalmgren.se/produkter/batprodukter/batindex.html>
- [18] Kurt Augustsson (Laboratoriechef), Nils Malmgren AB
- [19] ”RenovAction – Så renoveras en äldre bassäng”, Produktkatalog, Myrtha Technology.
- [20] Göran Kjellberg (Säljare), Malmsten AB
- [21] ESAB, (2005-12-09), <http://www.esab.se/index.asp?item=13133>
- [22] Robert Brauns (Produktionschef), Steelpool Sweden AB
- [23] Peter Vångmark (Ägare och VD), Invarmex Steel AB
- [24] Michaela Brauns (Webmaster), Steelpool Sweden AB
- [25] Maxit, (2005-11-21), <http://www.maxit.se>
- [26] Kakelcentralen, (2006-01-05), <http://www.kakelcentralen.se/docs/bilder/proffskunder/pdf/material.pdf>
- [27] Berndorf Bäderbau, (2005-12-01), [http://www.berndorf-baederbau.com/index\\_en.php](http://www.berndorf-baederbau.com/index_en.php)

- [28] Giorgio Colletto (Konstruktör), Myrtha Pools
- [29] ”Korrosion i biomassapanna”, examensarbete, Avdelningen för Materialteknik, Luleå Tekniska Universitet, (2005-12-05), <http://epubl.ltu.se/1402-1617/2005/073/LTU-EX-05073-SE.pdf>
- [30] Institutionen för Metalliska Konstruktionsmaterial, Chalmers Tekniska Högskola, (2005-12-01), <http://www.mat.chalmers.se/kurser/mmk025/lab3.html>
- [31] Mebalux, (2005-11-07), <http://www.mebalux.dk/>
- [32] (2005-11-11)  
[http://www.coolabah.com/ausblog/mariearchives/2004\\_06\\_01\\_index.html](http://www.coolabah.com/ausblog/mariearchives/2004_06_01_index.html)
- [33] Rolf Dickman (Ägare och VD), Rolf Dickman AB
- [34] Rolf Dickman AB, (2005-12-09), <http://www.rolf-dickman.se>
- [35] ”Betonsvømmebassiners tilstand, Fas 2 Undersøgelse af skadetyper”, Publikation nr. 24/1988 (1998), Dansk Svømmebadsteknisk Forening, Taastrup.
- [36] Burström, P. G. (2001), ”Byggnadsmaterial - Uppbyggnad, tillverkning och egenskaper”, Studentlitteratur, Lund.
- [37] ”Årsmøderapport 1997”, Publikation nr. 45/1997 (1997), Dansk Svømmebadsteknisk Forening, Taastrup.
- [38] Paulou, K. (2001), ”Självkompakterande betong för marin miljö”, Avd Byggnadsmaterial, Lunds Tekniska Högskola, LUND
- [39] ”Tæthedsprøvning af membraner”, Publikation nr. 68/2003 (2003), Dansk Svømmebadsteknisk Forening, Taastrup.
- [40] Jernkontoret, Den Svenska Stålintustrins Branschorganisation, (2005-10-26), [http://www.jernkontoret.se/informationsbanken/vara\\_publicationer/pdf\\_info\\_utb/som47-51.pdf](http://www.jernkontoret.se/informationsbanken/vara_publicationer/pdf_info_utb/som47-51.pdf)
- [41] ”Årsmøderapport 2004”, Publikation 70/2004 (2004), Dansk Svømmebadsteknisk Forening, Taastrup.
- [42] Arne Andersén (Teknisk Chef), Bufab Stainless AB
- [43] Processinggruppen, (2005-12-09)  
<http://www.processinggruppen.se/Badvattenrening.pdf>
- [44] ”Lätta konstruktioner för högre nyttolast”, Per Wennhage, Järnvägsgruppen, Avdelningen för Lättkonstruktioner, Kungliga Tekniska Högskolan, (2005-12-09), [http://www.infra.kth.se/jvg/Rapporter/0506D\\_inlaga.pdf](http://www.infra.kth.se/jvg/Rapporter/0506D_inlaga.pdf)
- [45] Netcomposites, (2005-10-28),  
<http://www.netcomposites.com/education.asp?sequence=10>
- [46] ”SS-EN1069-1”, (September 2000), SIS - Standardiseringen i Sverige.
- [47] Polin, (2006-01-03), <http://polinpolyester.ru/aquacatch.htm>
- [48] EU:s Webportal, <http://europa.eu.int/abc/doc/off/bull/sv/9907/p000529.htm>
- [49] ”Anvisning om katodisk beskyttelse af svømmehaller”, Publikation nr. 52/1999 (1999), Dansk Svømmebadsteknisk Forening, Taastrup.

## 14 Bilagor

### 14.1 Gränsvärden enligt SOSFS 2004:7

#### Gränsvärden för badvatten

Svenska riktvärden enligt socialstyrelsen SOSFS 2004:7			
Parameter	Enhet	"Renvatten"	"Bassängvatten"
<b>Mikrobiologiska gränsvärden</b>			
Pseudomonas Aeruginosa (vid 36°C ± 1°C)	1/(100 ml)	-	Ej påvisbar
Coli bakterie (vid 36°C ± 1°C)	1/(100 ml)	-	-
Legionella (vid 36°C ± 1°C)	1/(100 ml)	-	-
Heterotrofa bakterier (vid 36°C ± 1°C)	1/ml	-	Max 100
<b>Fysikaliska och kemiska gränsvärden</b>			
Färgning ( $\lambda = 436 \text{ nm}$ )	1/m	-	-
Grumlighet	FNU	0,2	Max 0,4
Sikt	-	-	Botten fullt synlig
pH-värde			
A. Sötvatten	-	-	7,2 – 7,6
B. Havsvatten	-	-	7,2 – 7,6
Nitratvärde utöver fyllvattnets koncentration	mmol/m mg/l	-	-
Oxiderbarhet (COD <sub>Mn</sub> ) utöver fyllvattnets värde	mg/l	-	-
Oxiderbarhet (COD <sub>Mn</sub> )	mg/l	-	Max 4
Redoxpotential (Ag/AgCl 3,5 m KCL): För sötvatten	mV	-	-
A. 6,5 ≤ pH ≤ 7,3	mV	-	-
B. 7,3 < pH ≤ 7,6			
För havsvatten	mV	-	-
A. 6,5 ≤ pH ≤ 7,3	mV	-	-
B. 7,3 < pH ≤ 7,8			
Redoxpotential för vatten med kloridhalt > 5000 mg/l samt för brom och jodhaltiga vatten	mV	-	-
Fritt klor			
A. Allmänt	mg/l	-	Min 0,4 (vid pH 7,2) Min 0,5 (vid pH 7,4) Min 0,6 (vid pH 7,6)
	mg/l	-	
B. Bubbelpool			Min 0,8 (vid pH 7,2) Min 0,9 (vid pH 7,4) Min 1,0 (vid pH 7,6)
Bundet klor	mg/l	-	Max 0,4
Totalt klor	mg/l	-	Max 2,0
THM (TriHalogenMetsner)	mg/l	-	-

<sup>1)</sup> Renvatten är filtrerat och klorerat badvatten före inlopp i bassäng. Prov tas från rör på inloppssystemet.

<sup>2)</sup> Bassängvatten är badvattnet i bassängen. Prov tas ca 30 cm under vattenytan.

Figur 14.1 Riktvärden för badvatten enligt socialstyrelsens författningssamling [43].

## 14.2 Sammanställning av en del membran och bassängkonstruktioner

Tabell 14.1 visar kostnad, tid för montering och livslängd för en del membran och bassängkonstruktioner. Alla värden är ungefärliga och beroende av bassängens storlek och form. Tabellen syftar till att ge en grov kostnadsjämförelse mellan olika bassängkonstruktioner. Informationen har sammanställts från publikationen ”Membranlösningar i svømmehaller” från Danske Svømmebadsteknisk Forening [8].

**Tabell 14.1 Sammanställning av kostnad, tid för montering och livslängd för en del membran och bassängkonstruktioner**

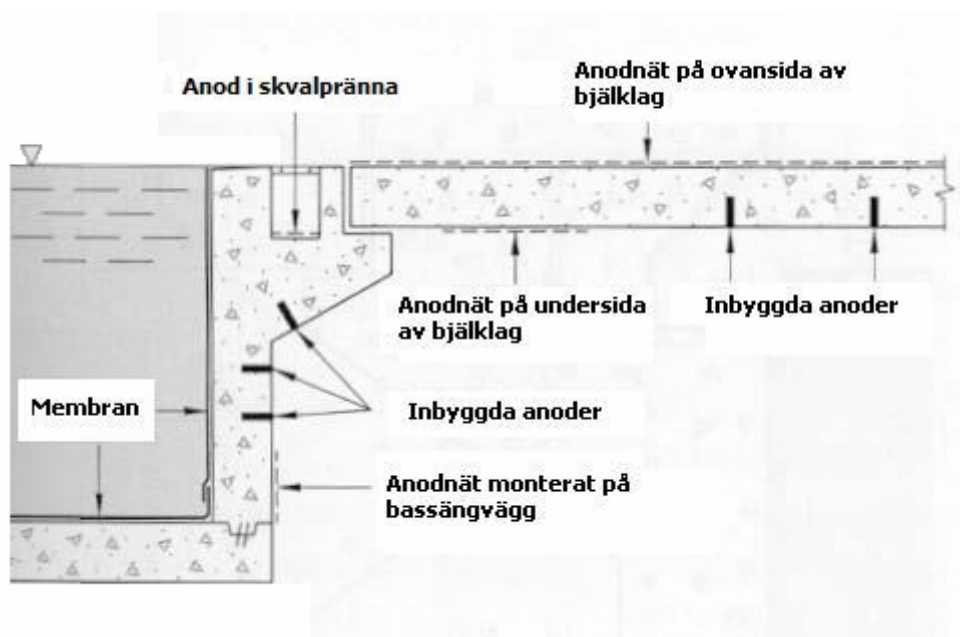
<u>Membran</u>	<u>Kostnad /m<sup>2</sup>*</u>	<u>Tid för montering</u>	<u>Livslängd</u>
PVC-folie	600 – 700 SEK	1 – 2 månader (utöver gjutning av betongen)	15 – 20 år (relativt enkel att byta ut efter detta)
Epoxibaserat tät- och sättsystem med klinker	1700 – 1900 SEK	3 – 5 månader (utöver gjutning av betongen)	20 – 30 år
<u>Bassängkonstruktioner</u>			
Stålkonstruktion med rostfria stålelement	4100 – 4800 SEK	2 – 4 månader	Min 30 år
Stålkonstruktion med stål/PVC-paneler	1400 – 1800 SEK	1 – 2 månader	25 – 30 år
Vattentät betong med klinker (Merkostnaden för högre betongkvalitet)	1400 – 1700 SEK	2 – 3 månader (utöver gjutningen av betongen)	Min 40 år

\* Kostnaden är för prisnivån år 1999. Priset är omvandlat från DKK till SEK enligt uppgifter från EU:s Webportal [48].

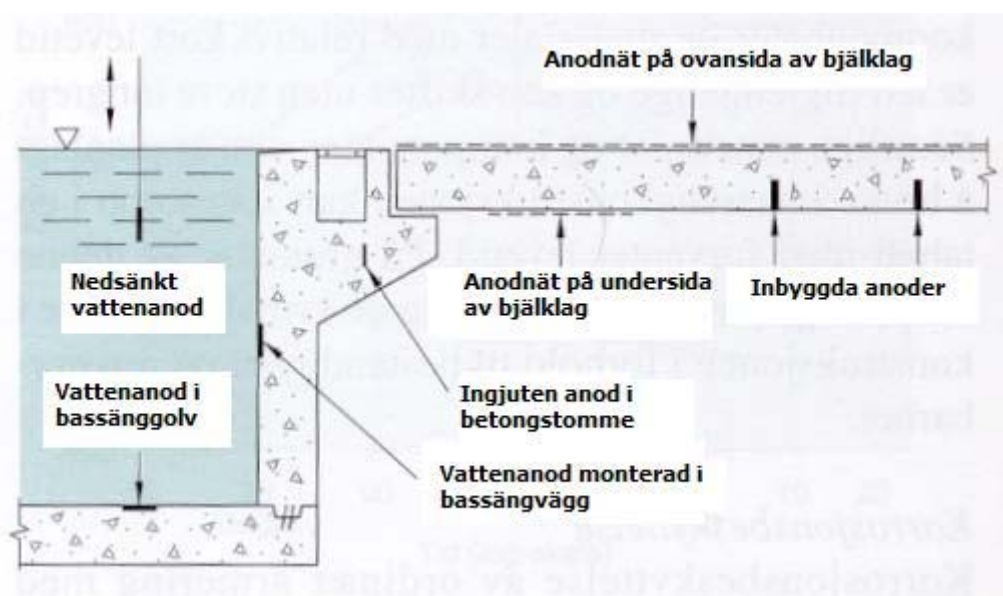


### 14.3 Anodtyper

Det finns olika typer av anoder som används till bassängkonstruktioner. Faktorer som styr vilken typ som bör användas är framför allt förekomst av membran, pris, estetik och servicemöjligheter. I denna rapport delas typerna upp i tre grupper, vilka är vanligast förekommande i Danmark. Gemensamt för samtliga system är att de drivs med en påtryckt likström där anodmaterialet är av en ädlare metall, typ titan. Vilken anodtyp som bör användas är beroende av huruvida membran används på bassängkonstruktionen eller inte. Figur 14.2 visar anodtyper som kan användas på bassängkonstruktioner med membran. Figur 14.3 visar anodtyper som kan användas på bassängkonstruktioner utan membran.



Figur 14.2 Anodtyper som kan användas för betongkonstruktioner med membran [6].

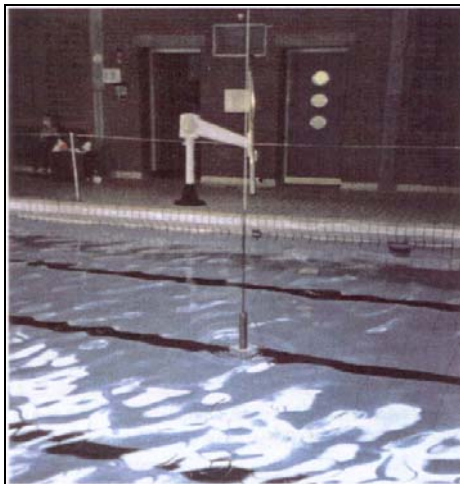


Figur 14.3 Anodtyper som kan användas för betongkonstruktioner utan membran [6].

Vattenanoder används i ca 30 badhus i Danmark. Vid dessa system används bassängvattnet som elektrolyt för att leda skyddsströmmen mellan anod och skyddande konstruktionsdel, det vill säga katod. På grund av detta används dessa typer av anoder huvudsakligen för betong som är i direkt kontakt med vattnet, det vill säga för betongkonstruktioner utan membran. Vattenanoden kan byggas in i klinkerbeklädnaden, bassängbotten eller nedhängas direkt i vattnet och bör ha en livstid på mellan 15-25 år [49].



**Figur 14.4** Vattenanod inbyggd i klinkerbeklädnaden [49].



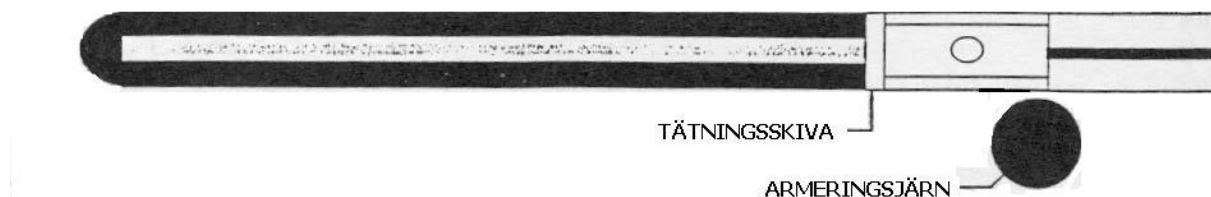
**Figur 14.5** Vattenanod nedhängd i vattnet [49].

Inbyggda anoder används i ca 40 badhus i Danmark. Anoderna kan vara inbyggda i längder eller punktplacerade. De gjutes antingen in i betongen eller monteras i ett borrarat hål med ledande massa, till exempel cementfog eller grafitmassa. En korrekt utförd inbyggnad av anoderna är viktigt för att undvika kortslutning [49].



Figur 14.6 Inbyggd anod [49].

För katodiskt skydd är det viktigt att undvika kortslutning. Blir det kortslutning upphör skyddet fullständigt. Detta är framför allt riskfyllt för inbyggda anoder då anoderna installeras i närheten av armeringsjärn. Problemet undviks enklast genom att på kontrollerat sätt installera anoden redan vid gjutning. Om anoden istället installeras efteråt genom borrning, kan det däremot vara problematiskt att lokalisera armeringsjärnen. En lösning är dock att montera en tätningsskiva på anodstången enligt Figur 14.7 [37]. Levnadstiden varierar mycket men bör ligga i intervallet 10 - < 30 år.



Figur 14.7 Tätningsskiva monterad på anodstången för att undvika kortslutning [37].

Anodnät ingjutna i cementputs monteras på baksidan av bassängväggen samt undersida och översida på bassängdäcket. Vid detta system används så kallade anodnät. Nätet är ingjutet i ett 20-40 mm tjockt cementputs där strömmen leds via en påsvetsad titanlänk. Cementputsens ändrar konstruktionens geometri och lastpåverkan, vilket kräver stor omtanke redan vid projekteringsstadiet. Montering är relativt arbetskrävande men ger en god strömfördelning på de flesta konstruktionstyper. Systemet är använt på ca 15 danska badhus och bör dimensioneras för en drifttid på mer än 30 år [49].



Figur 14.8 Anodnät ingjutet i cementputs på bassängdäckets undersida [49].

#### 14.4 PREN

PREN (Pitting Resistance Equivalent) är ett uttryck för beständigheten mot punkt- och spaltkorrosion och bygger på legeringen för stålet. PREN uträknas enligt [6]:

$$\text{PREN} = \text{andel krom (\%)} + 3,3 * \text{andel molybden (\%)} + 16 * \text{andel kväve (\%)}$$

För stål som skall användas i marin miljö är kravet på PREN att det skall ligga över 40. I en riktigt aggressiv badhusmiljö med havsvatten, som kan likställas med en marin miljö, skall alltså PREN ligga på över 40 [6]. Normalt används dock sötvatten som spädvatten i Sverige, vilket innebär att inte lika höga krav kan ställas på PREN värdet.

**Tabell 14.2 Exempel på PREN-värde för stålbezeichnungar enligt Avesta Sheffield's stålprogram.**

EN1.4404	25
EN1.4436 (SS 2343)	30
EN1.4539 (904L)	34
EN1.4547 (254SMo)	43