



Simhallar –
ett övergripande perspektiv
på teknik, hälsa, beständighet och ekonomi

Tord af Klintberg, Folke Björk, Kjartan Gudmundsson



Rapport
Avd för Hållbara byggnader
Inst för Bygghälsa
KTH
Stockholm 2019

Inst för Bygghvetenskap
Avd för Hållbara byggnader
Juni 2019
TRITA-ABE-RPT- 1918
ISBN: 978-91-7873-259-3

Detta arbete har fått stöd inom programmet Nordic Built och projektet:
Nordic Built: Evaluation and Renovation of Ice Halls and Swimming Halls - NERIS
(Nordicbuilt - Nätverk för Renovering av Ishallar och Simhallar – NERIS)
Projektnummer:
Energimyndigheten P38240-1
Formas 2013-02123

Förord

Simhallar och ishallar är anläggningar som är mer lika processindustrier än vanliga byggnader. De har komplicerade system för kylning och uppvärmning och även komplicerade ventilationssystem. De är hallbyggnader med ganska stora spännvidder, vilket innebär att strukturen är ganska tungt lastad. Driften av dessa byggnader är komplicerad, förslitningen är ofta stor och underhållet kostsamt. Projektet NERIS har haft som uppgift att arbeta med utmaningen att renovera simhallar och ishallar, både vad gäller struktur och till maskiner för att upprätthålla energieffektiviteten, ett bra inomhusklimat och hållbara byggnadsstrukturer.

Det har byggts ett stort antal simhallar i Sverige under rekordåren och framåt som har haft en stor betydelse för både simkunnighet och glädje.

Med tiden har temperaturen i hallarna och i vattnet skruvats upp för badgästernas skull, särskilt för rehabilitering och babysim. Det bidrar till att fler vill bada. Det varmare vattnet och klimatet har dock blivit en orsak till snabbare nedbrytning av hallarna. Drift, underhåll, renovering och nybyggnation drar nu stora resurser.

Detta arbete med Neris startade med flera seminarier där representanter för kommuner, entreprenörer, konsulter, myndigheter, badhuspersonal och forskning möttes och bidrog med sina perspektiv och erfarenheter. Arbetet följdes upp med kontakter med ett stort antal personer vid alla dessa organisationer. Vi kan konstatera att den samlade kunskapen som finns i branschen är stor.

I denna rapport sammanfattas den kunskap och noteringar som kommit fram om simhallar och vad som kan göras för att förbättra deras funktion och livslängd. Vi ser att det behövs en övergripande förståelse av de processer som pågår i simhallen. Det finns också behov av ny utveckling för att skydda simhallen från skador och öka dess livslängd. En nyckelfråga här är vattenreningen och hur de metoder som används idag kan ge skador både på byggnad och på hälsa hos badare och personal.

Jag som har haft den samordnande rollen i detta arbete vill tacka alla medverkande personer. Arbetet har kunnat genomföras i en mycket konstruktiv och vänlig anda och jag har helt utan undantag, blivit mycket väl bemött överallt. Ett stort speciellt tack går dock till Elvy Löfvenberg som från sin dåvarande position på Stockholms Stad initierade mycket av detta arbete, samt till Bengt Simonsson som bland annat genomförde de konstruktivt kaotiska seminarierna. Med era respektive drivkrafter så har detta arbete fått kvalitet och dessutom varit roligt.

Stockholm i juni 2019

Tord af Klintberg

Sammanfattning

Simhallar har olika problem, avseende både hälsoaspekter och beständighet. Dessutom förbrukar simhallar stora resurser ur ett ekonomiskt perspektiv. Neris-projektet har skaffat sig ett helikopterperspektiv på simhallars olika delar och risker och många av dessa risker orsakas av desinfektionen av badvattnet. I dagsläget så syftar hygien, rengöring och desinfektion främst till att hålla mikroorganismer på låga nivåer och det är viktigt att hygien samt rengöringen optimeras. När det gäller desinfektionen av badvattnet så har klorering används under mycket lång tid, metoden är mycket effektiv för att döda de flesta mikroorganismerna, men orsakar även lungbesvär och korrosion som förkortar hallarnas livslängd.

Denna rapport har inte hittat några vetenskapliga artiklar som belägger vilka kloreringsnivåer som bör tillämpas i en simhall. Dessa nivåer förefaller basera sig på tradition och på ett kunskapsläge då lungbesvär och korrosion inte beaktades. Det är tveksamt om exempelvis Folkhälsomyndighetens riktvärden för klorhalter är grundade på ett spårbart sätt i vetenskapliga arbeten, som de bör vara.

Det vore önskvärt att vetenskapligt undersöka vilka klornivåer som är tillräckliga och tillsammans med den befintliga traditionen göra en sammansatt optimering med avseende på mikroorganismer, lungbesvär och korrosion.

Blått ljus i simhall och fotokatalys i reningsverk reducerar behovet av klorering, vilket har visats i Enskedehallens babysim. Vidare är det möjligt att få en bättre beskrivning av den mikrobiella situationen i badvatten med hjälp av partikelmätning, vilket kan minska de bakteriella riskerna i en simhall. Dessa metoder bör bli föremål för vidare forskning.

Hur stor är den sammanlagda korrosiviteten i en simhallsbyggnad? Det finns olika faktorer som samverkar i en simhall, som hög temperatur, högt fuktinnehåll i luften, klorider, underklorsyrlighet, och säkert fler faktorer, som inte är identifierade. Det är en forskningsuppgift att utföra olika metodtester för de olika delarnas korrosiva del och samverkande korrosivitet. Det finns inga rutiner för att avlägsna klorider som hamnat i simhallsrummet. Det vore bra att utarbeta sådana rutiner.

Det kan finnas ett motsatsförhållande mellan beständighet och energibesparing. Exempelvis så sparas energi om ett minimum av vatten blöder av, men detta ökar kloridkoncentrationen i badvattnet. På samma sätt ökas kloridkoncentrationen i simhallsbyggnaden om luften får gå i rundgång med ökad korrosionsrisk som följd.

Avdunstningen är mycket energikrävande och det vore då intressant att minimera ventilationen över vattenytan. Den ventilationen är i dagsläget behövlig för att få bort skadliga gaser, exempelvis kloroform och trikloramin, som är en följd av kloreringen. Om klorering kan minska så kan även ventilationen över vattenytan minimeras, med energibesparing som följd.*

Nerisprojektet följde även upp några simhallsprojekt i dialog med berörda förvaltningar, avseende teknik, projektering och ekonomi. Dessa benämns x, y och z nedan i rapporten. När det gäller simhallsprojektet i Stad x, så riskerar det bli mellan 50 och 100 miljoner dyrare än vad som beräknades i förstudien. Förstudien har visat sig att vara optimistisk med avseende på fördelar, men svag med avseende på kostnader. Detta har försatt staden i en ekonomisk knipa, som riskerar att exempelvis materialval blir sämre med kortare beständighet som följd. Förstudier inför ett simhallsbygge kan bli bättre. Det vore till exempel bra att göra en tredjepartskontroll med avseende på intäkter och kostnader.

En kommun skulle kunna etablera en expertgrupp av kunniga tekniker och ekonomer som skulle kunna beakta och besluta över tekniska renoverings-, underhåll- och driftsfrågor. Detta vore en strategisk kunskap, som vore bra att ha in house.

Innehåll

Förord.....	3
Sammanfattning	4
Innehåll.....	5
Bakgrund-Seminarier.....	7
Syfte.....	7
Avgränsningar.....	8
Metod.....	8
Resultat	9
Människan och människans behov	9
Hygien Tvagning Dusch	9
Städning.....	9
Rengöring och desinfektion av vattnet	11
Avdödning klorering	11
Redoxpotential	12
Hydrauliken mellan simbassäng och reningsverk	12
Kloreringens nackdelar.....	13
Hälsoperspektiv.....	13
Ventilation.....	13
Korrosion	14
Simhallens fasta delar	14
Klimatskal	15
Klimatskal kondensrisk.....	15
Solida klimatskal.....	15
Fönster.....	15
Bassängkonstruktionen	16
Alternativ/komplement till klorering	17
Blå-violett ljus.....	17
Fotokatalys AOT	18
Redoxmätningar i Enskedehallens bad	19
Partikelräkning	19
Enskedehallens personal.....	19

Myndigheternas hållning avseende desinfektion	19
Energibesparing.....	20
Fallstudier.....	22
Nybyggnad.....	22
Stad X.....	22
Stad Y.....	23
Renovering	24
Underhåll.....	24
Drift simhall Z i stad Z.....	25
Reningsverk	25
Klimatskal	25
Bassänger	25
Klimat ventilation värme	25
Vatten och energi	26
Diskussion.....	27
Avdödningshastighet.....	27
Blått ljus och fotokatalys	27
Partikelräkning	28
Optimering avseende rengöring och desinfektion för simhallar	28
Korrosivitet, röta och mögel.....	29
Sammanlagd korrosivitet?.....	29
Kloriders flöde genom simhallen.....	30
Energibesparing vs beständighet	30
Offentliga aktörers ansvar	30
Folkhälsomyndigheten; Klorkoncentration och redoxpotential	30
Boverket; Hur ska simhallar beaktas?	31
Kommuner; Ekonomi.....	31
Underhåll	32
Drift Simhall Z	32
Slutsatser	32
Bilagor.....	34
Källor	35

Bakgrund-Seminarier

Arbetet med Neris började med en serie av seminarier, detta i samarbete mellan bolaget Teknikmarknad, se lista nedan och KTH/Byggnadsteknik. Ämnen som avhandlades på de olika seminarierna redovisas här:

1. Vatten, mikroorganismer klormetaner och kloraminer
2. Legionella i simhallar
3. Klorsituationen och korrosion
4. Byggnadsteknik i simhallar
5. Upphandling – ny teknik i simhallar
6. Luft, fukt och ventilation
7. Energieffektivitet
8. Politiska processer
9. Renovering ökad livslängd

Situationen i simhallarna blev redovisade ur flera olika perspektiv, vilket framgår av listan. Seminarierna var mycket välbesökta och deltagarna kom från olika delar av kommuners förvaltning (idrotts-, fastighets- och miljöförvaltning) olika material och bygg entreprenörer, från företag som är specialister på vattenrening och olika relevanta konsulter.

Det förekom olika uppfattningar om vilket som var de viktigaste aspekterna med avseende på simhallarna och det var också lite svårt att skilja kommersiella aktörers egenintressen från vad som egentligen gällde. För oss på KTH blev seminarierna av stort värde, ett flertal aspekter kom upp på bordet, om än tämligen osorterat. Det fanns ingen självklar god lösning som uppenbarade sig, men däremot framkom antal frågor. Seminarierna följdes upp av ett antal intervjuer av företagsrepresentanter, varvid det igen redovisades särintressen.

Syfte

Energimyndigheten skrev i sitt beslutsbrev avseende Neris: Projektet syftar till att utveckla tillämpa och främja metoder för kontroll och utvärdering av funktionaliteten, energieffektiv renovering i sim och ishallar. Energimyndigheten bedömer att projektet har goda möjligheter att förbättra kunskapsläge och erfarenhetsutbyte inom området energieffektiv renovering inom is och simhallar mellan de Nordiska länderna. Projektet har påverkan på miljö kvalitetsmålet god bebyggd miljö då energieffektivisering av befintlig bebyggelse kan leda till resurseffektivitet och minskad miljöpåverkan.

Under de olika seminarierna så framkom det att det var svårt att veta hur simhallar fungerade. Det visade sig att hallarna hade olika problem, avseende både hälsoaspekter och beständighet. Dessutom förbrukar simhallar stora resurser både ur ett ekonomiskt perspektiv och ur ett miljöperspektiv. Neris-projektet tog sig därför an följande mål:

1. Skaffa sig ett helikopterperspektiv på simhallar
2. Etablera kontakt med offentliga aktörer i syfte att få oberoende kunskap om problemen
3. Utredda vad som är orsak och vad som är verkan i de olika processer och problem som finns i hallarna. Problemen kan då delas upp i:
 - a. Hälsoproblem
 - b. Beständighetsproblem
 - c. Energiproblem
 - d. Ekonomiska problem
4. Höja det allmänna kunskapsläget avseende simhallar
5. Belysa och i viss mån besvara frågor som är viktiga i sammanhanget:
 - a. Hur kan den snabba korrosionen hanteras?
 - b. Hur kan desinfektionssystemen optimeras i förhållande till sina risker

- c. Hur kan kommuner undvika att hamna i en ekonomisk fälla avseende simhallar?
- d. Hur kan den statliga styrningen av simhallarnas förhållanden ändras till det bättre?
- e. Hur kan simhallar underhållas och driftas på bättre sätt?

Avgränsningar

Under de inledande seminarierna så framkom olika problem och olika särintressen företrädna av olika bolag. Det blev då viktigt att skaffa sig en oberoende kunskap i frågan. Neris-projektet kom då att samarbeta nära med offentliga aktörer och andra utredningar som Rise Vinnovaprojekt.

Metod

Metoden har varit en kombination av litteraturstudier, intervjuer och analys. I sammanhanget har det varit av stort värde att ha tillgång till KTHs, övriga högskolors och olika forskningsinstituts expertis, avseende exempelvis byggvetenskap, korrosion och betong. Ett flertal företag har också intervjuats, som har olika dellösningar för en simhall.

Ett nära samarbete har även etablerats med Stockholms Stad idrottsförvaltning, fastighetskontor och miljöförvaltning, tillika med ett antal andra kommuner i Sverige. Beständighet, drift, underhåll, renovering nybygge, ekonomi, teknik, klorering, hygien och rengöring har varit några frågor som diskuterats.

Resultat

Människan och människans behov

Människor är, som art betraktat, en afrikansk strandapa. Att vi människor härstammar från Afrika får ses som allmänt bekant. Vidare är det en hypotes att stranden har ett viktigt habitat för människan. Hypotesen grundar sig då på kroppsbyggnad, näsans byggnad, simhud och dykreflex mm.

Människans kroppsbyggnad är upprätt, jämfört med andra människoapor. Ryggraden är byggd i en S-form, alltså två olikriktade kurvor. Detta är en svagare form än den enkelkurva som ryggraden hos vår närmaste artfrände schimpansen beskriver. S-formen ger den upprätta gången, vilket även gör att vi kan vada längre ut på djupare vatten. Människans näsa är byggd som en dykarklocka, en sådan näsa återfinns hos Borneos näsapa som också är en badande apa. Jämfört med de övriga människoapor har vi också simhud mellan fingrar och tår.

Människor nyfödda ungar har en dykarreflex som stänger till andningsvägarna när huvudet doppas under vattnet. Detta gör att som gör att de kan vara under vatten i minst en halv minut utan att drunkna. Denna typ av reflex saknar exempelvis schimpanser och en schimpansunge drunknar snabbt om den hålls under vatten. En människounge är, under sina första levnadsår, tämligen orörlig på land, men i och under vatten visar hon upp en helt annan rörlighet. Människan kan alltså från början ha varit ett strandlevande djur och hon åker fortfarande gärna på strandsemester och sjöutsikt betingar ett högre värde för en tomt. Människan vill fortfarande gärna ha en strand med subtropiska temperaturer, och simhallarnas besöksantal har ökat rejält när dessa har blivit mer subtropiska, alltså med högre vattentemperaturer och högre relativ luftfuktighet.

Denna högre luftfuktighet och temperatur skapar utmaningar när det gäller exempelvis smittorisk, även mikroorganismer gillar när det är fuktigt, varmt och smutsigt. Detta gör att det blir ännu viktigare att sänka smittorisken, genom hygien, rengöring och olika varianter av desinfektion.

Hygien Tvagning Dusch

I grunden är det så att det är vi människor som för in bakterier och smuts in i simhallen och det är exempelvis mycket olämpligt att vara tvungen att gå igenom själva simhallen för att nå publikplatser, eller ett gym. Våra skor för med sig exempelvis jordbakterier in i byggnaden och våra kroppar med sig smuts samt mikroorganismer som lever på vår hud, dessutom läcker vi mikroorganismer från våra inälvor.

Det är viktigt hur duschrummet ligger i förhållande till bastun och simhallen, så man inte frestas att gå direkt till simhall från bastu eller omklädningsrum. Det är då viktigt att vi nakna tvagar oss grundligt och duschar så att vi reducerar hudens smuts, hudavlagringar, urea och mikroorganismer innan vi går in i simhallen och att man då endast har på sig avsedda badkläder se vidare Bilaga 1. Olika platser och olika tider har haft olika bestämmelser och olika efterlevnad av bestämmelserna och nuförtiden efterfrågas allmänt en höjd hygiennivå.

Det blir också extra utmaningar när äldre och/eller rörelsehindrade människor med rullatorer och permobilar ska bada.

Städning

Frånsett människans tvagning och dusch, så måste lokalernas alla ytor rengöras och desinficeras på en hög nivå, se Bilaga 2. I och med den höga temperaturen och luftfuktigheten så blir smutsansamlingar utmärkt grogrund för mikroorganismer. I och med att temperaturen med tiden har höjts i simhallar så får dessa en snabbare tillväxt än vad som varit fallet vid lägre temperaturer.

Städningen måste hålla smuts borta och mikroorganismer nere, utan att försämra beständigheten hos simhallskonstruktionen. Sverige har inte någon nationell standard när det gäller städning av simhallar. Det finns mycket kunskap att hämta från den tyska standarden som lägger fast val av städutrustning, rutiner och kemikalier, se Bilaga 3. Sammanfattning tysk standard simhallar . Detta är även en fråga om kultur och Tyskland har haft sina standarder från 1993, så det anses att Sverige ligger drygt två decennier efter.

Förutsättningarna för en god städning ges redan när simhallen konstrueras och byggs. Det är då viktigt att det väljs ytmaterial, exempelvis klinker, kakel och fogmaterial av bästa kvalitet, som klarar av den intensiva städningen och ger lång beständighet åt hallen. Det är också viktigt att horisontella ytor byggs med rätt fall så att vatten rinner av snabbt, det finns dock inga standarder för golvlutningar i svenska simhallar. Om en yta avvattnas och torkar snabbt så missgynnar torkningen mikroorganismer och bildning av biofilmer.

Vid simhallens projektering bör det också undvikas svårstädade zoner där städmaskiner inte kommer åt. Det har visat sig att golven är konsekvent smutsigare där ytorna inte går att komma åt med städmaskiner och rumsutformningen bör baseras på städmaskinernas mått och rörelsemönster, men detta sker sällan. Det är också viktigt att det upprättas relevanta städstationer och vattenposter på lämpliga platser. För mer information rekommenderas: "Guide för handläggning av anmälan av nya bassängbad" (Bassängbad-anmälan 2015).

Olika golvmaterial kräver också olika typer av kemikalier. Det har funnits tillfällen då arkitekten har valt olika stenmaterial intill varandra som golvyta, där de olika stenarna kräver olika städmetoder och olika städkemikalier. Det behövs också metoder för att fortlöpande städa fogar, annars kommer dessa att bli förstörda av mikrobiell tillväxt. Det är viktigt att sköta klinker och fogar professionellt och hållbart över tid. Erfarenheten visar att slitna ytor kräver högre städsinsats för att nå tillfredställande resultat, vilket visar på vikten av god kvalitet på klinker och kakel.

Det finns olika metoder som används vid städning av simhallarna och genomgående kan det sägas att den effektivaste städningen genomförs med städmaskiner tillsammans med relevanta städkemikalier. En sådan städning minimerar slitaget på lokalerna med en ökad beständighet som följd. Detta kan jämföras med exempelvis högtryckstvätt som är mycket nedbrytande på lokalen och snabbt kan förstöra fogar mellan kakel och klinkerstenar, se Bilaga 2.

Städmaskiner och övrig städutrustning bör också rengöras på relevant sätt, exempelvis bör städrondeller få torka mellan olika städtillfällen, annars riskeras mikrobiell tillväxt i dessa och utrustningen kommer att fungera som en bakteriespridare. Det är viktigt att städmaskinerna har bestämda områden som de städar, det är exempelvis klart olämpligt att entréhallen och själva simhallen städas med samma städdon. Då kommer jordbakterier, som exempelvis *Pseudomonas* att föras från entrén in i simhallen.

Det saknas ofta förståelse för omfattningen av dagliga städningen som bör ske. Det är alltså en helt annan sak att städa en simhall, jämfört med ett vanligt kontor. Smittoriskerna och tillväxten av mikroorganismer vid de förhöjda temperaturerna är av en helt annan dignitet. Ett särskilt fokus bör läggas på tvagningsrummet som också ska fungera som en barriär in mot simhallen. Om inte tvagningsrummet hålls rent så riskerar det att bli en ansamling för smuts och mikroorganismer där, som kommer att föras in i simhallen med våra fötter.

Om skorutiner, tvagning och städning hålls på en hög nivå, så minskar smittorisken i simhallen. Då kan även övriga desinfektionsnivåer hållas på en låg nivå, vilket har en god inverkan människors hälsa. Detta minskar då belastningen på badvattnet och ökar hallens beständighet.

Desinfektion ska utföras först efter rengöring. Desinficerande kemikalier är mycket reaktiva och det är direkt olämpligt att dessa får reagera med smuts utan kemikalierna ska användas mot mikroorganismer. Den tyska standarden säger att desinfektion i simhallar bör utföras varje dygn, men i Sverige utförs desinfektion mer sällan (Eriksson 2019).

Stockholm Miljö och hälsa har lanserat ett kontrollprogram, enligt tysk standard, där det går att pröva städningens resultat med hjälp av agar-plattor. Tillsynsprojektet genomfördes 2016-17 inom sju kommuner inom Stockholms län (Eriksson 2019) och visade då på tämligen dåliga städresultat, jämfört med liknande provtagning i tyska simhallar. Men det är nu möjligt för förvaltningen i simhallen att själv testa sin städning och även optimera den.

Rengöring och desinfektion av vattnet

På samma sätt som att de badande ska vara så rena som möjligt och att badhusets alla ytor ska vara så rena som möjligt så måste det tillses att inte själva badvattnet blir en smittorisk. Tanken är att det ska finnas en avdödande potential i själva vattnet, fränsett rening i badhusets reningsverk.

Ett reningsverk skall i grunden dimensioneras efter antalet badande och detta finns beskrivet i den tyska DIN-normen 19643. Reningsverket består av filter med olika medier, som exempelvis sand, glaspärlor, aktivt kolfilter, membranfilter mm. Om membranfilter används så kan vattenflödet minskas till hälften. Det är mycket viktigt att god hygien upprätthålls i filtren. För sand och glaspärlefilter sker detta genom backspolning av filtren och detta måste ske så att filtterna blir helt fluidiserade. Backspolningsvattnet ingår i blödningsvattnet och går ut med avloppet. Blödningsvattnet bör uppgå till cirka 30 liter per badande om normen följs. Om detta inte uppnås med backspolning får extra blödning anordnas. Kol- och membranfilter måste drifas på ett speciellt sätt, annars finns det risk för att bakterieväxt i filtren och då speciellt i kolfiltren. Tyskland har en speciell DIN-norm för drift av kolfilter, där det ingår redoxmätningar (Eriksson 2019).

Som ett komplement till filtersystemet används ofta UV-belysning där hela vattenflödet som går genom reningsverket belyses. Detta görs för att hålla nivåer av mikroorganismer så låga som möjligt. Ozon har använts i samma syfte, men nuförtiden brukar inte ozonbehandling installeras på grund av att det är giftigt och svårt att hantera. Det finns även en risk för mikrobiell växt i utjämningsstankar, speciellt om de inte töms helt och hållet vid exempelvis rengöring. Kloreringsnivån i dessa tankar är också ofta låg.

När det gäller desinfektion, alltså avdödning av mikroorganismer, så är klorering den helt förhärskande metoden idag. Kloreringen slår ut de flesta mikroorganismer även om exempelvis *Cryptosporidium* inte dödas alls av kloreringen, utan i reningsverket, exempelvis av UV-ljus. Idag är det vanligaste att använda natriumhypoklorit, som kan tillföras som en fabriksjord produkt. Hypokloriten kan även tillverkas på plats från koksalt, dels genom en så kallad öppen cell, varvid det också slinker igenom natriumklorid, dels genom membranmetoden. Med membranmetoden minimeras tillfört natriumklorid och metoden är också säkrare ur ett arbetsmiljöperspektiv. (Udén Processing 2019).

Man kan också köpa färdigt natriumhypoklorit eller kalciumhypoklorit. Det senare kallas också torrklor då det dammar och lägger sig på ytor, vilket också blir en arbetsmiljörisk. Det finns dock slutna patroner med torrklor som går att använda. Den tredje metoden är att använda klorgas, som dock är mycket riskfyllt då gasen är mycket giftig.

Avdödning klorering

När det gäller klorering så hänvisar Folkhälsomyndigheten och svenska miljö och hälsokontor ofta till den tyska DIN-normen 19643. Den aktuella myndigheten i Tyskland, Umweltbundesamt, som hänvisar till DIN-normen har inte kunnat ange om normen baserar sig på vetenskapliga undersökningar eller på tradition. Umweltbundesamt hänvisar dock till OECD (OECD 2012), som anger att vattnet bör ha avdödningskapacitet för exempelvis *E. Coli* och *Pseudomonas* på log 4. Det vill säga att 9 999 bakterier dör av 10 000 inom 30 sekunder. Myndigheten hänvisar även till en australiensisk rapport. (Health Protection 2013), som grundar sig på en fekalie-situation där en liten bajs-klutt (stort som ett litet piller) finns i vattnet. En sådan klutt skulle kunna innehålla en miljon patogena bakterier och det anses i det fallet att det skulle vara bra att 99,99 % avdödades på en minut, alltså efter en minut så återstår 100 patogena bakterier och efter två minuter är alla döda, enligt detta resonemang.

Ett flertal av de vanligaste inälvsbakterierna får höga avdödningshastigheter med hjälp av klorering. Detta gäller dock inte för exempelvis *Cryptosporidium* som är en encellig mikroorganism med cellkärna. Den sprider sig med hjälp av oocyster, som är mycket resistenta mot klorering (Lu m.fl. 2014), liksom amöbor (Zeybek m. fl 2017). *Cryptosporidium* och amöbor kan avlägsnas med flockning och effektiv filtrering samt dödas genom UV-bestrålning av vattnet som går från reningsverket (Eriksson 2019).

Hypokloriten är i sig själv inte speciellt avdödande mot mikroorganismer, men om badvattnet surgörs så

övergår den till underklorosyrighet som har en större avdödande effekt. Badvattnet behöver alltså pH-justeras och detta görs nuförtiden med kolsyra toppad med annan syra, som saltsyra eller svavelsyra. Svavelsyra kan vara lömsk då den dunstar ner till ett mycket reaktivt pulver även om den syran är bra för vattnet. Saltsyra är mer riskfri att hantera, men det är en nackdel att den innehåller klorider, se nedan avsnittet om klorider. Det är också viktigt med ett inte alltför lågt värde på alkaniteten som har inverkan på pH, en svag alkanitet ger pH med för stora variationer.

Folkhälsomyndigheten anser också att kloreringen är viktig för vattnets desinfektion och anger att halten aktiv fri klor för vattentemperatur under 35° C, vid pH 7,2 inte ska understiga motsvarande 0,4 mg Cl₂/l (Folkhälsomyndigheten a 2006).

COD Turbiditet

När det gäller vattnets kvalitet bör även COD och Turbiditet beaktas. COD Kemisk syreförbrukning är ett värde för mängden organiska ämnen i badvattnet som ofta ökar med badbelastningen. Det är de organiska ämnena i vattnet som tillsammans med det fria klorret bildar bundet klor i form av ohälsosamma kloraminer (Engström 2016). Hög halt COD hämmar desinfektion med klor (Lindemark-Jansson m. fl 2011). Turbiditet finns med som riktvärden av Folkhälsomyndigheten och är ett mått på hur pass grumligt badvattnet är (Engström 2016). Ett grumligt badvatten indikerar att filtreringen inte fungerar som den ska. Hög turbiditet ger försämrade effekt på desinfektion, även när det gäller UV-ljus (Lindemark-Jansson m. fl 2011)..

Redoxpotential

Redoxpotentialen mäts som spänningsskillnaden mellan två standardiserade elektroder. I en ren sjö ligger värdet för redoxpotentialen ofta på cirka 300-400 mV. I bottenvattnet i en sjö under språngskiktet kan redoxpotentialen närma sig noll, eller bli negativ då vattnet blir syrefritt på sensommaren. Om redoxpotentialen blir starkt negativ i sjövattnet så kan resultatet i extrema fall bli att diverse giftiga substanser, exempelvis sulfider frigörs i vattnet.

Redoxpotentialen anges av Folkhälsomyndigheten, som ett bra mått på vattnets oxiderande förmåga och om man har tillräckligt mycket aktivt klor i vattnet (Folkhälsomyndigheten b 2006). Ju högre redoxpotential desto större förmåga har vattnet att bryta ner patogener som t.ex. bakterier, samt övrigt organiskt material som kan finnas i bassängvattnet. Den hypoklorit som tillsätts höjer redoxpotentialen till cirka det dubbla mot ett friskt sjövattnet. Erfarna simhallstekniker vill inte tillåta att redoxpotentialen sjunker under 750 mV, vilket anges som ett riktvärde för simbassängsvatten. Hypokloriten har också en buffrande förmåga, vilket betyder att värdena på redoxpotentialen varierar mindre vid högre hypokloritvärden än vid lägre.

Hypokloriten som tillsätts ställer in sig i en jämvikt mot underklorosyrighet och jämvikten beror på pH-värdet. Underklorosyrighet dissocierar till hypokloritjoner vid pH högre än ca 7,5. Redoxpotentialen är inte direkt proportionell mot summan av underklorosyrighet och hypoklorit, eftersom underklorosyrighet är en bra mycket starkare oxidant, dvs redoxpotentialen beror mer av den. Det är därför det krävs mindre tillsats av klor om pH är lågt i bassängvattnet och vid högre pH måste man tillsätta mer för att få samma redoxpotential.

Hydrauliken mellan simbassäng och reningsverk

Utifrån ett desinfekterande perspektiv är det viktigt med den övergripande hydrauliken i simbassäng-reningsverkssystemet. Det vill säga att badvattnet förs genom hela systemet tämligen homogent och att vattenutbyte sker i alla delar av simbassängen. Det får inte finnas några zoner av stillastående vatten. Om vatten blir stående länge i en viss del av simbassängen så kommer vattnet inte filtreras eller UV-belysas och det medför det risk att det aktiva klorret i det vattenpartiet förbrukas av smuts mm och att smittorisken då höjs.

Det går att visa med infärgningsprov hur vattnet sprids i bassängerna. Ett jämnt flöde åstadkoms genom att ha ett fördelningssystem med jämnt tryck på varje dysa. När ett jämnt flöde uppnåtts kan man sedan testa att dra ner flödena så mycket som möjligt, vilket spar energi. Det ska ta högst 15 minuter innan det färgade

vattnet har spridit sig i hela bassängen, men med ett bra hydrauliskt system går det att få ner omloppstiden till under 10 minuter på en 25-metersbassäng (Udén Processing 2019).

Numera byggs simhallar med bommar som delar av bassängen för att få den mer flexibel. Bassängen har alltså stora diken i botten som också måste rengöras. Det blir alltså en vallgrav med risk för stillastående vatten och där det är svårt för vattendammsugare att komma åt. Det finns då en risk för tillväxt av mikroorganismer i dessa vallgravar. Varma pooler utgör också en risk. I dessa är temperaturen optimal för bakterietillväxt och det finns risk för att biofilmer utvecklas inom det kanal och pumpsystem som ligger utanför själva poolen (Eriksson 2019). Dessutom är den totala vattenvolymen liten och bubblorna driver ut kolsyran ur vattnet varpå pH höjs, med sämre desinfektionsverkan från kloreringen (SKL 2006).

Simbassängen och reningsverket förbinds med varandra med ett omfattande rörsystem. Här har både rostfria rör och PVC-rör förekommit, men i dagsläget används mest polyetenrör, vilket anses vara bäst bland annat ur arbetsmiljösynpunkt (Udén Processing 2019).

Kloreringens nackdelar

Kloreringen innebär nackdelar både ur ett hälsoperspektiv och ur ett byggnadstekniskt perspektiv.

Hälsoperspektiv

Kloreringen är alltså en komponent för att bekämpa mikroorganismerna, men den innebär också nackdelar. Kloroform och kloraminer uppkommer genom att en del av natriumhypokloriten reagerar till halometaner (exempelvis kloroform) eller kloraminer.

Halometaner bildas genom att kolföreningar (från hudflagor mm) reagerar med hypoklorit, Kloraminer (exempelvis trikloramin, som utgör den typiska simhallslukten) bildas av att hypoklorit reagerar med kvävehaltiga ämnen exempelvis urinämne. Varken kloroform och trikloramin är speciellt vattenlösliga och avgår till luften ovanför vattenytan. De är tunga gaser vilket gör att de ligger kvar ovanför vattenytan i simmarens inandningsskikt. Halometanerna och kloraminerna kan ge upphov till andningsbesvär (Stottmeister 2008), som både kan drabba simmare och anställda (Skellefteå 2017). I sammanhanget kan det sägas att Tyskland har lägre riktvärden för Halometaner och kloraminer, jämfört med Sverige, se Tabell 1 nedan.

Tabell 1: Skillnader avseende riktvärden för kloraminer och trihalometaner i Sverige och Tyskland

<i>Parameter</i>	<i>Sverige Folkhälsomyndigheten FS 2014:12</i>	<i>Tyskland DIN 19643</i>	<i>Motiv till DIN-krav</i>
<i>Kloramin=Bundet klor</i>	<i>< 0,4 mg/liter</i>	<i><0,2 mg/liter</i>	<i>Undviker avgång till luften (simhallslukt)</i>
<i>Trihalometaner</i>	<i><0,1 mg/liter</i>	<i><0,02 mg/liter</i>	<i>Indikator för anrikning för organiska halogener</i>

(Hummel 2015) & (Folkhälsomyndigheten c 2006)

För att hantera de tunga ohälsosamma gaser som kloreringen ger upphov, så finns ofta ett lågt liggande ventilationssystem som är tänkt att föra bort gaserna över vattenytan.

Ventilation

Det finns i allmänhet ett antal uppgifter för ventilationssystemet. Ventilationen ska förse oss med frisk luft, det vill säga få in syresatt luft, hantera ett fuktöverskott samt få ut koldioxid och emissioner. När det gäller simhallar så handlar det dessutom om att få bort tunga ohälsosamma gaser som kloraminer och kloroform som avgår från vattnet och stannar ovanför vattenytan på grund av sin tyngd. I sammanhanget är det bra med en överliggande skvalpränna, vilket medför en högt liggande vattennivå och att vattenytan inte ligger nere i en skål, som skulle vara mer svårventilerad. En högre vattenyta gör att de tunga ohälsosamma gaserna som bildas som kloreringens restprodukter lättare kan ventileras bort.

Det är också mycket viktigt att hantera ventilationen för de anställda exempelvis i reningsverket. När vattnet behandlas exempelvis i filter så frisätts många av gaserna och det förekommer att anställda på simhallar har hög sjukfrånvaro (Skellefteå 2017). Trikloraminn avgår från badvattnet och kan orsaka andningsbesvär, halterna i simhallsluften kan variera mellan 0,03 och 1 mg trikloraminn per kubikmeter luft. WHO har ett riktvärde på 0,5 mg, men detta värde ifrågasätts då det kan vara satt för högt (Eriksson m. fl 2016).

Den korrosiva miljön angriper även ventilationssystemet om det är byggt av stål. Simhallsluft har generellt sett hög vattenhalt och höga RF-nivåer. Det gäller då att ventilationssystemen är typgodkända för miljön, att de går att rengöra och att det inte finns några fickor där vatten kan samlas (Eriksson 2019).

Korrosion

I simhallar uppträder ett flertal olika omständigheter och ämnen som alla är korrosiva, värme, högt fuktinnehåll och RF, karbonater, klorider och även ämnen avseende kloreringen. Natriumhypoklorit uppträder som underklorosyrighet vid badvattnets pH på ca 7,2 och underklorosyrighet är korrosiv mot austenitiskt rostfritt stål (ACO Stainless 2006), vilket är en vanlig stålsort i simhallar.

Natriumhypoklorit som köps innehåller även en hög halt natriumklorid (Sederholm 2019) och natriumklorid frisätts också om hypoklorit framställs i simhallens reningsverk, Dock är det så att mängden frisatt natriumklorid är lägre om membranmetoden tillämpas, jämfört med öppen-cell-metoden. Frånsett att natriumhypoklorit bildar kloroform och kloraminer så återbildas en stor del av hypokloriten till natriumklorid

Natriumklorid tillförs också genom svettning och vid ett normalt bad skulle tillförseln kunna vara ca två gram NaCl per badare och dag. En dag med 3000 badare på Eriksdalsbadet skulle då kunna ge sex kg NaCl/dag från svettning, medan kloreringen i badet framställs från 66 kg koksalt dagligen. Kloridjonen är harmlös ur hälsosynpunkt, men alltså korrosiv.

Kloriderna orsakar korrosionsskador på stål i beslag, armaturer, ventilationssystem och armeringsjärn i betong. Kloridens korroderande egenskaper ökar vid ökande koncentrationer. Om vattendroppar sprids i lokalen kan de ju hamna överallt, även högt uppe på armaturer mm. När sedan vattnet dunstar från droppen så ökar kloridkoncentrationen och då också den korroderande förmågan. Badvattnets kloridjoner kan endast föras bort från badvattnet med avblödningsvattnet eller med avgång till luften via stänk. Det finns inga rutiner och det är dessutom tekniskt svårt att föra bort kloridjonerna när de har hamnat på simhallens innerväggar och tak, upphängningssystem för innertak och ventilation, inne i ventilationssystem eller på armaturer.

Uppmätta kloridhalter i bassängvatten varierar mellan 44 och 1 000 mg/liter (Sederholm 2019). Det har vid studier också uppmätts höga kloridhalter, mellan 60 och 2 200 µg/cm² på olika vitala delar i simhallssrummet, exempelvis bultar, fästelement och ställinor (Sender 1998). Som en jämförelse kan sägas att om kloridhalten överstiger 10-20 µg/cm² efter en brand så brukar det göras en kloridsanering. Saneringen motiveras med att kostsamma korrosionsskador undviks med saneringen (Sederholm 2019).

Mängden klorid som anrikas i simhallen är direkt proportionell mot kloridhalten i bassängens vatten. Armeringskorrosionen på järndetaljer börjar ske när man överskrider en kritisk nivå av kloridjoner. En dubbling av kloridkoncentrationen i badvattnet gör därför att kloridkoncentrationen på järndetaljerna når den kritiska nivån efter halva tiden, allt annat lika.

Det är nog alla samverkande omständigheter och ämnen som ger synergieffekter till korrosionen och detta förefaller vara ofullständigt utrett om man läser Boverkets Byggregler och Eurocode.

Simhallens fasta delar

Simhallen har en miljö där hög temperatur, högt fuktinnehåll i luften, aggressiva gaser och klorider kan påverka hallens olika fasta delar, såsom klimatskalet, simbassäng och dess inredning, reningsverk och olika typer av installationer.

Klimatskal

Klimatskalets funktion är att uppnå en god energihushållning och termisk komfort. Det som medverkar till detta är klimatskalets lufttäthet och värmeisolering. Beroende på klimatskalets egenskaper kan ett önskat inomhusklimat upprätthållas med minimal energiåtgång utan risk för fuktskador. En simhalls klimatskal utsätts för dock extra stora påfrestningar, jämfört med ett reguljärt klimatskal. Detta har Boverket insett och skriver då i BBR, avsnitt 9:952: ”En byggnads lufttäthet ska vara sådan att konvektion av fuktig luft inte medför att de högsta tillåtna fuktillstånden överskrids. (BFS 2014:3), Lufttätheten är alltså direkt kopplad till byggnadens fukttekniska status. Det finns inga krav på hur god lufttätheten ska vara utan bara allmänna råd enligt avsnitt 6:531 att byggnadens klimatskiljande delar ska ha så god lufttäthet som möjligt. Vidare ska det i byggnader med höga fuktbelastningar, som ett badhus, iakttagas ”särskild omsorg att åstadkomma lufttäthet”.

Klimatskal kondensrisk

Simhallsluften är nuförtiden varm med samtidigt ett tämligen högt fuktinnehåll, lufttemperaturen ligger ofta över 30 grader Celsius och en sådan varm luft kan bära drygt 30 gram vatten per kubikmeter. Om luften i simhallen har 50 % relativ fuktighet så innehåller luften alltså cirka 15 gram per kubikmeter luft och vattnet i den luften börjar kondensera vid cirka 18 grader Celsius.

Kondensation kan ske om den varma fuktiga luften läcker in i ett förhållandevis kallare klimatskal och denna kondensation kan ge upphov till mögel och röta. Risken blir extra stor om simhallen är byggd med regelstomme och med en ångspärr på insidan. En simhall som är 70 meter lång och 40 meter bred samt har en medelhöjd på fem meter har en omgivande yta 14 000 kvadratmeter, Om läckaget genom skalet per kvadratmeter ligger på sex dl per sekund och kvadratmeter så är det frågan om att luftläckaget sammanlagt skulle kunna ligga på drygt 8 kubikmeter per sekund för hela byggnaden. Det bör påpekas att läckaget inträffar i huvudsak kring genomföringar i tak och väggar, som vid fönster, ventilationsöppningar, hörn där väggar och tak möts mm.

Om temperaturen i den läckande luften sjunker 20 grader (från 30 grader till 10 grader, med mätnadsgrad på ca 7 gram) på sin väg genom klimatskalet så frisätts i exemplet ovan, cirka 8 gram vatten/sekund och m³ i klimatskalet, vilket gör cirka 240 liter per timme för hela byggnaden. En simhall uppbyggt på regelstomme blir då uppenbarligen en riskkonstruktion med avseende på mögel och ett antal sådana hallar har byggts under 1900-talet. Mögelrisken ökar framför allt i södra delen av Sverige jämfört med den norra delen. Orsaken är att mögel behöver tid i fuktigt och varmt klimat för att växa till och att möglets tillväxtsäsong alltså är längre i varmare klimat (Sedelbauer 2001)

Solida klimatskal

När det gäller simhallskonstruktioner är det vanligare att väggar har varit solida och att endast taket har byggts med bjälkar och reglar med fuktspärr. Kondensrisken blir här större med högre byggnader med högre lufttryck högt uppe i byggnaden och Eriksdalsbadets höga simhoppbyggnad har fått byta tak på grund av detta. Denna typ av konstruktion har kunnat räddas genom att takkonstruktionen har blivit trycksatt med torr uppvärmd luft som har hållit den fuktigare luften ute. Denna typ av konstruktion måste dock vara så tät som möjligt, och ha ett kontinuerligt övertryck för att fungera, vilket drar elektricitet till fläktar.

Flertalet simhallar byggs nu med solida konstruktioner både i väggar och i tak. Därvid kan exempelvis betongelement och skummat glas användas för konstruktion och isolering. Det bör då beaktas att betongelementen måste ha god motståndskraft mot den korrosiva inomhusmiljön för att elementen inte ska drabbas av skador som exempelvis sprickbildning.

Fönster

Badhusens varma fuktiga luft kan orsaka kondensation vid fönster, som kan ha en förhållandevis kall yta. Det bildas då imma/vatten på fönster och det vattnet kan rinna ner och fukta upp fönsterbågen. Är

fönsterbågen av trä kan träet svälla och missformas, på sikt kan även röta orsakas. Kondensation vid fönster är ett vanligt fenomen även i vanliga byggnader och brukar åtgärdas med att radiatorer placeras under fönsterytor.

Nuförtiden har ofta fönster goda isoleringsegenskaper, vilken minskar risken för kondens. Risken med imma/vatten som påverkar fönsterbågen kan även undvikas genom att ha exempelvis plast i karm och båge, som inte rötar eller korroderar. Att släppa ut ventilationsluft under fönster kan också minska kondensationen.

Bassängkonstruktionen

Den vanligaste bassängkonstruktionen utgörs av en armerad betongkonstruktion som på insidan är täckt med fuktspärr och kakel/klinker. Arten av fuktspärr har varierat med standarden för byggnadsåren för bassängen och kan då bestå av asfalt, rollad fuktspärr och på senare tid folie. Forskning på fuktspärr har visat att exempelvis den rollade fuktspärren släpper igenom vatten och att folien som i och för sig är tät har problem vid foliens skarvar (Antonsson & Samuelsson 2014).

Fuktspärren åldras också och förlorar sin elasticitet över tid, det gäller asfalt såväl som det rollade tätskiktet och problemet accelererar om badvattnet är varmare. I ett gängse badrum så är tumregeln att fuktspärren bör bytas efter 25-30 år (Hourston 2016). Konstruktionen släpper efter hand igenom mer vatten, vilket i sin tur påskyndar åldrandet. Många simhallar har också byggts utan fuktspärr, exempelvis byggdes Eriksdalsbadet utan denna spärr, vilket senare har visat ge läckage och bristande beständighet över tid, (Fastighetskontoret 2017).

Det finns även risk för vattengenomträngning vid genomföringar för lampor och fönster till bassängen, vid fastsatta stegar och annan utrustning där fastsättningen kan penetrera fuktspärren. Om, eller när fuktspärren penetreras så vandrar vatten och kloridjoner in i betongen och når där armeringsjärnet. Betongen är starkt basisk, vilket hindrar korrosion från att uppstå, men med en tillräcklig hög halt av karbonat- och kloridjoner så startar korrosionen till slut ändå.

Avseende karbonat och kloridjonerna är mekanismen att jonhaltigt vatten sugts kapillärt in i betongen, vid bassängväggens våta sida. Vattnet dunstar bort vid den torra utsidan av bassängväggarna, men jonerna stannar i själva betongen och når efter hand allt högre halter. Hastigheten hos denna process beror till stor del av betongens täthet, som kan variera mycket från fall till fall. Det finns inte heller något naturligt förlopp, som gör att jonhalten i betongen minskar.

Mängden joner som anrikas i betongen är direkt proportionell mot karbonat och kloridhalten i bassängens vatten. Armeringskorrosionen börjar ske när man överskrider en kritisk nivå av dessa joner. En dubbling av karbonat och kloridkoncentrationen i badvattnet gör därför att karbonat och kloridkoncentrationen i betongkonstruktionen når den kritiska nivån efter halva tiden, allt annat lika.

Vid tillräckligt höga kloridkoncentrationer i betongen börjar armeringsjärnen att rosta. När armeringsjärnen rostar så expanderar de eftersom korrosionsprodukterna har en större volym än stålet. Volymökningen leder till att betongen spricker och uppkomsten av sprickor gör att kloridinträngningen går snabbare, liksom bassängnedbrytningen se Bilaga 4; Beständiga Badhus Korrosion.

Sprickbildningen har analyserats i ett separat examensarbete, se Bilaga 5 baserat på sprickor i två olika offentliga badanläggningar, Eriksdalsbadet och Enskedehallens bad. Texten diskuterar också olika lösningsstrategier för sprickor i betong. Syftet med arbetet är att diskutera hur det skulle kunna gå att förlänga livslängden för dessa anläggningar genom att vidta åtgärder mot sprickskador.

Eftersom renovering kan vara dyrt är det viktigt att studera och åtgärda sprickor tidigt när de dyker upp framför allt med fokus på strukturella skador. Det handlar alltså om att inventera olika sprickor i betongen och då avgöra om en spricka kommer bli farlig eller ej. I Eriksdalsbadet har det också visats att det går att laga sprickor genom injektering. I arbetet framhävs också hur viktigt det är att lägga till resurser för att förebygga sprickor, redan under gjutning. Resurser bör också läggas på att utveckla reparationsmetoder för alla typer av sprickproblem, se vidare Bilaga 5 Betongsprickor.

Betongkvaliteter

Det går att välja tätare betongkvaliteter med inblandning av flygaska och/eller stålverksslagg som blir mindre påverkade av karbonat och kloridinträngning, vilket i sin tur förlänger en simhalls beständighet och livslängd. Denna typ av gjutning kräver högre kompetens och blir då dyrare att utföra.

Alternativ/komplement till klorering

En alternativ kompletterande reningsteknik har under sex år tillämpats på Stockholms Stads babysimbad i Enskedehallen där installationen har utformats av Teknikmarknad AB. Badet är en liten grund (ca 80 centimeter) bassäng med måtten 12 x 6 meter och luft samt vattentemperaturerna ligger nära 34 grader. Verksamheten har grupper med 9 – 10 timmars schemalagd babysim på vardagar och 7 timmar av aktivitet på helgerna. Under en dag kan det komma ca 130 besökare, (Simonsson 2019). Reningsverket har gängse sandfilter och klorering, men reningen har kompletterats med att bassängen har exponerats för ett blått ljus i simhallen och försetts med en AOT-apparatur i reningsverket.

Blå-violett ljus

Det finns en våglängd i det synliga ljuset, som är aktiv när det gäller mikrobiell bekämpning. Det är blå-violett ljus med en våglängd på 405 nanometer. Denna våglängd ingår alltså i det synliga solljuset och det ska inte förväxlas med UV-ljus. När ljuset av dessa våglängder träffar porfyrinmolekyler i en bakterie frisätts hydroxylradikaler OH, som är mycket reaktiva. Dessa radikaler river sedan proteiner, membran mm i bakterien från insidan och dödar bakterien. Tekniken tillämpas exempelvis på aknebehandling och ljusslussar där kirurger går in till operation (Simonsson 2019).

Innan tekniken började tillämpas i Enskedehallen gjorde Teknikmarknad metodstudier med dessa ljus på bakterielösningar av E. Coli och fann att det har en avdödningshastighet av 75 % på två timmar (Simonsson 2019), vilket innebär en avdödning på knappt log 1 på tre timmar.



Figur 1 Enskedehallens bad i Stockholm. Över bassängen hänger armaturerna med blått LED-ljus.

Det blå ljuset avges från LED-lampor (à 32 Watt), (Simonsson 2019) vilka monterades i specialbyggda armaturer som hängdes upp på tre meters höjd direkt ovanför vattenytan, se Figur 1. Teknikmarknad valde att bara ha på det blå ljuset på nätterna och detta av komfortskäl, upplevelsen skulle bli mindre behaglig om det blå ljuset skulle vara på under publik tid. Det finns dock inget hinder att låta det blå ljuset vara på hela tiden även om rummet skulle kunna upplevas som kyligare på grund av ljusets färg. Om så önskas så kan kylan kompenseras med orange ljus (Blomkvist 2019). Det finns också möjlighet att montera armaturerna ovanför plägerna där det är enklare att byta trasiga lampor. Inom teatern så tillhandahålls LED-armaturer med olika typer av reflektorer och rätt ljusstyrka skulle kunna erhållas på hela vattenytan (Blomkvist 2019).

Fotokatalys AOT

AOT (Advanced Oxidation Technology) innebär att bassängvattnet blir belyst av en kraftig UV-lampa när det leds igenom ett rör, på vars väggar finns Titanoxid, som i sammanhanget fungerar som katalysator för bildandet av hydroxylradikaler. Dessa radikaler oxiderar bakterier och annat organiskt material. Alla typer av mikroorganismer dödas och sönderdelas, dessutom sönderdelas kolväten ner till koldioxid och vatten. Bundet klor sönderdelas så att kloreter återgår till sin aktiva fas. Genom denna nedbrytning så ökar genomsläppligheten på badvattnet.

AOT-tekniken undersöks nu av EUs kemikalieinspektion ECHA. De fria radikalerna dödar alltså alla typer av liv effektivt och därför har tekniken kommit att behandlas under Biociddirektivet. Det finns ett nederländskt företag som säljer AOT-apparatur och företaget ska presentera dokument och argument för att AOT ska få vara kvar på marknaden. Företaget hävdar att AOT har fungerat bra i samband med Legionellarening av dricksvattnet i Nederländerna sedan 2006 och Nederländerna har godkänt metoden sedan 2010 (CTGB 2010). Företaget hyser gott hopp om att ECHA kommer att acceptera argumenten i det Nederländska godkännandet och att detta ska vara klart 2020.

I Enskedehallens bad går 50 % av flödet från reningsverk till simbassängen genom AOT-utrustningen (Simonsson 2019). Ur ett tekniskt perspektiv så är det naturligtvis möjligt att låta allt vatten gå genom AOT-apparaturen, men det är en ekonomisk fråga.

Reducerad klortillsats i Enskedehallens bad

I kombination med AOT-apparaturen och det blå ljuset sänktes klorhalten i olika steg, från 0,9 mg/l, till som lägst ner till 0,2-0,3 mg Cl/liter vatten, knappt en tredjedel, se Bilaga 9 Badmästaren. Trots att klorhalten sänktes så hölls sig bakteriehalten på låga nivåer, se Tabell 2 nedan. Orsaken till att de olika cfu/ml värdena ligger över noll beror på att enstaka mätillfällen uppvisar mycket höga värden (7 maj 2012, innan klorreduceringen hade exempelvis ett värde på >100 cfu Pseudomonas/ml).

Tabell 2: Klorhalter, halometander, COD, turbiditet och bakteriehalter i Enskedehallen före och efter klorreducering (Bilaga 9 Badmästaren).

	Före klorreduceringen		Efter klorreduceringen	
	Medelvärde	Antal värden	Medelvärde	Antal värden
Total klor	0.98 mg/l	9	0.57 mg/l	50
Fritt klor	0.90 mg/l	24	0.49 mg/l	51
Bundet klor	0.13 mg/l	20	0.14 mg/l	52
Trihalometaner (THM)	79 µg/l	6	60 µg/l	5
Triklormetan	73 µg/l	6	54 µg/l	5
Bromdiklormetan	7 µg/l	6	5 µg/l	5
COD-Mn	1.4 mg O ₂ /l	20	1.5 mg O ₂ /l	55
Turbiditet	0.14 FNU	23	0.18 FNU	55
Heterotrofa bakterier	3 cfu/ml	25	8.2 cfu/ml	55
Pseudomonas Aeruginosa	7.6 cfu/ml	25	0.3 cfu/ml	54

Under perioden 25/2 – 12/4 2013 styrdes klorhalten till 0,2-0,3 mg/l. Under denna tidsperiod genomförde kommunen två mätningar (11/3 och 8/4).

- Halten bundet klor låg på 0.20 mg/l vid bägge tillfällena.
- Halten fritt klor låg på 0.27 mg/l respektive på 0.13 mg/l.
- Total klormängd låg på 0.47 mg/l respektive på 0.33 mg/l.
- Halten COD-Mn låg på 3,6 mg/l respektive på 1,4 mg/l.

- Halten heterotrofa bakterier var i princip så låg som den kunde vara nämligen < 1cfu/100 ml.
- Halten Pseudomonas Aeruginosa var så låg som den kunde vara nämligen 0 cfu/100 ml.

Redoxmätningar i Enskedehallens bad

Det gjordes redoxmätningar i Enskedehallen under perioden 22 augusti 2011-25 februari 2017. I stort sett görs sådana mätningar varje dag, utom under semestertid och en sammanställning av dessa data har gjorts enligt: Under varje vecka har det tagits ut ett medianvärde, sedan har medelvärden och standardavvikelse räknats ut från dessa medianvärden, se Tabell 3 nedan.

I Enskedehallens bad låg pH på i medeltal 7,36 innan klorreduceringen och på 7,27 i medeltal efter klorreduceringen. I bägge fallen torde klorret föreligga som underklorosylighet som alltså är den starkare oxidanten, se Bilaga 6 PM Redox

I kombination med bakteriedödande åtgärder, som är nämnda ovan, sänktes hypoklorithalten, vilket gav sänkt redoxpotential som en direkt följd av sänkningen. Redoxpotentialen vid den lägsta klortillsatsen ligger väl under gränsen på 750 mV. Redoxpotentialen fick också en högre variation vid klorsänkningarna. Detta berodde, dels på minskad buffertkapacitet genom lägre hypoklorithalt, dels så kan själva redoxmätningen fungera sämre på grund av låga halter av redoxbuffrande ämnen, t.ex. hypoklorit, vilket leder till osäkrare resultat.

Tabell 3: Redoxpotentialer från Enskedehallens bad under olika perioder med olika klortillsatser

Mängd Cl/l	medelvärde	Standardavvikelse	Antal värden
0,9 mg Cl/l Före klorreducering	788	7,4	58
0,5 mg Cl/l Efter klorreducering	755	19,2	213
0,2-0,3 mg Cl/l Efter klorreducering	731	19,0	6

Redoxpotentialen gick alltså under 750 mV när klornivån gick ner under 0,3 mg/liter, vilket var en orsak till att klornivån senare höjdes till cirka 0,5 Cl/liter.

Partikelräkning

Enskedebadet har under försökets gång försetts med partikelmätning med en Aquatrack-utrustning. Partikelmätaren var inställd på partiklar av bakteriestorlek och tog kontinuerligt prov från det avgående simbassängsvattnet. Det gick då att följa hur bakteriebelastningen ändras i takt med att fler badande klev in i bassängen. Om det blir en plötslig partikeltopp så går det också att tappa av det vattnet för att göra en snabbanalys på bakteriesort och koncentration. Aquatrack-utrustningen har tidigare visat korrelation mellan partiklar och antalet mikroorganismer (ETV 2016).

Enskedehallens personal

Personalen på Enskedehallens bad, som leder babysimsaktiviteten har upplevt en stor förbättring av sin arbetsmiljö, tack vare den nya reningsmetoden. Den typiska klorlukten har försvunnit och huden och håret luktar inte klor efter arbetsdagen. Det finns också badgäster som har noterat att det inte är någon klorlukt i hallen.

Myndigheternas hållning avseende desinfektion

Folkhälsomyndigheten är den svenska myndigheten som ytterst ansvarar för bassängbad, myndigheten övertog ansvaret från Socialstyrelsen 2014. Folkhälsomyndigheten har också övertagit Socialstyrelsens allmänna råd från 2004 (SOSFS 2004:7) om bassängbad. Dessa allmänna råd är lite dubbeltydiga avseende klorering. Det finns då bestämmelser om klorfrihet, som gäller exempelvis småbad och span, men även strikta bestämmelser avseende stora simbassänger.

Av dessa råd framgår att klorret är den substans som håller mikroorganismer nere och samtidigt är det klorret som mäts för att veta att vattnet är säkert. Som ett exempel anges att mängden ”Aktiv fri klor” för vattentemperatur under 35° C vid pH 7,2 inte får understiga 0,4 mg/liter (Folkhälsomyndigheten d 2006).

Folkhälsomyndigheten anger även att redoxpotential, som beror på klormängden kan vara användbart i sammanhanget: ”Redoxpotentialen är ett bra mått på om man har tillräckligt mycket aktiv klor i vattnet. Den mäts som spänningsskillnaden mellan två standardiserade elektroder. Högre redoxpotential anger högre oxidationsförmåga, dvs. högre effektivitet hos desinfektionsmedlet.” Det som Folkhälsomyndigheten skriver måste naturligtvis kommunernas alla miljö och hälsokontor hålla sig till och därmed alla som driver simhallar. Det skulle vara intressant med en öppning mot alternativa desinfektionsmetoder, men en sådan öppning saknas i Folkhälsomyndighetens skrivningar.

Livsmedelsverket som ansvarar för vårt dricksvatten har en annan hållning till nya metoder. I deras instruktioner står: ”Det är den som önskar få en alternativ metod bedömd som ansvarar för att ta fram underlag till bedömningen. Underlaget kan bestå av resultat hämtat från den vetenskapliga litteraturen, från tillverkare av substrat, från oberoende testinstitut eller från egna undersökningar. Normalt behövs undersökningar av vetenskaplig kvalitet som helst har publicerats eller accepterats för publicering i vetenskapliga tidskrifter” (Livsmedelsverket 2019).

Energibesparing

De flesta simhallarna är byggda under 1960- och 1970-talet. Enligt den energistatistik som finns tillgänglig för badhus använder simhallarna i genomsnitt ca 400 kWh/m² och år. I siffran ingår alla verksamheter i de specifika anläggningarna, vilket innebär att energianvändningen i badhusdelen kan vara högre, med en energianvändning ofta över 500 kWh/m², år. Totalt uppskattas offentliga badhus i Sverige använda ca 0,8 TWh årligen. Nyare badhus kan komma ner mot totalt ca 365 kWh/m². Variationen är dock tämligen stor vilket visas i nedanstående tabeller (Belok 2016).

Tabell 4: Nyckeltal 2 badhus (Belok 2016)

Tabell 4 Nyckeltal från IVLs rapport Aktiva bad C (Belok 2016).	Total energi	Area badhus	Energiprestanda (kWh/m ² , år)			Area Bassäng	Energi/ bassäng	Antal besökare **	Energi/ pers
	MWh/år	(m ²)	Total	FV	EI	(m ²)	kWh/m ² bassäng, år	(pers/år)	kWh/ pers, år
Nacka	1 016	1 500	677	441	236	370	2 745	130 000	7,8
Tibblebadet *	2 793	-	-	-	-	1 330	2 098	180 000	15,5
Sundbyberg	1 450	-	-	-	-	540	2 691	150 000	9,7

*ingen frånluftsvärmeåtervinning ** Uppgifter om antal besökare är uppskattade

Tabell 5: Nyckeltal för ett ytterligare antal badhus i denna studie (Belok 2016)

(år)	Total energi	Area (A _{temp})	Energiprestanda (kWh/m ² , år)			Area Bassäng	Energi/bassäng	Antal besökare ³	Energi/pers
	MWh/år	(m ²)	Total	FV	El	(m ²)	kWh/m ² bassäng, år	(pers/år)	kWh/pers, år
Filborna arena Helsingborg	4 107	9 000	456	283	173	1 246	3 296	325 000	12,6
Munktellbadet Eskilstuna ¹	4 500	10 800	417	222	194	1 800	2 500	250 000	18
Hyllie bad Malmö (2015)	3 975	10 900	365	106	259	1 590	2 500	350 000	11,4
Stockholmstad (genomsnitt alla simhallar 2015)	22 018	35 000	634²	429	182	-	-	-	-
Kalmar Familjebad (2013)	5 483	8 000	685	461	224	-	-	230 000	23,8

Den köpta energin i badhus (fjärrvärme och el) uppgår till:

Fjärrvärme för uppvärmning (bassängvatten + tappvarmvatten)	ca 60 %
El till luftbehandling, inklusive fläktar, värmepumpar/kylmaskiner	ca 18 %
El till belysning	ca 8%
El till pumpar	ca 7 %
El till övriga tekniska system (exempelvis bastu)	ca 7%

Den tillförda energin (köpt energi + återvunnen energi) ska kompensera energiförlusterna som generellt sker genom:

- Värme som förloras genom anläggningens klimatskal och rutschkanor på utsidan: ca 20 %
- Avdunstning: latent värme förloras när bassängvatten dunstar ca 40 %
- Spillvatten: värme förloras via avblödning, backspolning av filter och gråvatten: ca 15 %
- Ventilation: värme som finns i den varma frånluften som inte utnyttjas. ca 25 %

(Belok 2016))

Värdena ovan visar att avdunstningen står för den enskilt största energiförlusten. Detta skulle kunna åtgärdas med en bassängtäckning, som kan vara i funktion vid besöksfria tider, (Simonsson 2019). Stockholms Idrottsförvaltningen och Fastighetskontor har i samarbete med Energicentrum utrett möjligheten att täcka äventyrsbadets utebad på Eriksdalsbadet. Utebassängen håller en konstant temperatur om ca 29 grader. Kvällstid och under årets kalla månader medför detta stora värmeförluster med relativt höga driftskostnader som följd. Eftersom liknande behov återfinns på ett flertal offentliga bad har det bedömts som värdefullt att utveckla en teknisk lösning som kan appliceras även på andra badanläggningar i staden (Energicentrum 2016).

Fallstudier

Neris-projektet har också, genom olika intervjuer, följt upp olika projekt avseende nybyggnad, renovering, underhåll och drift.

Nybyggnad

Projektet har insyn i två nybyggnationer, dels i stad X där KTH har fått följa projekteringsprocessen, dels genom intervjuer av personer som följt Stad Y i deras nybygge.

Stad X

Neris-projektet har fått tillfälle att under sekretess följa projekteringen av ett nytt badhus med bland annat äventyrsbad och relaxavdelning i en av Sveriges kommuner och där kommunen är byggherre. Projekteringen drivs av kompetenta aktörer, avseende bland annat projektledning, arkitektur, bygg, el, konstruktion, markarbeten, reningsverk, ventilation med flera. Kompetensen behövs då projektet är mycket komplext.

Byggherren är en svagare aktör ur ett tekniskt perspektiv, men har ambitioner i ett antal avseenden, som simhallens attraktivitet, simklubbar, tillgänglighet, energibesparing, städning och ekonomi. Grunden för kommunens beställning är en förstudie som behandlar marknadsaspekter för den tänkta simhallen och den övergripande ekonomin. Förstudiens förmedlar förhoppningen att simhallen ska sätta kommunen på kartan och locka till sig besökare från en ganska stor geografisk omkrets.

Detta gör att attraktiviteten är viktigt för kommunen och den har då exempelvis agerat för att rutschbanorna ska vara spännande och att äventyrsbadet ska ha ett så brett utbud som möjligt, samt att det ska kunna tillkomma nya attraktioner över tid.

Det tas också hänsyn till simklubbarna, som kommer att få egna faciliteter, som egna utrymmen, träningstider och publikläktare. Det ges också möjlighet för föräldrar att besöka simklubbens aktiviteter. Detta kan komma i konflikt med hygienregler då det egentligen är viktigt att alla duschar innan de beträder golven vid bassängerna.

Tillgängligheten är också viktig för kommunen och är lagstiftat enligt BBR. Det kommer då att finnas parkeringsplatser för funktionshindrade samt utrustning för att alla ska kunna åka de flesta attraktionerna, även om vissa avsteg kan göras. Detta innebär exempelvis att det projekteras hiss upp till rutschbanor, trots att det finns tekniska svårigheter att ha en hiss i denna fuktiga, varma och korrosiva miljö.

Staden är också intresserad av miljöfrågor, som energibesparing och ställer det i relation till framtida driftskostnader. Staden har dock inte tagit upp beständigheten som en särskild punkt, utan den förutsätts bli bevakad av den ingående ingenjörskompetensen hos de som ingår i projekteringen.

Ekonomi i Stad X projektet

En aspekt i detta projekt är att förstudien visade på väsentligt lägre kostnader än vad som hittills har kommit fram under själva projekteringen. Orsaken är att förstudien utgår från schablontal för nyckelkostnader som inte är helt uppdaterade och att kommunen kanske har en vision om badets attraktivitet som är högre än vad som tänktes i förstudien.

Fördyringen kan tänkas bli mellan 50 och 100 miljoner kronor och detta har skapat en stor press på politikerna som i sin tur pressar på projektet ur ett ekonomiskt perspektiv. Politikerna vill då att projekteringen ska utgå från den ekonomi som finns i förstudien och projektledningen har blivit uppmanad att ta fram en grundläggande lista på vad som måste vara med och en lista på saker som kan avvaras. Detta har i sin tur försenat projektet, vilket i sin tur också kan anses vara fördyrande. Vidare utgår förstudien från tämligen låga kostnader för fjärrvärme, el och vatten, vilket ytterligare kan fördyra den årliga kostnaden för kommunen.

Stad Y

År 1995 genomförde stad Y en badutredning som hade en vision om ett centrumbad där även det gamla badet ingick, men det lades i malpåse. Staden bad att få driftsanbud på de gamla badhusen, såväl som för det nya ej byggda badhuset. Ingen lämnade dock anbud på drift av det nya badhuset, bara på det gamla badet och utomhusbadet. Driften av de kommunala baden uppdrogs till en privat aktör, ett engelskt bolag. Driften gick senare över till ett finskt bolag, som i sin tur blev uppköpta av Medley AB, ett svenskt bolag, startat av kommunala badmästare. Medley AB har nu en stor del av den privata badmarknaden i Sverige. Driften lades över i privat regi från 1999.

I samband med de kommunala badens driftöverlåtelse, påbörjades en process att staden skulle få ett badhus med äventyrsbad och ett utvecklat tävlingsbad för simsport. Alternativet ett nytt bad ställdes mot påbyggnad på det äldre. År 2011 beslutades att bygga ett nytt bad pga att det ansågs ge en bättre driftsekonomi. Frågan var då framför allt placeringen av badet. Vissa röster i kommunen ville ha det nere centralt vid vattnet. A-skolan och B-tomten var också alternativ. B-tomten valdes, vilket beslutades politiskt och tomten som även innehöll en restaurang blev frigjord.

Tanken var att ett privat företag skulle bygga och drifva badet och som del av uppgörelsen, få tillgång till två kvarter som skulle kunna utvecklas. Staden skulle då hyra tillbaks en badtjänst (alltså badet) enligt en given beskrivning. Staden fick inte in så många anbud enligt detta upplägg. Det blev så att den andra tomten uppläts till hotell och att projektet togs tillbaks och staden beslutade att bygga i egen regi. Uppdraget att bygga badet lades ut på ett kommunalt anläggningsbolag, under ledning av sina bygglidare. Anläggningsbolaget gjorde i samarbete med staden en analys och tog fram indikationer på att badet skulle kosta cirka 400 miljoner.

Bygget som blev en totalentreprenad tog två år och anläggningsbolaget gjorde alla upphandlingar. Driftslösningen blev att kommunen tog över den i egen regi och det tidigare avtalet med Medley sades upp. Staden ville känna sig fri att utveckla verksamheten. Budgeten hölls i stora drag, drunkningslarmet, betalfunktionerna i entrén och en påkostad tävlingsbassäng blev fördyrande faktorer.

Det fanns olika parter/aspekter som behandlades i processen:

- Simklubbarna hade ett stort intresse och bygget förändrades en del enligt deras förslag. De fick tillgång till sekretariat och förråd. Vattenrugbyföreningen fick sin bassäng och det blev även bassäng för vattenpolo.
- Handikappsorganisationerna fick stort inflytande på projektet och fick igenom många av sina förslag. Det byggdes exempelvis omklädningsrum som fungerar om man är rörelsehindrad. Det byggdes också en rehabiliteringsbassäng.
- Energibesparing; det fanns det en ambition att badet ska bli så effektivt som möjligt, men det fanns ingen grupp som bevakade detta särskilt.
- Hälsofrågorna diskuterades i projekteringsgruppen och några tilläggsbeställningar gjordes, bland annat kring klorhanteringen och ventilationen.

Politikerna hade inte så väldigt mycket åsikter, man ville ha äventyrsbad, tillgodose simningens och föreningarnas behov och dessutom ett spa, därutöver var tjänstemännen ganska fria. Det fanns dock en lokal badbeställargrupp på fritidskontoret, där det satt både tjänstemän och politiker. Där hanterades alla frågor under planering- och byggfas.

Utifrån alla förutsättningarna blev projektet lyckat. Badet ligger centralt vid Stad Ys busstorg och det har exempelvis tillräcklig mycket yta för vattenleken så att den fungerar. Förut så trängdes olika verksamheter med varandra i samma bassäng. Skolverksamheten fick bättre förutsättningar, man kan undervisa tre till fem grupper på en gång. Det finns dock inga expansionsmöjligheter och kanhända borde attraktionerna varit mer utmanande.

Enligt de tidigaste indikationerna skulle kostnaden för badet ligga på runt 400 miljoner kronor och det gjorde det frånsatt några fördyrande tilläggskostnader. Det tekniska inträdessystemet kostade extra, likväl som drunkningslarmet. Totalt blev det tillägg på 25 miljoner extra som fick belasta Fritidskontorets budget. De ekonomiska kraven på badverksamheten justerades upp av kommunledningen, vilket har gjort att badet hittills haft svårt att få ihop budgeten. (Stad Y)

Renovering

Badhus har en relativt kort livslängd jämfört med andra byggnader. Eftersom många badhus i Sverige byggdes under 60 och 70-talet börjar de idag bli uttjänta och i många fall har byggnaderna tagit skada av den fuktiga miljön. Majoriteten av simhallarna i Sverige står inför någon form av renovering, eller rivning och nybygge. I större städer där badhusens läge är viktigt och där det råder platsbrist renoveras ofta de befintliga badhusen. En annan viktig faktor med att renovera kan vara lägre investeringskostnad. Belok gjorde en genomgång av några kommuner med planer på nya badhus. Investeringen för ett nytt badhus ligger ofta i storleksordningen 200-400 miljoner kronor. Renoveringar ligger betydligt lägre i investering, runt ca 30-40 miljoner, men det är starkt beroende av vilket skick byggnaderna är i. (Belok 2016)

Det är alltså viktigt för en kommun att göra valet mellan renovering och nybygge och ett sådant val borde grunda sig på en noggrann inventering. I detta Neris-projekt har det skapats en systematisk besiktningsmodell, se Bilaga 7, som kan användas vid inventering av simhallar. Modellen visar vilka delar av simhallen som ska besiktigas, vilka prover som ska tas mm. Detta för att skapa en fullständig bild av en simhall inför en renovering. Modellen ger också en insikt i vilka risker som en simhall står inför avseende fuktskador och ekonomi.

Badhusets betongkvalitet i simbassäng och i reningsverk är ofta avgörande för valet mellan att renovera badhuset eller att riva och bygga nytt. Det går då att förlänga livstiden för badhusen, genom att vidta åtgärder mot sprickskador. Det är viktigt att lokalisera sprickor tidigt när de dyker upp och att vidta åtgärder. I det sammanhanget kan det vara av intresse att studera Bilaga 5, avseende betongsprickor. Som ett exempel har baden i Rosengård och Lindängen i Skåne gjort en genomgripande betongreparation. Där har den yttersta (100 mm) delen av betongen ersatts med hårdare dito. Detta gällde även i reningsverken då betongen i dessa var skadad.

Underhåll

Vid inventering av Västertorps simhall i Stockholm, se Bilaga 8 Västertorp upptäcktes ett eftersatt underhåll av hela byggnaden både interiört och exteriört .

Tak och fasad hade sprickor med risk för vatteninträngning, skorstenar och andra ståldelar hade korroderat, rännor och stuprör var inte fastgjorda mm. Puts saknades på fasaden och det gick även att se armeringsjärn, mark sluttade inte från byggnaden med risk även här för vatteninträngning. Fönster var i dåligt skick med tecken på vatteninträngning, speciellt på sydsidan och hade blivit angripna av skadedjur.

Insidan visade ett flertal skador beroende på den höga fuktbelastningen, exempelvis var flera dörrar rötskadade och det fanns många exempel på mögelväxt. Det fanns skador på isolering och fuktskadade innertakplattor, golvmattor hade lossnat samt även klinker och kakel. Dräneringssystemet på plagerna är uppbyggt med punktavlopp, varav några av golvbrunnarna var felaktigt anslutna.

Utsidan av bassängen och reningsverket uppvisade många korrosions- och betongskador, samt saltutfällningar. Luften förefaller vara extra aggressiv här och dessa skador är viktiga att åtgärda på ett tidigt stadium så att inte skadorna inverkar på strukturen, se Bilaga 6. I Bilaga 7 finns det operativa förslag på underhåll av byggnadens olika delar.

Stockholms Stad tillsatte även en egen utredning och har även genomfört åtgärder. Detta har lett till att bland annat yttertak, fönster samt omklädningsrum blivit åtgärdade.

Drift simhall Z i stad Z

Simhall Z invigdes för ca 20 år sedan och är mycket populärt med över 3500 besök i snitt per dag. Badet är nästan aldrig stängt, vilket gör att renoveringar och underhåll måste ske när badet är igång, det är ett stort tryck på badet. Badet visar en intressant provkarta på utmaningar och problem som redovisas nedan. Detta är en sammanfattning av intervjuer med drifttekniker.

Reningsverk

I Simhall Z tillverkas natriumhypoklorit av natriumklorid genom öppen-cell-metoden och årligen används ca 24 ton koksalt, vilket gav knappt 66 kg per dag. Detta kommer att ändras till membranmetoden bland annat för att dra ner saltåtgången. Simhallen har också haft ozon, som används för att rena filtren vid backspolningen.

Det har tidigare inte funnits utjämningsbassänger i simhallens reningsverk, vilket gör att flödet till reningsverket har varit ojämnt, men nu så kommer sådana bassänger att installeras. Det ger möjlighet att minska antalet sandfilter, Prov har gjorts och det visar sig att man kan öka flödet genom filterna (från 120 kubikmeter per timme till 400 kubikmeter per timme). Flödet ökar och då kan antalet filter reduceras från 12 till 6 stycken. Detta spar resurser då det minskar backspolningen och minskar energianvändningen.

Rör av rostfritt stål och av gjutjärn har behövt bytas till plaströr och då har man valt polyetenrör. Det har varit rör som är i fria luften som har blivit angräpnade, och inte rör i mark eller ingjutna rör. Angreppen kan bero på ozoninverkan i den fuktiga miljön. Det är förmodligen billigare att byta rören än att relina dem.

Klimatskal

När det gäller klimatskalet så läcker regnvatten in vid pelarna därför att avrinningen från taket är dåligt konstruerat. Taket ovanför hoppbassängen var alldeles möjligt och behövde därför bytas. Fukten som kom in i taket hade ingen väg ut.

Bassänger

Träningsbassängen har sjunkit på grund av sättningar och ligger inte vågrätt. Detta skedde förmodligen i samband med uppstarten av badet och man kan se detta med blotta ögat då vattnet är stilla. Det verkar dock som om den inte sätter sig mer och några ytterligare åtgärder görs inte. I övrigt så är det stort slitage på badet, både avseende lösa kakelplattor och slitna vattenrutschkanor. Det har även varit problem med det höjbara golvet i tävlingsbassängen och dykare har varit nere och bytt växlar i systemet.

Klimat ventilation värme

Ventilation

Dessa temperaturer (luft och vatten) och v RF-värden finns i olika delar av byggnaderna. Värdena är uppmätta 16 aug 2016:

- Simhallar, 26 C RF 45%, vatten 27-28
- Äventyrsbad, 29 C, RF 46 % vatten 29 C
- Bubbelbad har vattentemp på 37 C
- Barnbassäng har vattentemp på 31,5 C
- Omklädningsrum, Har inga data, dessa är dock försedda med fjärrkyla
- Övriga utrymmen Har inga data, dessa är dock försedda med fjärrkyla
- Träningshallen är också försedd med kyla
- Reningsverksrum 25-26 grader RF cirka 75 %

Det anses att ventilationsanläggningen är mycket bra, det är olika ventilationsanläggningar för olika lokaler. Ventilationen styrs av CO₂-halt eller av luftfuktigheten. Om CO₂-halten är låg så kan luften snabbcirkuleras, det vill säga det öppnas ett spjäll och frånluften förs till tilluften.

De låga RF-nivåerna i sim och äventyrshallen visar att ventilationssystemet är kraftfullt. Det finns dock en risk med avseende på placeringen av det lågt liggande ventilationssystemet som ska suga bort skadliga tunga gaser ovanför vattentorna. Vid ett tillfälle så steg vattnet och trängde in i ventilationssystemet och orsakade vattenskador.

Ventilationssystemet har också övergått från remdrift till direktdrift i reningsverksrummet, då remmarna förstördes av ozonet. Den omställningen blev bra men har varit dyr att genomföra. Ozon har nu avvecklats på simhallen. Ozon är aggressivt även mot rostfritt stål och gummi. I Sverige finns det brist på kompetens för att drifta ozon-anläggningar och den måste hämtas från Tyskland.

Vatten och energi

Vattenförluster

De totala vattenförlusterna i simhallen har varierat men har enligt uppgift kunnat uppgå till ett par hundra kubikmeter per dag.

Ytvatten simhoppet

Simhoppets ytvatten så att det blir en krusning, som simhopparen kan se. Denna tillförsel kan pågå i dagar, när ingen hoppaktivitet pågår, utan att någon stänger av det. Detta är en av anledningarna till att simhallen har hög vattenförbrukning.

Ozontillverkning

En annan anledning till vattenslöseri var att ozontillverkningen har ett kylningssystem kopplat till tillverkningen. Detta uppvärmda kylvatten tillförs badvattnet. När detta vatten tillförs så måste motsvarande vatten blödas av. Nu har Simhall Z slutat med ozon och ersatt den med UV-ljus.

Läckage städränna

Det har funnits ett läckage mellan skvalprännen och städrännan i träningsbassängen, vilket ger ett högt vattensvinn, och också energiförluster, det senare har beräknats till att kosta över 100 000 kronor per år.

Energislöseri

Nedanstående exempel på energislöseri har pågått åtminstone sedan 2011:

Duschkvatten

Det finns en värmväxlare som tar till vara på värmen i duschkvatten och läckagevatten. Värmen i detta vatten går ner från 26 grader till 22, samtidigt som det ingående vattnets temperatur stiger från 2 till 18. Det skickas alltså ut 22 gradigt vatten. Värmen i detta vatten skulle kunna återvinnas med hjälp av en värmepump.

Blödningsvatten

Blödningsvattnet går igenom en värmväxlare där utgående vatten går ner från 29 till 22 och ingående går från 2 till 16 grader, vilket kan ses som ineffektivt.

Värmepumpssystem

Det är viktigt att expansionskärl fungerar och är monterade på rätt plats i systemet. Om membranet i expansionskärlet går sönder så blir det problem, med slagigare tryck som följd.

Luftbehandlingssystem 12 (LB 12) som betjänar äventyrsbadet och reningsverket är felbyggd och avstängd sedan 2015. Saken är den att expansionskärlet sitter på trycksidan då det borde ha suttit på sugsidan. Detta gjorde att det blev tryckskillnader i systemet och när trycket ibland gick ner så utlöstes larmet. När trycket gick ner så kom också luft in i systemet. Den inkomna luften gick ut via avluftningarna men en del glykol följde med och glykolen rann ut på golv, men torkade också vid

avluftningarna. Glykolen blir då kvar som ett pulver och får avluftningarna att kärva, som då läcker ännu mer. Det finns bättre avluftningar, av näbbtyp, som inte orsakar denna typ av läckage, men dessa är dyrare, kanske 2 000 per styck istället för de sämre och billigare som kostar bara ett par hundralappar styck.

LB12 är också ett 200 m långt system och själva längden skapar problem i sig med värmeavgång från systemet även om det skulle kunna fungera. Även värmepumpssystemet LB 07 hade idag ett tryck som var på gränsen till för lågt med ökad risk för inläckning av luft i systemet. Man måste kontrollera för att se att glykolhalten är tillräckligt hög i värmepumpssystemen och denna kontroll ska göras innan vintern. Vid en vinter med mycket kall period för några år sedan så frös systemet, alltså batteriet som sitter vid inluften.

Diskussion

Avdödningshastighet

Olika desinfektionsmetoder har olika avdödningshastighet och klorering, som är mest effektivt, ger en avdödning på log 4 på en minut avseende E. Coli och Pseudomonas. Vi har inte kunnat hitta någon vetenskaplig grund för denna avdödningshastighet. Frågan är huruvida detta val grundar sig på tradition och om det skulle gå att sänka nivån till log 3 utan att det blev några hälsokonsekvenser. När det gäller andra mikroorganismer som exempelvis Cryptosporidium och amöbor så ger klorering låga avdödningshastigheter. För dessa organismer fungerar avskiljning i filter och UV istället för klorering. Det blå-violetta ljuset ger en väsentligt lägre avdödning än klorering avseende bakterier och det är i dagsläget okänt hur ljuset fungerar avseende amöbor.

En AOT-apparatur slår förmodligen ihjäl alla typer av mikroorganismer och det vore intressant att utreda vilken avdödning som en kombination av AOT, klorering och blått ljus ger och vilken avdödningshastighet som är tillräcklig och nödvändig ur hälsosynpunkt. Blå-violett ljus kan också förbättra situationen i fall då vattenutbytet är otillräckligt i delar av bassängen.

Att förhålla sig till mikrobiella risker och övervakningen av badvattnet är sammanvägning av många faktorer. I detta sammanhang måste också andra händelser i bassängen klaras av, som kräkning och fekala incidenter. Ur ett allmänt perspektiv så eftersträvar svenska simhallsaktörer en så låg klorering som möjligt och det finns på ett flertal ställen kunskap och tradition som är viktiga att bevara och utveckla.

Det är viktigt att betona vikten av låga reglementerade värden på Pseudomonas, och E. Coli. Vi kan också beakta andra bakterier som exempelvis Legionella, samtidigt som badvattnets allmänna status ska kontrolleras. Här är COD och Turbiditet viktiga faktorer. Det är allmänt viktigt att ändringar ska ske enligt försiktighetsprincipen och att det forskas fram tydliga mätvärden till myndigheters riktlinjer.

Blått ljus och fotokatalys

Blått ljus och fotokatalys har tillämpats i Enskedehallens bad. Det har då varit möjligt att sänka klorhalten till ett minimum av Folkhälsomyndighetens bestämmelser. Under en kortare period sänktes klorhalten ännu mer utan att bakterienivåerna gick upp, det var dock endast ett fåtal bakteriemätningar som gjordes av Stockholms Stad under den tiden. Det vore mycket intressant att följa upplägget i andra simhallar med större bassänger. Det vore också intressant att installera det blå ljuset i tvagningsrum, utjämningsbassäng och reningsverk och låta det lysa dygnet runt. Rent tekniskt så går det att hänga armaturena ovanför plager, vilket gör det enklare att byta lampor mm. Vidare bör detta upplägg studeras noga med rapportering i vetenskapliga artiklar.

Partikelräkning

Partikelräkningsutrustningen som prövats i Enskedehallens bad har blivit verifierad av ETV/EU och förefaller vara en mycket intressant metod för att öka den mikrobiella säkerheten i ett bassängbad. Det vore bra om ytterligare partikelmätningar skulle kunna utföras i andra bad och då samköra mätningarna med reguljära bakteriemätningar. I förlängningen bör resultat av sådana undersökningar publiceras som vetenskapliga artiklar, så att exempelvis Folkhälsomyndigheten skulle kunna införa metoden i sina egna bestämmelser. KTH Water Centre har kontaktats i frågan.

Optimering avseende rengöring och desinfektion för simhallar

I simhallar är det viktigt med tvagning av badande, rengöring av simhallsytor samt desinfektion av ytor och badvatten. Tvagning och rengöring syftar till att få bort smuts tillsammans med mikroorganismer, medan desinfektion bekämpar mikroorganismer, samtidigt som desinfektion behöver rengjorda ytor för att fungera.

Det vore intressant att göra en statistisk optimering av olika tvagnings-, rengörings- och desinfektionsmetoder i förhållande till olika typer av medicinska och byggnadstekniska risker. Hypotesen är att kloreringsmetoden kan ha en stor och kanske alltför stor tyngd i den befintliga desinfektionsstrategin. Kloreringsmetoden är bra för att slå ut många mikroorganismer, men har nackdelar när det gäller den medicinska risken för lungbesvär, på grund av kloreringens restprodukter. Kloreringen ökar också den byggnadstekniska risken på grund av underklorsyrighetens och kloridernas korrosivitet.

Det finns ett antal ställen i simhallen, som ska rengöras och desinficeras, tvagningsrum, gång från tvagningsrum till simhall, simhallens plager (dvs alla barfotaområden) simhallens vatten och reningsverkets olika delar, som filter utjämningsbassäng mm. Det finns också ett antal rengörings- och desinfektionsmetoder att ta till på olika ställen se Tabell 6.

Tabell 6: Olika rengörings och desinfektionsmetoder vs var metoderna kan tillämpas

Metoder	Städning/ ytrensning	Desin- ficering	Tvagning	Blått ljus	Klo- rering	Foto- katalys AOT	Filter	UV
Ställen								
Tvagningsrum	x	x	x	x				
Gång från tvag till simh	x	x		x				
Simhallsplager	x	x		x				
Badvatten		x		x	x			
Reningsverket	x	x		x	x	x	x	x
Utjämningsbassäng	x	x		x	x			
Bassängväggar, botten samt skvalprämnor	x							

Det framgår då att det blå ljuset kan användas på alla ställen. Detta kan kompletteras med orange ljus för ett mindre kyligt synintryck.

De olika rengörings- och desinfektionsteknikerna kan värderas utifrån sin effektivitet och det är naturligtvis intressant att låta olika tekniker samverka, så att exempelvis relevant avdödning av mikroorganismer sker.

Riskerna är då:

1. Medicinsk risk att bli magsjuk av mikroorganismer.
2. Medicinsk risk att få lungbesvär av kloreringens restprodukter.
3. Byggnadsteknisk risk att:
 - a. Få korrosion med avseende på karbonater klorider och kanske underklorsyrlighet i betong.
 - b. Få korrosion i simhallsrummets ståldelar med avseende på klorider och underklorsyrlighet.

Tabell 7: Olika rengörings- och desinfektionsinsatser vs risker för hälsa och byggnad. Tabellen visar att olika städ-, tvagnings- och desinfektionsinsatser samverkar. Om en insats utförs med lägre kvalitet så ökar kraven på de övriga.

Metoder	Städning desinfektion	Tvagning	Blått ljus	Klorering	Fotokatalys AOT	Filter	UV
Risker							
Bakterieinfektion	minskas	minskas	minskas	minskas	minskas	minskas	minskas
Luftvägsbesvär	?			Ökas			
Beständighetsrisk för byggnad	?			Ökas			

Forskningen skulle med fördel bedrivas i samarbete med forskare inom medicin, mikrobiologi, statistik och byggvetenskap. Genom litteraturstudier och metodstudier kan man få fram avdömningshastigheter för de olika desinfektionsmetoderna. Genom litteraturstudier kan det också gå att få fram de medicinska och byggnadstekniska riskerna. Det är sedan fråga om att statistiskt optimera de olika desinfektionsmetoderna mot varandra.

När optimeringen är gjord så bör detta testas i en reguljär simbassäng, med noga uppföljning av alla risker. Som en fortsättning på Nerisprojektet så vore det intressant att ta utveckla studier med samarbetspartners, som medicinare, mikrobiologer, statistiker, Folkhälsomyndigheten, Rise/CBI, Rise/Swerea

Korrosivitet, röta och mögel

Värme och fukt påverkar alla material och riskerna med röta, mögel och korrosion ökar och ger utmaningar för alla trä, stål och betongkonstruktioner. En stor fråga är hur alla dessa aspekter samverkar.

Sammanlagd korrosivitet?

Hur stor är den sammanlagda korrosiviteten? Det finns olika faktorer som samverkar i en simhall:

- Hög temperatur
- Högt fuktnnehåll i luften
- Klorider
- Underklorsyrlighet
- Någon eller några extra faktorer, som inte är identifierade?

Den avgörande faktorn för beständighet i simhallar förefaller vara korrosionen och det är den faktor som är dyrast att åtgärda. Korrosionen påverkar både betongarmering och de rostfria delar som finns i simhallen. I simhallen så är temperaturen hög, fuktnnehållet i luften är också hög och det finns höga halter av klorider i vattnet. Dessutom så är underklorsyrlighet mycket korrosiv i sig. En hypotes är att

alla dessa faktorer samverkar och skapar den höga korrosionen. Det vore då intressant att få göra metodstudier där de olika faktorernas korrosiva inverkan undersöks var och en för sig och även tillsammans. Det vore då bra att efterlikna ca fem olika typbadhus, från de mest till den lägst korrosivutsatta. (Sederholm 2019)

Kloriders flöde genom simhallen

Klorider tillförs till simhallen, dels genom kloreringen, dels från de badande, exempelvis genom svettning. Kloriderna bortförs genom avblödningsvattnet och i aerosoler, dvs stänk och droppar ut genom ventilationssystemet. Halten klorider i vattnet lär då ställa in sig efter hur stor del av vattnet som avgår med avblödningen och efter hur stor del som stänker bort. Den bortstänkta delen kan dels ventileras ut, dels hamna på olika ytor i simhallen. Det finns i dagsläget ingen rutin för att ta bort klorider från simhallens innerytor. Kloriderna skulle förmodligen kunna spolats bort från ytorna vid en storstädning, men det kan vara praktiska svårigheter med detta. Hur spolats exempelvis en vajer som håller upp ett undertak, eller ventilationsrör? Det vore då intressant att använda alternativa material som inte korroderar till bärande uppgifter, exempelvis linor och beslag som håller upp undertak.

Energibesparing vs beständighet

Det kan vara frestande att minimera utsläpp av varm luft och att minimera avblödningsvattnet, detta skulle minska energiförbrukningen. Risken är dock att beständigheten tar skada. Flödet av exempelvis klorider genom simhallen skulle då minska med ökade halter som följd, som i sin tur minskar beständigheten.

Bassängtäckning

Värdena från Belok i Tabell 4 och Tabell 5 som visar på energiförlusterna talar för nyttan av att minska avdunstningen, vilket skulle kunna ske nattetid. Utmaningen här är att skapa ett system som är beständigt och inte ger upphov till ökad bakteriell tillväxt. Utmaningen är också att skapa ett tekniskt system som är motståndskraftigt mot den korrosiva miljön.

Offentliga aktörers ansvar

Folkhälsomyndigheten; Klorkoncentration och redoxpotential

I Folkhälsomyndighetens dokument och i praxis är den aktiva klornivån och accepterade klornivåer satta till fasta värden, men ännu har vi inte funnit en vetenskaplig analys i frågan, som motiverar dessa värden. Folkhälsomyndighetens dokument är också detsamma som Socialstyrelsens dokument (SOSFS 2004:7) vilket i sin tur i hög utsträckning baserar sig på Naturvårdsverkets tidigare råd för bassängbad (AR 88:1) då Naturvårdsverket var tillsynsmyndighet innan 2004 (Erikson 2019). Det finns där givna nivåer för aktivt klor, men saknas nivåer för rekommenderad redoxnivå, som hänger ihop med klornivån. Det vore bra om dessa nivåer var grundade i forskning och inte endast i gammal praxis. Myndigheten kan ange att mikroorganismer som E. Coli, Pseudomonas, och Legionella ska hållas på låga nivåer, liksom triklorammin och kloroform. Vidare bör badvattnet hållas i god balans med lämpliga nivåer på exempelvis pH, COD och turbiditet. Olika vatten har olika egenskaper som måste beaktas (SKL b 2006).

Om klornivåer och därigenom redoxnivåer (där Folkhälsomyndigheten saknar riktlinjer) kan tillåta att sänkas med bibehållen mikrobiell säkerhet så skulle detta ha god inverkan både på minskade lungbesvär och på ökad livslängd på simhallsbyggnader. Neris-projektet föreslår alltså att Folkhälsomyndighetens riktvärden ska vara grundade på aktuell forskning i frågan. Det vore då bra om denna forskning tog hänsyn till samverkan av olika tekniker, som klorering och blått ljus i simhallen och ett flertal tekniker i reningsverket, som filtrering genom olika slags filter, UV-bestrålning, AOT-behandling mm.

Vidare vore det fördelaktigt om Folkhälsomyndigheten kunde ha en liknande skrivning som Livsmedelsverket: ”Det är den som önskar få en alternativ metod bedömd som ansvarar för att ta fram underlag till bedömningen. Underlaget kan bestå av resultat hämtat från den vetenskapliga litteraturen, från tillverkare av substrat, från oberoende testinstitut eller från egna undersökningar. Normalt behövs undersökningar av vetenskaplig kvalitet som helst har publicerats eller accepterats för publicering i vetenskapliga tidskrifter”. En sådan skrivning skulle, tillsammans med beaktande av befintlig kunskap, inbjuda till kommande nya tekniker, som på sikt skulle kunna minska klorhalterna ännu mer. –

Boverket; Hur ska simhallar beaktas?

Det finns en svårighet avseende nybyggnad av simhallar. Hur aggressiva mot material är omständigheterna i en simhall och hur ska man bedöma materialkvalitet, exempelvis när det gäller betong? Boverkets skrift Boverkets konstruktionsregler, EKS 10 består av föreskrifter och allmänna råd om tillämpningen av europeiska konstruktionsregler (eurokoder) (Boverkets konstruktionsregler 2016). I dokumentet finns en hel del intressant information om korrosion; korrosionskänslighet, miljöklassning, exponeringsklasser, korrosionsskydd etc.

Det finns dock ingen information om hur simhallar ska betraktas i sammanhanget. Tillhör simhallen den allvarligaste Miljöklassen MX5, som visar på ytter- och innerväggar i aggressiv industriatmosfär, eller anses simhallar ligga på en lägre miljöklassnivå? Det är alltså svårt för en kommun/beställare att veta vad man ska förhålla sig till och beställa. En konstruktör kan luta sig mot Svensk Standard SS-EN 1992-1-1 och SS-EN 13670 där betong för simbassänger beskrivs med avseende på betongkvalitet och skyddande ytbetongskikt. Frågan är dock om Svensk standard och Eurokoderna har tagit i beaktning alla de omständigheter och ämnen som kan samverka i en simhall?

Kommuner; Ekonomi

Simhallsprojektet i Stad Y grundar sig på en analys framtagen av kommunens anläggningsföretag tillsammans med kommunen. Simhallen blev då 25 miljoner dyrare på grund av att man inte förutsåg kostnaden för drunkningslarm och entrésystem. Larmet och entrésystemet måste utvecklas på plats, vilket blev dyrare.

Simhallsprojektet i Stad X grundar sig på en förstudie som menar att hela kommunen kommer dra ekonomisk nytta av att ett attraktivt bad byggs i staden. Det finns då inga äventyrsbad i närliggande kommuner och badet kan tänkas bli en turistmagnet. Det har dock inte genomförts någon riskanalys vad som händer om ett konkurrerande bad byggs nära. Det vore bra att göra en samhällsekonomisk analys av de stora badanläggningarna som har byggts de senaste tjugo-trettio åren. Hur har ekonomin varit och vilken belastning på kommunalskatten har badet blivit. Hade en reparation av befintligt bad varit bättre?

Simhallsprojektet i Stad X kan tänkas bli mellan 50 och 100 miljoner dyrare än vad som beräknades i förstudien. Det finns då en uppenbar risk att billigare material och metoder kommer att användas för att klara den ekonomiska budgeten. Det kan då bli fråga om billigare klinker, kakel, fogmaterial, billigare rostfritt stål och betong som inte är så tät som den borde vara. Alla dessa billigare materialval slår hårt på beständigheten och badet får då en väsentligt kortare livslängd och sämre totalekonomi under livstiden.

Detta visar på behovet av att göra förstudier som är ekonomiskt korrekta. Idag så kan dessa utföras av företag som sedan har intresse av att simhallsbygget blir av. Detta är alltså fråga om ett skadligt särintresse som måste bemästras. När det gäller stad Y så fanns inget sådant särintresse inkopplat, utan kompetensen fanns i det kommunala bolaget och i kommunen.

Om en kommun saknar egen kompetens avseende simhallsbyggen så bör kommunen skapa sig en tredjepartskontroll. Det borde kunna gå att engagera och lyssna på projektledare som har kompetens

när det gäller projekteringen av simhallsbyggen och de kan då upptäcka i ett tidigt projektstadium att en förstudies ekonomiska kalkyler inte håller. Denna utrednings förslag är att en förstudie bör kontrolleras med en tredjepartskontroll innan kommunen antar den.

Underhåll

Vid inventering av Västertorps simhall har studenterna från KTH identifierat många byggnadsdelar som har eftersatt underhåll. Stockholms Stad har också åtgärdat en del av dessa delar, vilket är bra. Dessa delar är dock främst sådana delar som ingår i en vanlig byggnad, som tak och fönster. Frågan är då vad som händer med delar som är simhallsspecifika som simbassäng, plager, reningsverk mm. Finns det företag som kan åtgärda dessa mera känsliga frågor och kan en korrekt upphandling göras för att åtgärda de specifika problemen? Som ett alternativ skulle Stockholms Stad kunna tillsätta en underhållsgrupp hos Stockholm Stad, som byggde upp en egen intern kunskap och kontinuerligt tar sig an det underhåll som behövs göras.

Drift Simhall Z

De problem som är redovisade avseende driften i Simhall Z har inte blivit åtgärdade under ett antal år och har förmodligen kostat Stad Z mångmiljonbelopp. Det finns en svaghet i stadens driftsystem när problemen kvarstår år efter år. Det finns även en svaghet då driften ofta är fragmentiserad mellan olika inhyrda bolag.

Kunskapen om problemen har inte nått till stadens beslutsbord. Frågan är om det borde bildas en egen problemlösningsgrupp/reparationsgrupp som är anställd av staden. Gruppen skulle ha till uppgift att åtgärda felaktigheter hos just simhallar, där problemen kan vara speciella och som alltså skiljer sig från övriga byggnader som ägs av staden.

Slutsatser

- Blå-violett ljus i simhall och Fotokatalys i reningsverk, kan reducera behovet av klorering, vilket i sin tur har påverkan på hälsa och simhallens beständighet. Detta bör vara föremål för vidare forskning.
- Det är möjligt att få en bättre beskrivning av den mikrobiella situationen i badvatten med hjälp av partikelmätning. Detta bör vara föremål för vidare forskning.
- Olika rengörings- och desinfektionsmetoder kan tillämpas på olika ställen. Metoderna har olika verkningsgrad och olika risker med avseende på exempelvis lungbesvär och byggnadens beständighet. Det bör då göras en optimering av dessa så att nyttorna blir stora och riskerna minimala.
- Olika desinfektionsmetoder har olika avdödningshastighet och det vore då bra att utreda vilken avdödningshastighet som är tillräcklig.
- Hur stor är den sammanlagda korrosiviteten i en simhallsbyggnad? Det finns olika faktorer som samverkar i en simhall, som hög temperatur, högt fuktinnehåll i luften, klorider, underklorsyrighet, och säkert fler faktorer, som inte är identifierade. En forskningsuppgift att utföra olika metodtester för de olika delarnas korrosiva del och samverkande korrosivitet.
- Det finns inga rutiner för att avlägsna klorider som hamnat i simhallsrummet och det kan också vara vanskligt att spola av exempelvis armaturer. Det vore då intressant att använda alternativa material som inte korroderar till bärande delar, exempelvis linor och beslag som håller upp undertak.

- Det kan finnas ett motsatsförhållande mellan beständighet och energibesparing. Exempelvis så sparas energi om ett minimum av vatten blöder av, men detta ökar kloridkoncentrationen i badvattnet. På samma sätt ökas kloridkoncentrationen i simhallsbyggnaden om luften får gå i rundgång. Samtidigt riskeras högre halter ohälsosamma kloraminer i vistelsezonen.
- Avdunstningen är mycket energikrävande och det vore då intressant med en bassängtäckning. Det vore dock att i så fall få ett tekniskt system som inte korroderar över tid. Riskerna torde vara extra stora i ett rörligt vajersystem, där slitage kan ge extra korrosion.
- Det är tveksamt om Folkhälsomyndighetens riktvärden för klorhalter är grundade på ett spårbart sätt i vetenskapliga arbeten, som de bör vara. Riktvärdena bör utredas och grundas på forskning.
- Om klornivåer kan tillåtas sänkas med bibehållen mikrobiell säkerhet så skulle detta ha god inverkan både på minskade lungbesvär och på ökad livslängd på simhallsbyggnader.
- Folkhälsomyndigheten bör öppna för nya desinfektionsmetoder om de är vetenskapligt belagda, på samma sätt som Livsmedelsverket öppnar för nya metoder.
- Hur ska simhallar beaktas ur konstruktionsperspektiv? Här har Boverket en roll att ge information. Tillhör simhallen den allvarligaste Miljöklassen MX5, som visar på yttre- och innerväggar i aggressiv industriatmosfär? En sådan information skulle ge vägledning för byggherrar som avser att bygga en simhall.
- Simhallsprojektet i Stad X kan tänkas bli mellan 50 och 100 miljoner dyrare än vad som beräknades i förstudien. Förstudien har visat sig att vara optimistisk med avseende på fördelar, men svag med avseende på kostnader. Detta har försatt staden i en ekonomisk knipa, som riskerar att exempelvis materialval blir sämre med kortare beständighet som följd.
- Förstudier inför ett simhallsbygge kan bli bättre. Det vore till exempel bra att göra en tredjepartskontroll med avseende på intäkter och kostnader.
- En kommun skulle kunna etablera en expertgrupp av kunniga tekniker och ekonomer som skulle kunna beakta och besluta över tekniska renoverings-, underhåll- och driftsfrågor. Detta vore en strategisk kunskap, som vore bra att ha in house.

Bilagor

Bilaga 1 Hygienråd

Bilaga 2 Städåd

Bilaga 3 Sammanfattning tysk standard simhallar

Bilaga 4 Beständiga Badhus Korrosion

Bilaga 5 Betongsprickor

Bilaga 6 PM Redox

Bilaga 7 Badhusrenovering och underhåll

Bilaga 8 Västertorp

Bilaga 9 Badmästaren

Källor

ACO Stainless 2006 [http://acottm.se/media/306792/SE_Teknisk%20manual%20Rostfritt%20\(1\).pdf](http://acottm.se/media/306792/SE_Teknisk%20manual%20Rostfritt%20(1).pdf),

Antonsson & Samuelsson 2014 Funktionsprovning av tätskiktssystem av folietyp för våtutrymmen SP 2014;45

Bassängbad-anmälan 2015

<http://extra.lansstyrelsen.se/miljosamverkan/SiteCollectionDocuments/Publikationer/2015/2015-guide-for-handlaggning-av-anmalan-av-nya-bassangbad.pdf>

Belok 2016 <file:///H:/My%20Documents/Neris/Energieffektiva-badhus-slutrapport.pdf>

Blomkvist 2019 Samtal med Torkel Blomkvist Teaterljussättare 2019

Boverkets konstruktionsregler 2016

<https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2016/eks-10.pdf>

CTGB 2010 <https://pesticidesdatabase.ctgb.nl/authorisation/?id=11212&category=Biocide>

ETV 2016

https://ec.europa.eu/environment/ecoap/sites/ecoap_stayconnected/files/etv/files/documents/in20140045fi01w_aquatrack_verification_statement_final.pdf

Energicentrum 2016 <https://insynsverige.se/documentHandler.ashx?did=1883556> sidan 19

Engström 2016 Badhusreovering och underhåll Inventerings- och utredningsmodeller
Kandidatexamen KTH <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:972222/FULLTEXT01.pdf>

Eriksson 2019 Samtal med Marithe Eriksson Stockholm Miljö och Hälsa 2019

Eriksson m.fl. 2016 Eriksson, Graff, Johannesson Wastensson Kunskapssammanställning 2015:16
Kloraminer och exponering i badhus Arbetsmiljöverket ISSN: 1650-3171

Fastighetskontoret 2017 <https://insynsverige.se/documentHandler.ashx?did=1916327>

Folkhälsomyndigheten a 2006

<https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/366079f0326e403d9082d597a3c06c09/bassangbad-halsorisker.pdf> Sidan 51

Folkhälsomyndigheten b 2006

<https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/366079f0326e403d9082d597a3c06c09/bassangbad-halsorisker.pdf> sidan 53

Folkhälsomyndigheten c 2006

<https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/366079f0326e403d9082d597a3c06c09/bassangbad-halsorisker.pdf> sidor 23 och 52

Folkhälsomyndigheten d 2006)

<https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/366079f0326e403d9082d597a3c06c09/bassangbad-halsorisker.pdf>). Sidan 51

Health Protection 2013 Health protection NSW. Public swimming pool and spa pool advisory document. Sydney: 2013.

Hourston 2016. Degradation of Plastics and Polymers * -3.31. In *Shreir's Corrosion* (pp. 2369-2386).

Hummel 2015 Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung – Die Empfehlung der BWK Fortbildung für den Öffentlichen Gesundheitsdienst Für Mensch & Umwelt 2015

Lindemark-Jansson m. fl. 2011 Lindemark-Jansson, Bernau, Olsson, Oldne, Tandirovic, Carlsson, Miljösamverkan i Värmland <http://www.miljosamverkanvarmland.se/wp-content/uploads/2011/10/Handledning-tillsyn-bad.pdf>

Livsmedelsverket 2019 <https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/386/hur-ska-analyserna-genomforas->

Lu, Yuan, Feng, Li 2014 Using of polydiallyldimethylammonium chloride for removal cryptosporidium from the public recreational water venue Journal of Chemical and Pharmaceutical Research Volume 6, Issue 6, 2014, Pages 39-43

OECD 2012 GUIDANCE DOCUMENT FOR DEMONSTRATING EFFICACY OF POOL AND SPA DISINFECTANTS IN LABORATORY AND FIELD TESTING OECD Environment, Health and Safety Publications Series on Testing and Assessment No. 170 and Series on Biocides No. 4

Sederholm 2019 Samtal med Bror Sederholm Rise/Korrosionsinstitutet 2019

Sender 1998 korrosion och skydd i simhallar Bullentin 106 Svenska korrosionsinstitutet

Simonsson 2019 Samtal med Bengt Simonsson Teknikmarknad 2019

Skellefteå 2017 <https://www.prevent.se/arbetsliv/forskning/2017/klorfri-reningsmetod-testas-pa-badhus/>

SKL 2006 Vattenrening Handbok för bassängbad ISBN 978-91-7164-172-4 Sveriges kommuner och landsting i samarbete med Socialstyrelsen, [2006]

SKLb 2006 Vattenrening Handbok för bassängbad ISBN 978-91-7164-172-4 Sveriges kommuner och landsting i samarbete med Socialstyrelsen, [2006] sidan 94-

Stad Y Samtal med Fritidschef i stad Y fram till 2013 Projektledare/utredare för badhusprojektet fram till 2015/16).

Stottmeister 2008 https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/trichloramin_im_schwimm_und_badebeckenwasser.pdf

Zeybek, Demir, Ustuturk-Onan 2017 Unnoticed microorganisms in disinfection of swimming pools: Free-living amoeba *Fresenius Environmental Bulletin* - Volume 25, Issue 12, pp. 7651-7657 - published 2017-01-01