

Vurdering av bruk av Poolsan og klor på Råholt Bad

1 Fordeler og ulemper ved bruk av Poolsan

- Poolsan er et klor-fritt desinfiseringsmiddel, som ikke bidrar til dårlig luftkvalitet eller gir vannet en sterk klor lukt
- I motsetning til klor er Poolsan ikke kjent til å bidra til allergier og astmatiske reaksjoner blant svømmere og driftspersonalet.
- Poolsan er ikke kjent å danne uønskede biprodukter i vannet ved reaksjon med organiske stoff eller ammonium. Man trenger derfor ikke kullfiltrering eller andre teknikk for å fjerne biprodukter.
- Poolsan har en lang holdbarhet

- Desinfeksjonsegenskaper til Poolsan er mindre dokumentert, enn for klor. Mange studier, som tester effekt av Poolsan er gjennomført av Poolsan leverandør selv (såkalt case-studies). Det finnes flere internasjonale studier som bekrefter effekt av kobber eller sølv ioner mot bakterie eller virus [1], [2].
- Godkjennelse fra Folkehelseinstitutt henviser kun til helsemessige egenskaper til Bacsan og Poolsan, men ikke til produkts evne som barriere mot mikroorganismer.
- Poolsan er mye mindre tilgjengelig, enn klor, og det finnes kun leverandør på markedet.
- Driftskostnader for Poolsan ligger mye høyere enn for klor.
- Virkeevne av Poolsan er begrenset til et smalt pH-område (men dette er sammenlignbart med klor). Nøye kontroll av vannets pH på anlegg er derfor vesentlig.
- Virkeevne av Poolsan er avhengig av Regenerator, som man sørger tilstedelig konsentrasjoner i vannet i enhver tid. Dette øker driftskostnader, og gjør at kjemien og driftskontroll på anlegget blir mer vanskelig, enn for klor.
- Regenerator er et sterkt oksidasjonsmiddel, som kan potensielt bidra til spalting av humus moleklyser i vann. Spaltet humus er mer tilgjengelig for bakterievekst
- Online overvåking av kobber-ioner og monopersulfat i vann blir mer kompleks, enn for fritt klor, hvis man ønsker å automatisere Poolsan-dosering.
- Tilført til avløp, kan Poolsan bidra til forurensing av avløpsvann med kobber i tillegg til andre kobber-kilder i drikke- og avløpsvannsystemet. Grenseverdier av kobber i utslipp høyere enn 0.2 mg/l (0.2 ppm) kan medføre til høyere belastning av renseanlegg og påvirke slamklasse. Beregningene viser at det potensielt slippes ca 0.5-1 kg Cu hver mnd fra Råholt Bad til avløpssystem. Bårlidalen-reseanlegg overholder ikke kravene til kvalitetsklasse I i gjødselvereforskriften, pga høye konsentrasjoner av kobber og sink.

2 Fordeler og ulemper ved klorering

- Klor er billig, lett tilgjengelig, svært effektiv og godt dokumentert. Klor har godt etablerte metoder for kontroll av dosering (via klorrest). Klor er derfor er dominerende desinfeksjonsmiddel på badeanlegg verdensrundt.
- Klor i bundet form utgjør ingen miljøproblem, og derfor kan normalt fritt slippes til offentlig avløp.
- Klor har en utpreget og sterk lukt, som påvirker både luftkvalitet og lukt i klær og andre ting, som har vært i kontakt med vannet.
- Klor kan også reagere med organiske stoffer i vannet og danne ønskelig biprodukter. Det kan akkumuleres bundet klor i vann over tid, som ville gi vannet et ubehagelig klorlukt og øyesvie. Bundet klor må fjernes enten ved kullfiltrering eller ved kloraminseparator, som ville øke driftskostnader.
- Videre krever kloreringsanlegg som alle doseringsanlegg driftsoppfølging og vedlikehold, men dette er sammenlignbart med dosering av Poolsan (det skal alltid være nok klorløsning i tanken, klorløsningen må ikke være for gammel, doseringspumpen må fungere og doseringen må tilpasses endringer i vannkvalitet) [3].
- Klor er en sterk oksidativ kjemikalie man må ta hensyn til utforming av lagringsrom og doseringsenhet, og håndtering av klor. Bruk av verneutstyr og opplæring av personalet er påkrevd.
- Som for Poolsan, er desinfiseringsfunksjoner av klor påvirket av vannets pH. For å opprettholde en ønsket pH-verdi (mellom 7.2 og 7.4) i vannet tilsettes syre eller alkali. Alkali-dosering med natriumkarbonat finnes på anlegget fra før. Etablering av syredosering kan være nødvendig, dette kan medføre ekstra kostander.
- Klorbruk har blitt knyttet til helseproblemer (allergisk følsomhet, økning av symptomer for astma og respiratoriske allergier) blant svømmere og driftspersonalet [4]–[6].

Disse notatene vurderer implementering av klor på Råholt Bad mht driftsstabilitet, automasjon/styring, behov for driftsoppfølging, driftsrutiner, HMS, og økonomi (investeringskostnader og driftskostnader).

To klorbaserte desinfeksjonsmidler blir vurdert: natriumhypoklorid (flyttende klor) og kalsium hypoklorid (tørrklor). Hver har sine fordeler og ulemper.

	Fordel	Ulemper
Na-hypokloritt	<ul style="list-style-type: none"> • lave anleggskostnader • enkel oppbygging av doseringsanlegg 	<ul style="list-style-type: none"> • høye driftskostnader pga kjemikalieforbruk • begrenset holdbarhet • kan medføre en svak pH-økning i vannet etter dosering • det kan settes spesielle sikkerhetskrav til lagring og manuell utblanding av konsentrert løsning
Ca-hypokloritt	<ul style="list-style-type: none"> • høyere anleggskostnader ifht Na-hypokloritt • lang holdbarhet • påvirker ikke vannets pH etter dosering • det settes ikke spesielle sikkerhetskrav til lagring av pulver eller granulat 	<ul style="list-style-type: none"> • lavere driftskostnader ifht Na-hypokloritt; • høyere vedlikeholdskostnader (mer avansert utstyr) • Inneholder en del uløselig kalk, som krever tømning av blandingstank og kan utgjøre risiko for utrustning og pumper for doseringsutstyr • mekanisk ventilasjon og punktavsug kan være nødvendig ved utblanding av kalsium hypoklorid pga støv

2.1 Løsning med Na-hypoklorid

Fabrikkprodusert natriumhypokloritt leveres med ca. 150-160 g aktivt klor pr. liter.

Leveringsform:

- Kanne i 25 liter
- Palltank (1000 liter)
- Tankbil

Aktivt klorinnhold reduseres over tid. Konsentrasjon av aktivt klor etter 30 døgns lagring ved 30 °C faller fra 150 g/l til er 60 g/l. Ved lav konsentrasjon f.eks. 8-10 g/l er tapet minimalt selv ved høy temperatur. På store anlegg, 15% løsning lagres kjølig eller det lages 8-10% lagringsløsning først, som kan senere blandes til 1-2% løsning

før dosering. På mindre anlegg, kan man droppe lagringstank, og lage 1-2% løsning fra 25 liter kanner.

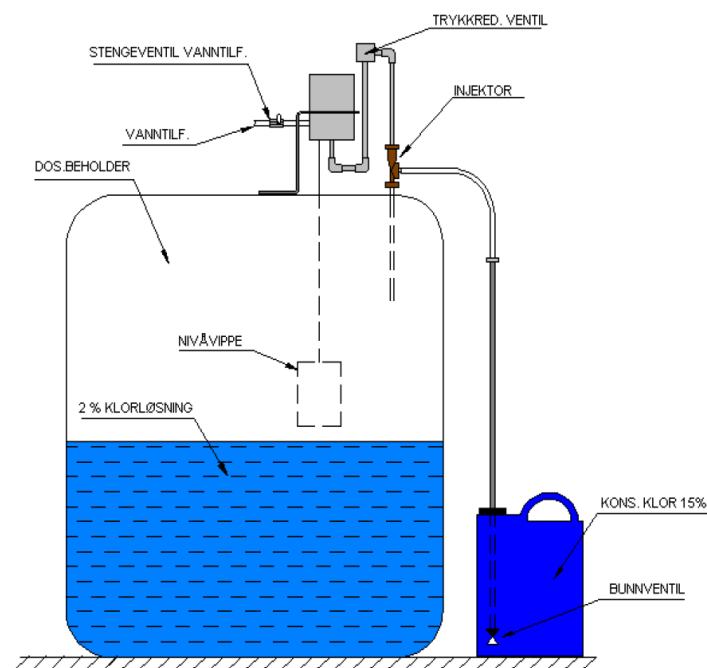
Beregningene viser at klorforbruk på Råholt Bad skal ligge relativt lavt, og da vil levering av store mengder klor i palltank eller i tankbil ikke være fornuftig, grunnet store tap av klor. I tillegg, levering i en stor emballasje kan kreve større lokal tilpasning av anlegget (behov for heis).

Klor kan heller ikke lagres i kjelleren på Råholt Bad over lenge tid, pga en høy lufttemperatur. Vurderingene i denne rapporten er derfor gitt som for mindre anlegg. Videre en jevn levering av klor (for eks., hver annen uke) og utblanding av fabrikkprodusert natriumhypokloritt fra 25 liter kanner er forutsatt.

For utblanding av fabrikkprodusert natriumhypokloritt kan flere løsninger benyttes.

I den klassiske versjonen, fortynning av klor i vann skjer manuelt/automatisk i doseringstank, utstyrt med rørverk. Vannivå i doseringstanker gir signal via PLS-systemet, når en ny batch med 2% løsning skal lages.

Mye benyttet løsning er et blande- og transportsystem fra Alfsen og Gumderson "AGMIX" vises i figur:



AGMIX reduserer behovet for tilsyn og eliminerer behovet for pumpe og omrører. Fortynning av klor i vann skal skje automatisk via PLS-systemet og vannivå-malinger i doseringstanker.

2.2 Løsning med Ca-hypoklorid

Drift med kalsiumhypoklorid karakteriseres med høyere anleggskostnader (grunnet behov for blandingsutstyr), men litt lavere driftskostnader, enn for natriumhypoklorid. Ettersom kalsiumhypokloritt taper seg mindre over tid, reduseres kostander til frakt. Kalsiumhypokloritt leveres som et hvitt pulver eller granulat i dunker med ca. 600 g aktivt klor pr. kg.

Lagret i tett emballasje har produktet tilnærmet ubegrenset holdbarhet [7], men etter pose/sekk med kalsiumhypokloritt blir åpnet, man bør bruke hele posen, siden kalsiumhypokloritt nedbrytes under påvirkning av lys og temperatur, og mister sin desinfiseringsevne.

Kalsiumhypokloritt blandes i en egen tank med røreverk. Etter å ha blandet kalsiumhypokloritt med vann bør oppløsningen få stå til det uløste slammet bunnfelles. Slammet er kjent å gi problemer med doseringsutrustningen, og øke vedlikeholdsbehov [7]. Man trenger også å rengjøre og tømme blandingstanken for slammet.

2.3 Krav til dosering og overvåking

Klor tilsettes bassengvannet etter behov for desinfisering. Doseringpumpene skal styres automatisk etter passerende vannmengder og fritt klor-måling via PLS-systemet [8]. Hvert basseng skal utstyres med analytisk målesystem for fritt klor og pH. Måling av fritt klor skal skje ved utløpet av bassenget før filtrering og før tilsats av ny klor (Forskrift for badeanlegg).

Utstyr for manuell måling av fritt og bundet klor skal være tilgjengelige på anlegget også.

Nødvendig dose av klor er avhengig av vannkvalitet og antall badende i basseng. I beregningene antatt doserer 1 til 12 l/t (2% løsning). For å sikre fullstendig og rask innblanding må klore tilføres et sted med sterk turbulens i vannet.

Desinfiseringsfunksjoner av klor er påvirket av vannets pH. For å opprettholde en ønsket pH-verdi (mellom 7.2 og 7.4) i vannet tilsettes syre eller alkali. Alkali-dosering med natriumkarbonat finnes på anlegget fra før. Etablering av syredosering kan være nødvendig. Tilsetning av alkali eller syre kan automatiseres via online pH-målinger og PLS-systemet.

2.4 HMS

Noe HMS rutiner følger med, hvis enn velger å bruke hypoklorid. HMS-krav kan potensielt påvirke kostnadsvurdering. Siden Råholt Bad er prosjekter som klor-anlegg, blir det antatt at mange nødvendige løsninger finnes på anlegget fra før og er ikke tatt med til kostnadsvurderingen.

Generelt:

- Begge stoffene må lagres tørt, kjølig og tilstrekkelig ventilert. Beskyttes mot varme og direkte solpåvirkning. Lagres adskilt fra syrer, metall, brennbare materialer.
- Etersom hypoklorid er farlig gods, det stilles krav for forpakning og frakt.
- Ved manuell utblanding og håndtering, er bruk av verneutstyr og opplæring av personalet påkrevd. Øyespylemuligheter og sikkerhetsdusj skal være tilgjengelig på anlegget.
- Lager og doseringsrom bør ha gulv, som er motstandsdyktig mot etsendestoffer.
- Det kan stilles spesielle krav til utbygging av rom med lagringstanker (lensegropa) for natriumhypokloritt med høy konsentrasjon for å hindre skadelige utslipp
- Det kan stilles spesielle krav til ventilasjon i rom med lagringstanker for natriumhypokloritt med høy konsentrasjon (avtrekk) for å hindre gassutvikling i klorlager
- Mekanisk ventilasjon og punktavsug kan være nødvendig ved utblanding av kalsium hypoklorid pga støv.

2.5 Økonomi

Foreløpig og grov kostandvurdering er presentert nedover. Det er ikke tatt hensyn til faktorer som behov for alkali- eller syredosering, drift av kullfiltre eller kloraminseparator, lokal tilpasning av kjelleren (som følge av HMS-krav), opplæring og rådgivning av personalet. Doseringsanlegg for Ca-hypoklorid er regnet ut for manuell utblanding, automatisk utblanding av pulver/granulat vil imidlertid medføre større kostnader.

Priser er fra to leverandører Cristian Berner (CB) og Alfsen og Gunderson (AG). Etableringskostnader for doseringsanlegg tilsvarer rundt 700 000.- NOK, driftskostnader 200 000-300 000.-NOK.

2.5.1 Alternativ 1 – bruk av flyttende klor

Na-hypokloritt leveres i kanner (25 liter) med 15 % styrke; konsertert løsning utblandes til 2% i doseringsanlegg til hvert basseng. Boblebasseng og Kaldkulp deler doseringstank.

	Antall	Pris CB
Doseringstank for 2% hypokloritt	4	20 000
Motordriven omrører til tanken	4	48 000
Vannnivåmåler	4	60 000
Doseringspumper	5	75 000
Utrustning	4	60 000
Analytisk målesystem for fritt klor og pH	5	300 000
Montasje		30 000
Uforutsett, ca 15 %		88 950
Sum anleggskostnad ekskl. avgifter		681 950
Forbruk av hypokloritt, 25 liters kanner stk	350	210 000
Strøm		10 000
Fraktkostander 20% (levering hver annen uke)		42 000
Sum årlig driftskostnad ekskl. avgifter og arbeidskostnader		262 000

	Antall	Pris AG
Doseringstank for 2% hypokloritt	5	25 000
Agmix Klorfortynner	5	32 500
Kalibreringsglass	5	25 000
Doseringsskap med doseringspumpe	5	180 000
Utrustning	5	50 000
Analytisk målesystem for fritt klor og pH	5	235 000
Montasje		30 000
Uforutsett, ca 15 %		86 625
Sum anleggskostnad ekskl. avgifter		664 125
Forbruk av hypokloritt, 25 liters kanner stk	350	210 000
Strøm		10 000
Fraktkostander 20% (levering hver annen uke)		42 000
Sum årlig driftskostnad ekskl. avgifter og arbeidskostnader		262000

2.5.2 Alternativ 2 - bruk av tørrklor

Ca-hypokloritt leveres i tømmer som granulat/pulver med 60 % styrke; granulat utblandes manuelt til 8% i blandetank (500 l), fra blandetank pumpes videre til 2 doseringstank 500 l hvert. Doseringstank er felles for Idrett og Barnebasseng (pga plassering), og for Velvære, Boble og Kaldkulp.

	Antall	Pris CB
Utblending av Ca-hypokloritt:		
Blandetank (500 liter)	1	10 000
Omrører til blandetank	1	15 000
Vannnivåmåler	1	15 000
Pumpe mellom blandetank og doseringstanker	2	40 000
Doseringstank for 2% hypokloritt:		
Idrett + Barne, 500 liter	1	10 000
Velvære + Boble + Kaldkulp, 500 liter	1	10 000
Motordriven omrører til tanken	2	30 000
Vannnivåmåler	2	30 000
Doseringspumper	5	75 000
Utrustning	4	60 000
Analytisk målesystem for fritt klor og pH	5	300 000
Montasje		30 000
Uforutsett, ca 15 %		90 000
Sum anleggskostnad ekskl. avgifter		690 000
Forbruk av hypokloritt, 40 kg tønner	50	180 000
Strøm		15 000
Fraktkostander 10% (2 ganger i året)		18 000
Sum årlig driftskostnad ekskl. avgifter og arbeidskostnader		213000

	Antall	Pris AG
Utblending av Ca-hypokloritt:		
Blandetank (500 liter)	1	10 000
Omrører til blandetank	1	14 000
Vannnivåmåler	1	15 000
Pumpe mellom blandetank og doseringstanker	2	20 000
Doseringstank for 2% hypokloritt:		
Idrett + Barne, 500 liter	1	10 000
Velvære + Boble + Kaldkulp, 500 liter	1	10 000
Motordriven omrører til tanken	2	30 000
Vannnivåmåler	2	30 000
Doseringsskap med doseringspumpe	5	180 000
Utrustning	5	50 000
Analytisk målesystem for fritt klor og pH	5	235 000
Montasje		30 000
Uforutsett, ca 15 %		91 500
Sum anleggskostnad ekskl. avgifter		701 500
Forbruk av hypokloritt, 40 kg tønner	50	180 000
Strøm		15 000
Fraktkostander 10% (2 ganger i året)		18 000
Sum årlig driftskostnad ekskl. avgifter og arbeidskostnader		213000

Litteratur

- [1] R. B. Thurman, C. P. Gerba, and G. Bitton, "The molecular mechanisms of copper and silver ion disinfection of bacteria and viruses," *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.*, vol. 18, no. 4, pp. 295–315, 1989.
- [2] F. X. Abad, R. M. Pinto, J. M. Diez, and A. Bosch, "Disinfection of human enteric viruses in water by copper and silver in combination with low levels of chlorine.," *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 60, no. 7, pp. 2377–2383, 1994.
- [3] E. Andersen, "Vannrapport 127: Vannforsyning og helse," Oslo, Norway, 2016.
- [4] A. Bernard, "Chlorination products: emerging links with allergic diseases," *Curr. Med. Chem.*, vol. 14, no. 16, pp. 1771–1782, 2007.
- [5] A. Bernard, M. Nickmilder, C. Voisin, and A. Sardella, "Impact of chlorinated swimming pool attendance on the respiratory health of adolescents," *Pediatrics*, vol. 124, no. 4, pp. 1110–1118, 2009.
- [6] K. M. Thickett, J. S. McCoach, J. M. Gerber, S. Sadhra, and P. S. Burge, "Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming-pool air," *Eur. Respir. J.*, vol. 19, no. 5, pp. 827–832, 2002.
- [7] Folkehelseinstituttet, "Vannforsyningens ABC. Kapittel D - Vannbehandling," 2004.
- [8] Norsk Basseng Teknisk Forening, "Retningslinjer for vannbehandling i offentlige bassengbad," 2000.

01	05.03.2018		EKYAR	THHAK	EKYAR
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.