



ULTRARENT VATTEN

Studie 2024

En studie av hur effektiv städning med ultrarent och andra typer av vatten är jämfört med traditionella rengöringsmedel.

2024-12-20

Trossa AB, december 2024
Medverkande konsulter: Eva Jakobsson och Johanna Wachtmeister

Rosenlundsgatan 40
118 53 Stockholm
Telefon: 08-30 60 80
www.trossa.se

Innehåll

1	Sammanfattning	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Vattenkvaliteter och ytors egenskaper	4
1.3	Studieparametrar	4
1.4	Kontrollerad studie i laboratoriemiljö (del 1)	4
1.5	Mätningar i skola (del 2)	4
1.6	Sammanfattande slutsatser	5
2	Bakgrund	5
2.1	Lokalvård i staden	5
2.2	Tidigare rapporter	6
2.3	Uppdraget	6
2.4	Utmaningar i lokalvårdsbranschen	6
2.5	Förklaring till begreppet "ultrarent vatten"	7
3	Vattenkvaliteter och ytor: Egenskaper, mätning av renhet samt utvärdering	7
3.1	Vattenkvaliteter och mätning av vattenrenhet	7
3.2	Ytors egenskaper och mätning av renhet	11
3.3	Beskrivning av relevanta mätmetoder för ytors renhet	13
4	Parametrar för den aktuella studien	17
4.1	Val av rengöringsmedel	17
4.2	Vattenanalyser	17
4.3	Val av städredskap	19
4.4	Val av ytor	19
4.5	Val av analysmetoder	20
4.6	Val av smuts i laboratoriestudien	20
4.7	Val av skola och lokaler i skolstudien	20
4.8	Utförare av analyser	21
5	Kontrollerad studie i laboratoriemiljö (del 1)	21
5.1	Genomförande	21
5.2	Utvärdering	24
5.3	Slutsatser från del 1 – Labbstudien	32
6	Mätningar i skola (del 2)	33
6.1	Genomförande	33
6.2	Utvärdering	34
6.3	Slutsatser från del 2 - skolstudien	43
7	Sammanfattande slutsatser	44
8	Bilaga	46

1 Sammanfattning

1.1 Bakgrund

Städtjänster är ett prioriterat område för avtalsuppföljning eftersom en av utmaningarna är användning av stora mängder kemiska produkter vid utförandet av tjänsterna. I strävan efter att minska kemikalieanvändningen vid städning har vissa aktörer börjat använda så kallat Ultrarent vatten som rengöringsmedel. Det råder delade meningar om huruvida det fungerar men tidigare utredningar tyder på att det kan finnas potential och Stockholms stad vill fortsätta att undersöka frågan. Denna rapport beskriver en studie i två delar (del 1 i kontrollerad laboratoriemiljö och del 2 i en skola) med syfte att få svar på om det är en metod som kan rekommenderas för den regelmässiga städningen i stadens verksamheter.

1.2 Vattenkvaliteter och ytors egenskaper

I detta kapitel finns information om olika vattenkvaliteter och ytor, vad de har för egenskaper, hur renhet kan mätas och utvärderas.

1.3 Studieparametrar

Här beskrivs de variabler och parametrar som valdes till del 1 och del 2 av studien:

- Rengöringsmedel,
- Vattenanalyser,
- Städredskap,
- Ytor,
- Analysmetoder,
- Smuts i laboratoriestudien,
- Skola och lokaler i skolstudien,
- Utförare av analyser.

1.4 Kontrollerad studie i laboratoriemiljö (del 1)

I del 1 jämfördes rengöringseffekten av fyra olika rengöringsmedel (vanlig städkemikalie, kranvatten, ultrarent vatten och Z-vatten) på fyra ytmaterial nedsmutsade med olika typer av smuts och mikrober.

Studien genomfördes enligt en förenklad variant av metodiken "four-field test" beskriven i standarden EN 16615 avsedd för utvärdering desinficerande våtservetter. De nedsmutsade ytorna bedömdes innan och efter rengöring avseende biologisk smuts och mikroorganismer genom analys av ATP och odling av mikroorganismer samt avseende allmän smuts genom visuell bedömning och fluorescensmätning. Mätresultaten för de olika rengöringsmedlen jämfördes med varandra och bearbetades statistiskt för utvärdering av signifikans.

1.5 Mätningar i skola (del 2)

I del 2 av studien rengjordes ytor i fyra likvärdiga klassrum och fyra likvärdiga toaletter enligt skolans vanliga städrutiner med ett av de fyra olika rengöringsmedlen som studerats i labbstudien: vanlig städkemikalie (Allfix), kranvatten, ultrarent vatten och Z-vatten. Mätning av smuts (fluorescensmätning, ATP-mätning och odling av bakterier) gjordes innan och efter rengöring vid tre tillfällen: vid studiestart, efter två veckor och efter fyra veckor. Mätresultaten för de olika rengöringsmedlen jämfördes även med varandra och har även bearbetats statistiskt för identifiering av avvikande värden och utvärdering av signifikans.

1.6 Sammanfattande slutsatser

Rengöringsmedlet har till uppgift att lösa upp smutsen som därefter torkas bort med mikrofiberduken. I denna studie ingår inte någon utvärdering av olika mikrofiberdukar men sannolikt är mikrofiberdukens struktur och skick viktig för en effektiv rengöring.

Genomgående i studien var det stor spridning i mätvärdena (vilket gav stora standardavvikelser) och få resultat blev signifikanta. Sammanfattningsvis visade resultaten från både del 1 (labbstudien) och del 2 (skolstudien) att inget rengöringsmedel framstår som självklart bästa valet (Tabell 1).

Tabell 1: Rangordning av rengöringsmedel baserat på analyser av samtliga provpunkter (både labbstudien och skolstudien) från mest effektiv (1) till minst effektiv (4).

Smuts	Analys	1	2	3	4
Labbstudien					
Bakterier	ATP	Z-vatten (64%)	Allfix	Kranvatten	Ultravatten
Jäst	ATP	Allfix (92%)	Ultravatten (73%)	Z-vatten	Kranvatten
Bakterier	Odling	Z-vatten (99,5%)	Ultravatten (71%)	Allfix	Kranvatten
Jäst & mögel	Odling	Ultravatten (96%) / Z-vatten (95%)		Allfix (74%)	Kranvatten
Blåbär & välling	Visuellt	Z-vatten	Allfix / Ultravatten / Kranvatten		
Majonnäs	Visuellt	Likvärdigt			
Majonnäs	Fluorescens	Likvärdigt			
Skolstudien					
Biologiskt material	ATP	Allfix (96%)	Ultravatten (77%) / Z-vatten (76%)		Kranvatten
Biologiskt material på toalettgolvet	ATP	Z-vatten / Kranvatten / Allfix			Ultravatten
Bakterier	Odling	Z-vatten (87%)	Kranvatten (83%)	Allfix	Ultravatten
Blandad smuts	Fluorescens	Ultravatten (90%)	Z-vatten	Kranvatten	Allfix

Kommentar: Signifikanta resultat har markerats i fet stil. Inom parentes visas signifikans i % för resultatet i jämförelse med resultatet för det minst effektiva rengöringsmedlet (kolumn 4). Där det saknas parentes är signifikansen under 60%.

De sammantagna resultaten indikerar dock att Z-vatten är något bättre än övriga studerade rengöringsmedel. Samtliga undersökta rengöringsmedel, förutom Kranvatten, bedöms som tillräckligt effektiva för rengöring av skolans lokaler. Baserat på att Kranvatten i flest av de enskilda studierna visat minst effektivitet och totalt sett fått flest underkända värden, bedöms det som ett något sämre alternativ än de övriga rengöringsmedlen.

Z-vatten är alkaliskt (pH >11) vilket sannolikt bidrar till effektiviteten vid rengöring av bakterier.

2 Bakgrund

2.1 Lokalvård i staden

Städtjänster är ett prioriterat område för avtalsuppföljning enligt Stockholms stad kemikalieplan och miljöprogram, eftersom det finns stora utmaningar i branschen. En utmaning är användning av stora mängder kemiska produkter vid utförandet av tjänsterna.

I Stockholms stads upphandlingsmall för lokalvård inom offentliga verksamheter som till exempel skolor använder, står det följande "Ett av målen med upphandlingen är att den ska leda till en så kemikaliefri miljö i stadens verksamheter som möjligt. För att uppnå målet ska partikelfritt vatten användas i så stor utsträckning som möjligt vilket ersätter, alternativt är ett komplement, till kemikalier i lokalvården." I upphandlingsmallen framgår inte vilken variant av partikelfritt/ultrarent vatten som förordas utan det är upp till leverantören att bestämma.

2.2 Tidigare rapporter

Trossa har, på uppdrag av Stockholms stads kemikaliecentrum, tidigare gjort dels en förstudie kring "ultrarent" vatten¹ vilken redovisar vilka vetenskapliga belägg som finns för att "ultrarent" vatten fungerar för städning, dels en kartläggning av vilka företag som finns på svenska marknaden som säljer "ultrarent" vatten för städändamål och vilka organisationer som använder eller har prövat "ultrarent" vatten för städning². Även ett förslag på studieplan för att undersöka funktionen av olika städmetoder har tagits fram.³

Resultaten från de nämnda uppdragen indikerar att det finns stor potential att städa med ultrarent vatten på vissa typer av material och vissa typer av smuts. Kemikaliecentrum vill fortsätta att undersöka frågan för att se om det är en metod som kan rekommenderas för den regelmässiga städningen i staden.

2.3 Uppdraget

Det aktuella uppdraget syftar till att, med grund i tidigare rapporter och förslag till studieplan, se över och kunskapsläget och uppdatera bakgrundsinformation och studieupplägg. Sedan ska jämförande studier av rengöring med olika typer av "ultrarent" vatten, kranvatten och städning med traditionellt rengöringsmedel genomföras i kontrollerad laboratoriemiljö och i en skola.

I uppdraget ingår:

1. Förarbete inklusive uppdatering av nuläget jämfört med tidigare rapporter samt uppdatering av denna information.
2. Gå igenom och revidera studieupplägget i enlighet med eventuellt ny information.
3. Välja aktör för utförande av labbstudie.
4. Genomförande av labbstudien.
5. Hitta en frivillig skola som kan delta i studien.
6. Välja aktör för utförande av analyserna.
7. Genomförande av skolstudien.
8. Utvärdering av resultat och rapportskrivning.

2.3.1 Metodbeskrivning / Upplägg

Ett uppstartsmöte mellan kemikaliecentrum och Trossa hölls där omfattning och avgränsningar diskuterades. De tidigare rapporterna och slutsatser i dessa gick igenom och har i vissa fall kompletterats då ny information funnits att tillgå. Kontakter med vissa nyckelaktörer i den planerade studien återupptogs samt vissa nya kontakter etablerades för att kunna komplettera förslaget till studieplan till att bli helt genomförbar.

2.3.2 Avgränsningar

Tillgängliga resurser medför att antalet provytor i laboratoriedelen av studien behöver begränsas till fyra. Av praktiska skäl ingår inte ytor i korridorer, kök, matsal, idrottssal och omklädningsrum i skolstudien.

2.4 Utmaningar i lokalvårdsbranschen

Många företag inom lokalvårdsbranschen brottas med hanteringen av de hälso- och miljöfarliga kemikalier som behövs för att få rena ytor. Det blir även kvar ett tunt skikt på ytorna av dessa ämnen som varken är bra för människors hälsa eller miljön. Ur ett hållbarhetsperspektiv vore det allra bäst att få bort dem helt. En potentiell metod är användning av ultrarent vatten för rengöring. Användning av

¹ "Ultrarent vatten – en förstudie. Sammanställning av information kopplat till städning", 2018-10-01, Trossa

² "Ultrarent vatten – kartläggning. Sammanställning av tillverkare, säljare och användare", 2019-01-31, Trossa

³ "Förslag till studieplan för utvärdering av städning med "ultrarent" vatten", 2020-11-09, Trossa

ultrarent vatten har blivit alltmer etablerad för t ex fasadvätt,^{4,5} fönstervätt⁶ och städning inomhus.^{7,8}

2.5 Förklaring till begreppet "ultrarent vatten"

Begreppet "ultrarent vatten" är inte vedertaget och används lite olika beroende på vem som skriver det. I denna rapport kommer begreppet användas som benämning på vatten som kan framställas genom filtrering genom de jonbytes- och kolfilteranläggningar som tillhandahålls av leverantörer. Leverantörerna av ultrarena vatten menar att dessa vatten har särskilt goda rengöringsegenskaper och därmed är lämpliga för just rengöring. Leverantörerna av sådana anläggningar menar att detta vatten uppfyller kriterierna för det som enligt standarder benämns som Typ I-vatten; vatten från vilket nästan alla joner och partiklar avlägsnats. Sådant vatten benämns även som "ultrarent vatten" (se vidare avsnitt 3.1). Andra benämningar som förekommer är "behandlat vatten", "extra rent vatten" och "partikelfritt vatten". I tabeller i avsnitten 4 och 5 som beskriver studieresultaten, benämns "ultrarent vatten" som "ultravatten".

3 Vattenkvaliteter och ytor: Egenskaper, mätning av renhet samt utvärdering

I detta kapitel finns information om olika vattenkvaliteter, vilka mätvärden som används för att beskriva vattnets renhet och vilka egenskaper dessa typer av vatten har. Vidare beskrivs även ett antal ytor och vilka egenskaper dessa har, hur renhet på ytor kan mätas och utvärderas.

3.1 Vattenkvaliteter och mätning av vattenrenhet

3.1.1 Vattenkvaliteter

Det finns varierande nivåer av renat vatten med olika benämningar som ska uppfylla specifika kriterier.⁹ Exempel på etablerade standarder för vattenkvalitet är ASTM D1193 (ASTM = American Society for Testing and Materials),¹⁰ ISO 3696¹¹ och CLRW Guidelines¹². Många benämningar för de olika kvaliteterna i dessa standarder är gemensamma. Det är dock skillnader i vilka mätvärden som ingår och vilka gränsvärden som anges. I Tabell 2 nedan har värden från flera standarder kombinerats. Även relevanta värden från andra källor redovisas för några vanliga vattenkvaliteter.

⁴ Fasadrengöring: <http://gleanscandinavia.com/surface/>

⁵ Fasadrengöring: <https://specialrengoringar.se/fasadrengoring-med-ultrarent-vatten/>

⁶ Fönstervätt: <http://www.skvissen.se/ultrarent-vatten>

⁷ Städ - Orbotech: <https://www.orbotech.se/produkter/ultra-h2o/>

⁸ Städ - Ixacon: <http://ixacon.se/index.html>

⁹ Lindahl, M. et al, Industrial cleaning with Qlean Water – a case study of printed circuit boards, Journal of Cleaner Production 47 (2013) 19-25, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.01.032>

¹⁰ ELGA Global Operations Centre. Information hämtad från www.elgalabwater.com och https://cdn.ninolab.se/wp-content/uploads/ProductDoc/ARO/ELGA_ny/Water-Quality-Standards.pdf 2024-02-22.

¹¹ ISO 3696:1987 – Vatten för analysändamål: <https://www.sis.se/produkter/kemiteknik-3b58b2e7/analytisk-kemi/kemisk-reagens-och-referensmaterial/sseniso3696/>

¹² CLRW guidelines: <https://puretecwater.com/deionized-water/laboratory-water-quality-standards> 2024-03-15

Tabell 2: Sammanställning av mätvärden för olika typer av vatten.

Typ av vatten	Havs- och sjövattnet	Kranvatten ^{13,14,15,16,17,18}	Typ III	Typ II	Typ I	Qlean	ASTM substandard C	ASTM substandard B	ASTM substandard A
Motsvaras ~ av			Avjonat	Destillerat	Ultrarent	Superrenat			
Mätning av									
Konduktivitet (mS/m)	5000	50-800	<0,25	<0,1	<0,056	0,003-0,004	n.a.	n.a.	n.a.
Resistivitet (MΩcm)	n.a.	n.a.	1-4	4-18	>18	25-30	n.a.	n.a.	n.a.
TOC (µg/L)	n.a.	n.a.	<200	20-50	<20	<5	n.a.	n.a.	n.a.
TDS (mg/L)	n.a.	200-255	1-10	<1,0	<0,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
TSS (NTU)	n.a.	<0,5	n.a.	n.a.	<0,03	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
pH vid 25°C	7-8,4 6-8	6,5-9,5	5-8	5-8	5-7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Bakterier (CFU/mL)	n.a.	100	<1000	<100	<1	n.a.	<1000	<10	<1
Endotoxiner (EU/mL)	n.a.	Ska ej påvisas	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	N/A	<0,25	<0,03
ATP (pg/mL)	n.a.	0,1-0,8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	N/A	N/A	N/A

Not: n.a. = not available, N/A = not applicable.

3.1.2 Orenheter och mätning av vattenrenhet

Vatten har en unik förmåga att lösa upp kemiska ämnen och är också oundgängligt för de flesta livsformer. Det finns en mängd olika orenheter i vatten som varierar med årstider och andra faktorer. I vissa verksamheter är det kritiskt att vattnet har en särskild kvalitet vilket kan bedömas genom en mängd olika analyser.

För att kunna använda vatten i exempelvis vissa laboratorieverksamheter måste det vara säkert att orenheterna har en låg och jämn nivå som inte kan påverka laboratorieresultaten på något sätt. Se Tabell 3 för sammanställning av typer av föroreningar och metoder för att mäta dem.

Tabell 3: Sammanställning och beskrivning av analysmetoder som beskriver ett vattens renhet.

Mätning av	Analysmetoder	Ger information om
Konduktivitet	- Analyseras med konduktivitetsmätare. - Mätning av vattnets förmåga att leda elektrisk ström som är bättre ju mer joner som finns. - Mäts i enheten S/m (dvs siemens/m).	- Ett mått på den totala jonstyrkan (både organiska och oorganiska joner). - Hög konduktivitet = Mycket joner - Lågt värde = Lite joner = Rent vatten - Typvärde för sjövattnet: 5 S/m - Referensvärde för Typ I vatten: 5-10 µS/m

¹³ Atlas Scientific om konduktivitetsspann: <https://atlas-scientific.com/blog/water-conductivity-range/> 2024-12-03

¹⁴ Livsmedelsverkets författningssamling LIVSFS 2022:12.

¹⁵ Information från Orbotech: Dricksvatten TDS = ca 200 ppm.

¹⁶ Uppmätt av IVL i vattenrenningsanläggningen i Henriksdal: TDS = 255 ppm

Mätning av	Analysmetoder	Ger information om
Resistivitet	- Analyseras med resistivitetsmätare. - Motsatsen till konduktivitet, dvs hur mkt elektrisk ström som inte går igenom vattnet. - Resistivitet = $1 / \text{Konduktivitet}$ - Mäts i enheten $\Omega \times m$ (dvs ohm x m), men för vatten har det justerats till $M\Omega cm$ för att få mindre tal.	- Ett omvänt mått på den totala jonstyrkan. - Högt värde = Lite joner = Rent vatten - Referensvärde för Typ I vatten: 10-18 $M\Omega cm$
TOC (= Total Organic Carbon)	- Analyseras genom våtkemisk oxidation av organiskt kol och mätning av bildad koldioxid med IR-detektion. - Mäts i ppb (parts per billion).	- Ett mått på mikrobiologisk aktivitet (organiska ämnen). - Högt värde = Mer biologiskt material - Lågt värde = Mindre biologiskt material - Typvärde i dricksvatten: 1-8 ppb
TDS (= Total Dissolved Solids)	- Den bästa analysmetoden för TDS-mätning innebär indunstning av filtrerad vätska och vägning av resten. - Kan även analyseras med hjälp av portabla TDS-mätare som utgår från en konduktivitetsmätning och ett antagande att de flesta ämnen lösta samt en korrelationsfaktor. $TDS = k \times \text{konduktivitet}$ - Mäts i ppm (parts per million).	- Partiklar mindre än $2 \mu m$ i diameter. - Utgörs av både organiska och oorganiska ämnen. - Högt värde = Mycket små partiklar - Lågt värde = Lite små partiklar
TSS (= Total Suspended Solids)	- Analyseras enklast genom sk turbiditetsmätning där det mäts hur partiklarna i vattnet sprider ljuset från en laserstråle. - Mäts i NTU (= Nephelometric Turbidity Units) - Kan även analyseras genom filtrering och vägning. - Mäts i mg/L.	- Partiklar större än $2 \mu m$ i diameter. - För det mesta är det oorganiskt material, men även alger och bakterier kan också finnas bland TSS. - Högt värde = Mycket partiklar - Lågt värde = Lite partiklar - Typvärde i dricksvatten: $<0,5 \text{ NTU}^{17}$
pH	- Analyseras med pH-meter. - Koncentrationen av vätejoner anges i pH-skalan 0-14 (för vatten). Vattnets pH är av stor betydelse för dess förmåga att lösa upp andra ämnen.	- Lågt pH = Surt = Mycket vätejoner - Högt pH = Basiskt = Lite vätejoner - Både surt och basiskt vatten löser andra ämnen bättre än neutralt vatten (runt pH 7)
CFU (= Colony Forming Units)	- Analyseras genom att odla de mikroorganismer som finns i vattenprovet i en petri-skål - Mäter alla odlingsbara bakterier (mikroorganismer) i provet. Mäter inte specifika patogener. - Mäts i CFU/mL.	- Högt värde = Mycket mikroorganismer - Lågt värde = Lite mikroorganismer - Gränsvärde i dricksvatten är 100 CFU/100 mL¹⁸
ATP (= Adenosine Tri Phosphate)	- Analyseras genom att mäta mängden ATP (som är livets energimolekyl som hela tiden bildas i allt levande material). Mängden ATP i ett givet prov kan kvantifieras genom tillsats av luciferasenzym från eldflugan och mäta det ljus som produceras. Mängden ljus mäts med en luminometer och är direkt proportionell mot mängden biologisk energi i provet. - Mäts i RLU (= Relative Light Units). - Kan räknas om till mol eller g per volymenhet.	- Högt värde = Mycket biologiskt material - Lågt värde = Lite biologiskt material - Typvärden i dricksvatten: $<0,1-0,8 \text{ pg/mL}^{17}$

3.1.3 Den rengörande effekten hos ultrarent vatten

Att ultrarent vatten fungerar för rengöring är kontroversiellt och teorin bakom hur det fungerar är inte

¹⁷ TSS och ATP i dricksvatten: Water 2023, 15(9), 1636, <https://doi.org/10.3390/w15091636>

¹⁸ CFU/100 mL i dricksvatten: <https://www.merusononline.com/cfu-colony-forming-units/> 2024-12-03

fastställd. Följande beskrivning har använts för att sammanfatta hur vattnet fungerar: "I ultrarent vatten har även (utöver partiklar och salter) hydroxid- och hydroxoniumjoner avlägsnats. Detta gör att de håligheter i vattnets struktur som finns i vanligt vatten inte längre finns där. Det är dessa håligheter som hindrar hydrofob (fettlösligt) material från att spridas i vattnet. I och med avlägsnandet av håligheter kan hydrofob material under omrörning blanda sig till en meta-stabil emulsion och därmed lösas upp från ytan. Ju lägre nivå av kvarvarande joner, desto effektivare rengöring." Samma forskare konstaterar också att det behövs mer forskning för att få en kemisk förståelse för hur jon- och partikelfritt vatten löser upp smuts och fett.⁹

Vid fönster- och fasadrengöring utomhus, där det är ett flöde med vatten som rinner av, är det relativt lätt att få en intuitiv förståelse för att ett jonfritt vatten suger åt sig joner för att återfå den sammansättning som vatten normalt har. Men så som ultrarent vatten används vid städning, dvs lite vatten sprejas på ytan eller mikrofiberduken innan avtorkning, så är det inte lika lätt att komma till slutsatsen att det har någon effekt på vattnets förmåga att suga åt sig smuts.

Många av de som börjat städa med ultrarent vatten anser dock generellt att ytorna blir rena och efter ett tag känns de markant renare vid nästa städning. Deras intuitiva teori är generellt att då inga kemikalier tillförs på ytorna och mikrofiberdukarna effektivt fångar upp det som finns på ytorna så blir det renare efter en tids användning. De gör alltså ingen koppling till att det ultrarena vattnet möjligen skulle ha en större förmåga att lösgöra smutsen.

3.1.4 Behandlade vatten avsett för rengöring av ytor

Det finns flera producenter och leverantörer av ultrarent vatten. En del företag säljer hela koncept för rengöring med ultrarent vatten vilket inkluderar allt från mindre anläggningar för att tillverka ultrarent vatten till städvagnar med moppar, sprayflaskor och rekommenderade mikrofiberdukar. Det finns även företag som säljer ultrarent vatten på flaskor och dunkar. Det finns dock indikationer på att vattnets konduktivitet ökar drastiskt inom en månad vid förvaring i plastflaskor.¹⁹

Andra behandlade vatten som finns på den svenska marknaden som anges ha bra rengörande effekt är Z-vatten. Det framställs genom tillsats av kaliumkarbonat till ultrarent vatten följt av elektrolys.²⁰ Detta gör att koldioxid (karbonatjonerna) lämnar vattnet och att de enda motjonerna till kalium blir hydroxidjoner. Denna metod gör att vattnet får ett starkt alkaliskt pH (utan tillsats av mycket frätande kaliumhydroxid) som anses både ge vattnet goda rengörande/fettlösande effekter och förmåga att inaktivera virus och gram-negativa bakterier.²¹ Det anges vara effektivt mot Covid 19, RS-virus, influensa och olika typer av bakterier enligt en japansk studie.²²

Tersanovatten är ett filtrerat (inte ultrarent) vatten som behandlats med ozon.²³ Ozon är ett kraftigt oxidationsmedel och ozonbehandling är ett känt sätt att desinficera vatten. Ozonet oxiderar det mesta som kan oxideras. Exempelvis elimineras mikroorganismer genom att membran och andra strukturer förstörs vid oxidationen. Metaller kan elimineras genom att de oxideras till filtrerbara metalloxider. Vid användning av nytillverkat tersanovatten anses dessa egenskaper kunna överföras till rengöring av ytor. Enligt en amerikansk företagsfinansierad studie anges det ha bakteriedödande egenskaper.²⁴

I tabellen nedan sammanställs några leverantörer och deras produkter.

Tabell 4: Behandlade vatten avsedda för rengöring som finns på den svenska marknaden.

Leverantör	Produkt	Framställning		Vattenkvalitet		
				Konduktivitet	TDS	pH
		Typ av vatten	Kommentar			

¹⁹ Andersson, H., Ultrapure water – a revolutionary cleaning product? Examensarbete vid Institutionen för fiber och polymerteknik, KTH 2023.

²⁰ Z-vatten: <https://z-water.se/om-z-water/> 2024-03-06

²¹ Z-vatten – länkar till studier: <https://z-water.se/portfolio-item/dokument/> 2024-10-29

²² Suzuki, Y. et al, Strong alkaline electrolyzed water efficiently inactivates SARS-CoV-2, other viruses, and Gram-negative bacteria, Biochemical and Biophysical Res. Commun. 575 (2021) 36-41: <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2021.08.048>

²³ Tersanovatten: <https://www.orbotech.se/produkter/tersano/> 2024-03-06

²⁴ Microchem Laboratory, Round Rock, TX 12/15/17: <https://www.orbotech.se/wp-content/uploads/2020/07/TersanoSmittamnesrapport.pdf> 2024-03-06

Leverantör	Produkt	Framställning		Vattenkvalitet		
Orbotech	UltraH2O ²⁵	Orbotech filter	Typ I-vatten	0 µS/m	0,00 ppm	7
Ixacon	Ultrarent vatten (Zero) ²⁶	Zero3/5-filter	Typ I-vatten	n.a	0 ppm	n.a
Swatab	Dirovatten ²⁷	Diro-filter	Typ I-vatten	0,665 µS/cm	n.a	7
Hygienteknik	Activa - Ultrarent vatten ²⁸	Aqua Pure renavattenfilter	Kan köpas på dunk - Typ I-vatten	n.a	n.a	7-8
Z-vatten	Z-water ²⁹	Ultrarent vatten + KOH	Kan köpas på dunk	8,23 µS/cm	n.a	10,8 / 12,5 / 13,1
Orbotech	Tersanovatten ³⁰	Filtrering + ozonbehandling	-	n.a	n.a	n.a
SVOA	Kranvatten	Vanlig vattenkran	-	50-800 µS/cm	200-255 ppm	7,8-8,5

Not: n.a. = not available

3.2 Ytors egenskaper och mätning av renhet

3.2.1 Olika ytors egenskaper

Vanligt förekommande ytor i skolor är plast, keramik, metall, trä, laminat och linoleum. Olika ytor har olika egenskaper som påverkar hur hårt eller löst smutsen binder och därmed också hur lätt eller svårt det är att få bort den från ytan. Generellt gäller regeln att "lika löser lika".

Det innebär exempelvis att en fetare (opolär) smuts kan vara svårare att få bort från en plastyta (som exempelvis golv av PVC/vinyl) som är ett "fett" eller opolärt material. Ämnena binder till varandra med van der Waalsbindningar som måste brytas för att den feta smutsen ska lossna. Om den feta ytan i stället fått ett vattenlösligt salt på sig går det lätt att få bort genom att tvätta med vanligt vatten då saltet gärna blandar sig med vatten.

Keramiska material (så som kakel, klinker, terazzo, porslin och glas) består mestadels av kiseldioxid och metalloxider i täta nätverk. Här finns det en mängd delvis negativt laddade syreanioner i materialets yta som kan binda till vattenlösliga ämnen med vätebindningar. Salt- och kalkavlagringar är mycket svårare att få bort från en keramisk yta jämfört med en plastyta. En keramisk yta som smutsas ned med fet smuts som exempelvis olja, går lättare att göra rent då oljan inte har något att binda till i en sådan yta.

Metallytor består oftast av rostfritt stål (en legering = blandning av metaller) eller kolstål pläterat med en blankare yta. Gemensamt för dessa ytor är att de är täta och atomerna sitter väldigt hårt bundna till varandra genom stora elektronmoln. Det krävs mycket för att smuts ska fastna i en slät metallyta.

²⁵ Orbotech, UltraH2O: <https://www.orbotech.se/produkter/ultra-h2o/> 2024-03-06

²⁶ Ixacon, Ultrarent vatten: <https://ixacon.se/regoringsmedel/> 2024-03-06

²⁷ Swatab, Dirovatten: <https://www.swatab.com/koncept/> 2024-03-06

²⁸ Hygienteknik, Activa Ultrarent vatten:

https://eline.hygienteknik.se/Artiklar/Stadmaterial/Rengoringsmedel/Specialkem/Ovrigt/Ultrarent_vatten_5L?id=40025 2024-03-06

²⁹ Z-vatten – SDS: <https://z-water.se/wp-content/uploads/2022/02/Sakerhetsdatablad-Z-Water-X-Power-sve-20220425.pdf> 2024-10-29

³⁰ Tersanovatten – SDS:

https://cdn.shopify.com/s/files/1/0298/2389/3557/files/Tersano_SAO_CANADA_V8.20_CA-en.pdf?v=1682093372 2024-10-29

Träytor är i jämförelse med plast, keramiska material och metaller, väldigt porösa. De utgörs huvudsakligen av polära cellulosa-, hemicellulosa- och ligninpolymerer som ligger packade längsmed varandra. Ytan kan lätt vätebinda till vatten och andra polära ämnen. Dessa ämnen kan även relativt lätt tränga in i träet eftersom det är ganska poröst. Av den anledningen behandlas vanligen trä med en fet ogenomtränglig lack. Då blir det mer likt en plast i ytan.

Laminatytor ska ofta efterlikna ytor av trä, men är i praktiken mycket hårdare. Det består av flera olika lager där bottenlagren utgörs av kartong. Ovanpå läggs ett melaminbehandlat underlagspapper, ett dekorpapper (exempelvis med trämönster) och ovanpå det läggs en transparent melaminfilm. De olika skikten pressas samman under högt tryck. Ovanpå det yttersta lagret läggs ofta en polyuretanyta för extra styrka. I praktiken är laminatytor alltså en plastyta och beter sig också så.

Linoleum påminner i utseende om PVC/vinyl men är tillverkat från naturligt förekommande linolja som får härda (tvärbinda) runt diverse fyllmedel av kalksten, kork eller trämjöl, pigment och harts (kåda). Materialet är av fet/hydrofob karaktär och är tätare än trä, men inte så tätt som PVC/vinyl. Vid modern tillverkning beläggs linoleumytan ofta med ett skyddande ytskikt i form av en syntetisk polyuretanpolymer för att minska behovet av polishbehandlingar.

3.2.2 Utvärdering av ytors renhet i lokaler

Enligt Folkhälsomyndighetens allmänna råd om städning i skolor, förskolor, fritidshem och öppen fritidsverksamhet ska verksamheterna systematiskt följa upp kvaliteten på städningen.³¹

I den nordiska standarden INSTA 800 beskrivs system för fastställande av städkvalitet.³² Enligt detta system, som hänvisas till i SISABs städhandbok, mäts städresultat genom visuell bedömning som förenklat bygger på "rent och snyggt efter varje städtillfälle" där resultatet anges som Godkänt (G) eller Icke godkänt (IG). I varje kontrollerat rum ska bedömning göras av golv, inventarier, väggar och tak.³³

Tabell 5: Beskrivning av viktiga kontrollpunkter och renhetskrav hämtade från SISABs städhandbok.

Typ av yta	Beskrivning av renhetskrav
Tagytor	Dörrhandtag, strömbrytare, och i alla utrymmen. Rent varje dag.
Toalettstädning	Rent och snyggt varje dag. Inga beläggningar, smuts i hörn, damm på rör eller motsvarande.
Golv	Fria från lössmuts och så kallad "yt-smuts", det vill säga när det ligger en hinna av smuts på golvet eller annan yta.
Duschar	Ingen kalktvål på väggar.
Sällanstädsytor	Säkerställ att samtliga ytor städas i den regelmässiga städningen upp till 2,1 meter.

Ovan beskrivna kvalitetskontroll fungerar tillfredsställande när det handlar om att bedöma och kontrollera städresultat generellt. För att kunna jämföra städmetoder med varandra behövs dock mer sofistikerad mätning av renheten på de olika kontrollpunkterna.

Den här studien syftar till att jämföra olika rengöringsmetoder. Eftersom det inte finns några specifika renhetskrav för skolmiljö annat än visuellt rent, blir de relativa resultaten i renhetsmätningarna viktigare än de kvantitativa. Det underlättar dock att ha riktvärden att jämföra med och inom sjukvården finns standarder med gränsvärden som det går att utgå ifrån.

Den svenska standarden SS 8760014 beskriver olika metoder för att utvärdera och bedöma städkvalitet.³⁴ I den finns gränsvärden för både ATP-mätning och mikrobiologisk odling som är de primära mätmetoder som är tänkta att användas för utvärdering av städmetoderna i detta

³¹ FoHMF 2014:19:

<https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/415fa580a6324d1594d9844b7c2e4e19/fohmfs-2014-19.pdf> 2024-03-06

³² Nordisk standard: SS-INSTA 800-1:2018:

<https://www.sis.se/produkter/foretagsorganisation/tjanster/tjanster-for-foretag/ss-insta-800-12018/> 2024-03-06

³³ SISAB (Skolfastigheter i Stockholm AB) städhandbok: <https://sisab.se/globalassets/3.-leverantor/goda-exempel/overgripande/stadhandboken.pdf> 2024-03-06

³⁴ Svensk standard: SS 8760014:2017: <https://www.sis.se/produkter/halso-och-sjukvard/medicin-allmant/ss-8760014-2017/> 2024-03-06

studieupplägg.

3.2.3 Utvärderingsmetoder

I detta projekt har renheten på ytor att utvärderats genom ATP-mätning, CFU-mätning, visuell bedömning och fluorescens-mätning samt eventuellt. QCM-D analys har utvärderats men av praktiska skäl inte inkluderats i studien.

I den svenska standarden (SS 8760014:2017)³⁴ finns två nivåer av godkänt på ATP-gränsvärden angivna för vanliga vårdlokaler (se Tabell 6). I samma standard finns ett gränsvärde för godkänt resultat från mikrobiologisk odling på 5 CFU/cm² för förekomst av totalantal aeroba bakterier. I den danska motsvarande hygienstandarden DS 2451-10 finns även ett lägre gränsvärde på 2,5 CFU/cm² angivet.³⁵ I denna studie för mätning av renhet i skolan har, i likhet med gränserna för ATP-mätning, två nivåer av godkänt för utvärdering av renhet använts; det lägre för godkänt och det högre för godkänt med anmärkning. Testresultat som överstiger dessa värden bedöms som ej godkända. I Tabell 6 anges gränsvärden angivna i standarderna samt gränsvärden omräknade till de enheter som erhålls från de använda analysmetoderna.

Tabell 6: Gränsvärden för rengöring enligt SS 8760014:2017 och DS 2451-10:2013.

Förslag till bedömning	ATP-gränsvärden enligt SS 8760014:2017 (femtamol ATP/100 cm ²)	ATP-gränsvärden# (omräknade till RLU/100 cm ²)	Gränsvärden för mikroorganismer enligt DS 2451-10:2013 (CFU/cm ²)	Odlings-gränsvärden# (omräknade till CFU/10 cm ²)
Godkänt	< 50	< 220	< 2,5	< 25
Godkänt med anmärkning	50-100	220-423	2,5-5	25-50
Ej godkänt	> 100	> 423	> 5	> 50

* RLU/100 cm² är den enhet som avläses vid mätning av ATP mätning med ATP-mätare Clean-Trace™ LM1.³⁶

Avser de gränsvärden som är relevanta för studien.

Eftersom både ATP-mätning och mikrobiologisk odling korrelerar till material från levande organismer var det önskvärt att använda ytterligare en metod för analys av annan typ av smuts. I den här studien har vi använt en så kallad fluorimeter som mäter våglängden och ljusintensiteten på det ljus en yta sänder tillbaka när den lysas på med UV-ljus. Detta mäts i enheten RFU (= relativa fluorescensenheter) och ju större värde desto mer smuts finns på ytan. För denna analysmetod finns i dagsläget dock inga gränsvärden att tillgå. I labbstudien har resultaten även bedömts visuellt.

3.3 Beskrivning av relevanta mätmetoder för ytors renhet

De analysmetoder som ofta används för att mäta smuts på ytor, och även anges i de standarder som finns, är så kallad ATP-mätning kombinerat med mikrobiologisk odling och mätning av antal "Colony Forming Units" (= CFU/cm²). Med båda dessa metoder mäts biologisk smuts (till exempel fingeravtryck, sekret, intorkat spill, kladd och bakterier) på olika sätt. Icke biologisk smuts (till exempel pennlinjer, halkmärken, kalk och rost) ingår inte som en parameter i de olika standarder som finns för bedömning av städning, annat än som visuell bedömning av smuts/fläckar. Vid tester i laboratoriemiljö kan olika typer av smuts appliceras på olika ytor för att bedöma om det är skillnader i förmåga att ta bort även annan typ av smuts än biologisk, mellan olika städmetoder. För mätning av sådan smuts kan sannolikt någon form av fluorescensmätning användas. För mätning av sådan smuts i laboratoriemiljö kan även QCM-D analys användas.

3.3.1 ATP-mätning

Ett vanligt sätt att utvärdera rengöringsresultat är genom så kallad ATP-mätning. Mätvärdet uttrycks i relativa ljusenheter (RLU/100 cm²) och ger ett mått på den biologiska smutsmängden i ett prov.

³⁵ Dansk standard: DS 2451-10 SV:2014: <https://webshop.ds.dk/standard/M286637/ds-2451-10-sv-2014> 2024-03-06

³⁶ Clean-Trace™ LM1 ATP-mätare: <https://hygiene-diagnostics.se/product/kemi/atp-matning/3m-clean-trace-lm1-atp-matare/> 2024-10-30.

Molekylen adenosin trifosfat (= ATP) bildas i alla typer av levande celler och förekommer i t ex mikroorganismer, avstötta hudceller, blod och livsmedelsrester. ATP-mätning är ingen mikrobiologisk metod, men låga RLU-värden innebär som regel låga bakterieantal. Själva mätningen innebär att de ATP-molekyler som isolerats från ytan får reagera med ett enzym som finns i lysmaskar. Detta enzym avger då ljus och det är själva ljusmängden som mäts. ATP-mätning före och efter rengöring gör det möjligt att beräkna rengöringseffekten dvs hur stor andel av den cellorganiska smutsen på ytan som försvinner.

Provtagning görs enklast med ett ATP-svabbtest-kit med en förfuktad svabb och flytande reagens (lysmaskens enzym) i ett provrör. En provpunkt på 10 x 10 cm svabbas. Svabben läggs sen tillbaka i provröret med reagens. Provet laddas i en sk ATP-mätare³⁶ och mätvärdet visas på skärmen efter några sekunder. Det är enkelt att utföra och det finns flera olika varianter av mätare på marknaden.

Figur 1: Provtagningssvabb och analysinstrument.



Det finns dock forskning som tyder på att dessa snabbmätare inte är helt pålitliga eftersom ATP sönderfaller fort utanför celler, då det ofta finns ATP-aser, enzym som bryter mer ATP.³⁷ Det går att göra motsvarande mätningar laborativt och då få mer pålitliga resultat.³⁸ För andra liknande studier har metoden dock visat sig fungera relativt bra och givit rimliga resultat, varför ATP-snabbmätare även använts till denna studie.

3.3.2 Mikrobiologisk odling

Mikrobiologisk odling kan också användas för att utvärdera rengöringsresultat. Genom att använda tryckplattor^{39,40} av en odlingsbädd för provtagning av ytor kan odlingsbara mikroorganismer mätas. Plattorna läggs i värmeskåp angiven tid så att mikroberna hinner forma kolonier. Kolonierna räknas och resultatet beräknas per cm² genom att antalet kolonier divideras med plattans yta. Mätvärden uttrycks i antal CFU/10 cm² eller endast CFU om mätningarna genomförs på lika stor yta ett flertal gånger (CFU = Colony Forming Units)

Onormalt högt antal aeroba mikroorganismer (totalantal) på rengjorda ytor är en indikation på att rengöring inte är tillräcklig bra eller att desinfektion inte fungerar.

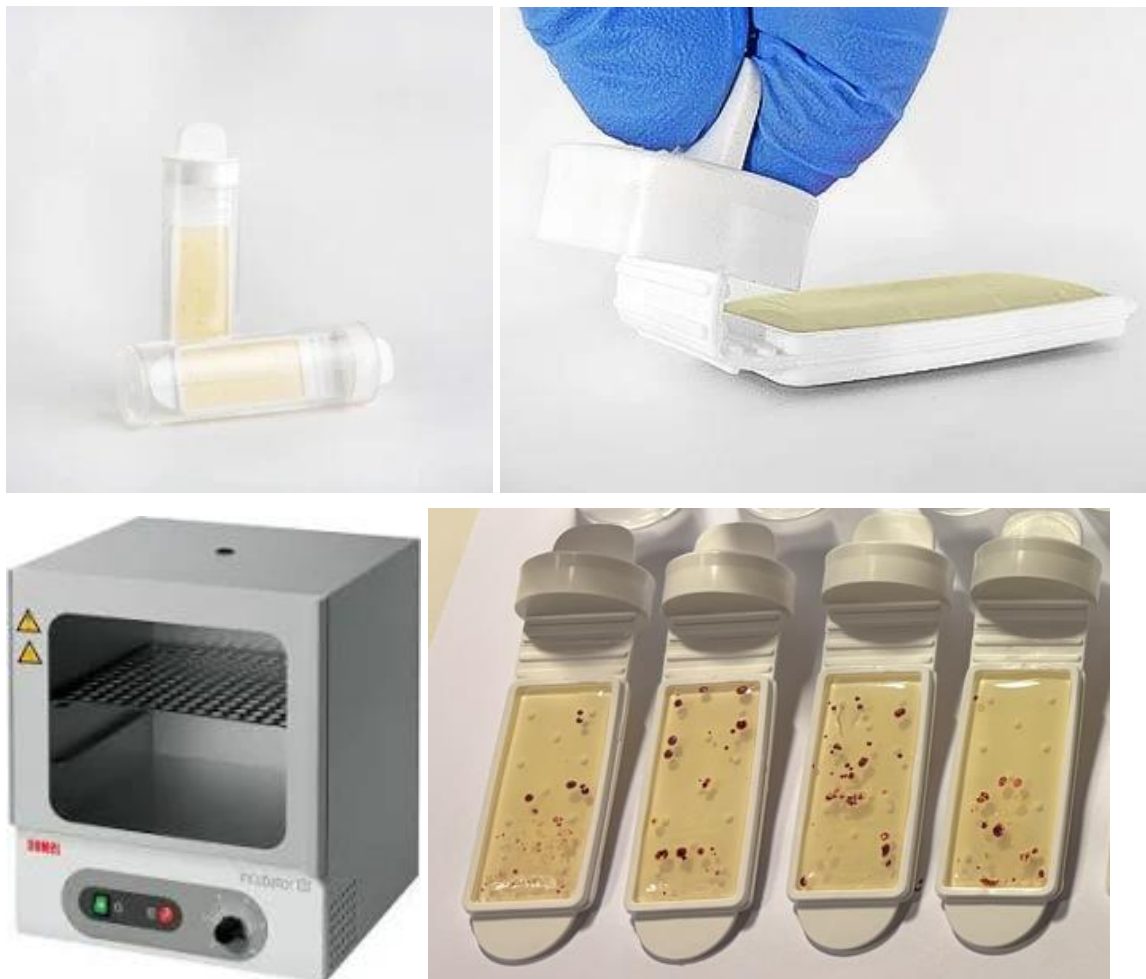
³⁷ Omidbashsh, N. et al, How Reliable Are ATP Bioluminescence Meters in Assessing Decontamination of Environmental Surfaces in Healthcare Settings?, PLOS ONE 9(6) (2014) e99951.

³⁸ Pedersen, K. et al, Use of an ATP assay to determine viable microbial biomass in Fennoscandian Shield groundwater from depths of 3–1000 m, Journal of Microbiological Methods 70 (2007) 363–373.

³⁹ Tryckplattor Hygicult: <https://www.triolabfood.se/produkt/tryckplattor/> 2024-10-30.

⁴⁰ Tryckplattor Dipslide Totalantal Aeroba: <https://hygiene-diagnostics.se/product/mikrobiologi/tryckplattor/dipslide-totalantal/> 2024-10-30.

Figur 2: Illustration av provtagningsförfarande med tryckplatta och analysresultat

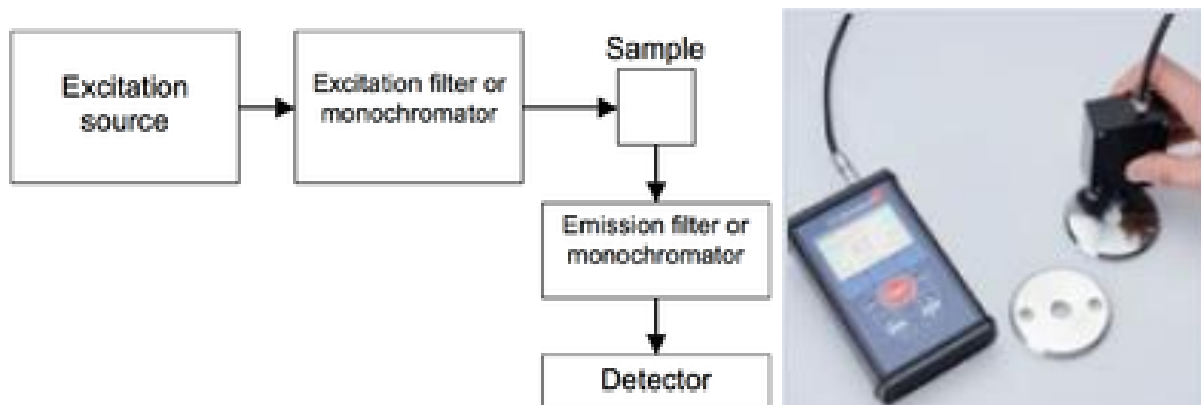


3.3.3 Fluorescensmätning

Fluorescens spektroskopi är en optisk metod som är vanlig för att analysera framför allt organiska föreningar, men även vissa mineraler går att detektera med fluorimetri. Metoden bygger på att molekyler har olika energinivåer. Instrumentet sänder ut ultraviolett ljus. Molekyler som träffas av ljuset tar upp energin i ljuset i form av fotoner och hamnar då i ett högre energitillstånd. Det högre energitillståndet är mindre stabilt och molekylerna går vanligen lätt tillbaka till sitt grundtillstånd varvid de sänder ut energin i form av fluorescens som en detektor mäter. Instrumentet som används för mätningen kallas fluorimeter. Den mäter våglängden och ljusintensiteten (energin) på det ljus som materialet sänder tillbaka. Enheten för ljusintensitet är W/m^2 ($W=watt$). En modern fluorimeter kan mäta halter ned till 1 ppt. Mätresultaten anges i relativa fluorescensenheter (RFU).⁴¹

⁴¹ SITA CleanoSpector: <https://www.sita-messtechnik.de/produkte/sita-cleanospector> 2024-10-30.

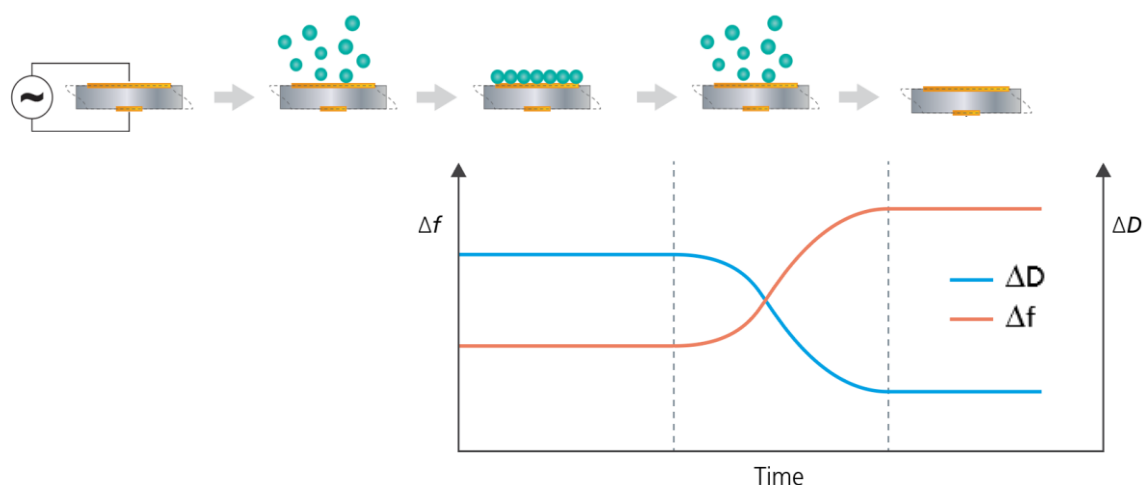
Figur 3: Schematisk bild över hur metoden fungerar.



3.3.4 QCM-D analys

QCM-D (quartz crystal microbalance with dissipation monitoring) är en metod som används för att studera beläggningar på ytor med hög precision i ett laboratorieinstrument. Provet appliceras på en liten yta av kvartskristall (sensor) med elektroder på var sida om ytan. Därefter läggs en spänning på mellan elektroderna vilket medför att kristallen med provet börjar svänga (oscillera). Provet dämpar vängningen och genom att mäta förändringen i frekvens med och utan provet lagt på ytan (Δf) kan förändringen i kvartskristallens vikt räknas ut, dvs hur mycket prov som ligger på kristallen. Metoden är känslig och kan mäta mycket små förändringar i vikt. Förutom att mäta förändringen i frekvens mäts energiförlusten (ΔD) i svängningen. Detta ger information om provets viskositet.⁴²

Figur 4: Mätning av förändringar i en provytas frekvens och dämpning när ett prov appliceras på ytan och därefter avlägsnas genom att ett flytande medel får strömma över plattan.



Metoden kan användas för att studera hur hårt olika typer av smuts kan renas bort från en yta. Efter att mängden prov/smuts lagts på ytan pumpas rengöringsmedlet genom instrumentet och tar då med sig delar av smutsen på ytan. Samtidigt mäts förändringen i kristallens svängning från vilket det kan beräknas hur mycket smuts som avlägsnats. Fördelen med metoden är den ger ett kvantitativt mått på hur mycket smuts som avlägsnats med rengöringsmedlet. Underlaget för smutsen i detta instrument är alltså kvarts som utgörs av kiseldioxid som är en polär yta. Som beskrivet ovan (se avsnitt 3.2) kan en sådan yta förväntas binda polära ämnen starkast. Kvartsen kan dock försees med olika beläggningar för att även analysera hur andra exempelvis mer feta (hydrofoba) ytor som plast beter sig.

⁴² Biolin Scientific: <https://www.biolinscientific.com/qsense> 2024-03-15

4 Parametrar för den aktuella studien

Eftersom rengöring med ultrarent vatten är en kontroversiell metod är det viktigt att en studie designas så att det vetenskapligt går att fastställa huruvida rengöringseffektiviteten är jämförbar, bättre eller sämre jämfört med ett traditionellt rengöringsmedel samt hur den förhåller sig till vanligt kranvatten. Eftersom denna utredning gäller den eventuellt rengörande effekten av olika rengöringsmedel, så som av ultrarent vatten, och inte själva städmaterialen har samma typ av mikrofiberduk och andra städmaterial att använts. Målet med studien var att studera följande variabler:

- Olika rengöringsmedel; dvs vatten av olika kvaliteter samt vanlig städkemikalie löst i vatten,
- Olika ytmaterial och provpunkter,
- Olika nedsmutsningar.

I praktiken går det inte att styra hur mycket och vilken typ av smuts ytor blir nedsmutsade med så för att kunna studera den parametern föreslogs i rapporten "Förslag till studieplan för utvärdering av städning med ultrarent vatten"³ att dela upp studien i två delar. En kontrollerad studie i laboriemiljö och en studie i skolmiljö. De två studieuppläggen skulle komplettera varandra.

4.1 Val av rengöringsmedel

I studien har följande fyra rengöringsmedel studerats:

- **Traditionellt rengöringsmedel:** Allrengöringsmedel Allfix Combi^{43,44} är ett rengöringsmedel som finns på Stockholms stads avtal för rengöringsmedel och kemikalier. Rengöringsmedlet är svagt alkaliskt (pH 8,5 för 0,1 % lösning).
- **Kranvatten:** Kranvatten (från Nälstaskolan) har tagits med i studien eftersom det är ett vanligt förekommande påstående att rengöring fungerar bra med mikrofiberduk och vatten, dvs utan rengöringsmedel.⁴⁵ Vid utvärdering av städning med kranvatten testas i princip rengöringseffekten av en fuktad mikrofiberduk.
- **Ultrarent vatten:** Orbotech²⁵
Vid utvärdering av ultrarent vatten används nyfiltrerat vatten från det Orbotech-filter som finns på den valda skolan. Detta vatten representerar de olika typer ultrarent vatten som anges vara Typ-I-vatten i Tabell 2.
- **Z-vatten:** Z-Water X-Power²⁹
Baserat på påståenden om de desinficerande egenskaperna hos alkaliskt (pH>11) Z-vatten kommer även städning med Z-Water X-Power att testas.

4.2 Vattenanalyser

I studien har ultrarent vatten från en leverantör (Orbotech) använts, men det finns flera leverantörer som är vanligt förekommande. Leverantörerna av filter för framställning av ultrarent vatten redovisar vanligtvis kvaliteten på vattnet genom att redovisa en eller några få av de parametrar som listas i Tabell 2. I Tabell 4 redovisas värden för behandlade vatten som är avsedda för rengöring och finns på den svenska marknaden.

Inför studien skickades fem olika vattenkvaliteter för analys: Kranvatten och Orbotech-vatten från Nälstaskolan, Dirovatten från en skola i Botkyrka, Ixacon-vatten och Z-vatten beställdes från leverantören. Totalt bestämdes 30 parametrar⁴⁶ som ingår vid dricksvattenanalys samt TDS⁴⁷ (= Total Dissolved Solids). Analysresultaten redovisas i Tabell 7.

⁴³ Allrengöringsmedel Allfix Combi - SDS: <https://media.pls.nu/products/SDB/SDB-1107.pdf> 2024-10-31.

⁴⁴ Allrengöringsmedel Allfix Combi - Produktblad: <https://pls.nu/produkt/allfix-combi-51/> 2024-10-31.

⁴⁵ Handbok för städning i Region Uppsala: <https://docplayer.se/107688708-Stadhandbok-handbok-for-stadning-i-region-uppsala.html> 2024-03-06.

⁴⁶ Eurofins dricksvattenanalys PSL2V

⁴⁷ Eurofins TDS-analys SLK52

Tabell 7: Analysresultat för olika vattenkvaliteter.

Analys	Kranvatten	Orbotech	Ixacon	Diro	Z	Enhet
TDS	220	<20	20	<20	2560	mg/L
Konduktivitet	28	0,74	<0,10	<0,10	840	mS/m
Turbiditet	0,34	0,21	0,10	<0,10	0,90	FNU
Färg (410 nm)	5,7	<5,0	<5,0	<5,0	5,2	mg Pt/L
pH / temp	8,1	6,4	6,3	6,1	>11,0	Vid ca 20°C
Alkanlinitet	63	<2,0	<2,0	<2,0	2000	mg HCO ₃ /L
Klorid	15	<0,10	<0,10	<0,10	0,82	mg/L
Sulfat	45	7,0	<1,0	<1,0	1,8	mg/L
Fluorid	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	mg/L
COD-Mn	3,0	1,1	1,0	0,86	Kunde ej mätas	mg O ₂ /L
Ammonium	0,039	0,024	<0,013	<0,013	0,026	mg/L
Ammoniumkväve	0,030	0,019	<0,010	<0,010	0,020	mg/L
Fosfat	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/L
Fosfat-fosfor	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	mg/L
Nitrat	1,8	<0,44	<0,44	<0,44	0,49	mg/L
Nitrat-kväve	0,41	<0,10	<0,10	<0,10	0,11	mg/L
Nitrit	0,0076	<0,0070	<0,0070	<0,0070	<0,0070	mg/L
Nitrit-kväve	0,0023	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	mg/L
Hårdhet	5,2	<0,050	<0,050	<0,050	0,16	°dH
Natrium	11	<0,10	0,18	0,13	7,5	mg/L
Kalium	2,5	<0,10	<0,10	<0,10	1300	mg/L
Kalcium	30	<0,0050	<0,050	<0,050	1,1	mg/L
Järn	0,22	0,0012	0,0053	<0,0010	0,012	mg/L
Magnesium	4,3	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	mg/L
Mangan	0,00073	<0,000050	<0,000050	<0,000050	0,00042	mg/L
Aluminium	0,022	<0,0010	0,0020	<0,0010	<0,0010	mg/L
Koppar	0,39	0,00017	0,00010	<0,000050	0,00060	mg/L

Från resultaten framgår det tydligt att de tre ultrarena vattenkvaliteterna har avsevärt mycket lägre nivåer av de flesta av de analyserade ämnena jämfört med kranvattnet. Det framgår också tydligt att Z-vattnet framställs från ett ultrarent vatten genom tillsats av kaliumkarbonat och elektrolys som förväntat innehåller en högre koncentration av kalium. De högre nivåerna av natrium och kalcium kommer sannolikt från kaliumråvaran. Z-vattnet har högst nivå av små partiklar (Total Dissolved Solids=TDS) och uppnår även det höga pH-värde som anges i säkerhetsdatabladet.

De tre olika ultrarena vattnen har relativt sett likvärdiga nivåer (i relation till detektionsgränserna) av de flesta analyserade ämnena. De största skillnaderna var Orbotech-vattnets något högre konduktivitet och turbiditet som tyder på en lite högre halt av partiklar totalt. Detta vatten hade också en lite högre halt av sulfatjoner. Låg konduktivitet är kopplat till en låg halt av lösta joner och de ultrarena vattenkvaliteterna hade alla låg konduktivitet jämfört med kranvatten och Z-vatten som förväntades innehålla mer joner.

4.3 Val av städredskap

Enligt SISABs städhandbok⁴⁸ rekommenderas torr rengöring så långt det räcker i den dagliga städningen av ytor och golv. Då används mikrofiberdukar och golvmoppar utan att utrustningen eller ytan fuktas med rengöringsmedel eller vatten. Vid behov görs avfläckning genom att avlägsna lätt bunden smuts med fuktmopp. Enligt Utbildningsförvaltningens metodhandbok⁴⁹ anges att det ska vara fuktade moppar och mikrofiberdukar för den allmänna städningen.

I denna studie har vi valt att spraya ytan som skulle rengöras med valt rengöringsmedel och torka med torr mikrofiberduk eller mopp. Samma sorts mikrofiberduk användes i laboratoriedelen av studien.

De mikrofiberdukar och moppar som valts till både laboratoriedelen och skoldelen studien är av samma kvalitet och märke för att undvika skillnader som beror på val av städutrustning.

- **Mikrofiberduk:** Activa Eco från Hygienteknik⁵⁰
- **Mopp:** MAXmoppen från Hygienteknik⁵¹

4.4 Val av ytor

De ytor som ingår i studierna är vanligt förekommande i skolor och andra verksamheter i Stockholms stad; dvs plast, keramik, metall, trä, laminat och linoleum.

Plast förekommer huvudsakligen i golv (av PVC/vinyl eller PP) och är vanligt i alla typer av lokaler. Plast i mindre artiklar finns exempelvis i toaletsitsar (av PP), tvåldispensers, tändknappar (av PC eller ABS).

Keramiska material finns i klinkergolv av terazzotyp som är vanliga i hallar och korridorer och klinker som är vanliga i kök, toaletter och duschrum. Blank glaserad keramik finns i kakel och badrumsporslin som handfat och toaletter. Även glas är ett keramiskt material som återfinns i fönster och speglar.

Blank metall (rostfritt eller förkromat stål) finns i dörrhandtag, kranar och toalettpolknappar. Pulverlackerad metall finns i stols- och bordsben.

Trä och laminat ser vid första anblicken liknande ut och båda ytorna är vanliga i bänkar, bord, hyllor och dörrar.

Linoleum förekommer huvudsakligen i golv och är ett material som Stockholm stad betraktar som ett ersättningsalternativ till PVC/vinyl-golv i strävan efter att minska mängden plastmaterial i stadens verksamheter.

Glas är en väldigt tät variant av kiseldioxidbaserade keramiska material som är lätt att rengöra. De glasytor som generellt finns i skolor och andra verksamheter bedömdes inte vara relevanta att studera då de inte berörs på samma sätt som många andra ytor.

Av praktiska/logistiska skäl bedömdes vissa viktiga ytor som svåra att inkludera i skolstudien i den valda skolan. Detta gällde klinkergolv av terazzotyp, laminat samt linoleum. Dessa material inkluderades endast i laboratoriestudien. Ytor som inkluderades i skolstudien var plast, blank metall och trä. Plast i form av PVC-golv inkluderades i både laboratorie- och skolstudien.

Ytor/material i laboratoriestudien (del 1)

- **PVC (plast):** Tarkett, iQ Optima - Optima BEIGE GREY 0874⁵²
- **Klinkers:** Bauhaus, Palazzo Hovde Terrazzo⁵³
- **Laminat:** Lamiroc, LamiCompact⁵⁴

⁴⁸ SISAB (Skolfastigheter i Stockholm AB) städhandbok: <https://sisab.se/globalassets/3.-leverantor/goda-exempel/overgripande/stadhandboken.pdf> 2024-10-29.

⁴⁹ Utbildningsförvaltningen, Stockholms stad: Metodhandbok – Lokalvård (entreprenad)

⁵⁰ Microduk Activa Eco: <https://res.onemed.com/SE/Produktblad/1149685.pdf> 2024-10-31.

⁵¹ Mopp MAX-moppen: <https://res.onemed.com/SE/Produktblad/1135756.pdf> 2024-10-31.

⁵² PVC-golv – Tarkett, iQ Optima - Optima BEIGE GREY 0874: https://proffs.tarkett.se/sv_SE/kollektion-C000125-iq-optima/optima-beige-grey-0874 2024-11-01.

⁵³ Klinker – Bauhaus, Palazzo Hovde Terrazzo

⁵⁴ Laminat – Lamiroc, LamiCompact: <https://www.lamiroc.se/produkter/lamicompact/> 2024-11-01.

- **Linoleum:** Tarkett, Veneto xf²™ 2.5 mm - Veneto CONCRETE 686⁵⁵

Ytor/provpunkter i skolstudien (del 2)

- Metall: Dörrhandtag
- Lackat trä: Skolbänk
- Metall: Kran vid diskbänk
- Träfaner: Hylla ovanför pennor
- Metall: Låsvred till toalett
- PP (plast): Toalettlock
- Metall: Spolknapp
- PVC (plast): Golv framför toalett
- Metall: Tryckknapp på vattenkran
- Porslin: Utsida av handfat
- PC (plast): Tvålpump

4.5 Val av analysmetoder

I både laboratoriestudien och skolstudien användes de mest använda metoderna för att bedöma ytors renhet: ATP-mätning och odling av mikroorganismer. ATP-mätningar gjordes med snabbmätare Clean-Trace™ LM1.³⁶ Odlingar av mikroorganismer gjordes på tryckplattor. I laboratoriestudien odlades både aeroba bakterier, jäst och mögel på plattor Hygicult-tryckplattor; TPC-tryckplattor för bakterier och Y&F-tryckplattor för jäst och mögel.³⁹ I skolstudien odlades enbart aeroba bakterier på Dipslide tryckplattor.⁴⁰ Både ATP-mätning och odling av mikroorganismer ger mått på mängden biologisk smuts som finns på en yta.

För att mäta mer allmän smuts föll valet på fluorescensmätning med en fluorimeter trots att denna metod är obeprövad i smutsmätningssammanhang då den bedömdes som genomförbar även i skolmiljö. I laboratoriestudien gjordes även visuella bedömningar av den pålagda smutsen.

4.6 Val av smuts i laboratoriestudien

I laboratoriestudien, till skillnad från skolstudien, kunde sorter och mängd smuts samt mikroorganismer som applicerades på de olika ytorna definieras.

De för studien först tänkta smutstyperna som bedömts som relevanta och sannolikt förekommande i skolmiljöer var intorkat utomhusmuts, läskspill, urin och fetare matkladd, blandade med kontrollerade mängder av mikroorganismer (bakterier, jäst och mögel). Denna plan behövde dock revideras vid genomförandet (se vidare i avsnitt 5.1.1 om anpassningar).

4.7 Val av skola och lokaler i skolstudien

Nälstaskolan⁵⁶ i Vällingby städar sedan år 2022 med ultrarent vatten från Orbotech. Det är en ganska stor grundskola med 670 elever och årskurser från förskoleklass till årskurs 6 med städning i egen regi. Ur ett studieperspektiv passade den mycket bra då det i några korridorer finns fyra liknande klassrum med tillhörande toaletter. Till studien valdes en äldre, relativt nyrenoverad del av skolan där fyra klasser undervisades (två i årskurs 5 och två i årskurs 6).



⁵⁵ Linoleumgolv – Tarkett, Veneto xf²™ 2.5 mm - Veneto CONCRETE 686:

https://proffs.tarkett.se/sv_SE/kollektion-C000342-veneto-xf2-2-5-mm/veneto-concrete-686 2024-11-01.

⁵⁶ Nälstaskolan: <https://grundskola.stockholm/hitta-grundskola/grundskola/nalstaskolan> 2024-11-01.

4.8 Utförare av analyser

Baserat på offerter och intervjuer med möjliga aktörer för utförande av laboratoriestudien och analyser i skolstudien beslutades att samarbeta med följande aktörer:

Del 1 – Laboratoriestudie: Micans Microbial Analytics Sweden AB ⁵⁷

Del 2 – Skolstudie: Hygiene Diagnostics AB ⁵⁸

5 Kontrollerad studie i laboratoriemiljö (del 1)

I skolmiljö finns flera variabler som kan försvåra jämförelsen mellan de olika rengöringsmedlen till exempel graden av nedsmutsning, underlagets struktur, förekomst av ojämnheter och genomförande av svabbingen. I denna del av studien var förhållandena mer kontrollerade och risken för påverkan från variabler som beror på den mänskliga faktorn mindre. Den mindre variationen borde göra det lättare att jämföra de olika rengöringsmedlens effektivitet.

5.1 Genomförande

Del 1 av studien genomfördes under maj-juni 2024 hos Micans Microbial Analytics Sweden AB.⁵⁹

I del 1 jämfördes rengöringseffekten av fyra olika rengöringsmedel på fyra ytmaterial nedsmutsade med olika typer av mikroorganismer och smuts. Studien genomfördes enligt en förenklad variant av metodiken "four-field test" beskriven i standarden EN 16615 avsedd för utvärdering desinficerande våtservetter.⁶⁰

Analys (ATP, CFU, visuell bedömning och fluorescens) av ytornas renhet gjordes innan applicering av smuts (= bakgrund) samt efter applicering av smuts och mikrober, innan och efter rengöring. Mätresultaten före och efter rengöring sammanställdes i tabeller, jämfördes med varandra och bearbetades statistiskt för utvärdering signifikans (se bilagan för detaljer).

5.1.1 Anpassningar

För att ta fram fungerande smutsblandningar och relevanta mikroorganismer samt anpassa metodiken genomfördes pilottester. Det visade sig att en del anpassningar av studieplanen behövde göras.

De först tänkta smutstyperna utomhussmuts, läsk och urea gick alldeles för lätt att torka bort med hushållspapper och vatten och bedömdes därför inte ge någon urskiljning av rengöringsmedlens effektivitet. De gav inte heller utslag vid mätning av fluorescens. De bästa valen av smuts identifierades som blåbärssoppa och välling som visade sig fästa bra efter torkning i inkubator vid 30°C. De uppvisade även hög fluorescens och valdes för testerna. Majonnäs gav hög fluorescens och valdes som fet smuts trots att det gick ganska lätt att torka bort.

Inför applicering på provytorna blandades blåbärssoppa och välling med vatten enligt instruktionerna på förpackningen och majonnäs späddes med 50% vatten för att ge en pipetterbar blandning. Applicering av blåbärssoppa gav synligt blå-röda fläckar men både välling och majonnäs var svåra att se och bedöma visuellt. Av den anledningen tillsattes röd karamellfärg till välling och majonnäs. Färgämnet i röd karamellfärg är E120 (karminsyra, CAS 1260-17-9). Den kemiska strukturen för färgämnet utgörs av en antrakinin i mitten, en glukosdel på ena sidan och en karboxylsyra på andra sidan. Den bedöms vara blandbar med både välling som är en stärkelseinnehållande vattenblandning och majonnäs som huvudsakligen är en emulsion av ägg, olja och ättika. Baserat på den kemiska strukturen bedöms inte färgämnet binda hårt till något av testunderlagen (PVC, klinker, laminat och linoleum). Sannolikt påverkar inte en liten tillsats (0,5 mL per 100 mL välling eller utspädd majonnäs) av karamellfärg i vällingen och majonnäsen inte resultatet av rengöringen, men det gjorde att alla

⁵⁷ Micans Microbial Analytics Sweden AB: <https://micans.se/> 2024-10-30.

⁵⁸ Hygiene Diagnostics AB: <https://hygiene-diagnostics.se/> 2024-10-30.

⁵⁹ "Rengöringstester med vatten och fiberduk", 2024-10-21, Micans Microbial Analytics Sweden AB

⁶⁰ Beskrivning av "four-field test": <https://www.viroxylabs.com/viroxy-blog/blog/en-166152015-one-step-closer-to-evaluating-the-efficacy-of-disinfectant-wipes-better/> 2024-03-06.

intorkade smutsfläckar fick en blå-röd färg.

De mikroorganismer som valdes för studien är vanliga i laborativa tester och går bra att odla och fungerade bra i pilottesterna:

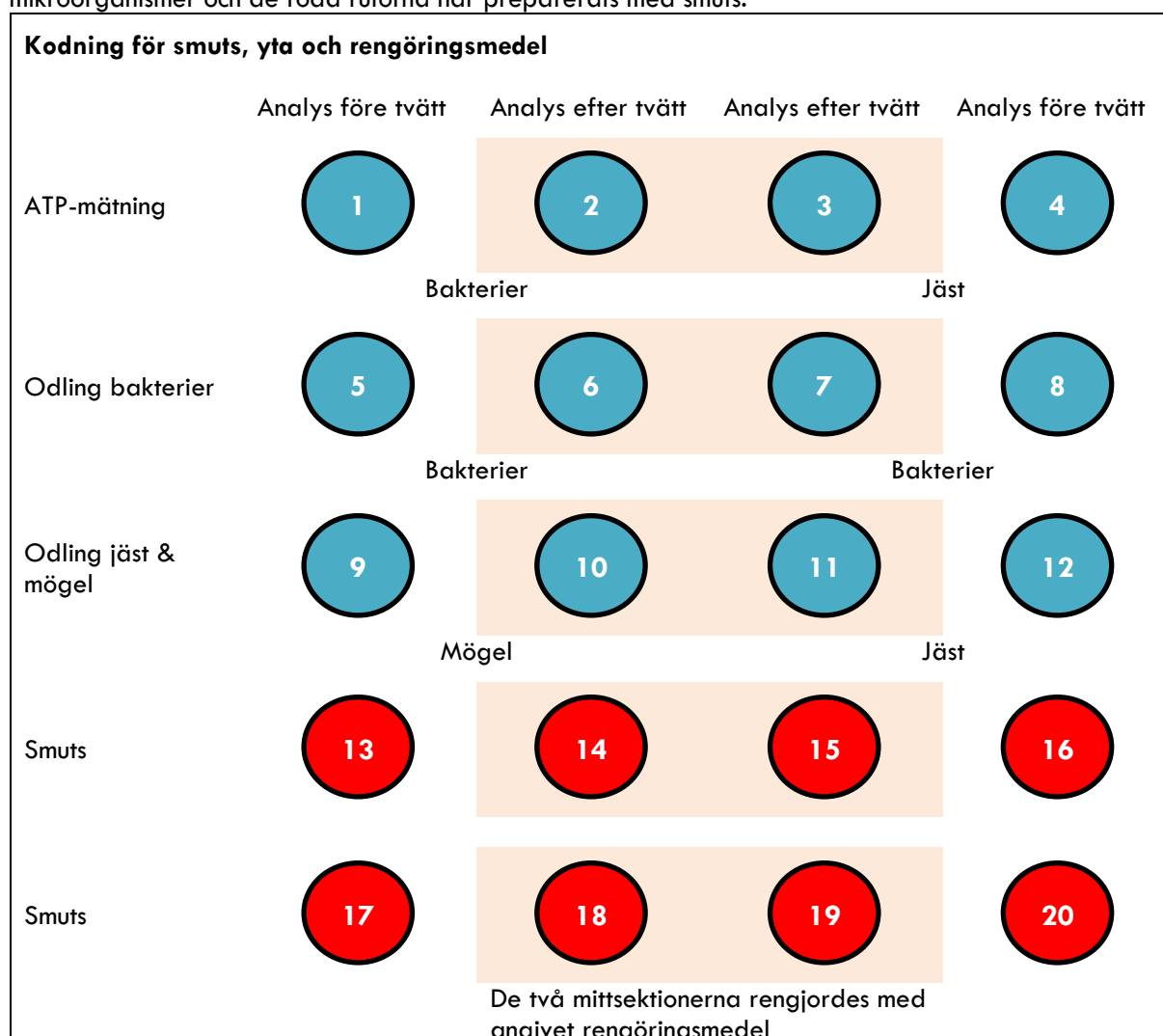
- Bakterie: *Staphylococcus aureus* ATCC 6538
- Jäst: *Candida albicans* ATCC 10231
- Mögel: *Aspergillus brasiliensis* ATCC 16404

Mikroorganismerna applicerades på enskilda provytor eftersom försök med en blandning av mikroorganismer och smuts inte gav reproducerbara resultat vid mätning av ATP.

5.1.2 Provytor

Provytor av PVC, klinker, laminat och linoleum erhöles från leverantörer i form av oanvända produktprover i A4-format. Dessa delades in enligt försöksmatrisen i Figur 5 med vattenfast tuschpenna. Cirkarna hade en diameter på ca 1,5 cm.

Figur 5: Indelning av varje materialprov i provytor. De blå rutorna har preparerats med mikroorganismer och de röda rutorna har preparerats med smuts.



Sektionerna med mikroorganismer (bakterier, jäst och mögel) analyserades med ATP-mätning och mikrobiologisk odling. Sektionerna med smuts i form av välling, blåbärssoppa och majonnäs bedömdes visuellt samt med fluorescensmätning i de fall mätvärdena var inom instrumentets mätområde.

Totalt preparerades 48 provytor (4 rengöringsmedel x 4 ytmaterial x 3 smutstyper). Ett prov (0,5 mL) av varje smutstyp applicerades i cirkarna 13-20 och spreds ut till ca 3 cm diameter. Provytorna torkades därefter i inkubator. Mikroorganismerna hade odlats upp och blandats i buffert till lämplig koncentration och 0,1 mL lösning av avsedd sort applicerades i de cirkarna 1-12. Testytorna torkades i inkubator ca 4 timmar innan rengöringstesterna påbörjades.

Exempel på en preparerad provyta visas i Figur 6. Bilder av samtliga provytor innan och efter rengöring redovisas i bilagan.

Figur 6: Exempel på preparerad provyta. Ytan är märkt med V/KT/K:
V = Smuts: välling, KT = Yta: klinker, K = Rengöringsmedel: kranvatten.



Samtliga kodningar som användes i studien:

Smutts	
Blåbärssoppa	B
Välling	V
Majonnäs	M
Material	
PVC	PT
Klinker	KT
Laminat	LT
Linoleum	LV
Rengöringsmedel	
Allfix	A
Kranvatten	K
Ultravatten	U
Z-vatten	Z

5.1.3 Bestämning av bakgrundsvärden

Innan experimenten påbörjades gjordes mätningar av bakgrundsvärden på fyra oanvända provplattor av varje material och mätmetod. Resultaten redovisas i Tabell 8.

Tabell 8: Bakgrundsvärden på provytorna.

	ATP-mätning (RLU/100 cm ² , n= 4)	Bakterieodling (CFU/10 cm ² , n=4)	Jäst och mögelodling (CFU/10 cm ² , n=4)	Fluorescensmätning (RFU, n=20)
PVC	111±17	3,5±4	5±3	1575±195
Klinkers	1455±589	40±1	20±4	77±50
Laminat	221±100	>100	>100	Över mätområdet
Linoleum	132±83	2±1	25±7	Över mätområdet

Resultatet visade att klinkerytorna innehöll mer organiskt smuts (ATP-mätning) och laminatyterna mer mikroorganismer (odlingar). Vid fluorescensmätningar så visade det sig att laminat- och linoleumytorna gav mätvärden över instrumentets mätområde (>3000 RFU). Detta medförde att fluorescensmätningar inte utfördes på dessa material.

5.1.4 Rengörings- och analysprocedur

1. Fotografering av provytan med applicerad smuts och mikroorganismer.
2. Ingen fluorescensmätning innan rengöring (se punkt 6).
3. Mätning av ATP på ytor markerade "före rengöring". Mögelsporer har inte mätbart ATP och uteslöts därför.
4. Mätning med Hygicult TPC-tryckplattor för bakterier och Y&F-tryckplattor för jäst och mögel på ytor markerade "före rengöring" samt inkubering 30°C 2-3 dygn.
5. Rengöring med respektive rengöringsmedel som sprayades i portioner om 1 mL per cirkelposition i mittsektionen av provytan och fick verka i 1 minut. Därefter lindades en ny mikrofiberduk runt en 2,5 kg tung sten med ytmåttet 9×12 cm. Stenen drogs sedan 4 gånger över mittsektionen.
6. Mätning av fluorescens på PVC och klinkers med majonnäsmuts. Fluorescensmätningar på laminat och linoleum gav bakgrundsresultat utanför mätområdet. Mätpunkter med smuts av blåbär och välling låg över mätområdet >3000 RFU även efter rengöring.
7. Mätning av ATP på ytor markerade "efter rengöring". Mögelsporer har inte mätbart ATP och uteslöts därför.
8. Mätning med Hygicult TPC-tryckplattor för bakterier och Y&F för jäst och mögel på ytor markerade "efter rengöring" samt inkubering 30°C 2-3 dygn.
9. Upprepad fotografering av provytan efter rengöring av mittsektionen enligt punkt 5.
10. Desinfektion av provytan innan avfallshantering.

5.2 Utvärdering

Mätvärdena från alla mätningar sammanställdes i tabeller och utvärderades enligt följande:

- ATP-mätningar på ytor med bakterier,
- ATP-mätningar på ytor med jäst,
- Odling av ytor med bakterier,
- Odling av ytor med jäst och mögel,
- Visuella bedömningar av ytor med smuts,
- Fluorescensmätningar på PVC och klinker med smuts av majonnäs.

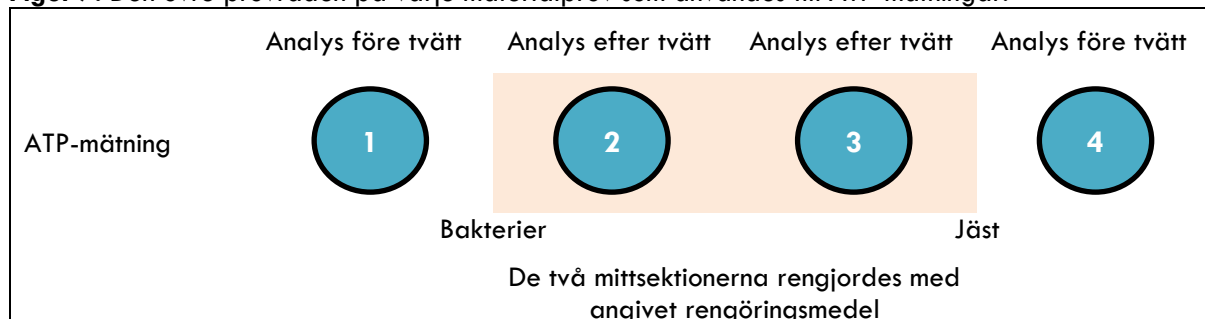
För att bedöma signifikansen i de observerade skillnader jämfördes medelvärden och standardavvikelser med varandra genom så kallade T-tester när detta var relevant.⁶¹ Mätvärden samt resultat från statistiska beräkningar redovisas i bilagan. Nedan presenteras resultaten mer översiktligt i form av tabeller med medelvärden och grafer där skillnaderna mellan de olika rengöringsmedlens effektivitet visualiseras.

⁶¹ T-test (eller Students t-test): Statistisk benämning på en hypotesprövning där syftet är att jämföra om skillnad föreligger mellan två normalfördelade populationer där det exakta värdet på standardavvikelsen är känt.

5.2.1 ATP-mätningar

Genom att mäta ATP-nivåerna på provpunkterna före och efter tvätt mäts hur effektivt mängden bakterier och jäst reduceras genom tvätt. Provpunkterna 1-4 i provprotokollen användes för ATP-mätningar av bakterier och jäst (Figur 7). Bakterier applicerades på punkt 1-2 och jäst på punkt 3-4.

Figur 7: Den övre provraden på varje materialprov som användes till ATP-mätningar.



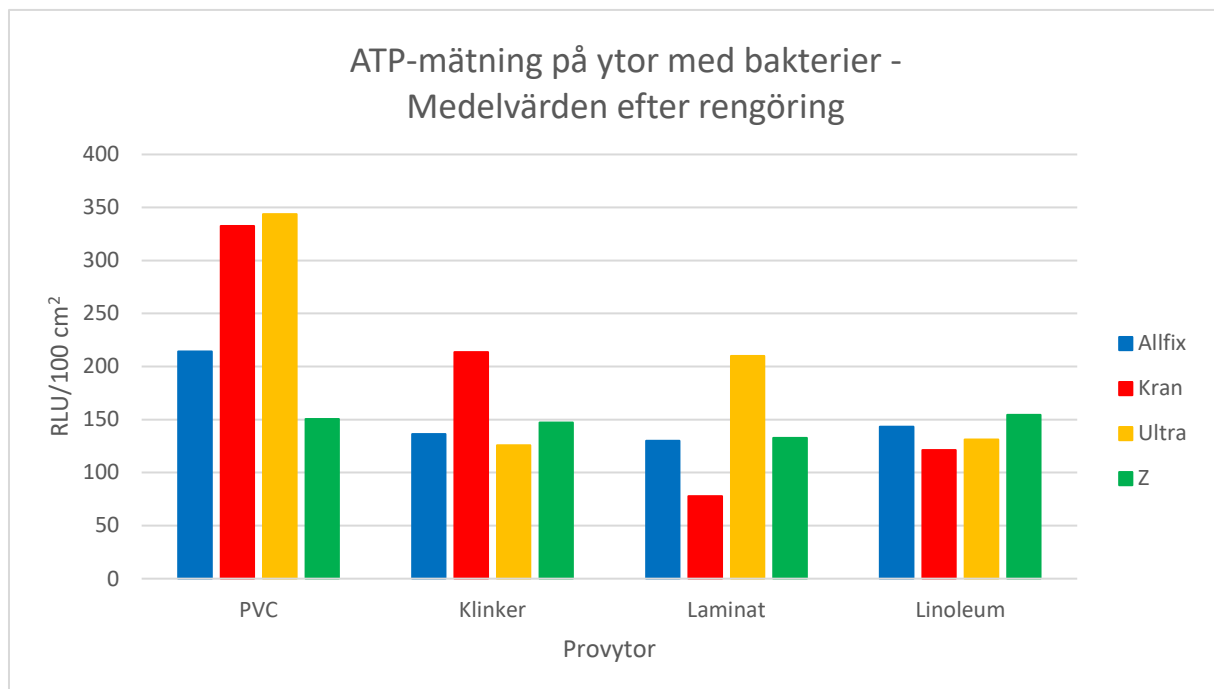
Provpunkterna 1 och 4 analyserades före tvätt och dessa punkter visade på mycket höga ATP-värden. De resultaten visar att metoden för applicering av mikrober har fungerat men är i övrigt inte relevanta i utvärderingen. Provpunkterna 2 och 3 analyserades efter tvätt. I Tabell 9 och i Figur 8 redovisas medelvärden från ATP-mätningar av bakterier (provpunkt 2). ATP-mätningar ger värden i enheten relativa ljusenheter (RLU/100 cm²). Ju lägre värde desto renare yta.

Tabell 9: ATP-mätning på ytor med bakterier – Medelvärden (RLU/100 cm²) per material efter rengöring.

ATP-mätning	Rengöringsmedel			
Ytor	Allfix	Kranvatten	Ultravatten	Z-vatten
PVC (n=3)	214±124	333±119	344±304	151±95
Klinker (n=3)	136±41	214±133	126±84	147±93
Laminat (n=3)	130±121	78±67	210±168	133±59
Linoleum (n=3)	143±36	121±119	131±109	154±154
Totalt medelvärde ± SD (n=12)	156±85	186±140	203±184	146±91

Färgmarkeringarna i tabellen visar hur resultaten (medelvärden) står sig mot de gränsvärden som anges i Tabell 6. Grönt betyder "godkänt" och motsvarar <220 RLU/100 cm². Gult betyder "godkänt med anmärkning" och motsvarar 220-423 RLU/100 cm².

Figur 8: ATP-mätning på ytor med bakterier – Medelvärden (RLU/100 cm²) per material efter rengöring.



Resultaten i Tabell 9 indikerar att rengöring med Z-vatten är något effektivare, följt av Allfix (lägre medelvärden = högre renhet). Statistisk analys av resultaten med T-test visar dock att skillnaden mellan de olika rengöringsmedlen inte är signifikant.

En ej statistiskt signifikant gradering av medlen för rengöring av ytor med bakterier baserat på erhållna resultat gav från mest till minst effektiv: Z-vatten, Allfix, Kranvatten och Ultrarent vatten.

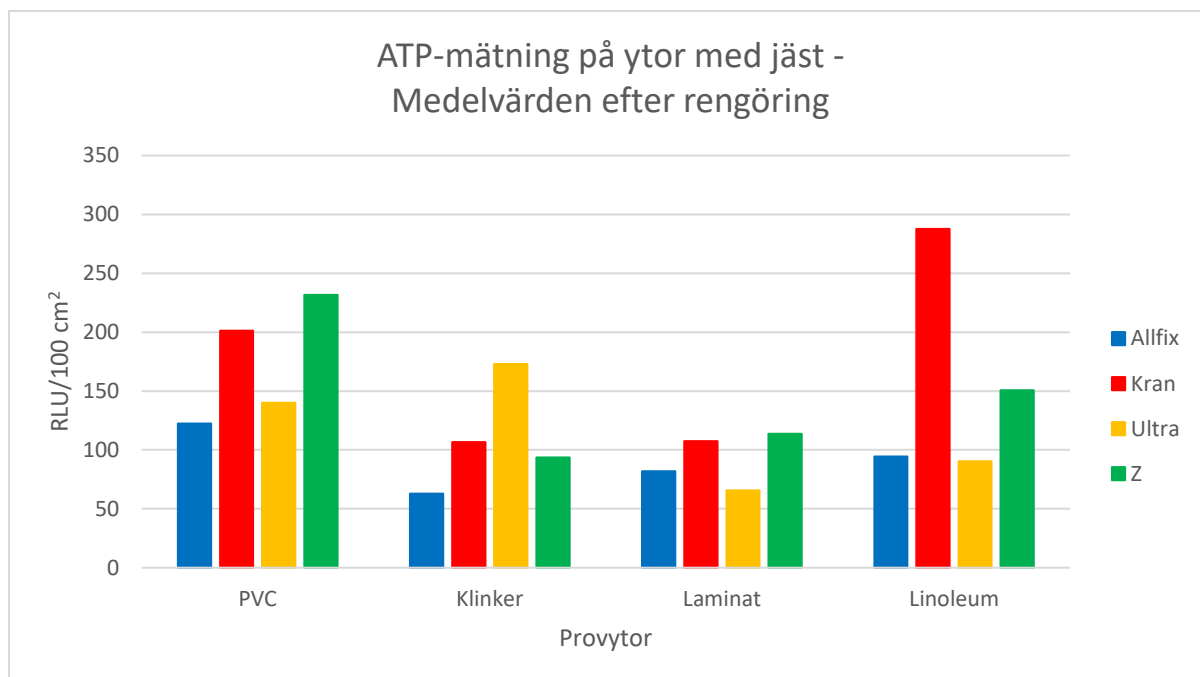
I Tabell 10 och Figur 9 redovisas medelvärden från ATP-mätningar efter rengöring av provpunkt 3 som belagts med jäst.

Tabell 10: ATP-mätning på ytor med jäst – Medelvärden (RLU/100 cm²) per material efter rengöring.

ATP-mätning	Rengöringsmedel			
Ytor	Allfix	Kranvatten	Ultravatten	Z-vatten
PVC (n=3)	122±79	201±167	140±38	232±158
Klinker (n=3)	63±25	107±47	173±192	94±40
Laminat (n=3)	82±51	107±71	66±33	114±96
Linoleum (n=3)	94±44	288±211	90±48	151±47
Totalt medelvärde ± SD (n=12)	90±51	176±144	117±98	147±100

Färgmarkeringarna i tabellen visar hur resultaten (medelvärden) står sig mot de gränsvärden som anges i Tabell 6. Grönt betyder "godkänt" och motsvarar <220 RLU/100 cm². Gult betyder "godkänt med anmärkning" och motsvarar 220-423 RLU/100 cm².

Figur 9: ATP-mätning på ytor med jäst – Medelvärden (RLU/100 cm²) per material efter rengöring.



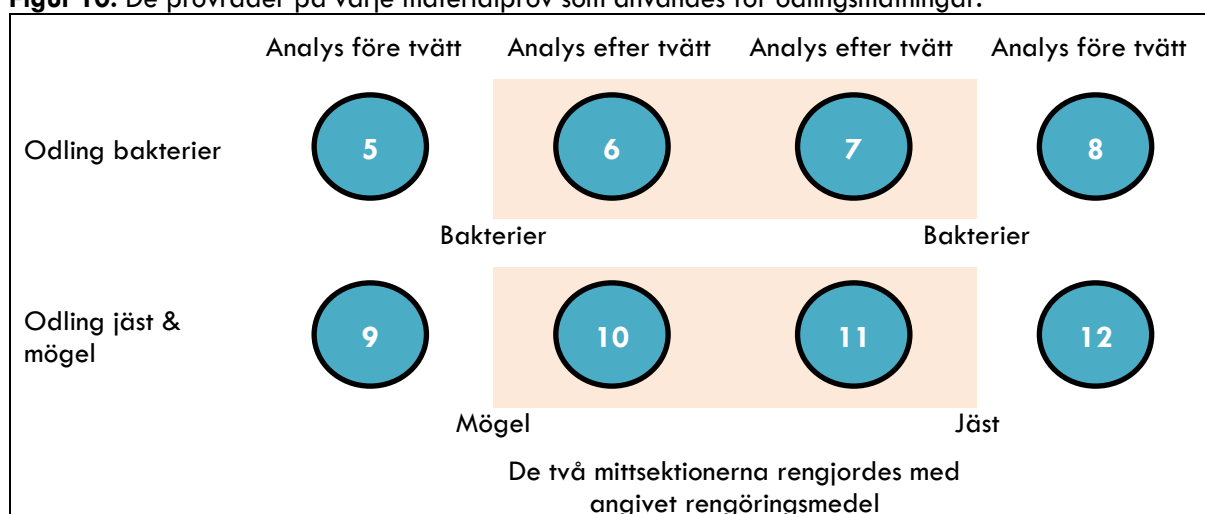
Analyser av jäst visade bäst resultat för Allfix. T-test-analys av rådata visade på större signifikans för denna skillnad än den ovan för bakterier (se Tabell 9 och Figur 8). Allfix är med 92% sannolikhet bättre än Kranvatten för rengöring av jäst. Kranvatten uppvisade sämst resultat i den här analysen.

En ej statistisk signifikant gradering av medlen för rengöring av ytor med jäst gav från mest till minst effektiv: Allfix, Ultrarent vatten, Z-vatten och Kranvatten.

5.2.2 Odling

Hur effektivt mängden mikroorganismer reduceras av tvätt kan också mätas genom odling av de mikroorganismer som finns på provpunkterna före och efter tvätt. Provpunkterna 5-12 (Figur 10) var avsedda för provtagning för odling av mikroorganismer. Punkterna 5-8 hade belagts med bakterier, punkterna 9 och 10 med mögel och punkterna 11 och 12 med jäst.

Figur 10: De provrader på varje materialprov som användes för odlingsmätningar.



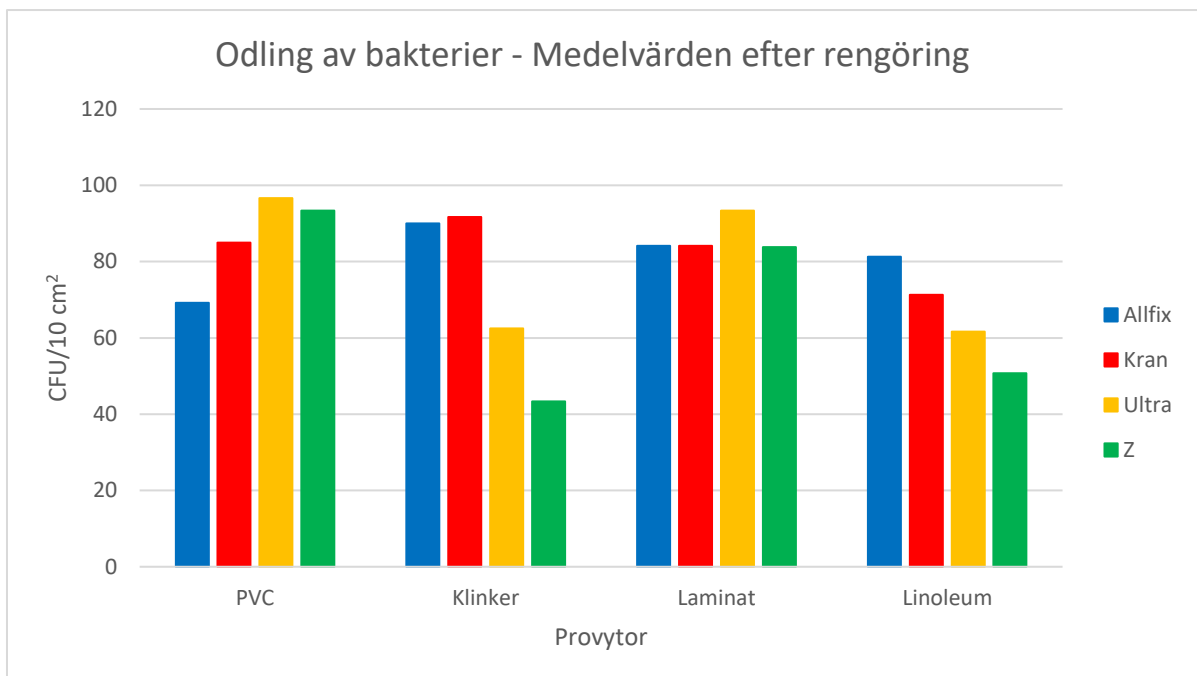
Punkterna 5, 8, 9 och 12 analyserades före tvätt och dessa punkter resulterade, som förväntat, i tryckplattor överväxta med bakterier, mögel respektive jäst. Resultaten visar att appliceringen har lyckats men är i övrigt inte relevanta i utvärderingen. Punkterna 6, 7, 10 och 11 analyserades efter rengöring. Tabell 11 och i Figur 11 redovisas medelvärden från odling av bakterier från punkterna 6 och 7. Vid mikrobiell odling erhålls resultat i antal kolonibildande enheter (CFU/10 cm²). Ju lägre värde desto renare yta.

Tabell 11: Odling av bakterier – Medelvärden (CFU/10 cm²) per material efter rengöring.

Odling	Rengöringsmedel			
Ytor	Allfix	Kranvatten	Ultravatten	Z-vatten
PVC (n=12)	69±26	85±9	97±8	93±10
Klinker (n=12)	90±10	92±10	63±18	43±32
Laminat (n=12)	84±21	84±21	93±10	84±16
Linoleum (n=12)	81±23	71±16	62±30	51±26
Totalt medelvärde ± SD (n=48)	81±22	83±16	79±24	68±31

Färgmarkeringarna i tabellen visar hur resultaten (medelvärden) står sig mot de gränsvärden som anges i Tabell 6. Gult betyder "godkänt med anmärkning" och motsvarar 25-50 CFU/10 cm². Orange betyder "ej godkänt och motsvarar >50 RLU/10 cm². Att resultaten överskrider gränsvärdet för godkänt var förväntat baserat på att mängden avsiktligt tillsatta mikroorganismer var betydligt fler än vad som förekommer naturligt på ytor.

Figur 11: Odling av bakterier – Medelvärden (CFU/10 cm²) per material efter rengöring.



Statistisk T-test-analys av rådata visade att rengöring med Z-vatten var mest effektiv och till 99,5% sannolikhet bättre än Kranvatten vid rengöring av bakterier. Kranvatten uppvisade sämst resultat i den här analysen. Resultatet för Z-vatten var även signifikant bättre än både Ultrarent vatten och Allfix. Rengöring var effektivast med Z-vatten på klinker och linoleum, se Figur 11. För rengöring av PVC och laminat finns inga signifikanta skillnader.

En statistisk signifikant gradering av medlen för rengöring av ytor med bakterier var från mest till minst effektiv: Z-vatten, Ultrarent vatten, Allfix och Kranvatten.

I Tabell 12 och Figur 12 redovisas medelvärden av kvarvarande jäst- och mögelsvampar efter rengöring av punkterna 10 och 11.

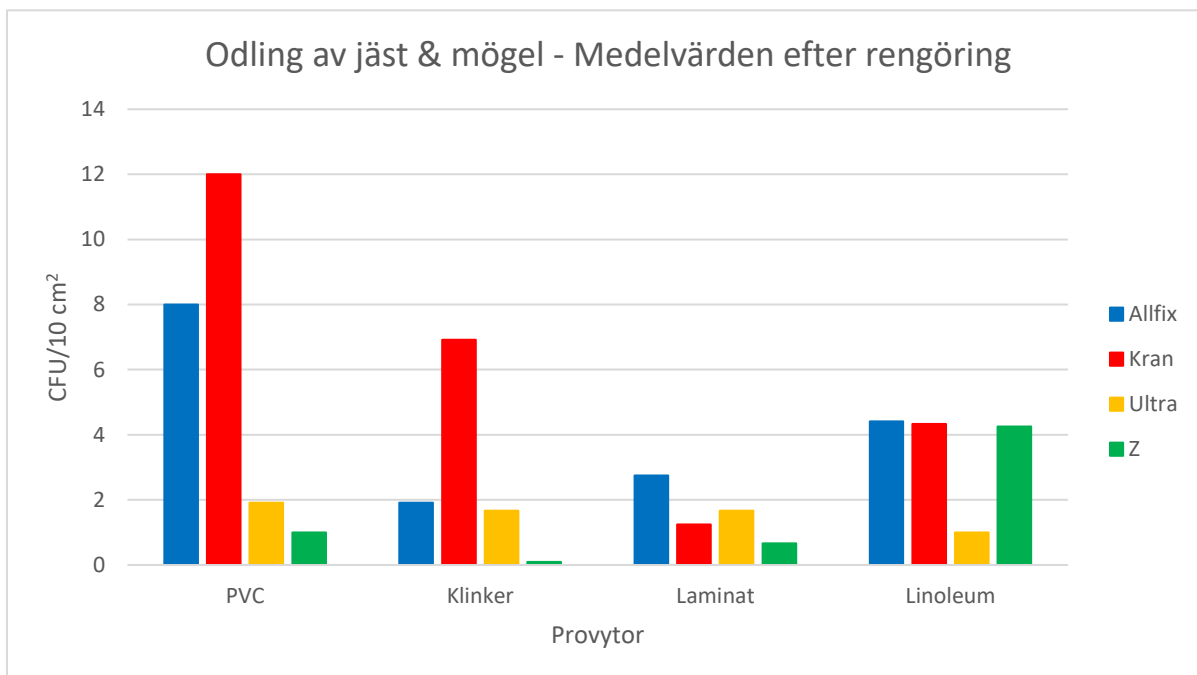
Tabell 12: Odling av jäst och mögel – Medelvärden (CFU/10 cm²) per material efter rengöring.

Odling	Rengöringsmedel			
Ytor	Allfix	Kranvatten	Ultravatten	Z-vatten
PVC (n=12)	8±17	12±20	2±2	1±2
Klinker (n=12)	2±2	7±12	2±2	0,2±0,4
Laminat (n=12)	3±2	1±1	2±2	0,7±0,5
Linoleum (n=12)	4±13	4±13	1±2	4±13

Odling	Rengöringsmedel			
Ytor	Allfix	Kranvatten	Ultravatten	Z-vatten
Totalt medelvärde $\pm$ SD (n=48)	4 $\pm$ 11	6 $\pm$ 14	2 $\pm$ 2	2 $\pm$ 7

Färgmarkeringarna i tabellen visar hur resultaten (medelvärden) står sig mot de gränsvärden som anges i Tabell 6. Grönt betyder "godkänt" och motsvarar <25 CFU/10 cm².

Figur 12: Odling av jäst och mögel – Medelvärden (CFU/10 cm²) per material efter rengöring.



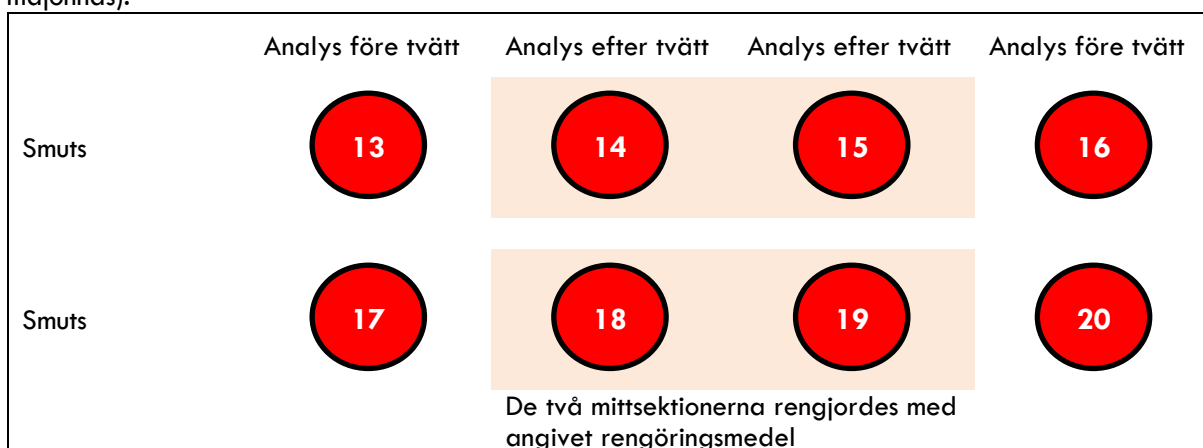
Rådata för enskilda värden från odling av jäst och mögel visar på spretiga resultat vilket ger stora standardavvikelser jämfört med medelvärdena. Det gör att ett resultat från en T-test-analys blir mindre pålitligt. Resultatet från T-testet tyder ändå på att både Ultrarent vatten och Z-vatten är bättre än Kranvatten och även Allfix vid rengöring av jäst och mögel.

En ej statistisk signifikant gradering av medlen för rengöring av ytor med jäst och mögel gav från mest till minst effektiv: Ultrarent vatten, Z-vatten, Allfix och Kranvatten.

5.2.3 Visuell bedömning

Visuell bedömning är den enklaste metoden för att utvärdera renhet, men den förutsätter att smutsen syns. I och med att smutsen av välling och majonnäs färgades med karamellfärg kunde tre varianter av synlig smuts analyseras (se avsnitt 5.1.1). Provpunkterna 13-20 (Figur 13) på de olika provytorna applicerades med smuts av blåbärssoppa, välling respektive majonnäs enligt plan. Provytorna fotograferades efter applicering av mikrober och smuts, samt efter rengöring.

Figur 13: De provrader på varje materialprov som belades med smuts (blåbärssoppa, välling eller majonnäs).



Bedömning av resultaten har sammanställts i Tabell 13, där "-" betyder "Ingen synlig effekt alls" och "+++++" betyder "Ingen synlig smuts kvar". För varje typ av smuts har antalet + summerats och till sist har alla + summerats. Ju fler + desto bättre rengöring.

Tabell 13: Resultat från visuell bedömning av rengöring från fotografier av provytor med smuts före och efter tvätt.

Visuell bedömning av ytor med smuts				
Provmaterial	Allfix	Kranvatten	Ultravatten	Z-vatten
Blåbärssmuts				
PVC	+++	+	+	+++
Klinker	++	+++	+++	++++
Laminat	-	-	+	++
Linoleum	++	+	++	++
Totalt	7+	5+	7+	11+
Vällingsmuts				
PVC	++	++	+	+++
Klinker	+	++	++	+++
Laminat	+	+	++	++++
Linoleum	++	++	+	++
Totalt	6+	7+	6+	12+
Majonnässmuts				
PVC	+++++	+++++	+++++	+++++
Klinker	+++++	+++++	+++++	+++++
Laminat	+++++	+++++	+++++	+++++
Linoleum	+++++	+++++	+++++	+++++
Totalt	20+	20+	20+	20+
Totalsummering				
	33+	32+	33+	43+

Allfix, Kranvatten och Ultrarent vatten hade mestadels liten synlig rengörande effekt på fläckar av blåbär och välling. Mest effektiv rengöring observerades för Z-vatten (se bilder i bilagan), men det avlägsnade inte heller all blåbärssoppa eller välling. Alla fyra rengöringsmedlen i kombination med mikrofiberduken avlägsnade synliga rester av majonnäs.

En visuell gradering av medlen för rengöring av ytor med blåbärs- och vällingsmuts gav från mest

effektiv till sämst: Z-vatten, Allfix / Ultrarent vatten / Kranvatten. För majonnäs gick det inte att se någon visuell skillnad för de olika rengöringsmedlen och provytorna.

5.2.4 Fluorescensmätningar

Provpunkterna 13-20 som belagts med någon av smutstyperna (Figur 13) var avsedda för fluorescensmätningar. Laminat- och linoleumytorna gav redan utan pålagt smuts bakgrundsvärden utanför instrumentets mätområde (>3000 RFU) och var därmed inte relevanta att analysera med denna metod. Efter att ytorna PVC och klinker belagts med smuts gav också de mätvärden utanför mätområdet. Efter tvätt var resultaten för majonnäs på PVC och klinker inom mätområdet och kvarvarande mängd smuts kunde bestämmas (provpunkterna 14, 15, 18 och 19).

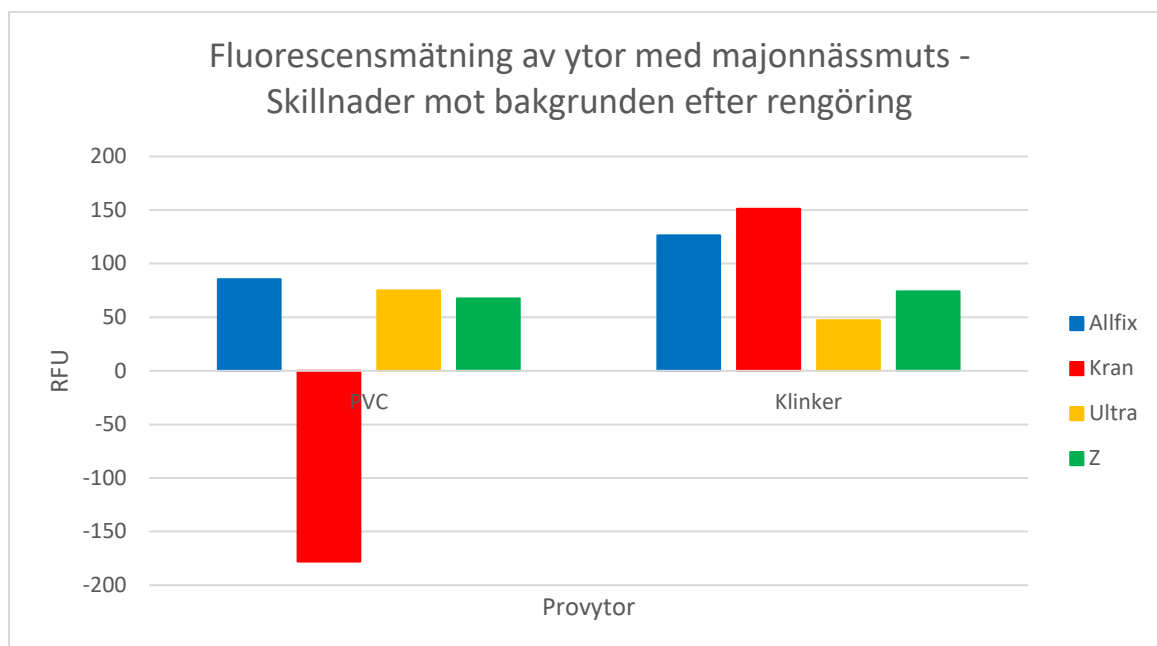
Eftersom både PVC- och klinkerytorna uppvisade så stor skillnad i bakgrundsfluorescens var det inte relevant att jämföra värdena efter rengöring. För att kunna göra en sådan jämförelse beräknades skillnaden mellan bakgrunden och medelvärdet efter rengöring. Dessa värden var i samma storleksordning. I Tabell 14 och Figur 14 redovisas medelvärden från provpunkterna 14, 15, 18 och 19 samt skillnader mot bakgrundsvärdena för respektive material. Fluorescensmätningar ger värden i relativa fluorescensenheter (RFU). Ju lägre värde desto mindre fluorescens. Höga fluorescensvärden är inte automatiskt kopplade till en smutsig yta eftersom även rena ytor av de flesta material avger fluorescens. En relativ minskning av fluorescensen på en bestämd yta indikerar att ytan blivit renare. Ju större skillnad desto renare yta.

Tabell 14: Fluorescensmätning av PVC och klinker belagda med majonnäs – Medelvärden (RFU) samt skillnad i fluorescens efter rengöring jämfört med uppmätta bakgrundsvärden (före applikation av smuts).

Fluorescens	Rengöringsmedel			
Ytor	Allfix	Kranvatten	Ultravatten	Z-vatten
PVC-medelvärde $\pm$ SD	1655 $\pm$ 202	1397 $\pm$ 46	1650 $\pm$ 223	1643 $\pm$ 123
PVC-bakgrund $\pm$ SD	1575 $\pm$ 195	1575 $\pm$ 195	1575 $\pm$ 195	1575 $\pm$ 195
Skillnad	86	-178	75	68
Klinker-medelvärde $\pm$ SD	204 $\pm$ 73	228 $\pm$ 112	124 $\pm$ 22	151 $\pm$ 176
Klinker-bakgrund $\pm$ SD	77 $\pm$ 50	77 $\pm$ 50	77 $\pm$ 50	77 $\pm$ 50
Skillnad	127	151	47	74

Alla rengöringsmedel avlägsnade huvuddelen av majonnäsen. Något förhöjda värden jämfört med bakgrundsvärdena observerades för alla rengöringsmedel (undantag PVC rengjort med kranvatten) vilket indikerar att en del majonnäs blev kvar på ytorna. PVC-ytan rengjord med kranvatten hade lägre värden jämfört bakgrunden efter rengöring vilket ser ut som ett avvikande värde. Detta kan bero på variationer i ytegenskaper hos detta material (PVC) vilket ger större standardavvikelser för detta material. Skillnaden var lägre än standardavvikelsen för bakgrunden så resultatet är inte signifikant.

Figur 14: Fluorescensmätning av ytor med majonnäsmuts – Skillnader mot bakgrunden (RFU) per material efter rengöring.



Utan T-test konkluderades att mätinstrumentets höga känslighet resulterade i så stor spridning av mätvärdena (stora standardavvikelser) att en eventuell skillnad i de olika rengöringsmedlens effektivitet inte kunde fastställas.

5.3 Slutsatser från del 1 – Labbstudien

Genomgående var det stor spridning i mätvärdena och få resultat blev signifikanta. Z-vatten var dock signifikant bättre för rengöring av ytorna belagda med bakterier och kranvatten var sämst (Tabell 15)

Tabell 15: Rangordning av rengöringsmedlen i samtliga laboratorietester.

Smuts	Analys	1	2	3	4
Bakterier	ATP	Z-vatten (64%)	Allfix	Kranvatten	Ultravatten
Jäst	ATP	Allfix (92%)	Ultravatten (73%)	Z-vatten	Kranvatten
Bakterier	Odling	Z-vatten (99,5%)	Ultravatten (71%)	Allfix	Kranvatten
Jäst & mögel	Odling	Ultravatten (96%) / Z-vatten (95%)		Allfix (74%)	Kranvatten
Blåbär & välling	Visuellt	Z-vatten	Allfix / Ultravatten / Kranvatten		
Majonnäs	Visuellt	Likvärdigt			
Majonnäs	Fluorescens	Likvärdigt			

Kommentar: Signifikanta resultat har markerats i fet stil. Inom parentes visas signifikans i % för resultatet i jämförelse med resultatet för det minst effektiva rengöringsmedlet (kolumn 4). Där det saknas parentes är signifikansen under 60% (dvs väldigt låg).

5.3.1 Resultat för rengöring av ytor belagda med bakterier, jäst och mögel

Bakterier (ATP-mätningar):

- Alla medel fungerade väl. Endast två prov, båda på PVC, var underkända.
- Z-vatten och Allfix var mest effektiva och hade inga underkända värden.
- Ingen signifikant skillnad mellan rengöringsmedlen.

Jäst (ATP-mätningar):

- Generellt godkänt, med något underkänt värde för Kranvatten på linoleum.
- Allfix var mest effektiv (92% signifikans) och hade bara godkända värden.

- Ultrarent vatten och Z-vatten hade några resultat som var godkänt med anmärkning.

Bakterier (odling):

- Z-vatten var mest effektiv (99,5% signifikans) med färre kvarvarande odlingsbara bakterier, troligen på grund av sitt höga pH-värde.
- Kranvatten var sämst.
- Klinker och linoleum var lättare att rengöra än PVC och laminat.

Jäst och mögel (odling):

- Inga rengöringsmedel gav underkända värden.
- Z-vatten och Ultrarent vatten var mest effektiva.
- Ingen signifikant skillnad mellan rengöringsmedlen.

5.3.2 Resultat för rengöring av ytor belagda med blåbär, välling och majonnäs

Visuella observationer:

- **Blåbär:** Z-vatten rengjorde bäst. Klinker var lättast att rengöra.
- **Välling:** Z-vatten rengjorde bäst. Linoleum var svårast att rengöra.
- **Majonnäs:** Alla rengöringsmedel tog bort all synlig majonnäs från ytorna.

Fluorescensmätningar:

- **Majonnäs:** Effektiv rengöring observerades på PVC och klinker för alla rengöringsmedel.
- **Majonnäs:** Ingen signifikant skillnad mellan rengöringsmedlen.
- **Blåbär och välling:** Kunde inte analyseras med fluorescensmätningar.

6 Mätningar i skola (del 2)

Den här delen av studien utfördes i en skola som i stor utsträckning redan använder ultrarent vatten vid rengöring. Resultaten bör kunna visa hur bra de olika rengöringsmedlen fungerar i relation till varandra i relevanta miljöer.

6.1 Genomförande

Del 2 av studien genomfördes under september-oktober 2024 i Nälstaskolan. ATP- och odlingsanalyser utfördes av Hygiene Diagnostics AB⁶² och fluorescensmätningar av Trossa AB.⁶²

Ytor i fyra likvärdiga klassrum och fyra likvärdiga toaletter rengjordes enligt skolans vanliga städrutiner med ett av de fyra olika rengöringsmedlen som studerats i labbstudien: vanlig städkemikalie (Allfix), vanligt kranvatten, ultrarent vatten (Orbotech) och Z-vatten.

Mätning av smuts (fluorescensmätning, ATP-mätning och odling av bakterier) gjordes innan och efter rengöring med angivet rengöringsmedel vid tre tillfällen: vid studiestart, efter två veckor och efter fyra veckor. Till studien inköptes nya mikrofiberdukar och moppar av de sorter som redan användes i skolan.

6.1.1 Förberedelser och logistik

Varje klassrum och tillhörande toalett tilldelades ett av de fyra rengöringsmedlen. Samma rengöringsmedel, och endast detta, användes under hela skolstudien (totalt 4 veckor). För att lokalvårdaren inte skulle veta vilket rengöringsmedel som användes i respektive lokal, färgkodades varje rum, sprayflaska och mikrofiberdukar med samma färgmarkering. Sprayflaskorna fylldes på varje dag med angivet rengöringsmedel av lokalvårdsansvarig på skolan.

⁶² Eva Jakobsson och Johanna Wachtmeister på Trossa är PhD i miljökemi och organisk kemi med stor erfarenhet av att utföra analyser.

6.1.2 Provpunkter

Provpunkter i klassrummen och toaletterna, representativa för städningen och relevanta ur ett hygienperspektiv, valdes ut vid besök på skolan i samråd med lokalvårdsansvarig. Se bilagan för ritning över lokalerna och bilder på provpunkter.

Tabell 16: Beskrivning av provpunkter.

Nr	Plats	Beskrivning av provpunkt
	Klassrum	
1	Dörrhandtag	Blank metall
2	Bänkyta	Lackat trä
3	Kran vid diskbänk	Blank metall
4	Hylla vid pennor (ser olika ut i de olika klassrummen)	Lackad träfaner
	Toalett	
5	Låsvred	Blank metall
6	Ovansida av toalettlock	Plast (polypropylen)
7	Spolknapp	Blank metall
8	Golv vid toaletten	Plast (PVC)
9	Vattenkran	Blank metall
10	Utsidan av handfatet	Porslin
11	Tvålpump	Plast (PC)

6.1.3 Analys- och städprocedur

Prover togs innan och efter rengöring och analyserades avseende ATP, CFU och fluorescens. Rengöring i varje klassrum respektive toalett påbörjades med ren mikrofiberduk och mopp. Efter användning i ett rum lades använd mikrofiberduk och mopp i behållare till tvätt. Inför studien hade mikrofiberdukar och moppar färgkodats för att inte blandas ihop av misstag. I toalettutrymmen användes röda mikrofiberdukar förutom ljusblå putsdukar till speglar. Rengöringen i toaletterna började med spegel, handfat och kran och avslutades med toalettstolen. Därefter fuktmoppades golven i toalettutrymmet med utrustning avsedd för golv som kommer åt i hörn och liknande trånga utrymmen.

Använda mikrofiberdukar tvättades i maskin vid 90°C utan sköljmedel.

Mätningar i ostädade rum:

1. Mätning av fluorescens: 10 mätningar per provpunkt för vilka instrumentet räknade ut medelvärde och standardavvikelse.
2. Provtagning med tryckplatta Dipslide⁴⁰ för odling av aeroba bakterier. Dessa inkuberades vid 37°C i 2 dygn. Tryckplattan har två sidor vilka båda användes för provtagning av samma provpunkt. Vid sammanställning av resultatet noterades medelvärdet från de båda mätningarna.
3. Provtagning med svabb för mätning av ATP: Upparbetning och analys av provet i ATP-mätare³⁶ genomfördes direkt vid provtagningstillfället.
4. Lokalvårdaren städade sedan ytorna med respektive rengöringsmedel enligt den metod som vanligen används i skolan dvs tre sprayningar följt av torkning med mikrofiberduk.

Mätningar efter städning:

5. Mätning av fluorescens.
6. Provtagning med tryckplatta för odling.
7. Provtagning med svabb och mätning av ATP.

6.2 Utvärdering

Enskilda resultat från samtliga mätningar sammanställdes i tabeller och utvärderades per typ av analys; dvs:

- ATP-mätningar,
- Odling av aeroba bakterier samt

- Fluorescensmätningar.

6.2.1 Felkällor och hantering av dessa.

I skolmiljö finns det många möjliga orsaker till att stora skillnader i mätresultat erhålls (se Tabell 17). Varje provpunkt analyserades med samma metod totalt sex gånger; innan och efter rengöring vid tre olika tillfällen.

Tabell 17: Möjliga orsaker till stora skillnader i mätvärden.

Observerade avvikande värden	Möjliga förklaringar
Onormalt mycket smuts innan rengöring.	Någon elev har snutit sig, nyst eller liknande och "kladdat" av det på provpunkten.
Onormalt mycket smuts efter rengöring.	Lokalvårdaren missade att torka just vid provpunkten.
	Lokalvårdaren har gjort rent ett område med mycket smuts innan ett område som hade mindre smuts från början.
	Lokalvårdaren har gjort rent ytorna i olika ordning.
Mer smuts efter rengöring än före.	Kontamination till provpunkt från närliggande smuts under rengöringen.
Onormalt lite smuts efter rengöring.	Lokalvårdaren torkade mer noga just här.
	Analysfel.
En speciell provpunkt som alltid var extra smutsig.	En provpunkt som besöks ofta och smutsas ner av många elever.
	Analysfel kan alltid vara en förklaring.
	Ojämnt fördelad smuts kan alltid vara en förklaring

De allra flesta analyser visade tydligt att provpunkterna var renare efter rengöring än innan. Vissa mätningar gav dock resultat som visade att provpunkten var smutsigare efter rengöringen. Det är inte sannolikt att rengöring med något av de testade rengöringsmedlen skulle kunna göra ytan smutsigare (se möjliga förklaringar i Tabell 17). Om ett sådant avvikande värde inkluderas i ett medelvärde blir medelvärdet inte rättvisande för hur effektiv rengöringen är. För att minska konsekvenserna av sådana resultat har värden som blev högre efter rengöring därför ersatts med det värde som uppmättes innan rengöring.

För att den visuella illustreringen av de olika rengöringsmedlens kapacitet inte ska bli missvisande har graferna i del 2 av studien baserats på medianvärden (vilka vi bedömt vara representativa) för varje provpunkt.

För att identifiera avvikande värden bland analysresultaten användes Grubbs test.⁶³ För att bedöma signifikansen i observerade skillnader i mätresultat mellan olika rengöringsmedel/provytor jämfördes medelvärden och standardavvikelser med varandra i så kallade T-tester.⁶⁴ Resultat från dessa beräkningar samt sammanställningar av rådata redovisas i bilagan.

Nedan presenteras resultaten överskådligt i form av tabeller med medianvärden och grafer där skillnaderna mellan rengöringsmedlen visualiseras.

6.2.2 ATP-mätningar

I Tabell 18 redovisas medianvärden för resultaten av ATP-mätningarna efter rengöring vid de tre mättillfällena. Längst ned redovisas justerade totalmedelvärden och standardavvikelser för samtliga provpunkter efter att avvikande värden exkluderats.

ATP-mätningar ger värden i relativa ljusenheter (RLU/100 cm²) och ju lägre värde desto renare yta.

⁶³ Grubbs test: <http://www.sediment.uni-goettingen.de/staff/dunkl/software/pep-grubbs.pdf> 2024-12-03

⁶⁴ T-test (eller Students t-test): Statistisk benämning på en hypotesprövning där syftet är att jämföra om skillnad föreligger mellan två normalfördelade populationer där det exakta värdet på standardavvikelsen är känt.

Tabell 18: ATP-mätning – Medianvärden (RLU/100 cm²) per provpunkt efter rengöring.

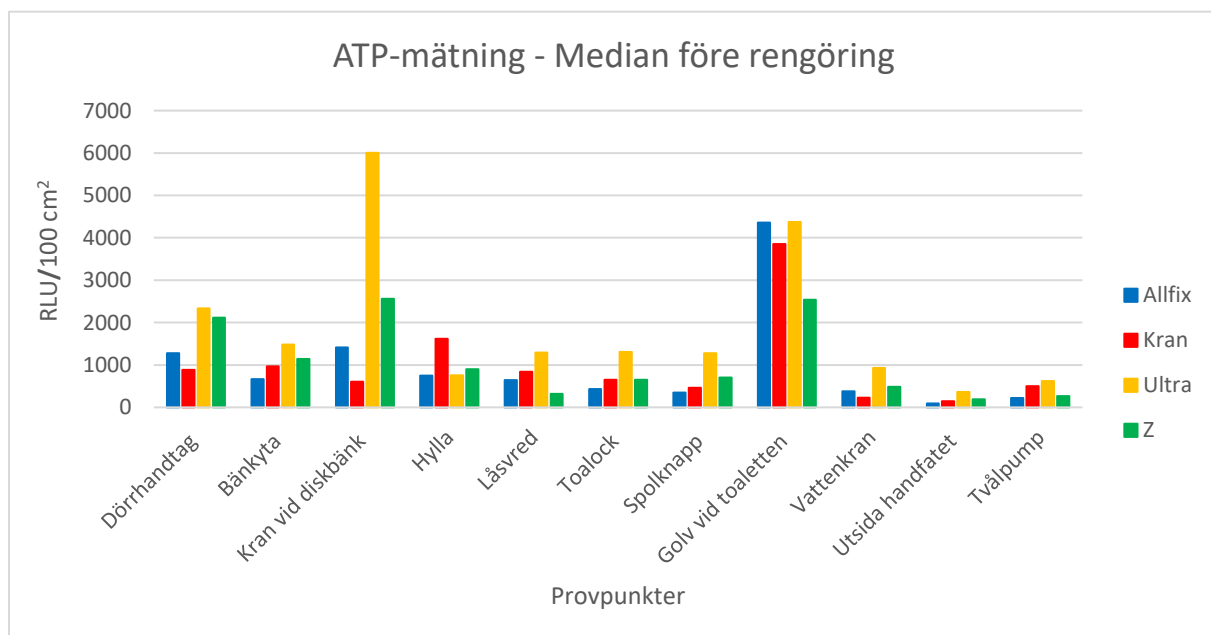
ATP-mätning	Rengöringsmedel			
Provpunkter	Allfix	Kranvatten	Ultravatten	Z-vatten
Dörrhandtag (n=3)	108	278	297	288
Bänkyta (n=3)	99	275	196	161
Kran vid diskbänk (n=3)	115	168	404	360
Hylla (n=3)	56	167	87	158
Låsvred (n=3)	94	101	61	36
Toalettlock (n=3)	108	208	140	51
Spolknapp (n=3)	102	105	66	144
Golv vid toaletten (n=3)	1393	1159	1961	1397
Vattenkran (n=3)	66	104	153	73
Utsida handfatet (n=3)	213	139	54	51
Tvålpump (n=3)	248	200	66	71
Justerat totalmedelvärde (avvikande värden exkluderade)				
MV ± SD (n=29)	123 ± 87	183 ± 110	145 ± 119	147 ± 110

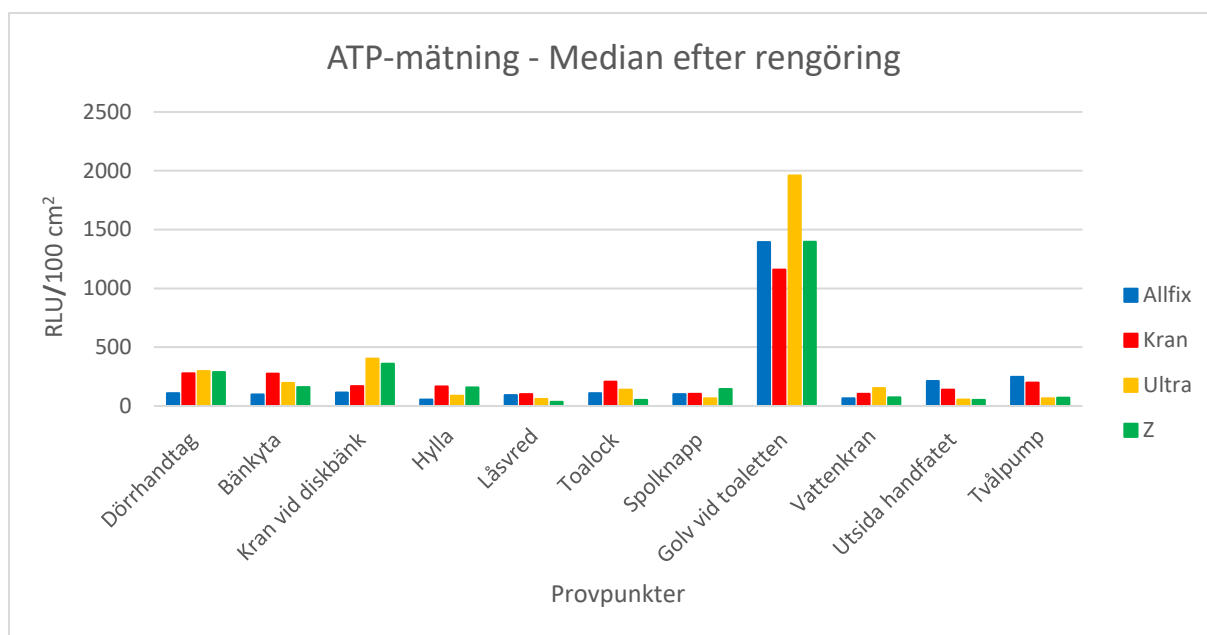
Färgmarkeringarna i tabellen visar hur resultaten (medelvärden) står sig mot de gränsvärden som anges i Tabell 6. Grönt betyder "godkänt" och motsvarar < 220 RLU/100 cm². Gult betyder "godkänt med anmärkning" och motsvarar 220-423 RLU/100 cm². Orange betyder "ej godkänt" och motsvarar > 423 RLU/100 cm².

På golvet vid toaletten erhöles höga ATP-värden i samtliga fyra toalettutrymmen. I det justerade totalmedelvärdet längst ned i tabellen har dessa värden exkluderats för att övriga resultat inte skulle försvinna i stora standardavvikelser. De analyserades i stället separat (se Figur 17). För detaljer kring exkluderade värden hänvisas till bilagan.

I Figur 15 illustreras medianvärden från de tre mätillfällena för ATP-mätningarna i två stapeldiagram; ett för värden innan rengöring och ett för värden efter rengöring.

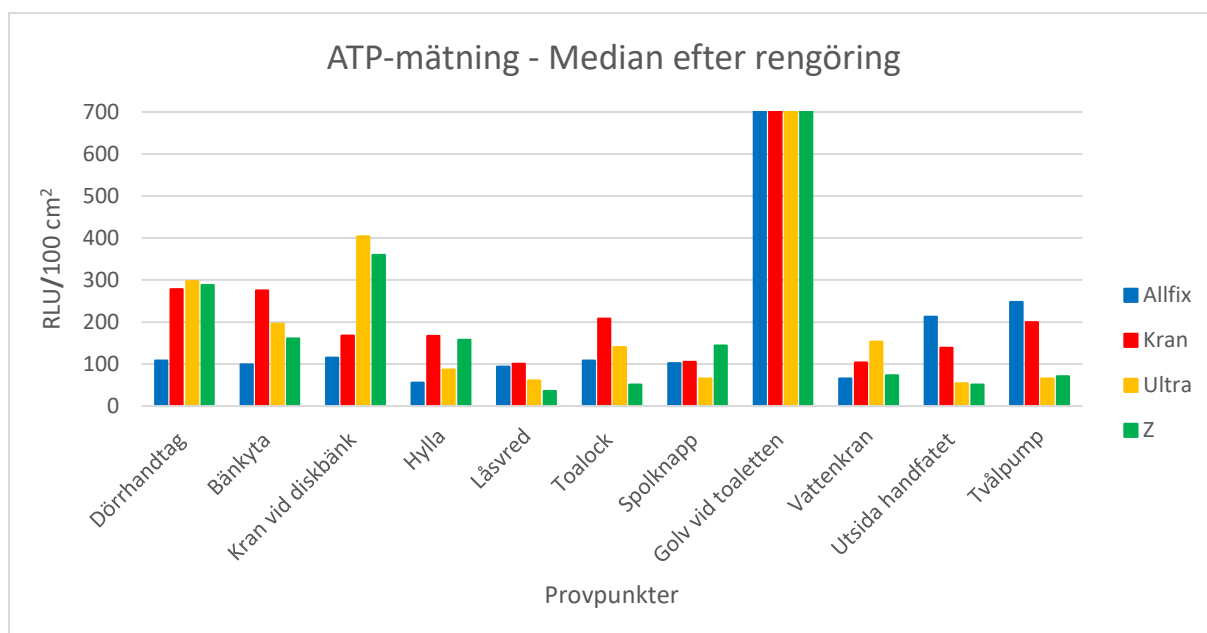
Figur 15: ATP-mätningar – Medianvärden (RLU/100 cm²) per provpunkt före och efter rengöring.





Ett värde uppmätt på diskbänkskranen innan rengöring med Ultrarent vatten (gul hög stapel) är mycket högre än övriga värden. Förutom detta värde är det tydligt att golvet vid toaletten var smutsigast både före och efter rengöring samt att samtliga provpunkter var renare efter rengöring. I Figur 16 är skalan ändrad för att detaljer ska kunna observeras.

Figur 16: ATP-mätningar – Förstoring av medianvärden (RLU/100 cm²) per provpunkt efter rengöring.

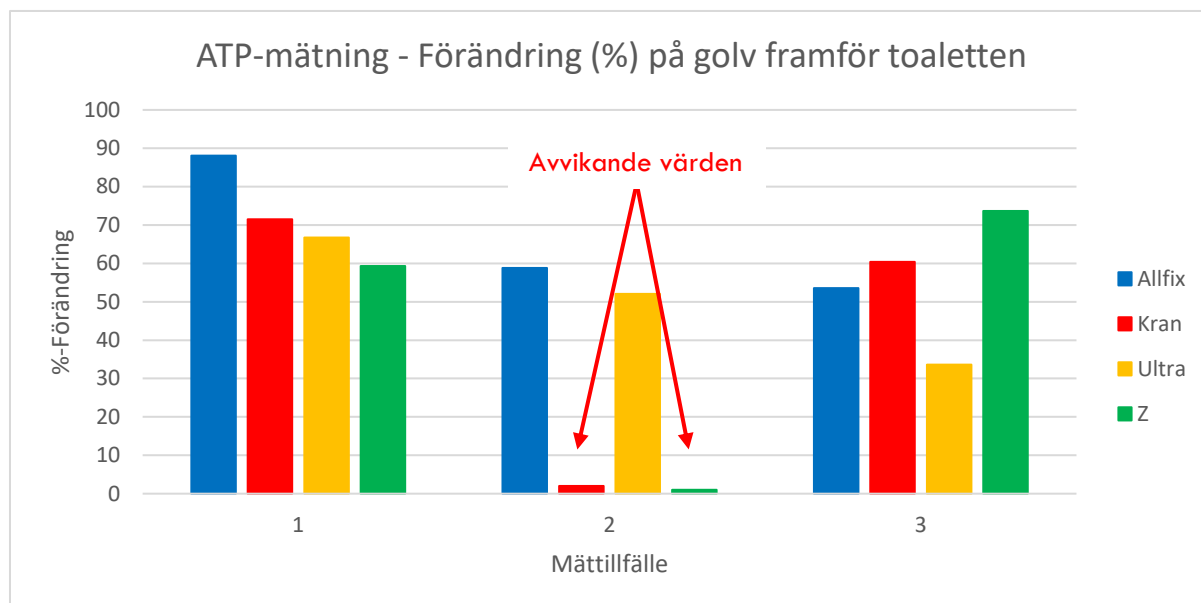


De justerade totalmedelvärdena (längst ned i Tabell 18) indikerar att Allfix hade mest rengörande effekt (lägst värde = mest effektiv). T-test-analyser gjorda på justerade totalmedelvärden visar att denna skillnad till 96% sannolikhet är signifikant.

En statistisk signifikant gradering av rengöringsmedlen gav från mest till minst effektiv: Allfix, Ultrarent vatten/Z-vatten och Kranvatten.

Mätvärdena från golvet vid toaletten utvärderades separat eftersom dessa ATP-värden var i en helt annan storleksordning än övriga. Eftersom värdena för mätningarna på toalettgolvet även varierade mycket mellan olika rengöringsmedel utvärderades den procentuella förändringen från innan rengöring till efter rengöring för de olika rengöringsmedlen (se figuren nedan; ju större procentuell förändring desto bättre rengöring).

Figur 17: Procentuell förändring vid ATP-mätning på golvet framför toaletten



Efter exkludering av avvikande värden (Kranvatten och Z-vatten vid mättilfälle 2) visade t-test att Z-vatten, Kranvatten och Allfix gav likvärdiga och något bättre resultat än Ultrarent vatten även om skillnaden dock ej är signifikant (se bilagan för rådata och beräkningar).

6.2.3 Odling

I Tabell 19 redovisas medianvärden från odling av bakterier efter rengöring (dubbelprover från de tre mättilfällena). Längst ned i tabellen redovisas justerade totalmedelvärden och standardavvikelser för samtliga provpunkter efter att avvikande värden har exkluderats. För detaljer kring exkluderade värden hänvisas till bilagan. Vid mikrobiell odling erhålls resultat i antal kolonibildande enheter (CFU/10 cm²) och ju lägre värde desto renare yta.

Tabell 19: Odling – Medianvärden (CFU/10 cm²) per provpunkt efter rengöring.

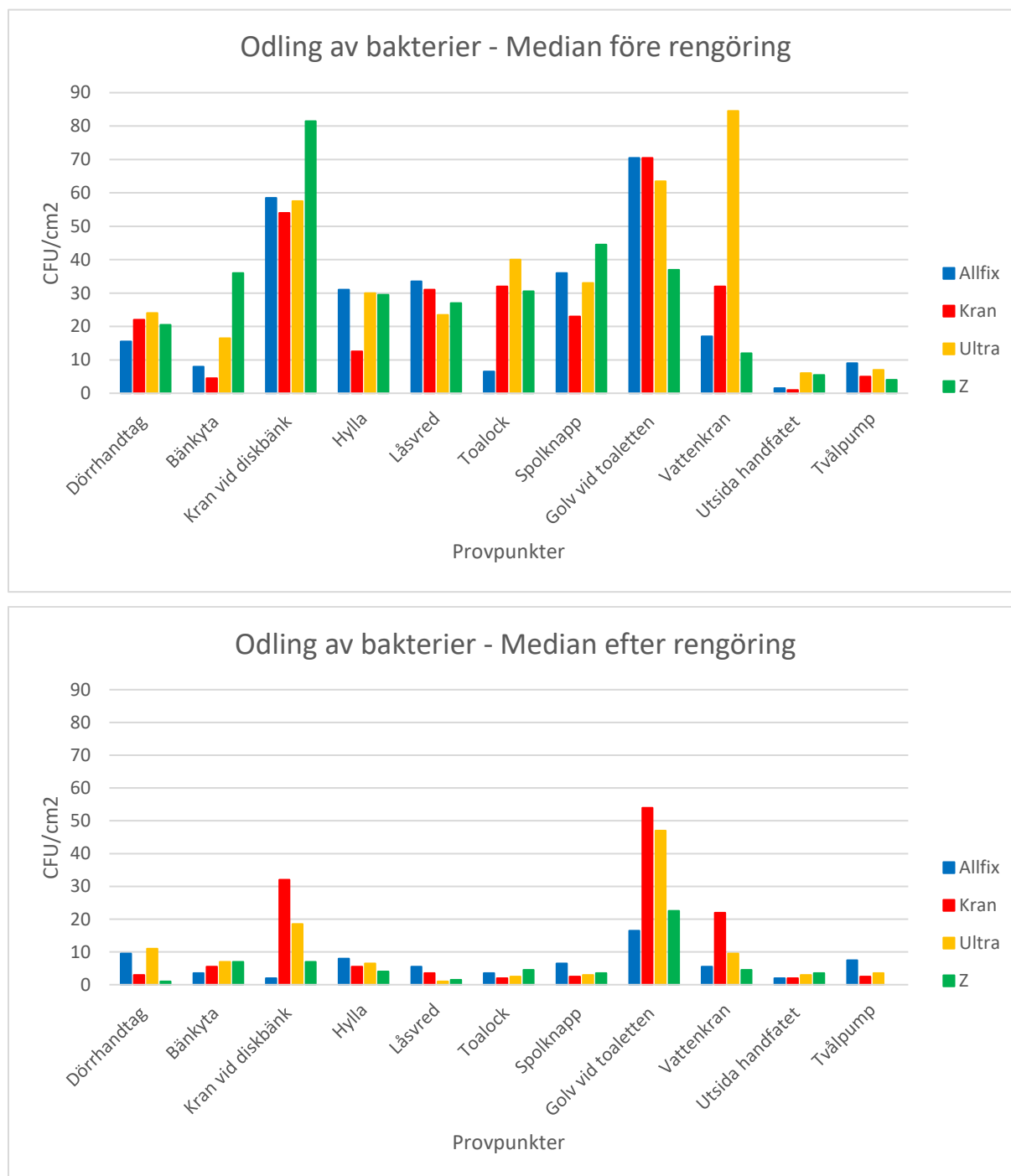
Odling	Rengöringsmedel			
Provpunkter	Allfix	Kranvatten	Ultravatten	Z-vatten
Dörrhandtag (n=3)	9,5	3	11	1
Bänkyta (n=3)	3,5	5,5	7	7
Kran vid diskbänk (n=3)	2	32	18,5	7
Hylla (n=3)	8	5,5	6,5	4
Låsvred (n=3)	5,5	3,5	1	1,5
Toalettlock (n=3)	3,5	2	2,5	4,5
Spolknapp (n=3)	6,5	2,5	3	3,5
Golv vid toaletten (n=3)	16,5	54	47	22,5
Vattenkran (n=3)	5,5	22	9,5	4,5
Utsida handfatet (n=3)	2	2	3	3,5
Tvålpump (n=3)	7,5	2,5	3,5	0
Justerat totalmedelvärde (MV) (avvikande värden exkluderade)				
MV ± SD	8,5 ± 13 (n=32)	6,1 ± 7,2 (n=30)	10 ± 12 (n=32)	5,9 ± 6,7 (n=33)

Färgmarkeringarna i tabellen visar hur resultaten (medelvärden) står sig mot de gränsvärden som anges i Tabell 6. Grönt betyder "godkänt" och motsvarar < 25 CFU/10 cm². Gult betyder "godkänt med anmärkning" och motsvarar 25-50 CFU/10 cm². Orange betyder "ej godkänt och motsvarar >50 RLU/10 cm²".

Denna mätning efter rengöring visar att provpunkten "golv vid toaletten" återigen generellt hade mycket organiskt smuts i form av odlingsbara aeroba bakterier. Även provpunkten "kran vid diskbänken" visar i två fall en hög nivå av bakterier. I det justerade totalmedelvärdet längst ned i tabellen är inte alla mätvärden från toalettgolvet exkluderade, bara de som enligt Grubbs test kunde bedömas som avvikande.

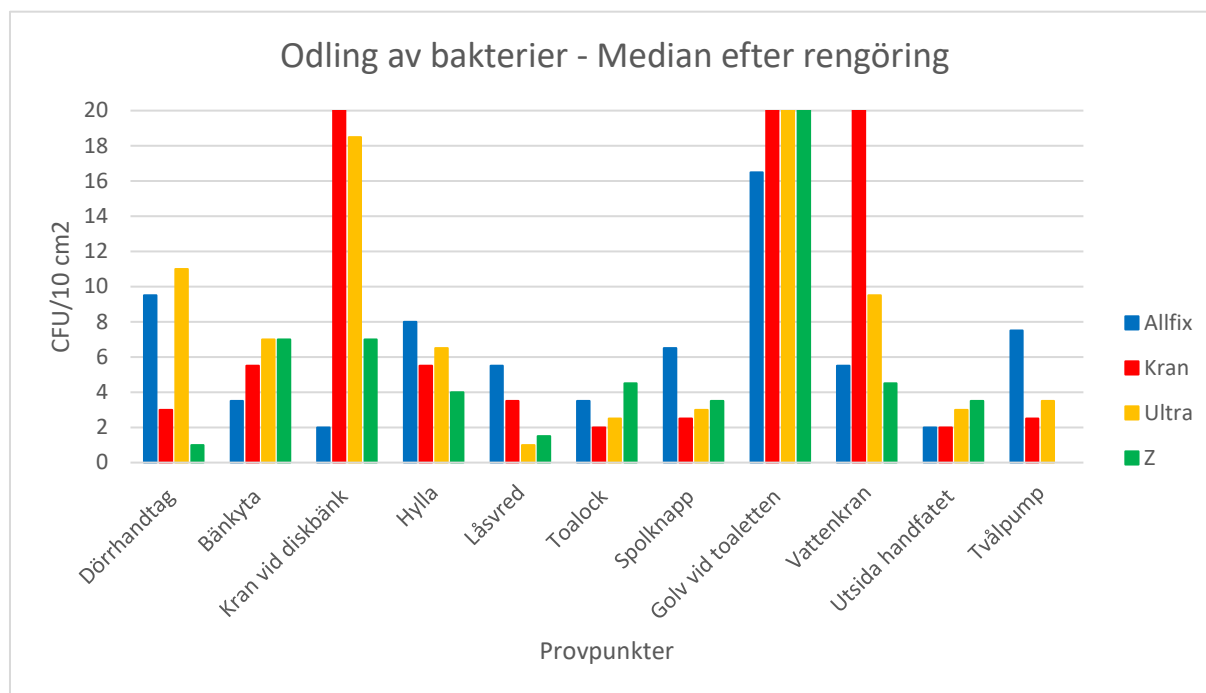
I Figur 18 illustreras medianvärden (från de tre mättillfällena) från odlingsmätningarna i stapeldiagram; ett för värden innan rengöring och ett för värden efter rengöring.

Figur 18: Odling – Medianvärden (CFU/10 cm²) per provpunkt före och efter rengöring.



I Figur 18 före rengöring syns ett tydligt avvikande värde vid "vattenkran" i toaletten (gul hög stapel). I övrigt syns tydligt att både "golv vid toaletten" och "kran vid diskbänken" var smutsigare än övriga provpunkter innan rengöring. I diagrammet som visar "efter rengöring" framgår tydligt att alla provpunkter är renare än innan rengöring, men golvet vid toaletten verkar inte ha rengjorts särskilt mycket av Kranvatten och Ultrarent vatten. I Figur 19 är skalan ändrad för att detaljerna ska kunna observeras.

Figur 19: Odling – Förstoring av medianvärden (CFU/10 cm²) per provpunkt före och efter rengöring.



De justerade totalmedelvärdena (längst ned i Tabell 19) indikerar att Z-vatten hade mest effektiv rengörande effekt (lägst värde = mest effektiv rengöring), tätt följt av Kranvatten. T-test analyser gjorda på justerade totalmedelvärden visade att dessa skillnader till 87% respektive 83% sannolikhet var bättre än Ultrarent vatten som var sämst.

En ej statistisk signifikant gradering av medlen för rengöring av ytor gav från mest till minst effektiv rengöring: Z-vatten, Kranvatten, Allfix och Ultrarent vatten.

6.2.4 Fluorescensmätningar

I Tabell 20 redovisas medianvärden (från de tre mättillfällena, efter rengöring) från fluorescensmätning av de provpunkter som inte överskred instrumentets mätområde. Längst ned redovisas justerat totalmedelvärde och standardavvikelse för samtliga provpunkter där avvikande värden är exkluderade.

Fluorescensmätningar ger värden i relativa fluorescensenheter (RFU) och ju lägre värde desto mindre fluorescens. Höga fluorescensvärden är inte automatiskt kopplade till en smutsig yta eftersom även rena ytor avger fluorescens. Men en relativ minskning av fluorescensen på en bestämd yta indikerar att ytan blivit renare.

Tabell 20: Fluorescensmätning – Medianvärden (RFU) per provpunkt efter rengöring.

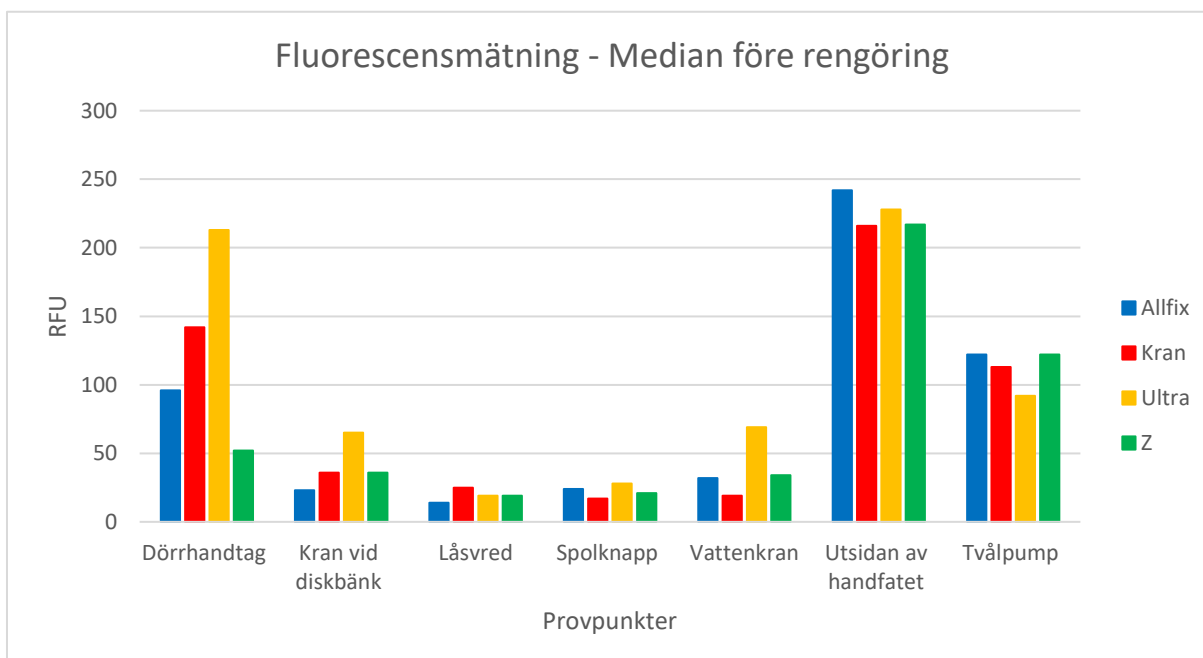
Fluorescens	Rengöringsmedel			
Provpunkter	Allfix	Kranvatten	Ultravatten	Z-vatten
Dörrhandtag (n=3)	51	45	34	14
Kran vid diskbänk (n=3)	21	16	20	16
Låsvred (n=3)	9	16	12	14
Spolknapp (n=3)	14	14	10	19
Vattenkran (n=3)	16	23	16	16

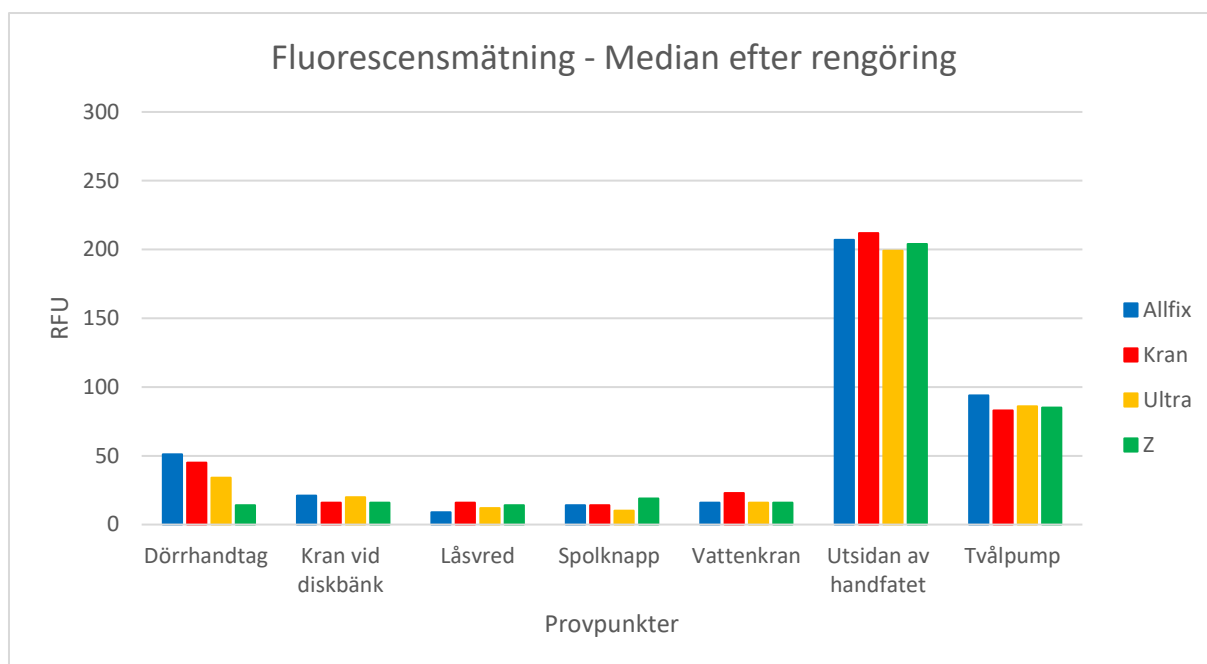
Fluorescens	Rengöringsmedel			
Provpunkter	Allfix	Kranvatten	Ultravatten	Z-vatten
Utsidan av handfatet (n=3)	207	212	199	204
Tvålpump (n=3)	94	83	86	85
Justerat totalmedelvärde (MV) (avvikande värden exkluderade)				
MV $\pm$ SD	48 $\pm$ 55 (n=20)	58 $\pm$ 58 (n=21)	53 $\pm$ 64 (n=21)	47 $\pm$ 61 (n=20)
Justerat totalmedelvärde (MV) av de procentuella skillnaderna från före till efter rengöring (avvikande värden exkluderade)				
MV $\pm$ SD	38 $\pm$ 21 (n=18)	40 $\pm$ 26 (n=15)	51 $\pm$ 26 (n=18)	43 $\pm$ 31 (n=19)

Provpunkten "utsidan av handfatet" hade högst fluorescens av de inkluderade mätningarna. Det kan dock bero på att porslin kan ha högre bakgrundsfluorescens än övriga ytor.

I Figur 20 illustreras medianvärden (från de tre mättillfällena) från fluorescensmätningarna i stapeldiagram; ett för värden innan rengöring och ett för värden efter rengöring.

Figur 20: Fluorescensmätning – Medianvärden (RFU) per provpunkt före och efter rengöring.

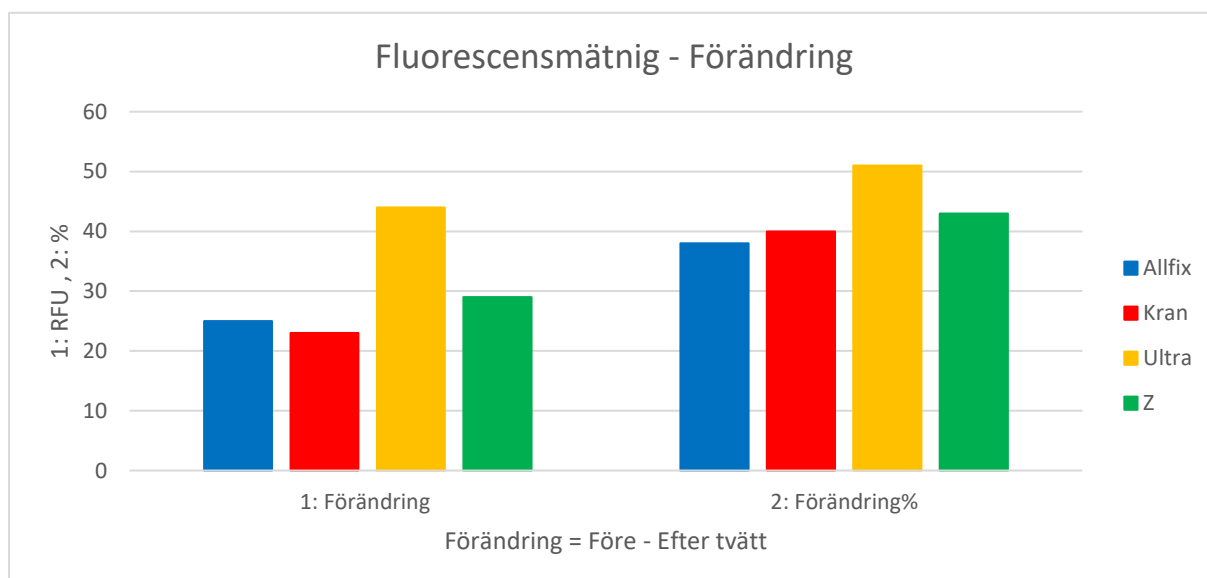




I Figur 20 "innan rengöring" framgår att högst fluorescens uppmättes på provpunkterna "dörrhandtag", "utsidan av handfatet" och "tvålpump". I diagrammet som visar "efter rengöring" syns att provpunkten "dörrhandtag" blivit avsevärt renare än innan rengöring, men handfatet och tvålpumpen verkar inte ha rengjorts särskilt mycket av något av rengöringsmedlen. I diagrammen syns inte heller någon tydlig skillnad mellan rengöringsmedlens rengörande kapacitet.

En jämförelse av medelvärden och standardavvikelser i t-test av justerade totalmedelvärden (tredje sista raden i Tabell 20 ovan), gav inte heller någon signifikant indikation på om något rengöringsmedel var effektivare än de övriga. Av den anledningen utvärderades i stället förändringen och den procentuella förändringen i fluorescens från innan till efter rengöring (se Figur 21). Ju högre värde desto större förändring och bättre rengöring.

Figur 21: Fluorescensmätning – Medelvärden för skillnaderna från före till efter rengöring.



Från T-test-analys av justerade totalmedelvärden för procentuell förändring (angivna längst ned i Tabell 20 ovan) framgick att Ultrarent vatten till 90% sannolikhet rengjorde bättre än Allfix som hade sämst rengörande effekt. En möjlig förklaring till detta resultat är att fluorescensen minskar med antalet partiklar på ytan och det tillförs minst partiklar från Ultrarent vatten.

En ej statistisk signifikant gradering av medlen för rengöring av ytor från blandad smuts gav från mest till minst effektiv rengöring: Ultrarent vatten, Z-vatten, Kranvatten och Allfix.

6.3 Slutsatser från del 2 - skolstudien

Inget rengöringsmedel framstår som självklart bästa valet för rengöring i skolstudien (se Tabell 21:).

Tabell 21: Rangordning av rengöringsmedlen baserat på samtliga analyser i skolstudien.

Smuts	Analys	1	2	3	4
Biologiskt material	ATP	Allfix (96%)	Ultravatten (77%) / Z-vatten (76%)		Kranvatten
Biologiskt material på toalettgolvet	ATP	Z-vatten / Kranvatten / Allfix			Ultravatten
Bakterier	Odling	Z-vatten (87%)	Kranvatten (83%)	Allfix	Ultravatten
Blandad smuts	Fluorescens	Ultravatten (90%)	Z-vatten	Kranvatten	Allfix

Kommentar: Signifikanta resultat har markerats i fet stil. Inom parentes visas signifikans i % för resultatet i jämförelse med resultatet för det minst effektiva rengöringsmedlet (kolumn 4). Där det saknas parentes är signifikansen under 60%.

6.3.1 Resultat

Biologiskt material (ATP-mätningar):

- Allfix var mest effektiv (96% signifikans) för rengöring av biologiskt material och hade endast något underkänt mätvärde.
- Allfix är ett konventionellt rengöringsmedel som innehåller tensider. Dessa interagerar med lipidlagret i cellmembranen hos mikroorganismer vilket i slutändan dödar dem.⁶⁵
- Kranvatten var sämst, med genomgående högre mätvärden, men inga underkända värden.
- Dessa resultat gällde inte golvet framför toaletten som alla var underkända. Även om mätvärdena var höga efter rengöring hade de i snitt halverats.
- Ingen signifikant skillnad mellan rengöringsmedlen vid rengöring på golvet framför toaletten.

Bakterier (odling):

- Z-vatten var mest effektivt (87% signifikans) för rengöring av bakterier och hade bara godkända mätvärden. Inga avvikande värden identifierades.
- Z-vattens effektivitet beror troligen på medlets höga pH-värde.²²
- Kranvatten, Allfix och Ultrarent vatten hade betydligt fler avvikande värden.
- Totalt sett var majoriteten av alla mätvärden godkända.

Blandad smuts (fluorescensmätning):

- Fluorescensmätningar fungerade bäst på blanka metallytor; ytor som betraktas som lätta att rengöra från smuts i allmänhet.
- Flera av de mer svårtvättade ytorna kunde inte analyseras med fluorimetri på grund av att erhållna värden både före och efter rengöring var utanför den övre gränsen för instrumentets mätområde.
- Detta beror sannolikt på höga bakgrundsvärden för dessa material som gör att de inte lämpar sig för mätning med fluorimetri.
- För de ytor som gick att mäta på var Ultrarent vatten mest effektivt (90% signifikans) för rengöring av blandad smuts.
- Detta resultat kan möjligen förklaras med att inga partiklar (som antas kunna avge fluorescens) tillförs för att lösa upp smutsen.

⁶⁵ Kampf, G. and Kramer, A. (2004). Epidemiologic background of hand hygiene and evaluation of the most important agents for scrubs and rubs. *Clinical Microbiology Reviews*, 17(4), 863-893: <https://doi.org/10.1128/cmr.17.4.863-893.2004>

6.3.2 Reflektioner från skolans personal

- I skolan har Ultrarent vatten upplevts fungerat väldigt bra för att göra rent whiteboardtavlor med, men efter att ha använt det under cirka två års tid har det uppmärksamats att ytan på dessa försämrats. Detta indikerar att det Ultrarena vattnet har en annan kemisk struktur/egenskaper än vanligt kranvatten eftersom kranvatten inte fungerar bra för detta ändamål.
- Lokalvårdaren märkte ingen skillnad mellan de använda rengöringsmedlen under studietiden.
- Vissa lokalvårdare i skolan upplever att det inte blivit rent om det inte doftar rengöringsmedel efter städningen.

7 Sammanfattande slutsatser

Rengöringsmedlet har till uppgift att lösa upp smutsen som därefter torkas bort med mikrofiberduken. I denna studie ingår inte någon utvärdering av olika mikrofiberdukar men sannolikt är mikrofiberdukens struktur och skick viktig för en effektiv rengöring.

Genomgående i studien var det stor spridning i mätvärdena (vilket gav stora standardavvikelser) och få resultat blev signifikanta. En sammanfattning av samtliga resultat i både del 1 (labbstudien) och del 2 (skolstudien) och visar att inget rengöringsmedel framstår som självklart bästa valet för rengöring av ytor tillsammans med en mikrofiberduk av god kvalitet (Tabell 22).

Tabell 22: Rangordning av rengöringsmedel baserat på analyser av samtliga provpunkter (både labbstudien och skolstudien) från mest effektiv (1) till minst effektiv (4).

Labbstudien och skolstudien/ från minst effektiv (+) till minst effektiv (-).					
Smuts	Analys	1	2	3	4
Labbstudien					
Bakterier	ATP	Z-vatten (64%)	Allfix	Kranvatten	Ultravatten
Jäst	ATP	Allfix (92%)	Ultravatten (73%)	Z-vatten	Kranvatten
Bakterier	Odling	Z-vatten (99,5%)	Ultravatten (71%)	Allfix	Kranvatten
Jäst & mögel	Odling	Ultravatten (96%) / Z-vatten (95%)		Allfix (74%)	Kranvatten
Blåbär & välling	Visuellt	Z-vatten	Allfix / Ultravatten / Kranvatten		
Majonnäs	Visuellt	Likvärdigt			
Majonnäs	Fluorescens	Likvärdigt			
Skolstudien					
Biologiskt material	ATP	Allfix (96%)	Ultravatten (77%) / Z-vatten (76%)		Kranvatten
Biologiskt material på toalettgolvet	ATP	Z-vatten / Kranvatten / Allfix			Ultravatten
Bakterier	Odling	Z-vatten (87%)	Kranvatten (83%)	Allfix	Ultravatten
Blandad smuts	Fluorescens	Ultravatten (90%)	Z-vatten	Kranvatten	Allfix

Kommentar: Signifikanta resultat har markerats i fet stil. Inom parentes visas signifikans i % för resultatet i jämförelse med resultatet för det minst effektiva rengöringsmedlet (kolumn 4). Där det saknas parentes är signifikansen under 60%.

De sammantagna resultaten indikerar att Z-vatten är något bättre än övriga studerade rengöringsmedel. Samtliga undersökta rengöringsmedel, förutom Kranvatten, bedöms som tillräckligt effektiva för rengöring av skolans lokaler. Baserat på att Kranvatten i flest av de enskilda studierna visat minst effektivitet och totalt sett fått flest underkända värden, bedöms det som ett något sämre alternativ än de övriga rengöringsmedlen.

Z-vatten är alkaliskt ($\text{pH} > 11$)²⁹ vilket sannolikt bidrar till effektiviteten vid rengöring av bakterier. Ett högt pH skadar bakteriers cellmembran och cellväggar, stör deras enzymatiska processer och påverkar jonbalansen i cellerna och dödar dem.⁶⁶ För vissa typer av smuts (som exempelvis stärkelserik, fet och proteinrik smuts) fungerar ett högt pH bra för att lösa upp smutsen (basisk

⁶⁶ Keenleyside, W. Microbiology: Canadian Edition. 2019. <https://ecampusontario.pressbooks.pub/microbio/> 2024-12-11

hydrolys), men för andra typer av smuts (som exempelvis kalkavlagringar) fungerar det bättre med ett surt pH.

En reflektion kring användning av Z-vatten i verksamheter är att det mestadels består av just vatten. Det går att köpa färdigt Z-vatten på dunk från tillverkaren vilket i större skala skulle innebära mycket transport av vatten. Detta är en nackdel jämfört med både allrengöringsmedel som Allfix som köps som koncentrat och Ultrarent vatten som tillverkas på plats med hjälp av en filteranläggning. Det finns även anläggningar att köpa/hyra för omvandling av kranvatten till Z-vatten som inkluderar både filter- och den elektrolysfunktion som behövs.²⁰ Detta är något som inte undersökts i denna studie.

8 Bilaga

Innehåll

1	Kontrollerad studie i laboratoriemiljö (del 1)	Fel! Bokmärket är inte definierat.
1.1	Studieplan (del 1).....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
1.2	Rådata för ATP-mätningar	Fel! Bokmärket är inte definierat.
1.3	Rådata för mikrobiologiska odlingar	Fel! Bokmärket är inte definierat.
1.4	Rådata för visuell bedömning – Fotografier av provytor	Fel! Bokmärket är inte definierat.
1.5	Rådata för fluorescensmätningar	Fel! Bokmärket är inte definierat.
1.6	Statistiska utvärderingar med t-test.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
1.7	T-test för ATP-mätningar	Fel! Bokmärket är inte definierat.
1.8	T-test för mikrobiologiska odlingar.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
2	Mätningar i skola (del 2)	Fel! Bokmärket är inte definierat.
2.1	Studieplan (del 2).....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
2.2	Provpunkter	Fel! Bokmärket är inte definierat.
2.3	Identifiering och hantering av avvikande mätvärden.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
2.4	Rådata för ATP-mätningar	Fel! Bokmärket är inte definierat.
2.5	T-test för ATP-mätningar	Fel! Bokmärket är inte definierat.
2.6	Utvärdering av mätningar på golvet framför toaletten..	Fel! Bokmärket är inte definierat.
2.7	Rådata för mikrobiologiska odlingar	Fel! Bokmärket är inte definierat.
2.8	T-test för mikrobiologiska odlingar.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
2.9	Rådata för fluorescensmätningar	Fel! Bokmärket är inte definierat.
2.10	T-test för fluorescensmätningar	Fel! Bokmärket är inte definierat.
2.11	Ytterligare utvärdering av resultat från fluorescensmätningar.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.

