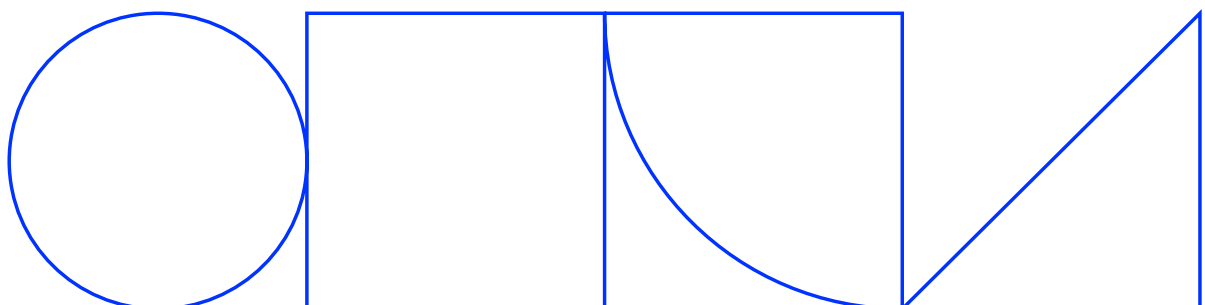


# Återvinning av gråvatten i flerbostadshus

Möjligheter och konsekvenser

Elisabet Werecki (Skanska) och Jesper Knutsson (Chalmers)

2024-04-29



# FÖRORD

Projektet har genomförts av en liten arbetsgrupp med stort stöd av en engagerad och kompetent referensgrupp. Vi vill rikta ett stort tack till alla dess medlemmar som ställt upp och hjälpt oss på traven. Vi vill även tacka SBUF, som delfinansierat projektet, och de tappra som deltagit i vår workshop kring gråvattnets potentiella framtid. Rapporten har skrivits av Elisabet Werecki med hjälp av Jesper Knutsson.

## Arbetsgrupp

Elisabet Werecki (projektledare), Skanska

Jesper Knutsson, Chalmers

Christel Garpeman, Skanska

## Referensgrupp

Clara Hermansson, Alnarp Clearwater

Ebba-Maria Olson, Mossagården

Ellen Edefell, Sweden Water Research

Emma Sarin, HSB Living Lab

Johan Alte, RO-gruppen

Kenneth Lindgren, PEAB

Martin Engman, Granitor

Mattias Sundberg, Erelko

Per Eriksson, Graytec

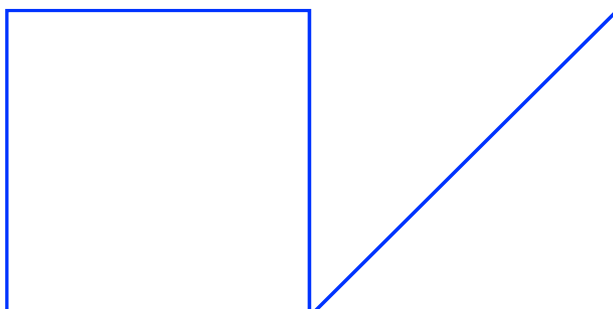
Pär Löfstedt, Yellon

Roland Jonsson, Nynäshamnsbostäder

Yvonne Bergensund, Skanska Sverige

Åse Togerö, IVL Svenska Miljöinstitutet

*Elisabet Werecki och Jesper Knutsson,  
Malmö och Göteborg den 29 april 2024*



*Bild på framsida från Greenlife*

## SAMMANFATTNING

När det finns tillgängligt tas rent vatten för givet. Vi har länge inte haft något behov av att hushålla med detta vårt viktigaste livsmedel. Dock ställer en värld i förändring med en växande befolkning i kombination med klimatförändringar allt högre krav på ett mer hållbart förhållningssätt till dricksvattenresursen. Bristen på rent vatten dödar redan idag och det finns de som befärrar att vattenbristen kan komma att leda till väpnade konflikter i framtiden.

Sverige är ett utav de länder i världen med minst vattenbrist. Ändå händer det att även vi drabbas, särskilt sommartid och särskilt i sydöstra Sverige. Situationen förväntas bli värre i takt med klimatförändringar och en förlängd vegetationsperiod. Det finns således goda anledningar att redan nu arbeta fram lösningar för en alternativ dricksvattenförsörjning.

SBUF-projektet har undersökt hur byggbranschen kan bidra till utvecklingen mot en hållbar dricksvattenkonsumtion genom återvinning av gråvatten, d.v.s. avloppsvatten från bad, disk och tvätt. Rening av gråvatten kan ske på olika nivåer längs en skala som sträcker sig från stora nationella reningsverk till enskilda hushåll. Vår studie begränsar sig till gråvattenåtervinning i flerbostadshus, som har bedömts ha stor potential (hög dricksvatten- och energiförbrukning) och faller inom den enskilde entreprenörens rådighet.

Olika tekniker för rening av gråvatten har kartlagts. Några av de vanligaste – membranbioreaktor, ultrafiltrering, skumfraktionering, biologisk behandling och desinfektion - har studerats närmare och listats med för- och nackdelar. Gråvattnets olika fraktioner och möjliga användningsområden har redovisats. Avsett ändamål avgör kraven på reningsgrad och vattenkvalitet. Även möjligheterna till energiåtervinning ur gråvatten har undersökts.

Ett flertal referensobjekt har lokaliserats och granskats, både i Sverige och utomlands. Med dessa som grund har ett antal återvinningssystem valts ut för en grundlig jämförelse med fokus på byggnadstekniska, ekonomiska och arkitektoniska aspekter. Resultaten har sammanställts i en översiktlig matris.

Studien har visat att gråvattenåtervinning i flerbostadshus har en stor potential för besparingar av både vatten och energi. I teorin kan upp till 64 % av dricksvattenförbrukningen sparas (förutsätter att inget spill förekommer och att gråvattnet renas med avancerad reningsteknik till dricksvattenkvalitet). Likaså kan upp till 30 % av energianvändningen sparas. Tekniken är fortfarande ovanlig i Sverige, men väl beprövad utomlands, bl.a. i Tyskland. Den finns att tillgå på marknaden och ökar produktionskostnaden för ett flerbostadshus med 1-2 %. Där förutsättningarna inkluderar dyr energi (Södra Sverige) och höga VA-taxor (varierar kommunvis) ligger återbetalningstiden på under 5 år.

Det råder en stor osäkerhet kring vilka lagkrav och standarder som ska gälla för gråvattenåtervinning och kring myndigheters handläggning av ärenden som rör dessa frågor. Den tekniska kunskapen om gråvattensystemen är begränsad och referensprojekten är få. Allmänhetens inställning till återvunnet gråvatten är något tveksam. Det finns således många frågor utöver de som ryms inom SBUF-projektets ramar (byggnadstekniska, ekonomiska och arkitektoniska) som bör utredas vidare för att säkra gråvattenåtervinningens framtid.

# INNEHÅLL

FÖRORD	1
SAMMANFATTNING	2
INNEHÅLL	3
1 BAKGRUND	5
2 MÅL OCH SYFTE	8
3 METODIK	8
4 VATTENFAKTA	9
4.1 Förbrukning	9
4.2 Gråvatten	10
4.3 Gråskalor	10
5 VATTENRENINGSTEKNIKER	11
5.1 Biologisk behandling	11
5.2 Membranbioreaktorer (MBR)	12
5.3 Ultrafiltrering	12
5.4 Skumfraktionering	12
5.5 Desinfektering	13
5.5.1 Ultraviolet (UV) ljus	13
5.5.2 Ozon	13
5.5.3 Klorering	14
5.5.4 Elektroklorering	14
6 POTENTIAL	15
6.1 Vattenbesparing	15
6.2 Energibesparing	16
6.3 Lönsamhet	16
7 STUDIE AV REFERENSPROJEKT SAMT UTVALDA GRÅVATTENSYSTEM	17
7.1 Referensprojekt	17
7.2 Fallstudie - jämförelse av utvalda gråvattensystem	19
8 SAMMANFATTNING	25
8.1 Slutsatser	25
8.1 Behov av fortsatta studier	25
REFERENSER	26
BILAGOR	29

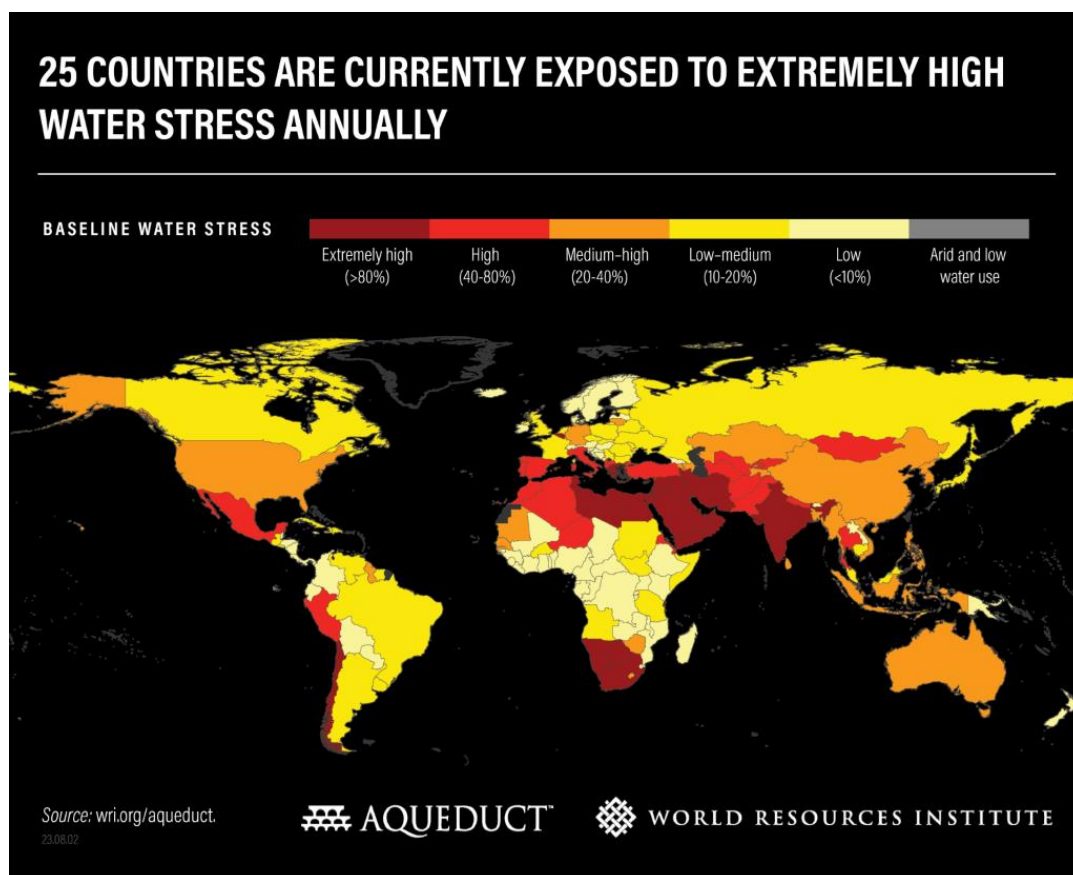
Bilaga 1: Intervju med Jan Hruška / Botanica K, Tjeckien	29
Bilaga 2: Fallstudie - försättsblad och ritningar (Havsbynät)	33
Bilaga 3: Kompletterande information - 4evergreen	40
Bilaga 4: Kompletterande information - Bluewater	49
Bilaga 5: Kompletterande information – GreenLife	57
Bilaga 6: Kompletterande information – Hydraloop	60
Bilaga 7: Kompletterande information – Topas	61
Bilaga 8: Workshop – introduktion och sammanfattning	64

# 1 BAKGRUND

Tillgång till rent vatten och sanitet är en avgörande förutsättning för mänskligt liv och ett av FN:s globala mål (nr 6). Världens ändliga färskvattenresurser hotas dock av snabbt växande befolkningar och ekonomier, pågående konflikter och klimatförändringar. Dessutom garanterar inte en riklig naturlig tillgång till vatten nödvändigtvis vattensäkerhet. Vattnet måste också förvaltas och omhändertas på ett adekvat sätt. Nästan var tionde person av världens befolkning saknar tillgång till rent vatten och 750 barn under fem dör varje dag av diarrésjukdomar som orsakats av smutsigt vatten och dålig sanitet (Water Aid 2024).

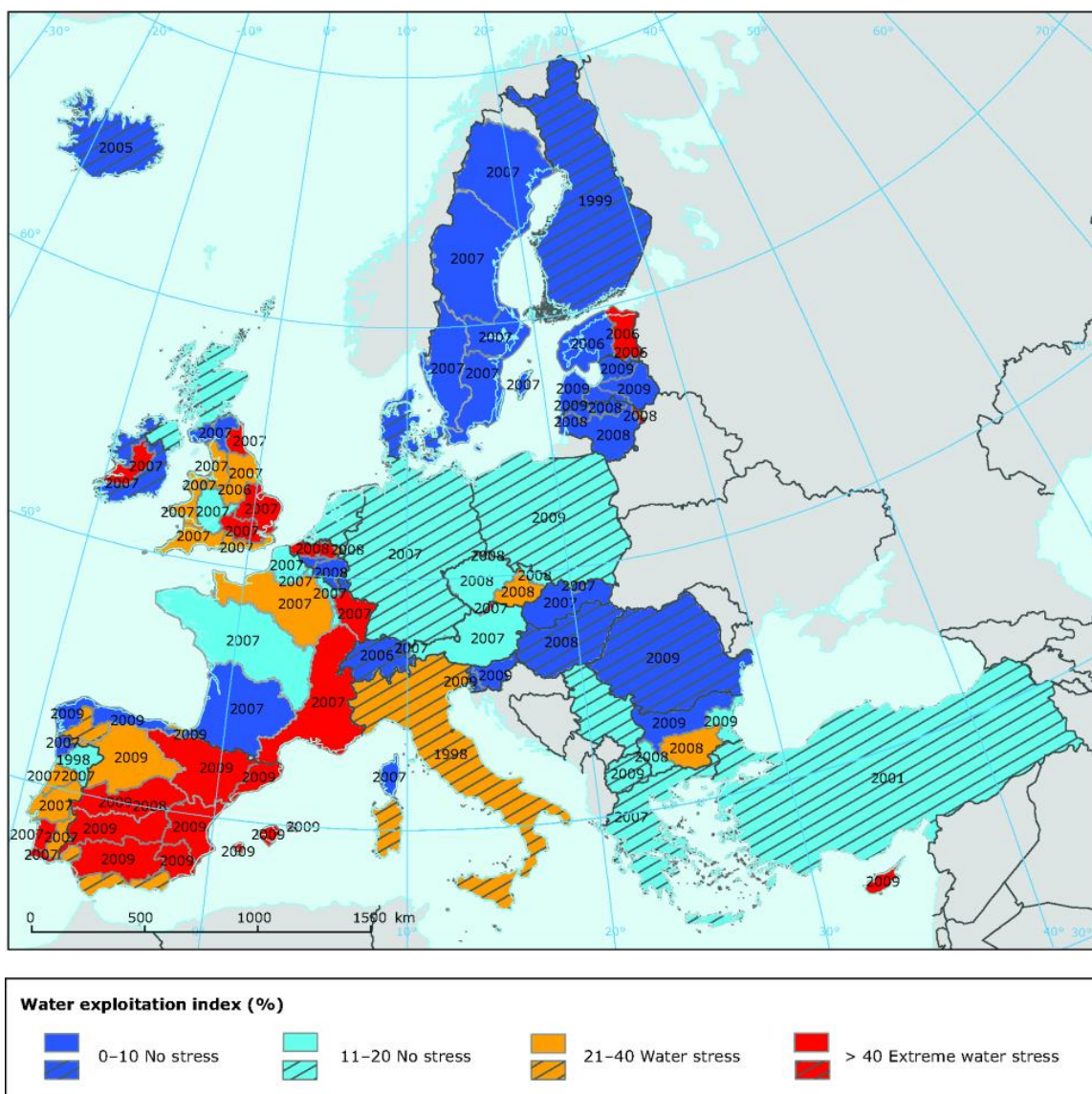
Vattensäkerhet definieras som en befolknings förmåga att säkra hållbar tillgång till tillräckliga mängder vatten av acceptabel kvalitet för att upprätthålla livsmedelsförsörjning, mänskligt välbefinnande och socioekonomisk utveckling, för att säkerställa skydd mot vattenburna föroreningar och vattenrelaterade katastrofer, samt för att bevara ekosystem i ett läge av fred och politisk stabilitet (UN Water 2013).

Risker orsakade av vattensäkerhet har framträtt som en betydande global utmaning och i Världsekonometiskt forums (WEF) globala riskrapport har vattenkrisen rankats bland de fem högsta riskerna i alla rapporter sedan 2015 (Caretta, Mukherji, Arfanuzzaman, Betts, Gelfan, Hirabayashi, Lissner, Liu, Lopez Gunn, Morgan, Mwanga & Supratid 2022).



Figur 1: Vattenbrist i världens länder (Kuzma, Saccoccia & Chertock 2023)

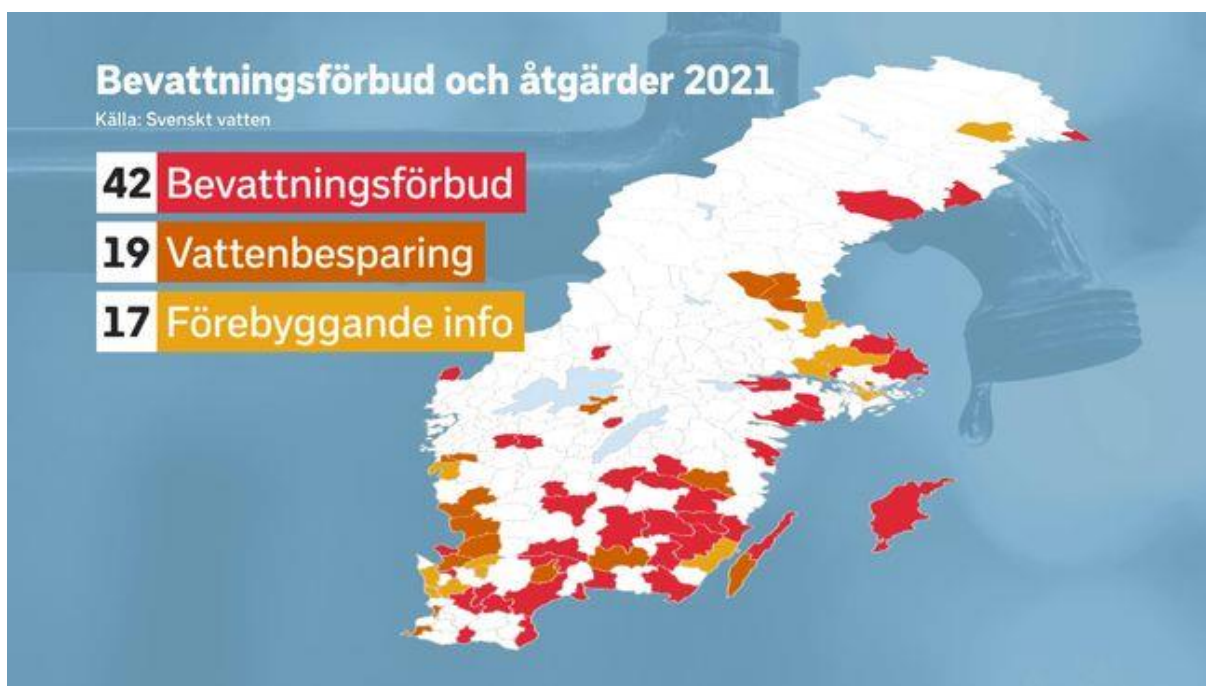
I Europeiska unionen styrs det vattenpolitiska samarbetet av ett ramdirektiv för vatten, ”Vattendirektivet”, som ligger till grund för gemensam lagstiftning. En av direktivets främsta målsättningar är att ”främja en hållbar vattenanvändning baserad på ett långsiktigt skydd av tillgängliga vattenresurser”. Enligt EU-kommissionens strategi för att skydda dessa vattenresurser bör återanvändningen av vatten maximeras (Europeiska Kommissionen 2012).



Figur 2: Vattenbrist i Europa (European Environment Agency 2012). kräffering visar data som har tagits fram på nationell nivå, inte per vattendistrikt.

Sverige är ett av de länder i världen med högst vattensäkerhet (MacAlister, Baggio, Perera, Qadir, Taing & Smakhtin 2023). Trots detta händer det inte sällan under årets varmare del att även vi drabbas av vattenbrist. Detta fenomen förväntas bli allt vanligare i takt med klimatförändringarna, d.v.s. mer extrema väderförhållanden – längre perioder av torra i kombination med skyfall och översvämningar som förorenar grundvattentäkter. Sydöstra Sverige är särskilt utsatt, se figur 3 och 4. Samtidigt kommer sannolikt konkurrensen om vattnet att öka även i Sverige då högre temperaturer leder till att vegetationsperioden förlängs (SGU 2024).





Figur 3: Bevattningsförbud och åtgärder 2021 (SVT 2021)

Stigande havsnivåer kan också ha en direkt påverkan på Sveriges sötvatten. Redan idag påverkas grundvattnet av saltvatteninträngning, särskilt under torrperioder i kustnära områden, vilket leder till sämre tillgång till dricksvatten i dessa områden (Naturvårdsverket 2024). När saltvatteninträngning väl har skett kan grundvattnet bli förorenat av salt under lång tid framåt.



Figur 4: Grundvattennivåer v. 30 2022 (Dagens Samhälle 2022)



Ett exempel där bristen på rent dricksvatten har blivit en knäckfråga är Cementakrisen, som hotat kalkstensbrytningen på Gotland och därmed hela landets cementproduktion. Cementa har själva angett att deras fortsatta exploatering kan sänka grundvattennivån med 4,4 meter (Sveriges natur 2018). Situationen kräver att alternativa lösningar övervägs. Redan idag avsaltas havsvatten för att kunna drickas på Gotland.

Något som förvärrar situationen är det faktum att den svenska VA-infrastrukturen, som till stora delar anlades under några få årtionden i mitten av 1900-talet och har belastats hårt sedan dess, är i stort behov av renovering. Det uppdämda investeringsbehovet är betydande och likaså behovet av att avlasta befintliga VA-nät. Drygt 17 % av levererat dricksvatten läcker idag ut (Svenskt Vatten 2024).

Kunskapen hos allmänheten kring vattenbrist är låg och vattenförbrukningen i Sverige är hög - 140 l/pers/dygn. I Danmark, där man länge har jobbat med att minska förbrukningen, ligger den på 100 l/pers/dygn. Vikten för oss av att skapa ett mer hållbart förhållningssätt till dricksvattenresursen är således stor. Det kanske inte är rimligt att spola toaletter med dricksvatten, vårt viktigaste livsmedel.

Frågan är hur byggbranschen kan bidra till den här omställningen. Energibesparing och klimat har länge stått på branschens agenda. Där vet vi att åtgärder ger en stor effekt. I skuggan av detta har strävan efter en hållbar vattenförsörjning inte varit lika prioriterad. Dessutom har allmänheten, vars medvetenhet om problemet är låg, inte aktivt efterfrågat alternativa lösningar. Ett effektivt sätt att minska behovet av dricksvatten är fastighetsnära återvinning. Att ersätta dricksvatten med återvunnet gråvatten för toalettspolning och tvätt kan exempelvis minska förbrukningen med 20-30% (Svenskt Vatten 2021).

## 2 MÅL OCH SYFTE

Projektets främsta syfte är att öka branschens kunskap om möjligheterna med gråvattenåtervinning och göra tekniken mer lättillgänglig och förutsägbar för entreprenörer och byggherrar. Mer specifikt handlar det om att undersöka potentialen för storskalig separation och återvinning av gråvatten i flerbostadshus, och att sammanställa och jämföra olika gråvattensystem med fokus på ekonomiska, byggtekniska och arkitektoniska aspekter. För att få en övergripande bild av gråvattnets möjligheter har projektet förankrats inom en bred referensgrupp med deltagare från olika discipliner.

## 3 METODIK

Projektet har delats upp i olika faser:

- En **omvärldsstudie** har gjorts för att kartlägga vilka system och lösningar som finns på marknaden idag dels inom Sverige, dels utomlands. Olika reningstekniker har kartlagts och gråvattenåtervinningens potential avseende besparing av vatten och energi har studerats. Vidare har olika referensprojekt granskats för att fastställa var och hur de olika systemen har använts. Omvärldsstudien baseras på en litteraturstudie, faktainsamling, intervjuer och referensgruppsmöten.

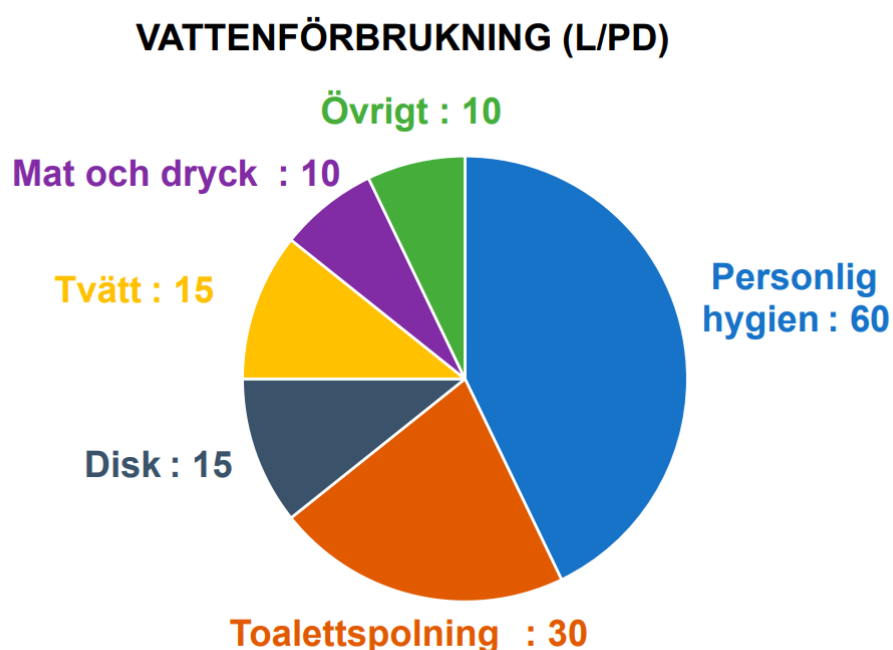
- Med omvärldsstudien som grund har ett antal systemlösningar valts ut för en **fallstudie** med fokus på byggnadstekniska, ekonomiska och arkitektoniska aspekter. De olika lösningarna har jämförts genom att appliceras på ett utvalt referensprojekt, som anses representativt för flerbostadshus. Resultaten har sammanställts i en översiktlig matris.
- En branschgemensam **workshop** har genomförts med syfte att öka kunskapen och dela erfarenheter kring återvinning av gråvatten inom svensk byggbransch (bilaga 8).
- Projektets resultat med tillhörande rekommendationer och slutsatser avseende gråvattnets möjligheter och konsekvenser för flerbostadshus dokumenteras i denna rapport.

## 4 VATTENFAKTA

### 4.1 Förbrukning

Vatten kommer i många olika kvaliteter och är inte lättillgängligt överallt. I Sverige står industrin för ca 68 % av vattenanvändningen, hushållen för 19 %, övrigt för 10 % och jordbruket för 3 % (SCB 2020).

I Sverige förbrukas i genomsnitt 140 liter dricksvatten per person och dygn. 140 liter står för den direkta vattenanvändningen och inkluderar 60 liter för personlig hygien, 30 liter för toalettpolning, 15 liter för disk, 15 liter för tvätt, 10 liter för mat och dryck och 10 liter övrigt. Vattenförbrukning per person har länge visat en långsamt sjunkande trend och hushållsförbrukningen har senaste åren närmast sig 130 liter per person och dygn (Svenskt Vatten 2021). Den totala dricksvattenförbrukningen per person och dygn, som omfattar industriell, allmän och hushållens förbrukning ligger på ca 180 liter (Sejerström 2022).



Figur 5: Genomsnittlig direkt vattenförbrukning per person och dygn i Sverige (Sejerström 2022)

## 4.2 Gråvatten

Avloppsvatten från hushåll består av olika fraktioner. Det kan komma från bad/dusch, tvätt, disk (kök) och toalett. Med gråvatten menas det vatten som sköljs ut via bad, disk eller tvätt, även kallat BDT-vatten. Till skillnad från avloppsvattnet från toaletten som innehåller fekalier, hormonrester och läkemedel, bedöms gråvattnet ha en hög potential för att renas och återanvändas inom fastigheten (HSB Living Lab 2021).

Vissa system återvinner gråvatten enbart för toalettspolning, vilket ställer lägre krav på vattenkvalitet än vid återanvändning i exempelvis dusch. Andra system renar gråvatten till dricksvattenkvalitet.

Möjligheten finns också att återanvända den värmeenergi som finns i gråvattnet. Detta sker antingen genom en värmeväxlare eller indirekt då återvunnet gråvatten, som redan är ljummet, värms upp igen, vilket kräver mindre energi än när inkommande kallvatten måste värmas upp.

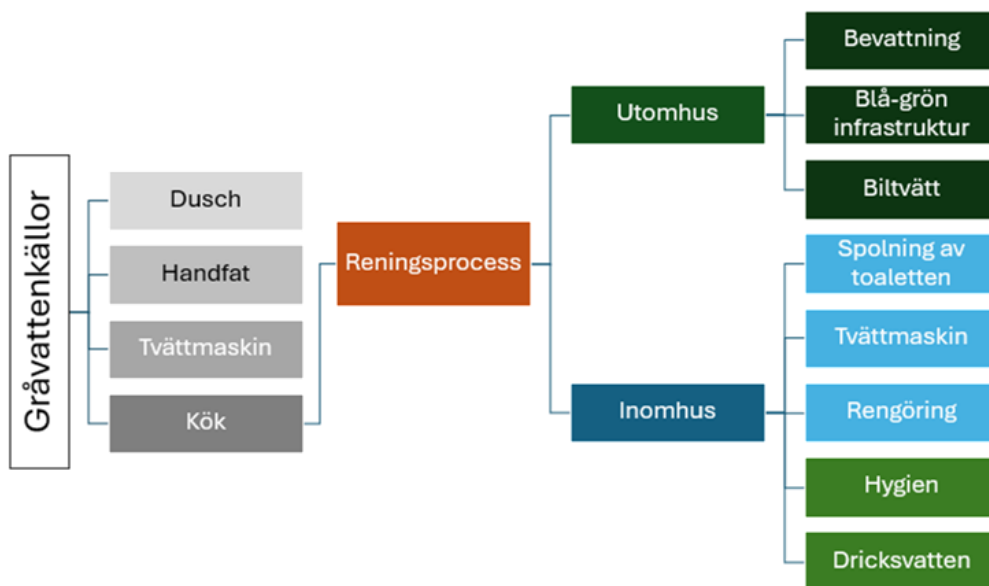
## 4.3 Gråskalor

Återvinning av gråvatten kan ske på olika nivåer. Den kan ske nära brukaren på hushållsnivå eller på fastighetsnivå. Den kan också ske på stadsdelsnivå, som i Oceanhamnen i Helsingborg, eller för hela staden, som i Kalmarsundsverket, där 50-80 % av stadens vatten (inte bara gråvatten) kommer kunna renas för återanvändning (Kalmar Vatten 2021). I Singapore täcker återvunnet vatten 40% av landets totala vattenbehov (VOA 2021).

Då rening i större skala - på stadsdelsnivå, kommunal och regional nivå, vanligtvis ligger utanför den enskilde byggtreprenörens rådighet, har vi valt att fokusera vår studie till rening av gråvatten på fastighetsnivå. Inom denna ram har flerbostadshus, med stor förbrukning av dricksvatten och stor produktion av gråvatten, bedömts ha störst potential.

En fördel med att rena gråvatten lokalt i mindre reningsverk är att det inte behövs långa ledningsnät. Med enkla lösningar kan den här typen av reningsverk således minska driftskostnader och hjälpa till att utveckla nya stadsdelar utan att överbelasta de reningsverk som redan finns (Sweden Water Research 2023). Flera vattenverk har nått sin fulla produktionskapacitet av vatten och har inte möjlighet att bygga ut för att öka vattenproduktionen. Det är dyrt att behandla det nedsmutsade avloppsvattnet och rena det till dricksvattenkvalitet. Dessutom är den befintliga infrastrukturen (VA-systemen) i många fall föråldrad och överbelastad. Detta är den främsta anledningen till att man i San Francisco ställer krav på gråvattenåtervinning i alla större nybyggnadsprojekt (San Francisco Water Power Sewer 2024).

För att man ska kunna återanvända gråvatten behöver man en källa (tillgång) till gråvatten samt en avsättning (efterfrågan) för det återvunna gråvattnet. Det är en processteknisk fördel om tillgång och efterfrågan matchar varandra i både tid och volym. Detta för att man ska kunna minska behovet av långa lagringstider och stora tankvolym, samt undvika underskott av gråvatten som behöver kompletteras med dricksvatten, eller överskott av gråvatten som inte kan utnyttjas.



Figur 6: Tillgång och efterfrågan av gråvatten

## 5 VATTENRENINGSTEKNIKER

Det finns förvånansvärt många tekniker och lösningar för att rena avloppsvatten. En typisk rening av gråvatten inleds med mekanisk rening - vattnet silas genom ett rensgaller, sandfilter eller annat filter för att få bort större föroreningar och partiklar. Sedan följer biologisk rening där organiska ämnen bryts ned av levande mikroorganismer (bakterier) och/eller kemisk rening (tillsats av en kemikalie). För att avlägsna bakterier och mikroöroreningar liksom läkemedelsrester och PFAS-ämnen avslutas reningen ofta med något slags avancerat reningssteg liksom aktivt kolfilter, ozonering, UV-ljus, omvänd osmos, mikrofiltrering eller ultrafiltrering. Vilken metod som används beror på vattnets avsedda användning och tillhörande kvalitetskrav. Därefter lagras det renade vattnet i en tank i väntan på återanvändning.

Nedan följer en sammanfattning av vanliga reningstekniker för gråvatten, inklusive membranbioreaktorer (MBR), ultrafiltrering, skumfraktionering (foam fractionation), biologisk behandling, och desinfektering. Varje teknik diskuteras med avseende på dess princip samt för- och nackdelar.

### 5.1 Biologisk behandling

Princip: Biologisk behandling av gråvatten involverar användning av mikroorganismer för att bryta ner organiskt material och föroreningar. Mikroorganismerna kan växa fritt i aktivt slam eller i biofilm. Detta kan inkludera processer som aerob behandling, där syre är närvarande, och anaerob behandling, som sker i frånvaro av syre.

Fördelar:

- Effektiv för avlägsnande av organiskt material och vissa typer av föroreningar.
- Låg driftskostnad jämfört med membrantechniker.

Nackdelar:

- Kan kräva stora ytor för behandlingsanläggningar.
- Behandlad vattenkvalitet kan vara variabel och kräver ofta ytterligare rening.

## 5.2 Membranbioreaktorer (MBR)

Princip: MBR kombinerar konventionell biologisk behandling (aktivt slam) med membranfiltrering. Detta tillvägagångssätt separerar föroreningar från vattnet genom biologisk nedbrytning följt av filtrering genom fina membran (ultrafilter).

Fördelar:

- Hög effektivitet i att avlägsna organiskt material och mikroorganismer.
- Producerar renat vatten av hög kvalitet.
- Tar upp mindre utrymme än konventionella system eftersom ingen sedimenteringsbassäng krävs.

Nackdelar:

- Höga drifts- och underhållskostnader på grund av membranens känslighet för igensättning och behovet av regelbunden rengöring.
- Energiintensivt jämfört med andra behandlingsmetoder.

## 5.3 Ultrafiltrering

Princip: Ultrafiltrering är en membrantechnik som använder semipermeabla membran för att separera partiklar och mikroorganismer från gråvatten. Membranens porstorlek är sådan att vattenmolekyler kan passera, men större partiklar hålls kvar.

Fördelar:

- Effektiv avlägsnande av suspenderade partiklar, bakterier och vissa virus.
- Kräver inga kemikalier.

Nackdelar:

- Kan vara känslig för igensättning, vilket kräver frekvent backspolning och rengöring.
- Medelhög energiförbrukning.

## 5.4 Skumfraktionering

Princip: Skumfraktionering är en separationsteknik där gasbubblor används för att separera föroreningar baserat på deras ytegenskaper. Föroreningar fastnar på bubblorna och transporteras till ytan för att sedan avskiljas.

Fördelar:

- Kan vara effektiv för avlägsnande av vissa typer av föroreningar som oljor och fetter.
- Låg energiförbrukning.

Nackdelar:

- Begränsad effektivitet för avlägsnande av lösta föroreningar och mindre partiklar.
- Kan kräva kombination med andra reningsmetoder för att uppnå önskad vattenkvalitet.

## 5.5 Desinfektering

Desinfektering är en kritisk komponent i behandlingen av gråvatten och avloppsvatten för att minska hälsorisker från patogena mikroorganismer. Fyra vanliga desinfektionstekniker inkluderar ultraviolett (UV) ljus, ozon, klorering och elektroklorering. Var och en har unika principer, fördelar och nackdelar.

### 5.5.1 Ultraviolett (UV) ljus

Princip: UV-desinfektion använder kortvågigt ultraviolett ljus för att penetrera mikroorganismers cellväggar och skada deras DNA, vilket gör dem oförmögna att reproducera och orsaka sjukdom.

Fördelar:

- Inga kemikalier behövs.
- Snabb och effektiv inaktivering av bakterier, virus och protozoer.
- Enkel att implementera och underhålla.

Nackdelar:

- Effektiviteten kan påverkas av vattnets klarhet och förekomsten av partiklar som kan skugga mikroorganismer från UV-ljuset.
- Ingen bestående desinfektionseffekt, vilket betyder att vatten kan bli återkontaminerat efter behandling.

### 5.5.2 Ozon

Princip: Ozondesinfektion involverar injektion av ozon (O<sub>3</sub>) i vattnet, ett starkt oxidationsmedel som snabbt reagerar med bakterier, virus och andra mikroorganismer, vilket resulterar i deras förstörelse.

Fördelar:

- Effektiv mot ett brett spektrum av mikroorganismer, inklusive vissa som är resistenta mot klor.
- Förbättrar vattenkvaliteten genom att oxidera järn, svavel och andra föroreningar.

Nackdelar:

- Ozongeneratorer är energikrävande och dyra att köpa och driva.
- Ozon måste genereras på plats, vilket kräver komplex utrustning.
- Potentiellt farliga biprodukter kan bildas om ozon reagerar med vissa organiska ämnen i vattnet.



### 5.5.3 Klorering

Princip: Klorering är processen att tillsätta klor eller klorföreningar till vatten. Klor reagerar med vatten för att bilda hypoklorsyra och hypokloritjoner, som båda är effektiva desinfektionsmedel.

Fördelar:

- Kostnadseffektiv och väl beprövad metod med bred tillämpning.
- Ger en residual desinfektionseffekt som skyddar vattnet från återkontaminering.
- Effektiv mot ett brett spektrum av patogener.

Nackdelar:

- Kan bilda skadliga biprodukter (t.ex. trihalometaner) när det reagerar med organiskt material i vattnet.
- Kräver noggrann doseringskontroll för att minimera hälsorisker och korrosion i distributionsnätet.
- Smak och lukt från klor kan vara oönskade.

### 5.5.4 Elektroklorering

Princip: Elektroklorering är processen att generera klor på plats genom elektrolys av saltlösning (NaCl), vilket producerar hypokloritsyra och natriumhypoklorit, som sedan kan doseras i vattnet för desinfektion.

Fördelar:

- Producerar desinfektionsmedel på plats, vilket eliminerar behovet av farlig kemikaliehantering och lagring.
- Flexibel och kan justeras efter efterfrågan.
- Lägre risk för skadliga biprodukter jämfört med traditionell klorering.

Nackdelar:

- Kräver tillgång till elektricitet och salt, vilket kan vara en begränsning i vissa områden.
- Initiala utrustningskostnader kan vara höga.
- Precis som med klorering, kan det finnas problem med smak, lukt och biprodukter beroende på vattnets kvalitet.

Sammanfattningsvis val av desinfektionsmetod beror på en rad faktorer inklusive effektivitetskrav, kostnadsöväganden, tillgänglig infrastruktur, och vattenkvalitet. En kombination av metoder kan ibland användas för att optimera desinfektionseffektiviteten samtidigt som nackdelarna minimeras.

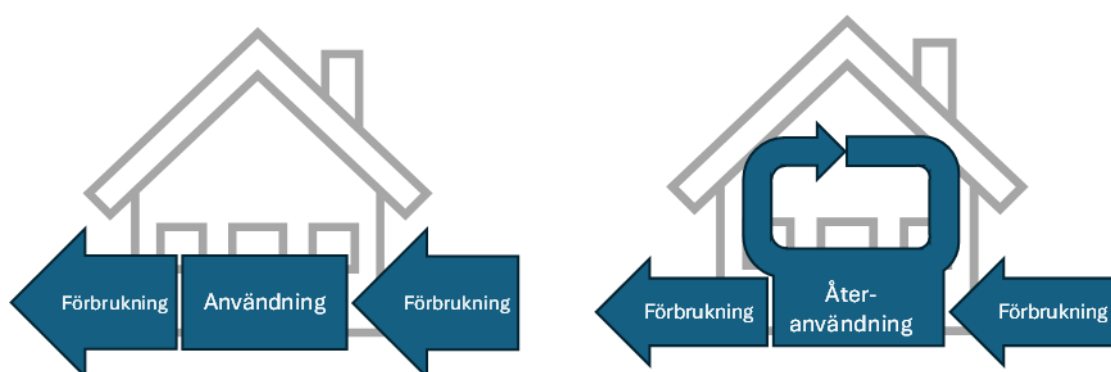
## 6 POTENTIAL

### 6.1 Vattenbesparing

Det finns olika sätt att minska vattenförbrukningen i hushåll. Det går att ändra beteendemönster (korta duschar o.s.v.) och att nyttja alternativa vattenkällor (t.ex. regnvatten). Det går också att installera relativt enkla tekniska lösningar och hushållsprodukter som begränsar vattenåtgången vid dagliga aktiviteter (t.ex. snålspolande kranar och toaletter). Bara med hjälp av dessa kan ett hushålls vattenförbrukning minska med 40 liter per person och dygn, d.v.s. 29% av den totala dygnsförbrukningen (Holm & Schulte-Herbrüggen 2021).

Vidare finns möjligheten att rena gråvatten och använda det flera gånger. Om allt BDT-vatten renas och återanvänds kan det i teorin ge en vattenbesparing på upp till 90 liter per person och dygn (64%). Besparingen blir dock inte större än den del som det återvunna vattnet används till. För att kunna återanvända allt gråvatten måste det således renas till dricksvattenkvalitet, vilket kräver avancerad reningsteknik samt omfattande provtagning. Svenska studier visar att återvinning av gråvatten enbart för toalettspolning (lägst krav på vattenkvalitet) minskar vattenförbrukningen med 20-25% (Ericson 2022). Återanvändning av gråvatten som varmvatten, vilket är fördelaktigt ur energisynpunkt, ger också en vattenbesparing på 25% (Karlsson 2020). Att låta vatten i duschar och handfat recirkulera kan ge en vattenbesparing på 40% (Ericson 2018).

Återanvändning av gråvatten medför en besparing av den totala mängd vatten som *förbrukas* av fastigheten, även om *användningen* per person är oförändrad. Det innebär att mängden kommunalt dricksvatten som fastigheten förbrukar, såväl som mängden avloppsvatten som fastigheten genererar till det kommunala spillvattennätet minskar, eftersom en viss del av vattenbehovet tillgodoses genom rening och återföring av vatten inom fastigheten.



Figur 7: Linjär vattenanvändning (t.v.) jämfört med semi-cirkulär vattenanvändning (t.h.)

Besparingspotentialen beräknas här primärt som den minskning av förbrukat kommunalt dricksvatten som kan uppnås genom återanvändning av gråvatten. Storleken på dessa besparingar beror i huvudsak på vilken avsättning man har för det behandlade gråvattnet.

Gråvatten återanvänds till..	Minskning av dricksvattenförbrukning /år/person (%)	Kumulativ besparing (genomsnittligt)
toalettpolning	10-15 m <sup>3</sup> (20-30%)	10-15 m <sup>3</sup> (20-30%)
tvättmaskin	3,6-7,7 m <sup>3</sup> (7-15%)	18 m <sup>3</sup> (36%)
dusch	17-21 m <sup>3</sup> (36-42%)	36 m <sup>3</sup> (71%)

## 6.2 Energibesparing

I strävan mot Parisavtalets netto noll 2050, d.v.s. en vändpunkt då mängden växthusgaser som kommer ut i atmosfären inte ska leda till en ökning av deras koncentrationer (Vattenfall 2023), kommer byggregler och förordningar med all sannolikhet att ställa allt högre krav på lägre energianvändning i byggnader. Med dessa premisser ökar behovet av att reducera de termiska energiförlusterna (ta vara på den värme som går förlorad) i avloppsvattnet, vilka motsvarar 1/3 av hushållens energianvändning (Knutsson & Wallin 2022). I ett modernt flerbostadshus står uppvärmning av varmvatten för upp till 50 % av byggnadens energianvändning (Karlsson 2020). För boende i flerbostadshus är schablonvärdet för energianvändning för varmvatten 1000 kWh per person och år (Statens energimyndighet 2012).

Studier av system för gråvattenåtervinning har visat på en energibesparing för uppvärmning av varmvatten på 30-55 % jämfört med en standardlösning (Karlsson 2020, Wallin, Knutsson & Karpouzoglou 2021), detta utan värmeväxlare, vilket motsvarar ca 15-28 % av ett modernt flerbostadshus totala energianvändning. Besparingen sker genom att det renade gråvattnet håller en högre temperatur, ca 25 °C, än inkommande (kommunalt) kallvatten, som brukar ligga på runt 12 °C (Holm & Schulte-Herbrüggen 2021). På så sätt sparas mycket energi vid uppvärmningen. I system där renat gråvatten inte ska värmas upp på nytt, utan användas för exempelvis toalettpolning, finns möjligheten att installera en värmeväxlare för att ta vara på den termiska energin i gråvattnet.

## 6.3 Lönsamhet

Inkludering av gråvattenåtervinning bedöms öka investeringskostnaden för tekniska installationer för värme, ventilation, vatten och avlopp i ett flerbostadshus med 6 – 10 % (Karlsson 2020), vilket blir ca 1 % av total projektkostnad. Tekniken anses ekonomiskt genomförbar enbart vid nybyggnation. I många fall, med tillgång till billig fjärrvärme och låga vattentaxor, har det varit svårt att räkna hem dylika investeringar med tillhörande driftskostnader enbart utifrån minskad energi- och vattenanvändning. Installationen av vattenbesparande tekniker har snarare motiverats av miljömedvetenhet, engagemang i vattenfrågan, miljöprofilering eller lokalisering i ett område som lider av vattenbrist (Holm & Schulte-Herbrüggen 2021).

Med anledning av växande omkostnader och ett uppdämt investeringsbehov har VA-taxorna i Sverige ökat stadigt. År 2023 hade den högsta genomsnittliga taxeökningen sedan 2002 och branschorganisationen Svenskt Vatten spår att vattentaxan kan bli fyra gånger så dyr inom 20 år (Svenskt Vatten 2023). Likaså har energipriserna skjutit i höjden. Det ekonomiska incitamentet för att investera i tekniska lösningar för gråvattenåtervinning har således vuxit sig allt starkare. I en studie genomförd 2021 beräknades återbetalningstiden för ett gråvattensystem som recirkulerar vatten i dusch och handfat till 3,7 år med gällande energipriser och VA-taxor i Göteborg. Motsvarande återbetalningstid i Seattle, USA, som har högre VA-taxor, låg på 2,4 år (Wallin, Knutsson & Karpouzoglou 2021). I Prag har Skanska byggt ett kvarter med ett system för gråvattenåtervinning (BDT till toalettspolning), som beräknades vara återbetalt efter ca 3 år (6 år om man inkluderar kostnaden för tillkommande rördragning) med gällande VA-taxor, som fortsätter att stiga<sup>1</sup>.

Samhället i stort vinner på gråvattenåtervinning genom att förbrukningen av det vitala dricksvattnet begränsas. VA-verkens intäkter skulle dock komma att minska vid en ökad andel återvunnet vatten. Förhoppningsvis kan dessa förluster vägas upp av reducerade kostnader för vattenrening samt utbyggnad och underhåll av befintliga VA-system, som avlastas.

## **7 STUDIE AV REFERENSProjekt SAMT UTVALDA GRÅVATTENSYSTEM**

### **7.1 Referensprojekt**

Åtskilliga referensprojekt har granskats under projektets gång. Vissa har omfattat hela städer, andra enskilda hushåll. Vissa har haft inslag av dagvatten, andra av svartvatten. Vissa har gällt kontor, andra har gällt industrier och offentliga verksamheter. Vissa har legat i Asien, andra har legat i Amerika. I Sverige finns en handfull projekt med gråvattenåtervinning i större skala. Nedan listas de referensprojekt som anses mest relevanta för vår granskning, d.v.s. med fokus på gråvatten och flerbostadshus. Dessutom ligger de geografiskt nära (inom Europa) med förutsättningar som inte är helt olika svenska förhållanden.

---

<sup>1</sup> Jan Hruška, Skanska Tjeckien. Intervju. Teams den 1 december 2023 (Bilaga 1).



### **Sörsjön, Taberg**

Objekt: 11 st flerbostadshus med totalt 143 lgh

BOA: 9 900 kvm

Byggstart: 2020

Byggherre: Junehem

System: Intewa (utan värmeåtervinning) - gråvattenåtervinning från badrum (dusch, handfat, tvätt) för toalettspolning

Investeringskostnad: 5 500 000 kr

Vattenbesparing: 3 300 m<sup>3</sup> per år



### **Botanica K, Prag**

Objekt: 2 st flerbostadshus med totalt 163 lgh

BOA: ca 11 200 kvm

Byggstart: 2017

Byggherre: Skanska

System: GreenLife (utan värmeåtervinning) – gråvattenåtervinning från badrum (dusch, handfat) för toalettspolning

Investeringskostnad: 2 000 000 kr

Vattenbesparing: 7 000 m<sup>3</sup> per år



### **Berlinovo Studentenwohnheim, Berlin**

Objekt: 1 st flerbostadshus med totalt 400 lgh (studentbostäder)

BOA: 9 120 kvm

Byggstart: 2020

Byggherre: Berlinovo

System: Nolde (inkl. värmeåtervinning) - gråvattenåtervinning från badrum (dusch, handfat) för toalettspolning, tvätt samt bevattning

Investeringskostnad: 2 600 000 kr

Vattenbesparing: 5 400 m<sup>3</sup> per år (36 % av total förbrukning)

Energibesparing: 37 000 kWh per år (30 % av total energianvändning)

## 7.2 Fallstudie - jämförelse av utvalda gråvattensystem

En viktig del av projektet är att jämföra befintliga tekniker och system för gråvattenåtervinning med fokus på byggnadstekniska, ekonomiska och arkitektoniska aspekter. Detta har vi valt att göra genom att fiktivt låta applicera de olika systemen på en och samma byggnad som anses representativ för flerbostadshus. Byggnaden som vi har valt är ett nyligen uppfört flerbostadshus på Limhamn i Malmö (Havsbyn). Nedan följer en kort beskrivning. Ritningar över huset återfinns i bilaga 2.

Antal våningar	6,5 plus källare
BTA	2 700 kvm
BOA/LOA	1 870 kvm
Produktionskostnad	81 200 000 (enl. snittkostnad/kvm lägenhetsarea 2022 - SCB 2023)
Lokaler	1 (86 kvm, restaurang, 30 gäster)
Antal lägenheter	24, varav
2 ROK	8
3 ROK	10
4 ROK	6
Uppskattat antal boende	52

Uppgifter om de olika gråvattensystemen tillämpade på vårt fallstudieprojekt har samlats i matrisen nedan, där olika parametrar liksom kostnad och vattenbesparing listas. Systemen som ingår i studien finns tillgängliga på den europeiska marknaden idag och har tillämpats i ett flertal projekt. Trots begränsad utbredning är de således inte helt oprövade system utan empirisk förankring. Flertalet är CE-märkta och har någon form av miljömärkning. Deltagande leverantörer har valts utifrån referensprojekt och listan är på intet sätt uttömmande. Kompletterande information om de olika systemen återfinns i bilaga 3-7.



GRÅVATTENSYSTEM		TILLGÅNG, EFTERFRÅGAN OCH BESPARING																
Leverantör	Beskrivning av teknik/system	Återvinning av vatten från (x)					Återvinning av vatten till (x)					Vattenbesparing liter/pers/dygn	Vattenbesparing av total förbrukning (140 l/pers/dygn) %	Vattenbesparing m <sup>2</sup> /år (52 boende)				
		bad/dusch	handfat	tvätt	kök/disk	övrigt	bad/dusch	handfat	tvätt	kök/disk	toalett				övrigt	dricksvatten		
<b>4EVERGREEN</b>	MBR -teknik - membranbioreaktor med aktivslam och membranfiltrering - syresatt process utan kemikalier.	x	x	x	x	x										45	32%	<b>854</b>
<b>BLUEWATER</b>	Superior Osmosis system i kombination med nedgrävt lokalt reningsverk som förfiltrering. Systemet renar allt vatten till dricksvattenkvalitet.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		84	60%	<b>1 594</b>
<b>FLOW LOOP</b>	Lokal gråvattenåtervinning med microfiltrering och UV-behandling direkt i duschanläggning.	x					x									48	34%	<b>911</b>
<b>GRAYTEC</b>	Blue Circle System - teknik med ultra membranfilter, förfiltrering med grovfilter och efterbehandling med GAC-filter (aktivt kol), jonbytesfilter samt UV desinfektion.	x	x	x			x	x	x			x	x			75	54%	<b>1 424</b>
<b>GREENLIFE</b>	Sedimentation, biologisk rening och ultrafiltrering (MBR-system), slutlagring i tank.	x	x						x			x	x			55	39%	<b>1 044</b>
<b>HYDRALOOOP</b>	MBBR-teknik (moving bed biofilm reactor) som föregås av sedimentering, flotation, skumfraktionering och efterföljs av UV-behandling.	x							x			x	x			54	38%	<b>1 025</b>
<b>INTEWA</b>	MBR-system (membranbioreaktor) med förfiltrering och UV-behandling.	x	x	x					x			x	x			45	32%	<b>854</b>
<b>NOLDE</b>	Biologisk rening (MBBR - moving bed biofilm reactor) med filtrering, UV-behandling och värmeåtervinning.	x	x	x					x			x	x			65	46%	<b>1 234</b>
<b>TOPAS</b>	Komplett biologiskt reningsverk för gråvatten/BDT som förläggs i mark.	x	x	x	x								x	x		30	21%	<b>569</b>

## BYGGNADSTEKNISKA ASPEKTER

Leverantör	Värmeåtervinning (värmeväxlare eller passiv = högre temp. inkommande vatten -värme återanvänds)	Tillkommande rördragning (utöver standardutförande), ex. extra stam eller separat avlopp	Energianvändning kWh/år	Underhållskrav (filterbyte, rengöring, provtagning, service m.m.)	Övr. tekniska krav (ex. placering, skydd, eltillförsel, golvsbrunn etc.)
4EVERGREEN	Värmeväxlare kan anslutas	Extra avloppstam samt tappvattenstam för distribution av grävatten	2 100-2 900	Service sker vid behov. Varje system unikt, eventuellt 1ggr/år eller mer sällan	Vanlig 220V anslutning 1-fas. Klimatkontrollerat utrymme.
BLUEWATER	Värmeväxlare kan anslutas	Extra avloppstam	Ca 20 000 (inkl. distributionspump)	Service inkl. filterbyte 2 gång/år. Slamtömning 1 gång/år.	Tre tankar under mark. Bör stå på betongplatta. Frostfri placering av Bluewater Wholehouse Station och pump.
FLOW LOOP	Passiv (70 % energibesparing på varmvatten i dusch)	N/A	624	Filterbyte var fjärde vecka (1 minut). Rengöringsprocess varannan vecka (10 min.).	Duschen passar 90 % av alla befintliga badrum, men utrymmet är enklast att optimera vid nybyggnation.
GRAYTEC	Passiv (55 % energibesparing på varmvatten i badrum)	Extra avloppstam samt tappvattenstam för distribution av grävatten	1 100	Tillsyn var 4 - 6:e månad	Inomhusinstallation. Snabbare process därför mindre platskrävande.
GREENLIFE	Värmeväxlare kan anslutas	Extra avloppstam samt tappvattenstam för distribution av grävatten	3600	Årlig service (rengöring), byte av filtermodul, kontroll av filterprestanda	Golvbrunn, 240V/50Hz elanslutning, tillgång till dricksvattenledning (för bypass/avstängning grävatten vid behov)
HYDRALOOP	N/A	Extra avloppstam samt tappvattenstam för distribution av grävatten	3540	Byte av aktivt kolfilter och klorinpåfyllning var 6:e månad, inspektion, rengöring, komponentbyte m.m. vartannat år, service av UVC- lampa och luftpump vart fjärde år	220 cm rumshöjd, ventilerat rum 14-35 °C, kalltappvattenanslutning (bypass vid behov), avloppsanslutning, 230V elanslutning, internet- anslutning
INTEWA	N/A	Extra avloppstam samt tappvattenstam för distribution av grävatten	1 400	Tillsyn och flödesmätning var 4:e månad	Installation inomhus att föredra men går att ha tankar utomhus. Golvbrunn och tillgång till el.
NOLDE	Värmeväxlare (30 % reduktion av byggnadens totala energianvändning)	Extra avloppstam samt tappvattenstam för distribution av grävatten	1850		
TOPAS	N/A	Extra avloppstam samt tappvattenstam för distribution av grävatten	6 000	Filterbyte, rengöring, provtagning, service samt slamtömning 1 gång/år	Tank under mark, bör stå på betongplatta för att minimera risk för sättning. Ev. pumpstation. Fettskivare för restaurang.

## EKONOMISKA ASPEKTER

Leverantör	Kostnad anläggning (exkl. rördragning och moms) SEK	Kostnad (-) tillkommande rördragning (vid nybyggnation exkl. moms) SEK	Investeringskostnad (exkl. moms) SEK	Investeringskostnads andel av produktionskostnad %	Investeringskostnad fördelad på årlig vattenbesparing kr/m <sup>3</sup>	Energikostnad (snittpris Sthlm 2023 exkl. moms utan hänsyn tagen till ev. värmeåtervinning) SEK/år	Underhållskostnad (exkl. moms) SEK/år	Driftskostnad (exkl. moms) SEK/år
<b>4EVERGREEN</b>	290 000	190 000	<b>480 000</b>	<b>0,59</b>	<b>562</b>	2 700-3 740	Varje system unikt	
<b>BLUEWATER</b>	822 000	100 000	<b>922 000</b>	<b>1,14</b>	<b>578</b>	25 760	50 000	<b>75 760</b>
<b>FLOW LOOP</b>	648 000	N/A	<b>648 000</b>	<b>0,80</b>	<b>711</b>	800	32 000	<b>32 800</b>
<b>GRAYTEC</b>	Ca 600 000	190 000	<b>790 000</b>	<b>0,97</b>	<b>555</b>	1 420	Ca 10 000	<b>11 420</b>
<b>GREENLIFE</b>	257 000	190 000	<b>447 000</b>	<b>0,55</b>	<b>428</b>	4 640	6 000-11 000	<b>10 640-15 640</b>
<b>HYDRALOOP</b>	452 000	190 000	<b>642 000</b>	<b>0,79</b>	<b>626</b>	4 560	18 000	<b>22 560</b>
<b>INTEWA</b>	Ca 250 000	190 000	<b>440 000</b>	<b>0,54</b>	<b>515</b>	1 800	Ca 20 000	<b>21 800</b>
<b>NOLDE</b>	Ca 350 000	190 000	<b>540 000</b>	<b>0,67</b>	<b>438</b>	2 380		
<b>TOPAS</b>	362 000 (exkl. lagringstank)	190 000	<b>552 000</b>	<b>0,68</b>	<b>969</b>	7 730	25 000	<b>32 730</b>

## ARKITEKTONISKA ASPEKTER

Leverantör	Platsbehov inomhus (teknikrum) m <sup>2</sup>	Platsbehov markyta (vid nedgrävning av tankar) m <sup>2</sup>	Påverkan schaktstorlek i förhållande till bef. schakt %	Påverkan planlösningar (ändringar nödvändiga/önskvärda)	Användaraspekter/begränsning brukare
<b>4EVERGREEN</b>	Ca 8	Systemet kan installeras för 100% nedgrävning - ej med i denna fallstudie	+ 10 %		
<b>BLUEWATER</b>	4	28	+ 5 %		Inga begränsningar för brukare. P.g.a. restaurangen förutsätts separat fettavskiljare.
<b>FLOW LOOP</b>	N/A	N/A	N/A	Minst 80x90 cm duschutrymme rekommenderas	Duschen har två valbara lägen - vanlig dusch och recirkulation. Båda är vattenbesparande, men flödet kan ökas i recirkulationsläge.
<b>GRAYTEC</b>	8 (normal rumshöjd)	Rekommenderas inte p.g.a. energiförluster	+ 10 %	Självfall till utrustning är att föredra för att slippa pumpgröpar. Plats i teknikrum för utrustning och tankar	
<b>GREENLIFE</b>	18	9 + 2 inomhus	+ 10 %		I grävattnet tillåts inga starka rengöringsmedel, inget köksavfall, svartvatten, fast materia eller brandfarliga ämnen.
<b>HYDRALOOP</b>	8 (2,20 m rumshöjd)	N/A	+ 10 %		
<b>INTEWA</b>	15 (3,10 m rumshöjd)	Ca 80	+ 10 %	Självfall till utrustning är att föredra för att slippa pumpgröpar. Plats i teknikrum för utrustning	
<b>NOLDE</b>	25	N/A	+ 10 %		
<b>TOPAS</b>	N/A	14	+ 10 %		Restaurangen har stor biologisk belastning. Ev. kan ytterligare biologisk behandling behövas (kostnad om 5 000 kr/mån).

ÖVRIG INFORMATION (se även bilagor)

Leverantör	Systemets fördelar	Systemets nackdelar	CE-märkning/ miljömärkning	Referensprojekt
<b>4EVERGREEN</b>	Helt automatiserat och övervakat på distans. Välbeprövat med 25 år i drift. Renar utan kemikalier. Kan byggas ut för ökad kapacitet vid senare tidpunkt om det önskas.	Investeringskostnad	NFS International Standard 40 och 245 samt EU norm EN12566-3	Ca 1000st enheter i drift sedan 25år
<b>BLUEWATER</b>	Renar till högre dricksvattenkvalitet än kommunalt vatten. Inget krav på separat vattenledning för distribution. Låg energilågång. Kompakt. Relativt låga krav på tillsyn. Inbyggda säkerhetssystem.		CE-märkt	Arholma Nord Siaröfortet Sandhamn/KSSS Dyvik Marina
<b>FLOW LOOP</b>	Enkel installation och underhåll. Dusch med 80 % vattenbesparing och 70 % energibesparing. 50 % högre flöde och komfort jämfört med vattenbesparande munstycke. Koldioxidutsläpp minskas med ca 20% per kvm. Kostnadsbesparing för vatten och energi med ca 30%.	Mer underhåll än traditionell dusch	CE-märkt	Ca 50 installationer - hotel, bostäder, studentboende, företag, exempelvis PWC och Comwell Hotel
<b>GRAYTEC</b>	Stora energi- och vattenbesparingar. Intelligent system där fastighetens V/A kan användas även vid driftstopp/service.	Fortfarande oprövat. Saknar reglering men följer dricksvattendirektiven och BBR.	Komponenter ja, men inte hela systemet ännu	HSB Living Lab i Göteborg
<b>GREENLIFE</b>	Pålitlig lösning tack vare olika reningssteg, olika tillval möjliga liksom övervakning, BMS-anslutning (building management system), värmväxlare, extra UV-behandling.	Avsaknad av larm vid igensättning av filter, ingen inbyggd backspolning (rengöring) av filter, ingen sedimentpump		Botanika K och Certur Vrsek i Prag (flerbostadshus), Generation Park, Centrum Poludnie, High Five i Polen (kontor)
<b>HYDRALOOP</b>	Hög säkerhet - automatisk säkerhetsrutin, elektronisk kontroll av processer, övergång till kalltappvatten vid brist på gråvatten eller systemstörning. Kompakt anläggning med inbyggd lagringskapacitet. Modulsystern i stilren design som anpassas i skala efter behov. Internetuppkoppling med användarvänlig applikation.		NSF/ANSI 350 Class R, CE-märkt, New European Standard of Greywater Recycling, KIWA, Solar Impulse, Leed, Breeam m.m.	Living Tomorrow Innovation Campus and Bro Upkot Studentbostäder, Belgien, &BEYOND Sossusvlei Desert Lodge, Namibia, Weltevreden Camping och VV ONT Fotbollsklubb, Nederländerna
<b>INTEWA</b>	Är ett fungerande system med några års historik. Lätt att installera och väl genomtänkt.	Använder bio-process som tar tid och därför behöver mer plats.	CE-märkt	Junehem, Sörsjön i Taberg
<b>NOLDE</b>				Berlinovo Studentwohnheim, Berlin Pankow
<b>TOPAS</b>	Kompakt lösning utan krav på ytterligare teknikytrymme. Relativt låga krav på tillsyn. Anläggningen motsvarar reduktionskraven som brukar ställas vid enskilda avlopp för gråvatten.		Kan CE-märkas som sammansatt maskin vid behov	Lämnas på begäran

## 8 SAMMANFATTNING

### 8.1 Slutsatser

1. Återvinning av gråvatten har en stor potential för besparingar av både vatten och energi i flerbostadshus. Dricksvattenförbrukningen kan minskas med upp till 64 % (vid rening av gråvatten till dricksvattenkvalitet). Energiförbrukningen kan minskas med 30 %.

2. Tekniken för att återvinna gråvatten i bostadshus finns att tillgå och är inte alltför komplicerad. Det finns många olika reningstekniker, varav biologisk behandling, membranbioreaktorer (MBR), ultrafiltrering, skumfraktionering och desinfektering tillhör de som är mest lämpade för flerbostadshus.

3. Installationen av ett gråvattensystem kommer att öka installationskostnaderna, men har en kort återbetalningstid (<5år) för flera av systemen vid lokaliseringar med höga priser för vatten och energi, exempelvis i södra Sverige om tillgång till billig fjärrvärme saknas (VA-taxor varierar kommunvis). Återbetalningstiden förväntas bli än kortare i takt med att dessa priser stiger.

4. Det saknas kunskap om de olika systemen för gråvattenåtervinning och erfarenhet av att installera dem. Det är svårt att hitta installatörer som behärskar tekniken, är villiga att tillämpa den och gå i god för att den fungerar. Det finns dessutom få referensprojekt att dra lärdom av.

5. Det råder ett juridiskt vakuum kring gråvattenåtervinning. Avsaknaden av regelverk och praxis för gråvattensystem samt standarder för olika vattenkvaliteter medför en osäkerhet vid myndigheternas handläggning och tillsyn vilket riskerar att skapa förseningar och ökade kostnader. Detta är en aspekt som inte har ingått i vårt projekt, men som har stor betydelse för gråvattnets framtid.

6. Allmänhetens inställning till återvinning av gråvatten kan vara ett hinder. Trots att det återvunna vattnet både luktar och ser rent ut (för att det är rent), kan själva vetskapen om att det är återanvänt skapa en olustkänsla hos vissa brukare. Denna tveksamhet väntas dock minska i takt med stigande medvetenhet. Det är därför viktigt att samhälle och näringsliv tillsammans lägger resurser på att kommunicera fördelarna med gråvattenåtervinning.

### 8.1 Behov av fortsatta studier

SBUF-projektet har bara lyft några av de frågor som behöver utredas för att ge en heltäckande bild av gråvattnets möjligheter och begränsningar. Många kvarstår, exempelvis

- Myndigheternas handläggning - tillstånd och anmälan
- Juridiskt ansvar för förvaltare och bostadsrättsföreningar
- Säkerhet och kontroll, larmsystem, bypass-funktion o.s.v.
- Gråvattensystemens livslängd, långsiktiga drift- och underhålls krav
- Möjliga incitament för gråvattenåtervinning - lagkrav och miljöbonusar
- Kombinerade system - gråvatten + dagvatten
- Livscykelanalys



## REFERENSER

Caretta, M.A., Mukherji, A., Arfanuzzaman, M., Betts, R.A., Gelfan, A., Hirabayashi, Y., Lissner, T.K., Liu, J., Lopez Gunn, E., Morgan, R., Mwanga, S. & Supratid, S. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* (Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change). Cambridge University Press.

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

Dagens Samhälle (2022). *Lågt grundvatten i halva Sverige*.

<https://www.dagensamhalle.se/samhalle-och-valfard/hallbarhet/lagt-grundvatten-i-halva-sverige/> [2024-02-27]

Ericson, P. (2018). *Final report: Graytec lokal gråvattenåtervinning steg 2*. HSB Living Lab.

Ericson, P. (2022). *Slutrapport: gråvattenåtervinning för toalettspolning*. HSB Living Lab.

Europaparlamentet (2020). *Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2020/741 av den 25 maj 2020 om minimikrav för återanvändning av vatten*. Europeiska unionens officiella tidning (L177/32).

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0741>

European Environment Agency (2012). *Towards efficient use of water resources in Europe* (Report 1/2012).

<https://www.eea.europa.eu/publications/towards-efficient-use-of-water> [2024-02-26]

Europeiska Kommissionen (2012). *Strategi för att skydda Europas vattenresurser*. Europeiska Kommissionen.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012DC0673>

Holm, C. & Schulte-Herbrüggen, H. (2021). *Vattenbesparande åtgärder: exempelsamling för kommuner och hushåll*.

<https://www.lansstyrelsen.se/download/18.3b68ed3d177d806751d5431/1614590480466/Vattenbesparande%20åtgärder%20-%20Exempelsamling.pdf>

HSB Living Lab (2021). *Spola med återvunnet vatten*.

<https://www.hsb.se/hsblivinglab/projekt-i-huset/ateranvanding-av-gravatten-for-toalettspolning/> [2024-02-28]

ISO (2023). ISO 20426:2018 - *Guidelines for health risk assessment and management for non-potable water reuse*.

<https://www.iso.org/standard/67972.html> [2024-02-27]

Kalmar Vatten (2021). *Kalmarsundsverket - ett kretsloppsverk*.

<https://kalmarvatten.se/om-vatten-och-avlopp/spillvatten/kalmarsundsverket.html> [2023-10-27]

Karlsson, A. (2020). *Systemanalys av lokal gråvattenrening*. Chalmers Tekniska Högskola.

Knutsson, J. & Knutsson, P. (2021) *Water and energy savings from greywater reuse: a modelling scheme using disaggregated consumption data*. International Journal of Energy and Water Resources (Volume 5)

<https://doi.org/10.1007/s42108-020-00096-z>

Knutsson, J. & Wallin, J. (2022). *Slutrapport: energiåtervinning i avloppsflöden* (Rapport 520132). HSB Living Lab.

Kuzma, S., Saccoccia, L. & Chertock, M. (2023). *25 countries, housing one-quarter of the population, face extremely high water stress*. World Resources Institute.

<https://www.wri.org/insights/highest-water-stressed-countries> [2024-02-26]

MacAlister, C., Baggio, G., Perera, D., Qadir, M., Taing, L. & Smakhtin, V. (2023). *Global Water Security 2023 Assessment*. United Nations, University Institute for Water, Environment and Health, Hamilton, Canada.

[https://inweh.unu.edu/wp-content/uploads/2023/03/Global-Water-Security-Assessment-2023\\_F.pdf](https://inweh.unu.edu/wp-content/uploads/2023/03/Global-Water-Security-Assessment-2023_F.pdf)

Memon, F..A., Ton-That, L., Butler, D. (2007). *An investigation of domestic water consumption through taps and its impact on urban water flows*. Water Supply December 2007; 7 (Issue 5-6).  
<https://doi.org/10.2166/ws.2007.100>

Naturvårdsverket (2024). *Klimatförändringarnas effekter i Sverige*.  
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatforandringar/klimatet-i-framtiden/effekter-i-sverige/> [2024-02-27]

San Francisco Water Power Sewer (2024). *Onsite Water Reuse*.  
<https://sfpuc.org/construction-contracts/design-guidelines-standards/onsite-water-reuse> [2024-02-29]

SCB (2020). *Vattenanvändning, 1000-tal kubikmeter efter användargrupp och vart 5:e år*.  
[https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_MI\\_MI0902\\_MI0902E/VattenAnvGrupp/table/tableViewLayout1/](https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_MI_MI0902_MI0902E/VattenAnvGrupp/table/tableViewLayout1/)

SCB (2023). *Totalt produktionspris brutto per lägenhet och per kvm lägenhetsarea för flerbostadshus och bostadsarea för gruppbyggda småhus*.  
<https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/boende-byggande-och-bebyggelse/byggnadskostnader/priser-for-nyproducerade-bostader/pong/tabell-och-diagram/totalt-produktionspris-brutto-per-lagenhet-och-per-kvm-lagenhetsarea-for-flerbostadshus-och-bostadsarea-for-gruppbyggda-smahus/>

Segeström, N. (2022). *Analys – Hushållens vattenkonsumtion* (Rapport M151). Svenskt Vatten.  
[https://vattenbokhandeln.svenskvatten.se/wp-content/uploads/2022/05/M151\\_Analys-hushallens-vattenkonsumtion.pdf](https://vattenbokhandeln.svenskvatten.se/wp-content/uploads/2022/05/M151_Analys-hushallens-vattenkonsumtion.pdf)

SGU (2024). *Så påverkar klimatförändringar grundvattnet*.  
<https://www.sgu.se/samhallsplanering/planering-och-markanvandning/grundvatten-i-planeringen/klimatforandringar/paverkan/> [2024-02-27]

Skara Energi (2023). *Din energiförbrukning*.  
<https://www.skaraenergi.se/elnat/din-energiforbrukning/> [2023-11-20]

Statens Energimyndighet (2012). *Vattenanvändning i hushåll - med schabloner och mätningar i fokus* (Rapport ER 2012:03).  
<https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?resourceId=104368>

Svenskt Vatten (2021). *Dricksvattenfakta*.  
<https://www.svenskvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/> [2023-11-13]

Svenskt Vatten (2023). *2023 års taxestatistik* (Rapport juni 2023).  
[https://www.svenskvatten.se/globalassets/organisation-och-juridik/vass/taxa/sv\\_rapport\\_kommentar-2023-taxestatistik.pdf](https://www.svenskvatten.se/globalassets/organisation-och-juridik/vass/taxa/sv_rapport_kommentar-2023-taxestatistik.pdf)

Svenskt Vatten (2023). *VA-taxans framtid på löpsedeln*.  
<https://www.svenskvatten.se/om-oss/nyheter-lista/va-taxans-framtid-pa-lopsedeln/> [2024-04-16]

Svenskt Vatten (2024). *Varför blir det vattenläckor?*  
<https://www.svenskvatten.se/vattentjanster/ornat-och-klimat/fakta-om-utlackage/> [2024-04-29]

Sveriges Natur (2018). *Naturvärden hotas när cementindustrin expanderar på Gotland*.  
<https://www.sverigesnatur.org/aktuellt/naturvarden-hotas-nar-cementindustrin-expanderar-pa-gotland/> [2024-02-27]

SVT (2021). *Vattenbrist på många håll – tankbilar räddningen på Österlen*.  
<https://www.svt.se/nyheter/inrikes/vattenbrist-pa-manga-hall-tankbilar-raddningen-pa-osterlen> [2024-02-27]

Sweden Water Research (2023). *Rening av källsorterat gråvatten för låga utsläppskrav med MBBR och horisontella filter*.  
<https://www.swedenwaterresearch.se/projekt/doktorandprojekt-rening-av-kallsorterat-gravatten-for-laga-utslappskrav-med-mbbr-och-horisontella-filter/> [2023-11-13]

UN Water (2013). *Water Security & the Global Water Agenda - A UN-Water Analytical Brief*.  
<https://collections.unu.edu/eserv/UNU:2651/Water-Security-and-the-Global-Water-Agenda.pdf>

Vattenfall (2023). *Netto noll – vad betyder det egentligen?*  
<https://group.vattenfall.com/se/nyheter-och-press/nyheter/2023/netto-noll--vad-betyder-det-egentligen> [2024-03-06]

VOA (2021). *Singapore turns sewage into clean, drinkable water, meeting 40% of demand*.  
[https://www.voanews.com/a/east-asia-pacific\\_singapore-turns-sewage-clean-drinkable-water-meeting-40-demand/6209374.html](https://www.voanews.com/a/east-asia-pacific_singapore-turns-sewage-clean-drinkable-water-meeting-40-demand/6209374.html)

Wallin, J., Knutsson, J., & Karpouzoglou, T. (2021). *A multi-criteria analysis of building level graywater reuse for personal hygiene*. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 12, 200054.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667378921000043>

Water Aid (2024). *Vad det handlar om*.  
[https://www.wateraid.org/se/vad-det-handlar-om?gclid=CjwKCAiA75itBhA6EiwAkho9e5OXcWZu9e1sp\\_qC3rbijjb9Lyp3AfVJ16HB7dR2xlv\\_eLdALFThhoCru8QAvD\\_BwE](https://www.wateraid.org/se/vad-det-handlar-om?gclid=CjwKCAiA75itBhA6EiwAkho9e5OXcWZu9e1sp_qC3rbijjb9Lyp3AfVJ16HB7dR2xlv_eLdALFThhoCru8QAvD_BwE) [2024-02-26]

WHO (2006). *WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater – Volume IV: Excreta and greywater use in agriculture*. World Health Organization.  
<https://www.who.int/publications/i/item/9241546859>

# BILAGOR

## Bilaga 1: Intervju med Jan Hruška / Botanica K, Tjeckien

SBUF 14262 – Gråvatten – möjligheter och konsekvenser för flerbostadshus

**SKANSKA**

### INTERVJU MED FÖRETRÄDARE FÖR REFERENSProjekt



**REFERENSProjekt:** Botanica K flerbostadshus, 2 byggnader (K1/2 och K3/4), 2 gråvattenanläggningar, totalt 163 lägenheter

**GRÅVATTENSYSTEM:** GreenLife

**FÖRETRÄDARE:** Jan Hruška, Design Manager, Skanska Tjeckien

**INTERVJUARE:** Elisabet Werecki, Arkitekt, Skanska Sverige

**DATUM:** 2023-12-01

#### BYGGNADSTEKNISKA OCH JURIDISKA ASPEKTER

What kind of technical system is it? Which purification techniques are being used?

- *Sedimentation, biological treatment, ultrafiltration (mainly osmotic filtration) and additional chlorination. UV-treatment if needed.*

Is heat recovery included in the system?

- *No, no heat recovery in the present system, but possible to connect in future systems.*

Where is the facility located?

- *In the basement of each building.*

Which were the main motives behind choosing to reuse greywater?

- *The main motive was environmental - green marketing. Any financial gains were uncertain since we did not have many reference projects and water costs were low at that time.*

Which were the main challenges? To find the right supplier? Make calculations? Find reference projects?

- *There were only two suppliers to choose from and only one reference project to study (Mosaic Hotel in Prague).*

How was the communication with the municipality and the waterworks? Was there any permit/report/license needed?

- *No permit was needed from the waterworks, but there were discussions with the hygienic services during the building permit. They had no previous experience of greywater reuse and demanded installment of some extra features to monitor and test the water quality.*

Were there any legal aspects that you had to take into account? Any legal uncertainties?

- *There is a Czech technical norm for greywater that had to be fulfilled.*

Who is responsible of safety issues due to malfunction? The supplier or the property owner?

- *The developer (Skanska) is responsible together with the supplier during a guarantee period of three years. Then the supplier is responsible for two more years and continuously if the property owner chooses to sign a service and maintenance contract (recommended). Otherwise, the responsibility passes over to the property owner.*

How is safe operation ensured today and forward when new property owners without the right knowledge might be responsible of the system? Is there any control system?

- *Through a service and maintenance contract with the supplier or other company. There is a web based control system and regular service.*

What steps are included in the operation and management of the system? Daily controls? Filter changes? Security checks or other measures?

- *Controls once a month, a filter change approximately once every two years depending on water usage.*

How did you choose the supplier of the greywater system?

- *There was only a very limited amount of suppliers to choose from – two. GreenLife/Ekotech was chosen due to the positive feedback from reference project (Mosaic Hotel).*

## EKONOMISKA ASPEKTER

What is the cost of the facility itself? What are the costs due to additional features such as extra plumbing (design and manufacture)?

- *The GreenLife system costed approximately 40 000 Euro per building. Additional construction and piping costed more or less 50-60 000 Euro per building. In total that makes 100 000 Euro per building. Due to inflation the cost today would probably double.*

What are the water savings of the system?

- *Approximately 3 500 m<sup>3</sup>/year for each building. With the current price of water (4 Euro/m<sup>3</sup>) the system repays itself in three years.*

How much energy does the system use annually?

- *I don't have an exact figure, but it should not be much. It is needed just for small motors running the pumps.*

What is the annual energy cost?

- *That depends on the energy price, but the cost is very low.*

What is the annual maintenance cost?

- *It is roughly 2 000 Euro per year and building.*

## ARKITEKTONISKA ASPEKTER

How does the system affect the physical environment? Can you tell from the outside of the building that greywater is being reused?

- *Except for the extra piping and the space in the basement, it does not really modify the building and it is not visible from the outside.*

How much space does the facility require?

- *20 m<sup>2</sup> per building*

What is the impact on shaft size? Impact on other facility spaces?

- *The only impact is slightly bigger shafts, 10-20 %.*

Are there any other architectural consequences due to the greywater system?

- *Not really. There are the same possibilities of floor plans as with an ordinary sewage system.*

How are end users affected? Are there any behavioural limitations due to the greywater reuse system?

- *The toilet flushing water has a slightly different color and smell. There are no limitations in the amount of washing or products used.*

What are the reactions of end users? Did you get any feedback from them?

- *They are predominantly positive since they are saving both money and the environment.*

## ÖVRIGT

Are you satisfied with the system? Has it met your expectations?

- *Yes, the system has delivered so well that Skanska is now working to make it a standard option in their buildings.*

What is needed to motivate more buildings with greywater reuse?

- *I think it depends on local conditions and local markets. In Prague greywater reuse is possible because prices of residential buildings are much higher here than elsewhere in the country. Water prices also have a big effect. They vary from place to place. A greywater system has to be included in the early design stages and initiated by the developer. It cannot be added at the end. Good examples and experience are essential to inspire new projects in the future.*

Do you have any advice for a successful greywater reuse installation?

- *You should choose a pilot project to study and make your own evaluation relevant for your project. Then find people with the right mind set that are willing to test new solutions.*

Are there any other positive or negative experiences from working with this technique?

- *There have been some complaints from clients, but not regarding the greywater recycling system itself. The only problem has been lids of toilets that had to be changed to another material because they were affected (discolored) by the chlorin in the recycled water.*

## Bilaga 2: Fallstudie - försättsblad och ritningar (Havsbrynet)

**SKANSKA**

2024-02-12  
Sida 1 (1)

**Vår kontakt:**  
Elisabet Werekki  
Telefon +46-708831282  
elisabet.werekki@skanska.se  
Skanska Sverige AB  
Skanska Teknik

Förutsättningar för grävattenstudier  
Version 1.0

### Fallstudie - beskrivning och förutsättningar

Vårt SBUF-projekt (14262) har som mål att kartlägga möjligheter och konsekvenser av grävattenåtervinning i flerbostadshus för att göra tekniken mer förutsägbar och lättillgänglig för byggbranschen. En viktig del av projektet är att jämföra de tekniker och system för grävattenåtervinning som finns tillgängliga på marknaden idag, med fokus på byggnadstekniska, ekonomiska och arkitektoniska aspekter. Detta har vi valt att göra genom att fiktivt låta applicera de olika systemen på en och samma byggnad som anses representativ för flerbostadshus. Byggnaden som vi har valt är ett nyligen uppfört flerbostadshus på Limhamn i Malmö (Havsbrynet). Nedan följer en kort beskrivning som kompletterar de ritningar som medföljer utskicket.

Antal våningar	6,5 plus källare
BTA	2 700 kvm
Lokaler	1 (86 kvm, restaurang, 30 gäster)
Antal lägenheter	24, varav
2 ROK	8
3 ROK	10
4 ROK	6
Uppskattat antal boende	52

Jämförelsen mellan de olika systemen kommer att göras utifrån en matris där olika parametrar, liksom kostnad och vattenbesparing, listas. Dessa parametrar ansvarar de olika leverantörerna av grävattensystem för att fylla i. Informationen som efterfrågas är snarlik den som anges i ett anbud, fast mer omfattande.

Beräkning av vattenbesparing bör utgå från den svenska genomsnittsförbrukningen som ligger på 140 liter per person och dygn enligt följande fördelning\*:

60 liter för personlig hygien  
30 liter för toalettspolning  
15 liter för disk  
15 liter för tvätt  
10 liter för mat och dryck  
10 liter övrigt

\*Svenskt Vatten (2021). *Dricksvattenfakta*.

<https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/> [2023-11-13]



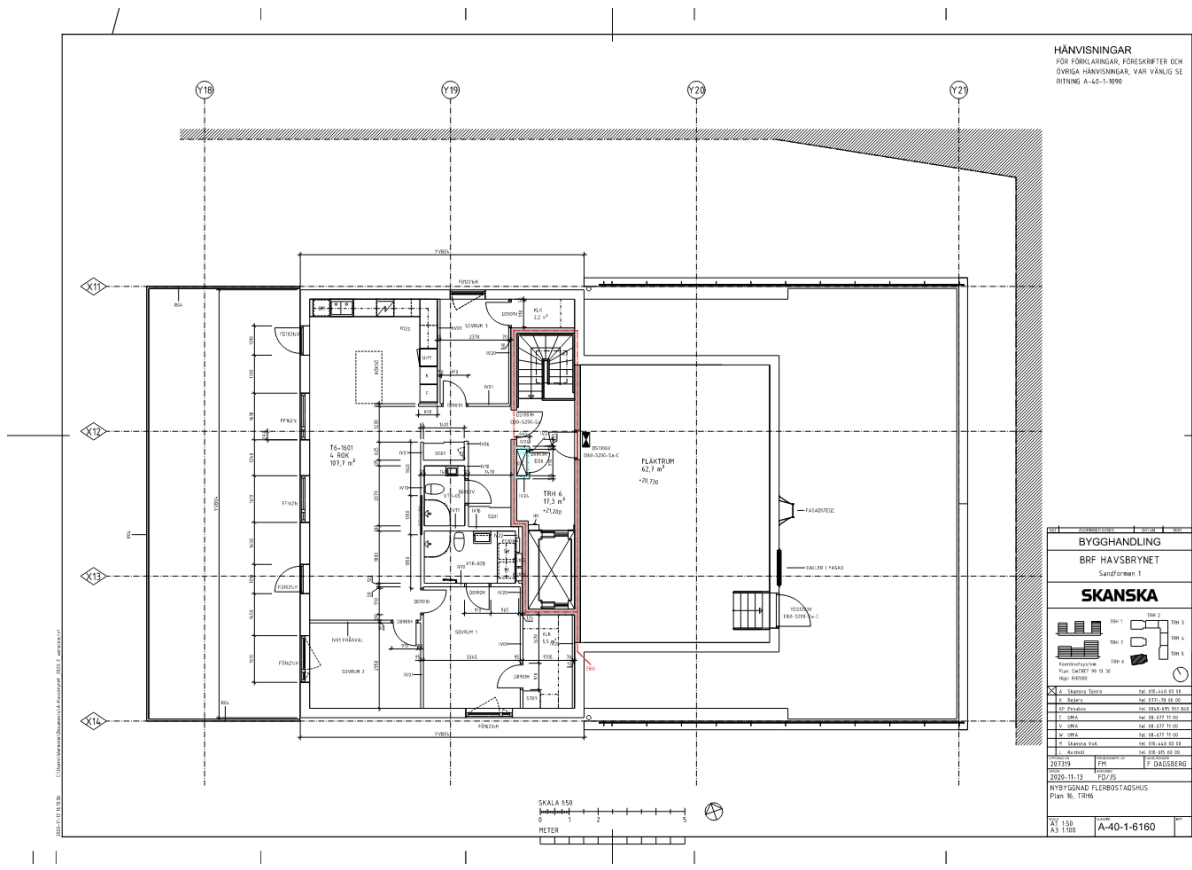






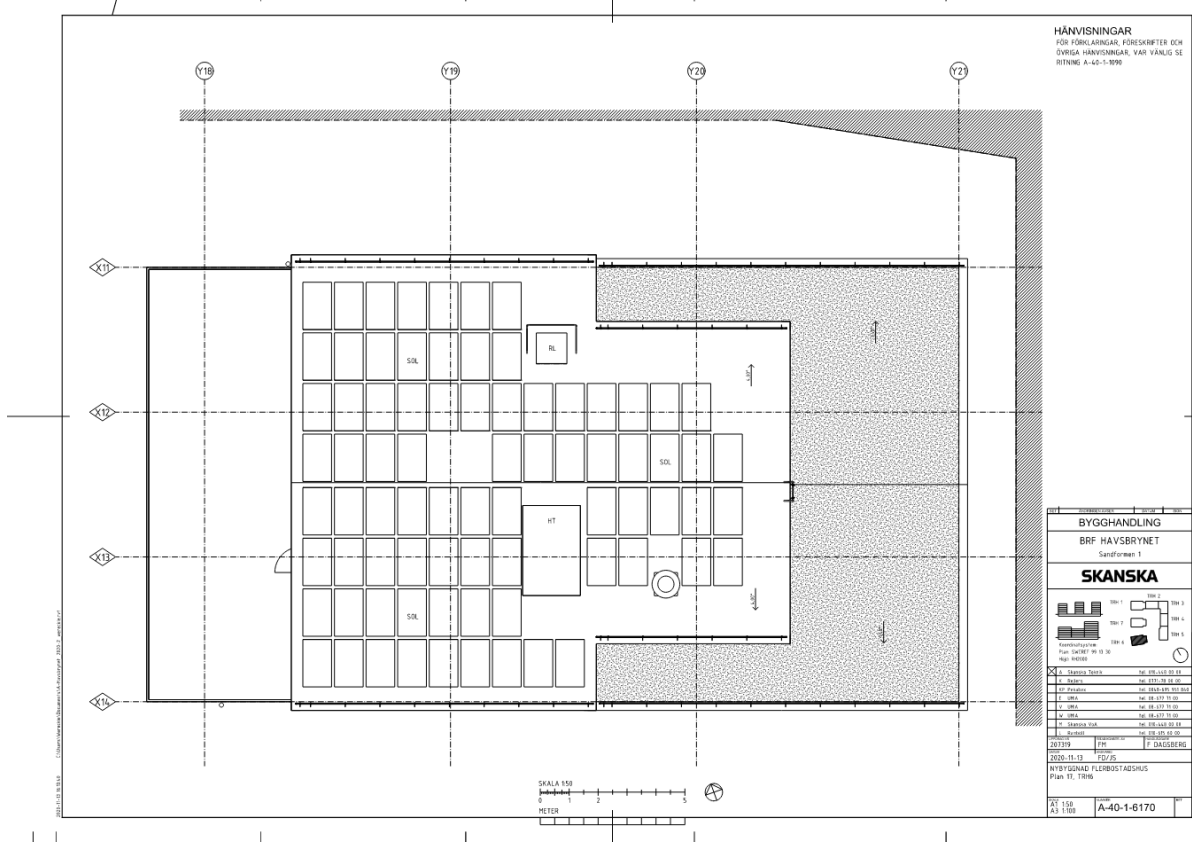






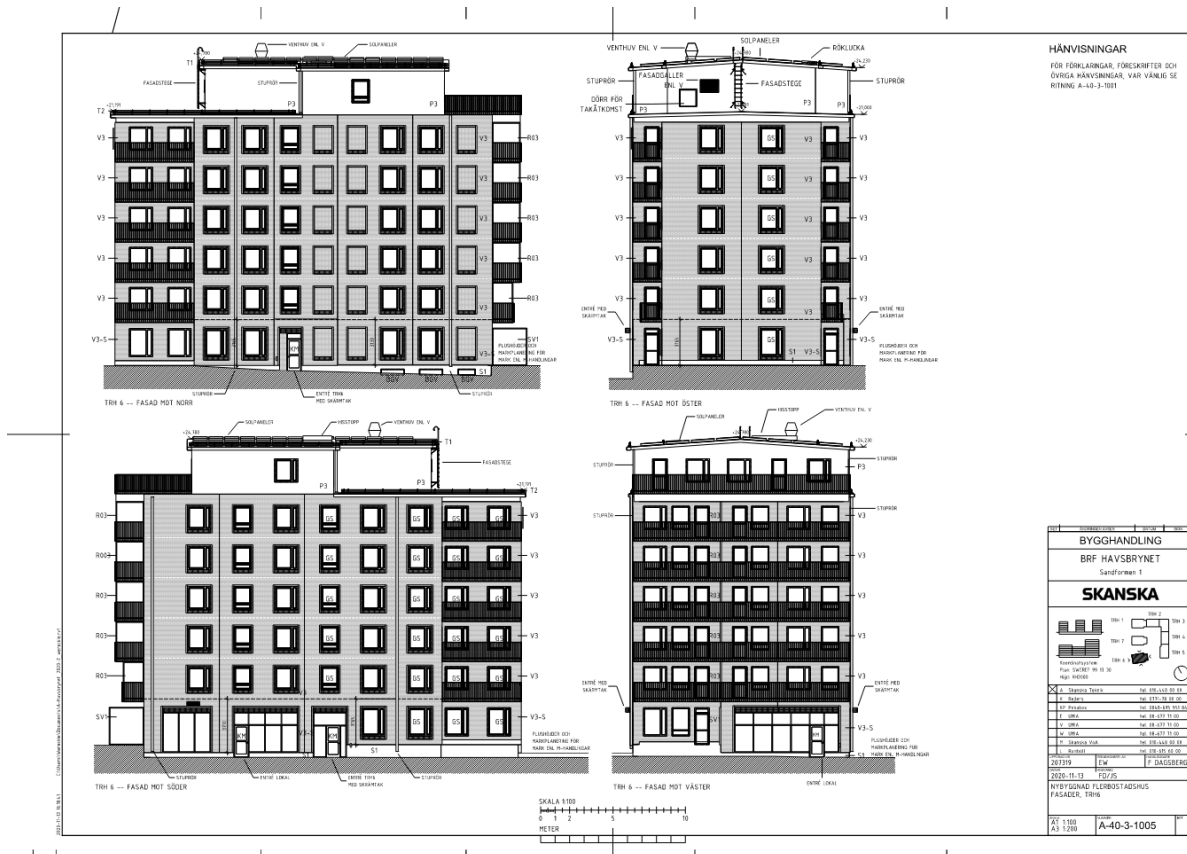
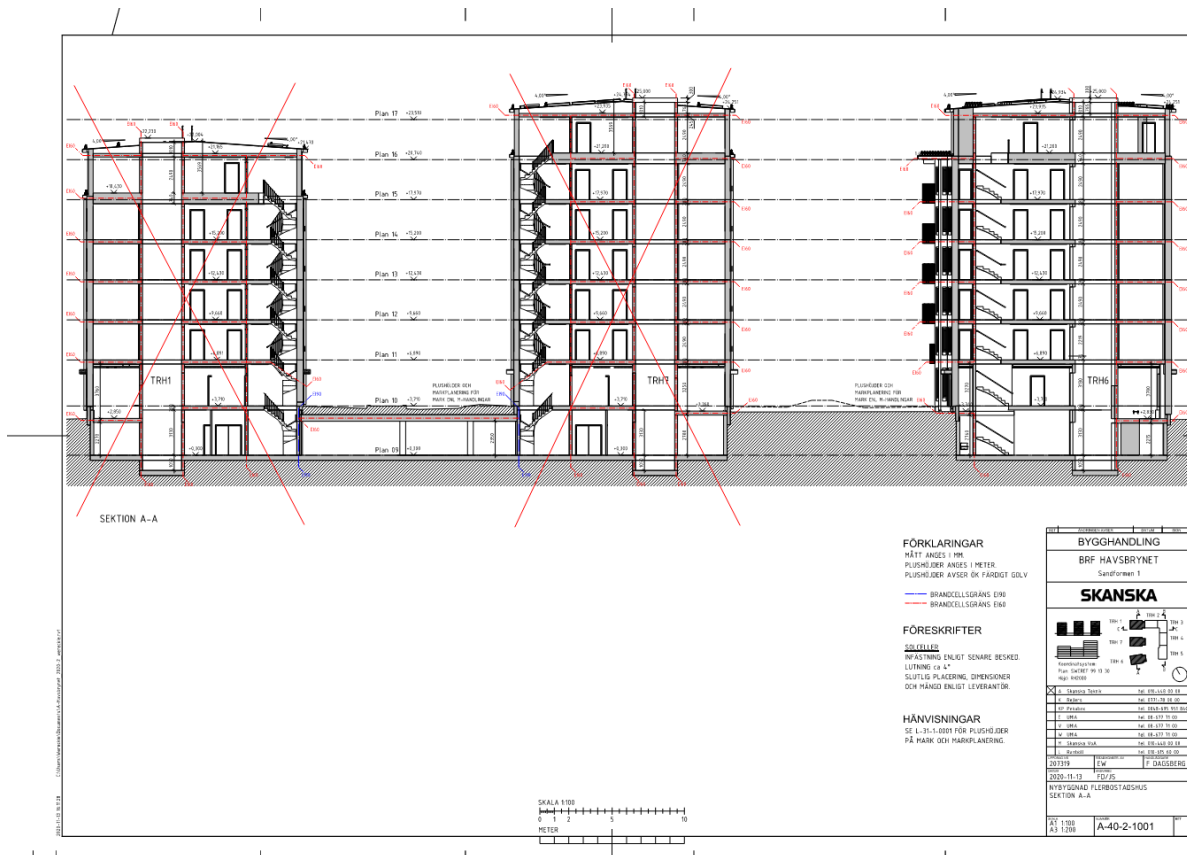
HÄNVISNINGAR  
FÖR FÖRKLARINGAR, FÖRESKRIFTER OCH ÖVRIGA HÄNVISNINGAR, VAR VÄNLIG SE RITNING A-40-1-809

BYGGHANDLING																																					
BRF HAVSBRYNET																																					
Sandformen 1																																					
<b>SKANSKA</b>																																					
<table border="1"> <tr> <td>1. E. Skanska Teknik</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>2. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>3. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>4. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>5. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>6. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>7. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>8. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>9. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>10. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>11. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>12. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>13. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>14. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>15. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> </table>	1. E. Skanska Teknik	16. 08. 2023 09:30	2. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	3. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	4. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	5. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	6. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	7. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	8. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	9. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	10. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	11. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	12. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	13. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	14. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	15. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	<table border="1"> <tr> <td>2023/19</td> <td>FM</td> <td>F DAGSBERG</td> </tr> <tr> <td>2020-11-13</td> <td>FD/JS</td> <td></td> </tr> </table>	2023/19	FM	F DAGSBERG	2020-11-13	FD/JS	
1. E. Skanska Teknik	16. 08. 2023 09:30																																				
2. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
3. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
4. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
5. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
6. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
7. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
8. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
9. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
10. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
11. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
12. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
13. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
14. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
15. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
2023/19	FM	F DAGSBERG																																			
2020-11-13	FD/JS																																				
NYBYGGNAD FLEKKBOSTADSHUS Plan N: TR06																																					
A1 1:50	A-40-1-8160																																				



HÄNVISNINGAR  
FÖR FÖRKLARINGAR, FÖRESKRIFTER OCH ÖVRIGA HÄNVISNINGAR, VAR VÄNLIG SE RITNING A-40-1-809

BYGGHANDLING																																					
BRF HAVSBRYNET																																					
Sandformen 1																																					
<b>SKANSKA</b>																																					
<table border="1"> <tr> <td>1. E. Skanska Teknik</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>2. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>3. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>4. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>5. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>6. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>7. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>8. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>9. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>10. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>11. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>12. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>13. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>14. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> <tr> <td>15. E. Skanska</td> <td>16. 08. 2023 09:30</td> </tr> </table>	1. E. Skanska Teknik	16. 08. 2023 09:30	2. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	3. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	4. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	5. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	6. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	7. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	8. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	9. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	10. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	11. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	12. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	13. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	14. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	15. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30	<table border="1"> <tr> <td>2023/19</td> <td>FM</td> <td>F DAGSBERG</td> </tr> <tr> <td>2020-11-13</td> <td>FD/JS</td> <td></td> </tr> </table>	2023/19	FM	F DAGSBERG	2020-11-13	FD/JS	
1. E. Skanska Teknik	16. 08. 2023 09:30																																				
2. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
3. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
4. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
5. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
6. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
7. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
8. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
9. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
10. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
11. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
12. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
13. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
14. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
15. E. Skanska	16. 08. 2023 09:30																																				
2023/19	FM	F DAGSBERG																																			
2020-11-13	FD/JS																																				
NYBYGGNAD FLEKKBOSTADSHUS Plan TT, TR06																																					
A1 1:50	A-40-1-8170																																				



## Bilaga 3: Kompletterande information - 4evergreen

**SKANSKA**

*Cirkulation av gråvatten*

SBUF-projekt (14262)



**4evergreen**  
*MBR Premium*  
framtidens reningsverk

## Innehållsförteckning

Introduktion .....	3
Teknisk beskrivning – Projekt: SBUF (14262) .....	3
Förutsättningar .....	3
Förslag på teknisk lösning – beskrivning .....	4
Garanterat rent från första spolningen .....	8
Service och drift .....	8
Summering .....	9
Utgående vattenkvalitet .....	9
Certifierat och välbeprövat .....	9
4evergreen som totalleverantör .....	9



## Introduktion

AB Evergreen Solutions är ett miljöteknikföretag som är verksamt under varumärket 4evergreen. Vi arbetar med certifierade kvalitetsprodukter för avloppsvattenrening i stor som liten skala. Vi är idag en ledande aktör inom området i Sverige med en omsättning inom koncernen på ca 50 miljoner SEK. Våra huvudprodukter är idag 4evergreen kemfritt.se 4evergreen minireningsverk, BC/BC UV, 4evergreen markbädd på burk, ER/MB, 4evergreen BDT på burk samt 4evergreen MBR Premium. Vi leder idag utvecklingen inom småskalig avloppsvattenrening och är ensamma om att skapa cirkulärt vatten för enskilda hushåll. Så kallat bruksvatten av avloppsvatten för direkt återanvändning till så väl bevattning som WC spolning m.m.



Idag finns vi etablerade i Stockholm, Eskilstuna, Göteborg, Trosa, Strängnäs, Örebro och Umeå. Läs mer om oss på [www.4evergreen.se](http://www.4evergreen.se)

Vi har i denna offert glädjen att erbjuda er en kundanpassad lösning utöver det vanliga, välkommen till framtidens reningsverk – **4evergreen MBR Premium**

## Teknisk beskrivning – Projekt: SBUF (14262)

### Förutsättningar

Platsen för projektet i denna fallstudie är Limhamn, Malmö. Det nyligen uppförda flerbostadshuset BRF Havsbyn skall fiktivt användas för att utvärdera och jämföra systemlösningar för gråvattenrening och återanvändning.

Bästa tänkbara lösning möjliggör ett bakteriefritt och partikelfritt bruksvatten av högsta kvalitet, cirkulärt vatten skapas på fastigheten med möjlighet till direkt återanvändning.

Valet på teknik faller på så kallad 4evergreen MBR (Membran Bio Reaktor) Premium i prefabricerad tappning. MBR tekniken är den samma som Sveriges största och näst största kommunala avloppsreningsverk uppgraderar till för framtidens krav. Då fastigheten är ansluten till det kommunala avloppsnätet behövs inte separat slamtömning på fastigheten, då befintlig spilledning kan nyttjas i det fall ett behov föreligger att tömma systemet på slam.

## Förslag på teknisk lösning – beskrivning

Till projektet har vi glädjen att erbjuda följande tekniska lösning.

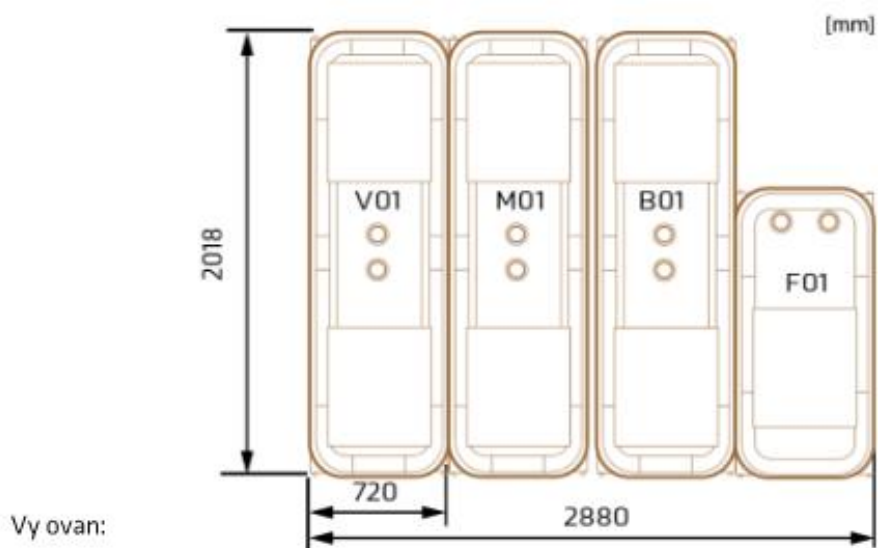
**4evergreen MBR Premium** prefabricerad lösning att placera i källare.

Lösningförslaget består av ett komplett reningsverk. Levererat och placerat i klimatkontrollerad utrymme.



Systemet kommer kunna levereras och installeras utan behov av grävning.

I fallstudien skall endast BDT-avlopp (bad- disk och tvätt) anslutas till systemet.



Första tanken i systemlösningen, Vo1, agerar mottagningstank och rening påbörjas direkt vid inkommande belastning. Screening och syresättning ingår i leveransen samt luftpumpar som genom ejektorverkan (mammutpump) förflyttar avloppsvatten mellan tankarna. Tanken Vo1 har ett breddavlopp som leds till det kommunala ledningsnätet. I det fall att systemet inte behöver producera rent vatten och den adel av gråvattnet som inte återcirkuleras breddas således genom systemet utan att behöva behandlas ytterligare.

Från förbehandlingstanken pumpas avloppsvattnet till tank två, Mo1, där vidare rening sker genom intermittent syresättning. Tank Mo1 fungerar som buffringsvolym av vatten att rena för återanvändning. Intern cirkulation mellan tank Mo1 och Bo1 sker med mammutpumpteknik.

I tank Bo1 återfinns utöver ett aktivt slam två MBR-moduler (membran modul) vars syfte är att filtrera allt avloppsvatten innan det lämnar tank Bo1. Renat avloppsvatten fritt från bakterier redo att återanvändas lämnar MBR filtreringen och kan direkt återanvändas till t.ex. WC spolning och tvättmaskin. Inga kemikalier används i systemet. Tank Fo1 utgör lager av vatten redo att återanvända.

Systemet är utrustat med distansövervakning och eventuella larm kommuniceras till driftansvarig och 4evergreen servicesupport som kontinuerligt erhåller viktigt driftdata från systemet för att kunna arbeta proaktivt i avseende på underhåll av systemet.

### **Funktion - Systemets olika reningssteg**

#### **Förtank – med screening och breddning**

I princip används tre steg i vår reningsprocess. Initialt så ankommer allt avloppsvatten till förbehandlingstanken Vo1. Här sker buffring och lagring av avloppsvatten samt avskiljning av icke nedbrytbart material från processen. Via en inbyggd screening 3mm, förflyttas sedan avloppsvattnet till membranreningssteget. I detta fall är tank Vo1 även utrustad med ett breddavlopp för att inkommande vatten som inte behöver renas skall kunna ledas obehindrat till den kommunala spillvattenledningen.

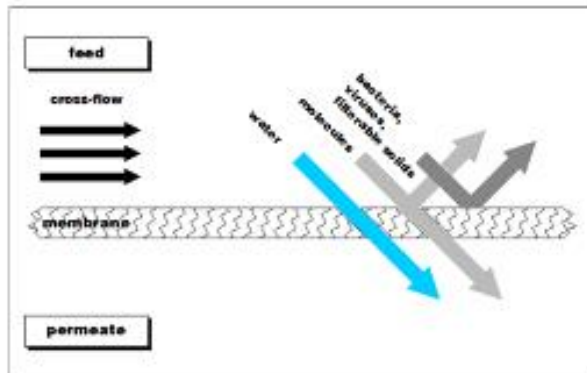
#### **MBR processen – Bioslamm – Mikronfiltrering**

I detta steg bryts avloppsvattnet ned av mikroorganismer och syre. Bioslammet som bildas här är av en helt annan karaktär än slam från traditionella reningsverk. Det luktfria bioslammet arbetar ytterst effektivt och kan se ut som bubblande kaffesump.

Det unika med den biologiska processen i vårt 4evergreen MBR Premium system är biomassan, slammet, i processen. Till skillnad från andra reningsverk så är slammet i systemet mer än 10 gånger så tjockt i sin konsistens. Den så kallade torrsubstanshalten kan vara upp mot 25 g/l.

Den biologiska aktiviteten och nedbrytningen i vår lösning är hög och produktionen av så kallat överskottsslam blir minimal. Baserat på närmare 25 års erfarenhet av anläggningar i drift blir det ca 300 -400 liter överskottsslam på ett år för ett permanentboende om 5 p.e. där även WC är anslutet. I denna fallstudie är inte WC anslutet och en kommunal anslutning finns, det kommer därför inte bli aktuellt att avlägsna slam ur systemet, annat än via den kommunala anslutningen om det skulle uppstå behov av detta.

Systemet i denna fallstudie har en M01 tank vilket bidrar till att en rätt mängd avloppsvatten finns tillgänglig att rena vid behov. Då gråvatten generellt har tendens att innehålla högre andel tvättmedel och tvål är en större volymer och längre uppehållstid att föredra, vilket M01 tanken bidrar till.



Renat vatten avskiljs via den fysiska barriär som utgörs av MBR modulerna. Detta garanterar att vi får ett partikelfritt, bakteriefritt vatten som lämnar processen. Vattnet är i detta skede tekniskt sett redo att användas till bevattning eller spolning av toaletter. Ingen ytterligare rening krävs.



#### Rent avloppsvatten en resurs

4evergreen MBR Premium är, utöver ett system som renar avloppsvatten, en lösning som skapar tekniskt rent vatten redo för direkt återanvändning, så kallat cirkulärt vatten. Mellan 30-40% av vattenkonsumtionen kan minskas om vattnet återanvänds till toalettspolning och tvätt enligt underlag i fallstudien.

**OBS** – Systemlösningen byggs utifrån projektets behov. I denna fallstudie har systemet konfigurerats för att producera 1600 liter/dygn – kapaciteten kan med relativt enkla medel senare utökas.



#### 4evergreen MBR Premium - leverans:

- Screening och syresättning monterat i tank Vo1.
- Kommunikationsenhet GSM för driftdata
- Flödesmätning
- Mottagningstank med extra buffertvolym Vo1
- MBR tankar [med installerade MBR moduler] Bo1
- Mixning/buffert tank Mo1 med syresättning
- Rörkopplingar mellan samtliga tankar tillhörande MBR systemet, luftpumpar, vippor, elektromagnetiska ventiler, kontrollenhet för systemet
- Uppstart av anläggning ingår i leveransen. – ympning med slam



*4evergreen MBR premium levererad i container  
kan erhållas i olika färger och utföranden efter kunds önskemål.*

*4evergreen MPR Premium är den bästa tillgängliga tekniken  
för rening av avloppsvatten i Sverige.*

## Garanterat rent från första spolningen

Samtliga 4evergreen MBR Premium driftsätts av vår egen personal. Därför kan vi garantera full rening från dag ett. Vi säkerställer korrekt biologisk uppstart och att systemet är korrekt inkopplat, innan systemet tas i drift.

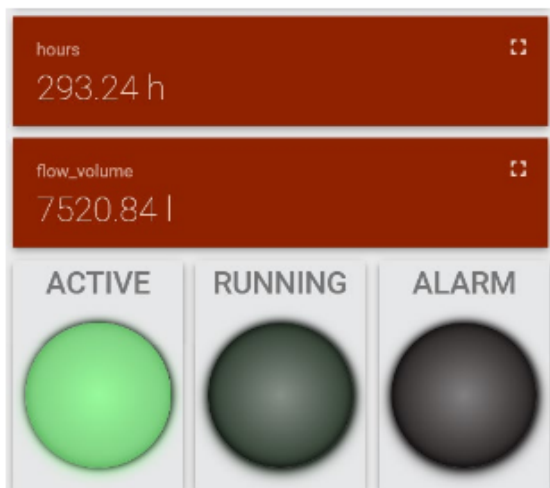
I uppstarten av ett 4evergreen MBR Premium system tar vi med oss uppstartsslam som från början har rätt biologisk sammansättning. I och med detta elimineras behovet av så kallad "uppstartstid" när biologiskt slam etableras i en process, något som kan ta flera månader.

## Service och drift

4evergreen MBR Premium levereras med en kommunikationsenhet, GSM, som sänder driftdata till molnet. På distans övervakas systemet och status vilket innebär att vi vid behov påkallar och utför service av systemet i förebyggande syfte.



Systemet är utrustat med distanskontroll och 4evergreens driftspersonal och verksamhetsutövare kommer erhålla larm om något inte fungerar som det ska.



## Summering

### Utgående vattenkvalitet

Vår tekniska lösning föreslagen för projektet garanterar badvattenkvalitet. De fysiska hålen i membranerna som nyttjas är 0,04 µm vilket gör det fysiskt omöjligt för bakterier att ta sig ur systemet. Allt vatten som skapas för återanvändning går alltid igenom membranerna.

### Certifierat och välbeprövat

Totalt finns det idag ca 1 000 enheter i drift av 4evergreen MBR Premium BUSSEMF sedan 25 år tillbaka. Tekniken är den första certifierade MBR lösningen som redan 2008 klarade av de tuffa amerikanska NFS International Standard 40 och 245. Vidare är systemet givetvis certifierat enligt de Europeiska normerna EN12566-3, utfört på PIA i Tyskland.

### 4evergreen som totalleverantör

Vi levererar allt från projektering, dimensionering, produkterna, driftsättning, service och underhåll allt efter kundens önskemål och kraven från kommun och myndighet.

När vi levererar 4evergreen MBR Premium startar vi dessutom alltid upp dessa system med egen personal.



### "Dags att se avloppsvatten som en resurs"

Vad är lika avloppsvatten riktigt ut i världen när du kan använda det till annat? Utsatt till exempel på avloppsvatten. Beskrivna och tekniska lösningar som visar och återvinner ditt avloppsvatten.

**DET ÄR DÄS** som vi leverer ut och som du kan använda till annat än avloppsvatten. Det är ett avloppsvatten som du kan använda till annat än avloppsvatten. Det är ett avloppsvatten som du kan använda till annat än avloppsvatten. Det är ett avloppsvatten som du kan använda till annat än avloppsvatten.

**FRÅN EN BEHÅLLARE**  
Lagring av avloppsvatten i en behållare som du kan använda till annat än avloppsvatten. Det är ett avloppsvatten som du kan använda till annat än avloppsvatten.



## Bilaga 4: Kompletterande information - Bluewater



### Integrerad lösning för gråvattenrening i flerbostadshus med Bluewater Sweden & Hydrogen King

#### Sammanfattning:

Bluewater & Hydrogen Kings lösning renar gråvatten till dricksvatten och behöver ingen extra rördragning i fastigheten. Lösningen fungerar utmärkt för nyproduktion och för installation i redan befintliga fastigheter, ner till enskilda hushåll. Detta förslag fokuserar på gråvattenrening, men kan med fördel dimensioneras för att även klara av svartvatten.

#### Bakgrund:

Gråvatten, som kommer från hushållens tvätt, disk och dusch, kan återanvändas på ett effektivt sätt efter rening, vilket kan minska vattenförbrukningen och avfallsmängden betydligt. I detta dokument presenteras en cirkulär lösning för återanvändning av gråvatten till dricksvatten enligt Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten<sup>1</sup>.

Bluewater är ledande inom innovativa vattenreningslösningar med fokus på att leverera rent dricksvatten utan att kompromissa med miljön. Hydrogen King är delaktiga i utvecklingen av viktiga komponenter i Bluewaters vattenreningsystem. Bluewaters ägare har investerat i Hydrogen King och företagen samarbetar nu inom produkt- och affärsutveckling.

Genom att integrera Bluewaters avancerade vattenreningsystem med ett lokalt reningsverk från exempelvis Topas Vatten kan vi effektivt minimera underhållsbehovet samtidigt som reningsprocessen optimeras. Denna kombination möjliggör även rening av svartvatten till högkvalitativt dricksvatten, vilket bidrar till en hållbar och resurseffektiv vattenhantering.

---

<sup>1</sup> [https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/om-oss/lagstiftning/dricksvatten---naturl-mineralv---kallv/livsfs-2022-12\\_web\\_t.pdf](https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/om-oss/lagstiftning/dricksvatten---naturl-mineralv---kallv/livsfs-2022-12_web_t.pdf)



## Flödesbild Gråvattenrening med värmeåtervinning

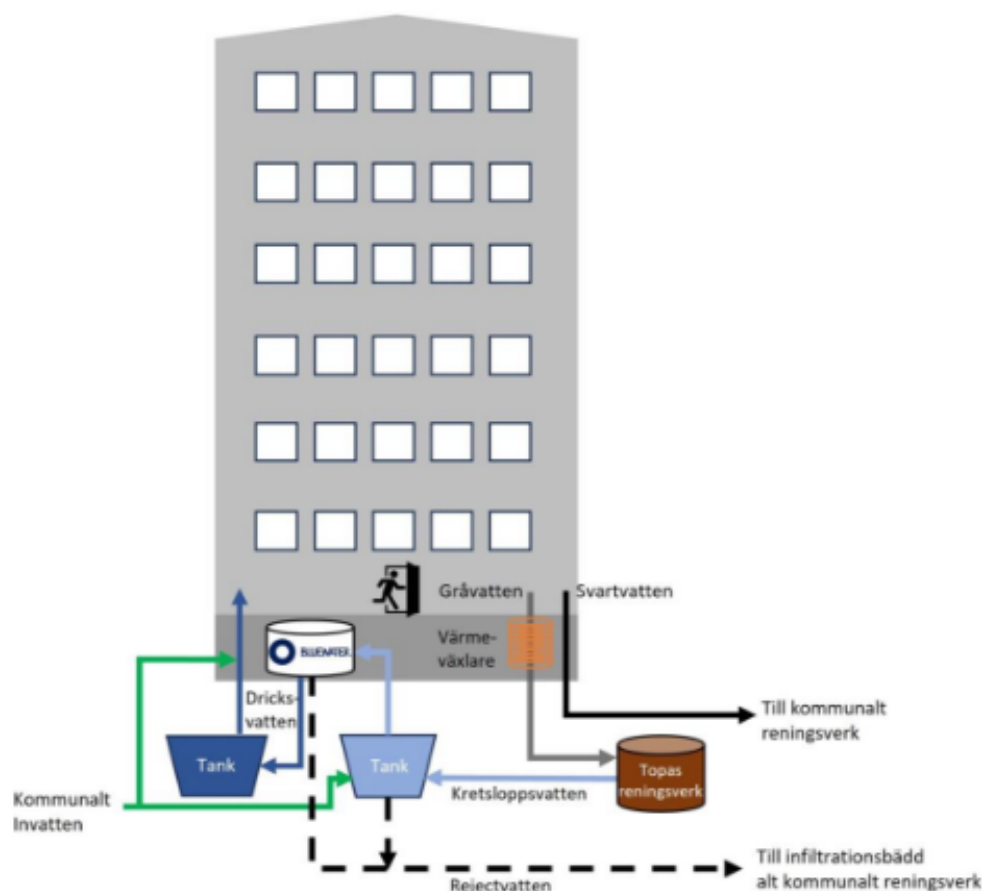


Bild 1: Gråvattenkretslopp med värmeåtervinning

### Steg 1: Värmeväxlare för gråvattnet:

Värmeenergin i gråvatten från duschar och handfat går ofta förlorad. En gråvattenvärmeväxlare i källaren kan fånga upp denna energi och överföra den till kallvatten som ska värmas upp i varmvattenberedaren. Denna enkla process sparar energi och minskar driftskostnaderna.

Om fastigheten är ansluten till fjärrvärme, är det dock oftast inte ekonomiskt motiverat att installera en gråvattenvärmeväxlare. Se bilaga 1: Detaljerad information om ett alternativ till gråvattenvärmeväxlare.

### Steg 2: Lokalt reningsverk

Efter värmeväxlaren i källaren leds gråvattnet vidare till ett nedgrävt lokalt reningsverk utanför huset. Denna beprövade teknik renar vattnet tillräckligt för att det ska kunna gå vidare till nästa steg i reningsprocessen, här kallat "kretsloppsvatten".

En välrenommerad leverantör av denna typ av system är Topas Vatten, vars produkter har använts i många framgångsrika projekt. Det finns andra leverantörer på marknaden men i

2

Hemsida: <http://www.bluewatergroup.com>

Epost: [sales@bluewatergroup.com](mailto:sales@bluewatergroup.com)

Telefon [+46 73-334 75 50](tel:+46733347550)

denna beskrivning används Topas. Det lokala reningsverket renar inte vattnet till dricksvattenkvalitet, men det renar det tillräckligt för att det ska kunna användas i nästa steg. Se bilaga 2: Detaljerad information om ett alternativ på ett lokalt reningsverk från leverantören Topas Vatten.

### Steg 3: Lagring av kretsloppsvatten i nedgrävd tank

Vattnet från det lokala reningsverket lagras i en nedgrävd tank för att kontinuerligt mata Bluewaters system. Tanken ansluts även till kommunalt vatten för att säkra tillgången vid perioder med lågt vattenflöde. Härigenom kommer även eventuellt kommunalt vatten renas så att eventuella föroreningar från vattenverket, eller mer troligt, vattenledningarna, avlägsnas. Tanken är även kopplad till det kommunala avloppet för att kunna tömmas vid behov, till exempel för rengöring.

### Steg 4: Rening av till dricksvattenkvalitet genom Bluewater WholeHouse Station

Efter att ha passerat tanken med kretsloppsvatten leds vattnet in i huset igen för slutlig rening till dricksvattenkvalitet i Bluewaters WholeHouse Station. Systemet renar vattnet i två steg:

1. **Förfiltrering:** Vattnet passerar först genom förfilter som avlägsnar partiklar, sediment och föroreningar.
2. **Omvänd Osmos:** Därefter används omvänd osmos teknik för att rena vattnet på atomnivå. Membranet i systemet filtrerar bort salt, tungmetaller, PFAS, bakterier och virus, mm, vilket resulterar i rent och friskt dricksvatten.

Bortfilterat vatten med föroreningar, så kallat "rejectvatten", leds bort till det kommunala reningsverket.

Bild 2 visar hur Bluewaters WholeHouse Station i kombination med ett lokalt reningsverk effektivt renar grävatten till dricksvattenkvalitet.

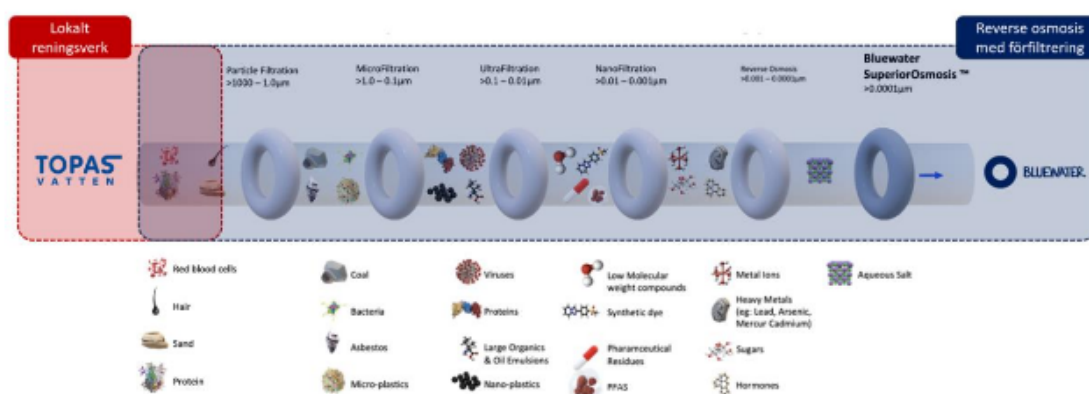


Bild 2: Vattenrening i det lokala reningsverket och Bluewaters system

#### *Steg 5: Lagring av dricksvatten:*

Efter rening i Bluewaters WholeHouse Station lagras dricksvattnet i en nedgrävd tank. Denna tank garanterar kontinuerlig tillgång till rent vatten, även under perioder med hög förbrukning i hushållet.

Bluewater har med lång erfarenhet finslipat tekniken för säker lagring av rent vatten. Tankarna är konstruerade för att förhindra föroreningar och bakterietillväxt, vilket garanterar att dricksvattnet alltid är rent och friskt genom att det ständigt cirkuleras genom UV-filter

#### *Kommunalt vatten som reservkälla:*

För extra trygghet ansluts kommunalt vatten parallellt till tanken. Det garanterar dricksvatten vid underhåll eller andra eventuella avbrott.

### Samhällsnyttor för svenska byggföretag

#### Långsiktiga och storskaliga effekter:

- **Hållbarhetsprofil:** Svenska byggföretag kan positionera sig som ledande aktörer inom hållbart byggande genom att implementera cirkulation av vatten i stor skala. Detta kan ge en stark konkurrensfördel på en alltmer miljömedveten marknad.
- **Kostnadsbesparingar:** Cirkulation av vatten kan leda till betydande kostnadsbesparingar för svenska byggföretag genom minskad vattenförbrukning, lägre avloppsavgifter och en mer effektiv VA-infrastruktur.
- **Möjliggör förtätning:** Cirkulation av vatten kan möjliggöra byggnation i områden med bristande VA-kapacitet.
- **Skalbarhet:** Cirkulation av vatten kan implementeras, inte bara i nybyggnation, utan också i befintliga fastigheter, ner till enskilda hushåll. Detta gäller för såväl enbart gråvatten som i kombination med svartvatten.

#### Globala effekter:

Genom att ta en ledande roll i implementeringen av cirkulation av vatten kan svenska byggföretag bidra till att lösa globala utmaningar som vattenbrist och utsläpp till vattendrag. Svenska byggföretags innovationer och erfarenheter kan spridas till andra länder och bidra till en mer hållbar global byggsektor.

## Bilaga 1. Exempel Grävattenvärmeväxlare

### Fördelar med Geiser® grävattenvärmeväxlare

1. **Hög, stabil verkningsgrad:** Över ett brett flödesintervall
2. **Minimalt underhåll:** Vilket minskar driftskostnaderna
3. **Utrymmeseffektiv utformning:** Tar upp endast 0,5 kvadratmeter golvyta
4. **Kort återbetalningstid:** Vanligtvis mindre än fem år
5. **Enkel installation**
6. **Energimätare:** Möjliggör övervakning och verifierar investeringens lönsamhet
7. **Modulär:** Kan parallellkopplas för att hantera stora flöden

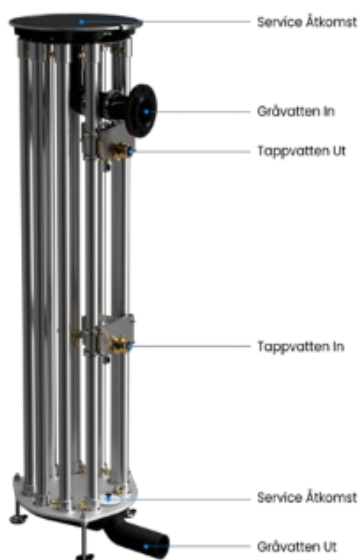
**Följer säkerhetsrekommendationer:** Grävatten av kategori 1, 2 och 3 enligt SS-EN 1717 är tillåtet

### Användningsområden för grävattenvärmeväxlare

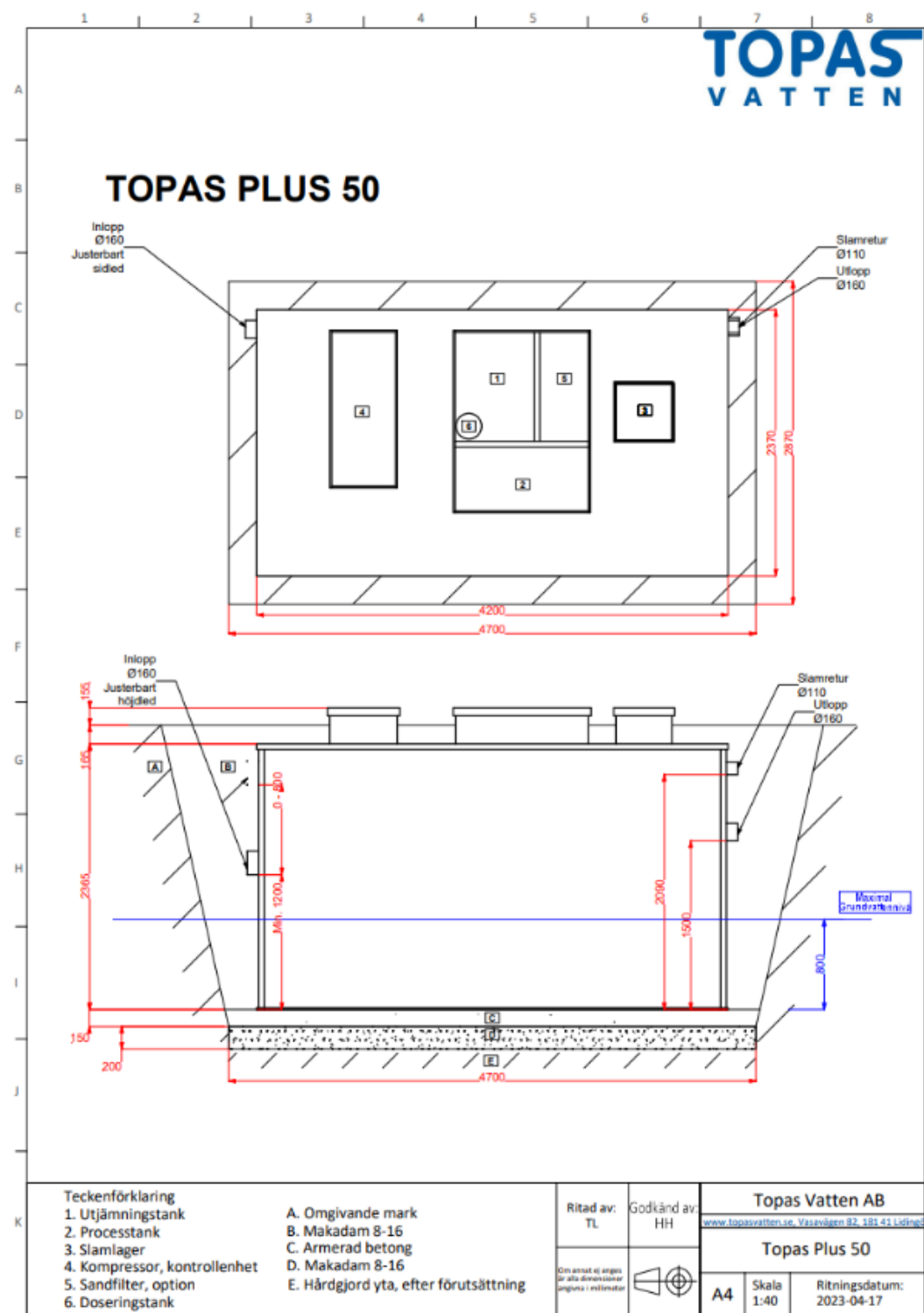
- Flerbostadshus (nyproduktion)
- Badhus/Simhallar
- Idrottshallar
- Industriapplikationer såsom livsmedelsindustrin och tvätterier
- Hotell & SPA
- Vårdlokaler

[https://youtu.be/31i1cw\\_X9Nc](https://youtu.be/31i1cw_X9Nc)

<https://www.consat.se/sustainable-energy-systems/consat-ses-geiser/>



## Bilaga 2. Exempel på lokalt reningsverk

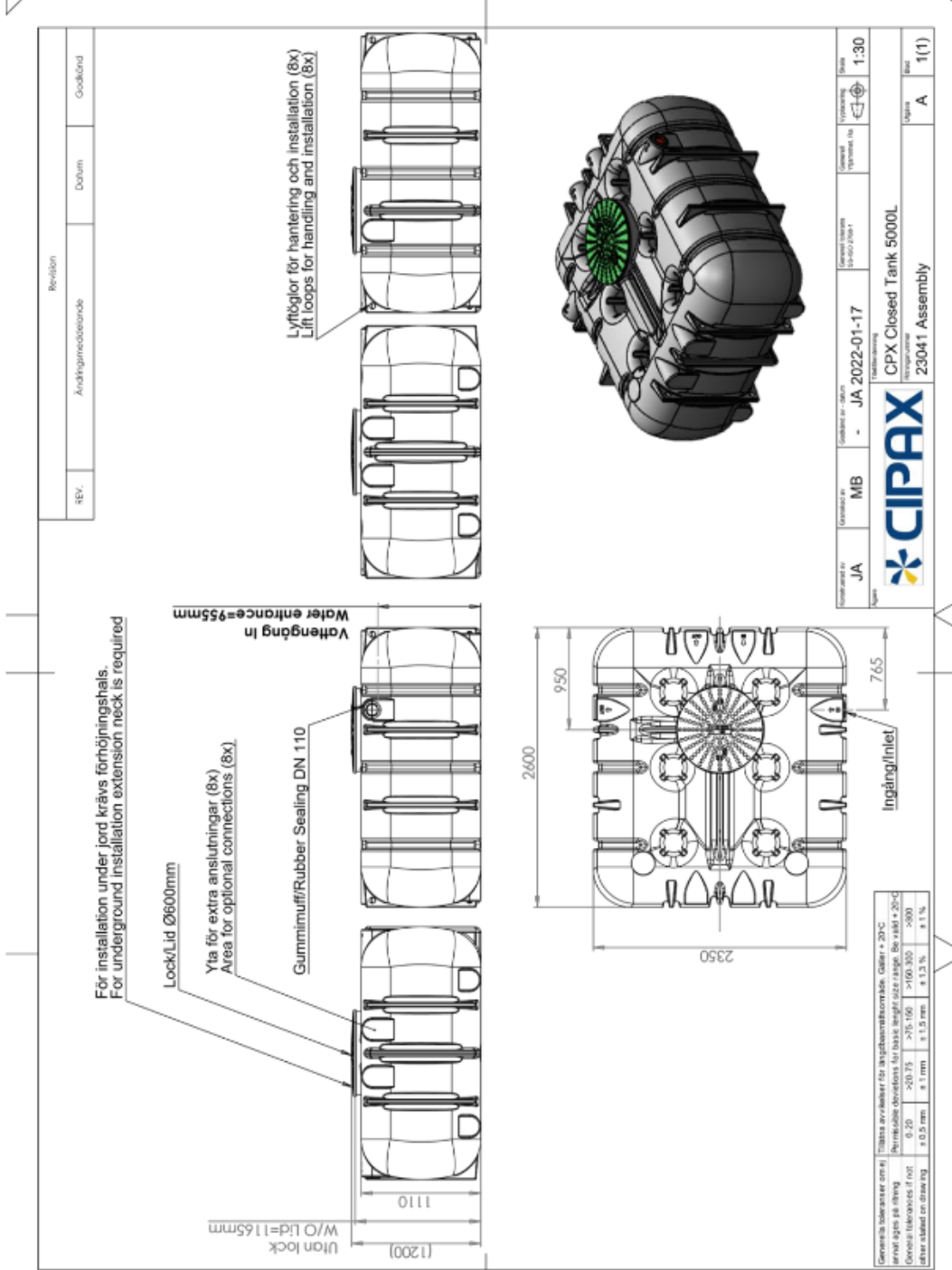


### Bilaga 3. Bluewater WholeHouse Station



Två stycken Bluewater WholeHouse Stations samt en distributionspump behöver cirka 4m<sup>2</sup> golvyta, inklusive servicearea. Höjden är 1400mm. Dessa komponenter behöver placeras frostfritt. Tillsammans kan dessa två system leverera upp till 40 m<sup>3</sup> rent vatten per dygn. In-vattnets temperatur och grad av förorening har stor påverkan på kapaciteten.

# Bilaga 4. Nedgrävd tank



This drawing and design is the property of CIPax. Copying and distribution of the drawing or any contents is prohibited without written permission from authorized personnel at CIPax.

Approved by	JA	Checked by	MB	Released on	JA 2022-01-17	General drawing	Scale	1:30
Project		Drawn by		Drawn on		Project no.		
			CPX Closed Tank 5000L 23041 Assembly			Uppgått A 1(1)		



## Bilaga 5: Kompletterande information – GreenLife

### Grauwasser Recycling System, 3.000 l/d

**GreenLife**

#### Greywater Recycling System, 3.000 l/d

GW1 3.2-3.000, indoor

Die **Grauwasser-Recycling-Systeme von GreenLife** sind für die Aufbereitung von Grauwasser, d.h. gering verschmutztem Abwasser aus der Körperpflege (Dusche, Badewanne, Handwaschbecken). Die eingesetzte Membranfilter-Technologie gewährleistet die vollständige Trennung der Biomasse vom gereinigten Grauwasser. Das Klarwasser ist frei von Feststoffen und einer vollständigen Blockierung von Bakterien und Keimen, mit einer Rückhalterate von 99,99%, garantiert. Der gesamte Recyclingprozess besteht aus der biologischen Behandlung, der Ultrafiltration (MBR-Membranbioreaktor) und wird anschließend im Servicewassertank gespeichert.

**Das Ergebnis** ist klares, keimfreies Brauchwasser (nicht trinkbar), das für die Wiederverwendung in WC's, für Reinigungszwecke, für die Gartenbewässerung und/oder industriellen Anwendungen! Die Qualität des Brauchwassers (nicht trinkbar) erfüllt die Anforderungen der europäischen (EU) Richtlinien für Badegewässer 76/160/EWG und 2006/7/EG sowie der DIN 19650, Klasse 2.

The **greywater-recycling-systems of GreenLife** are configured for the treatment of greywater, i.e. low polluted waste water from personal hygiene (shower, bath tub, hand washbasin). The applied Membranfilter-technology assures the complete separation of the biomass from the cleaned greywater. The clearwater is free from solids and a complete blocking of bacteria and germs, with a blocking rate of 99,99%, guaranteed. The total recycling process is composed of the biological treatment, the ultrafiltration (MBR-Membrane bio-reactor) and will be stored after it in the service water tank.

**The result** is clear germ free service water (non-potable) available for reuse in WC's, cleaning purposes, garden irrigation and/or industrial applications! The quality of the service water (non-potable) fulfills the requirements of the European (EU) guidelines for bathing water 76/160/EEC and 2006/7/EC and DIN 19650, class 2.



#### Technisches Datenblatt / technical data

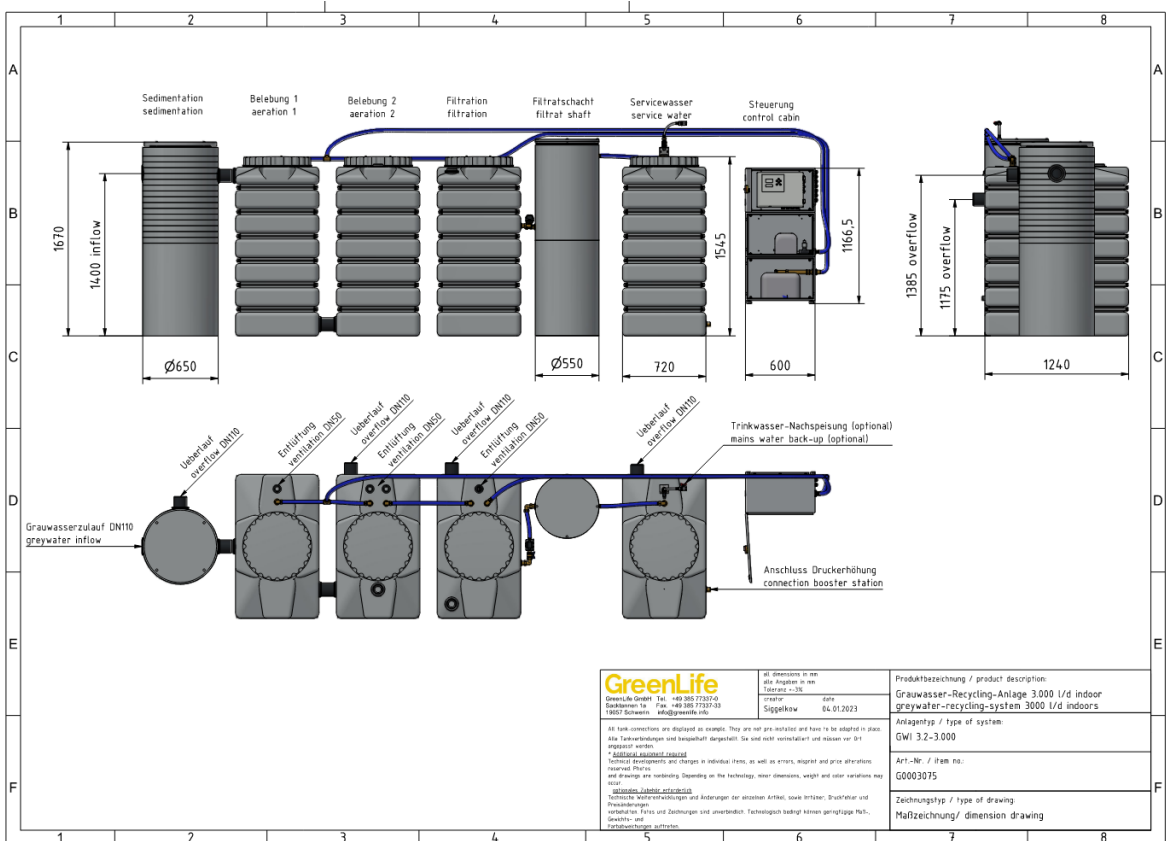
Kapazität		capacity	
<b>Tagesfiltrationsleistung</b>	<b>3.000 l</b>	<b>daily filtration capacity</b>	
Gesamtvolumen Sedimentation	500 l	total volume sedimentation	
Gesamtvolumen Belebung	2.000 l	total volume aeration	
Gesamtvolumen Filtration	1.350 l	total volume filtration	
Gesamtvolumen Servicewasser	1.000 l	total volume service water	
Druckerhöhungsanlage (DEA)	nicht im Lieferumfang / not included in delivery	booster station	
Doppelpumpenanlage empfohlen		twin pump station recommended	
Anschlüsse		connections	
Trinkwasser-Nachspeisung	optional (DN25 / 1")	mains water back-up	
Betriebswasser	1 1/4"	service water	
Grauwasserzulauf in die Anlage	DN110	greywater inflow to unit	
Überlauf in Kanalisation	DN110	overflow to sewage	
Aufstellraum muss ausreichend belüftet und mit Bodenablauf versehen sein.		working room needs to be airventilated, floor drain necessary.	
Trinkwasser-Nachspeisung		mains water back-up	
Magnetablaufventil (optional, größer möglich)	DN25 / 1"	solenoid valve (optional, bigger sizes available)	
Netzanschluss		electric main supply	
Spannung	230 V / 50 Hz	voltage	
max. Leistung	994 W	max. power	
max. Strom	5,8 A	max. current	
Absicherung	bauseitig / by customer	fuse	
Gewicht, Maße, Farbe		weight, measurements, colour	
Leergewicht, Anlage	544 kg	weight empty	
max. Gesamtgewicht im Betrieb	5.394 kg	unit working (max. weight)	
Farbe der Behälter	lichtgrau / light grey	colour of the tanks	
Tank Sedimentation	Ø 650, H 1.670 mm	sedimentation tank	
Tank Belebung	L 1.240, B/W 720, H 1.550 mm	aeration tank	
Tank Filtration	L 1.240, B/W 720, H 1.550 mm	filtration tank	
Filtratschacht	Ø 550, H 1.695 mm	filtrate shaft	
Tank Servicewasser	L 1.240, B/W 720, H 1.550 mm	service water tank	

[www.greenlife.de](http://www.greenlife.de)

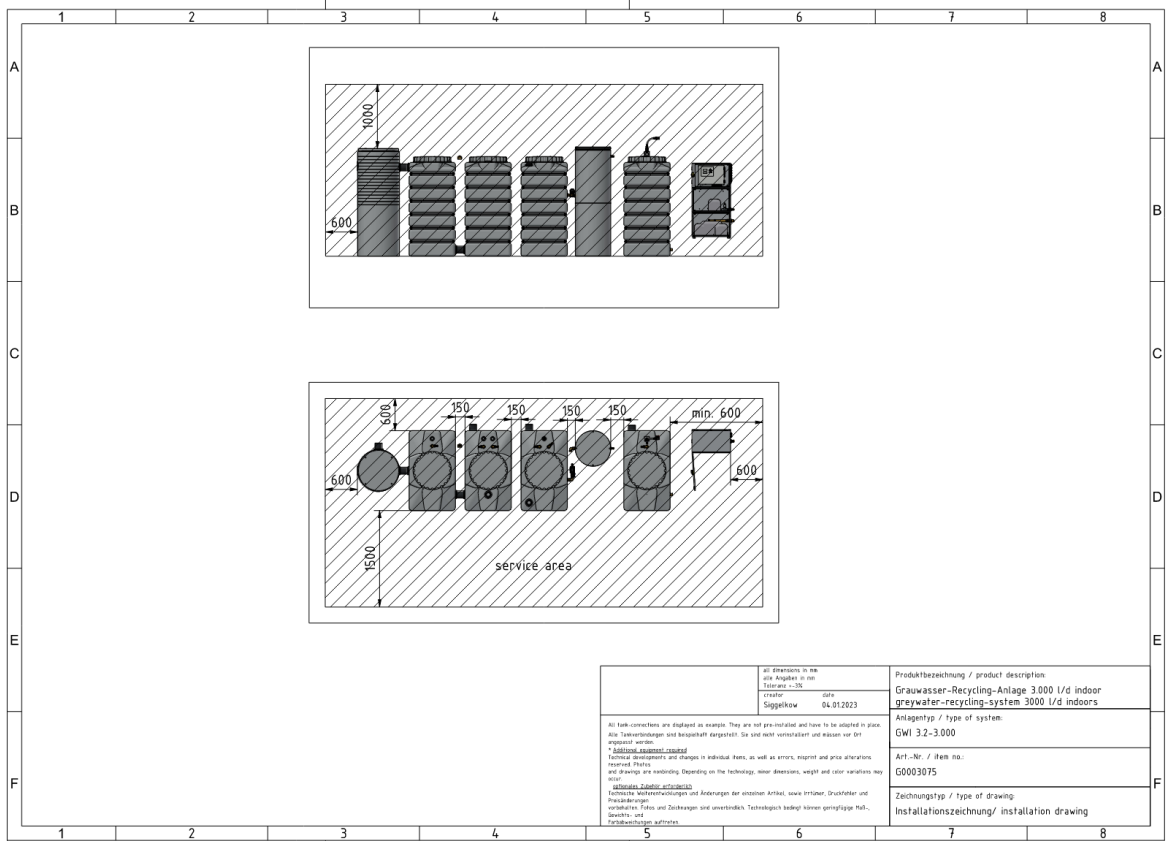
technische Änderungen vorbehalten / subject to technical changes

GreenLife GmbH 2/23

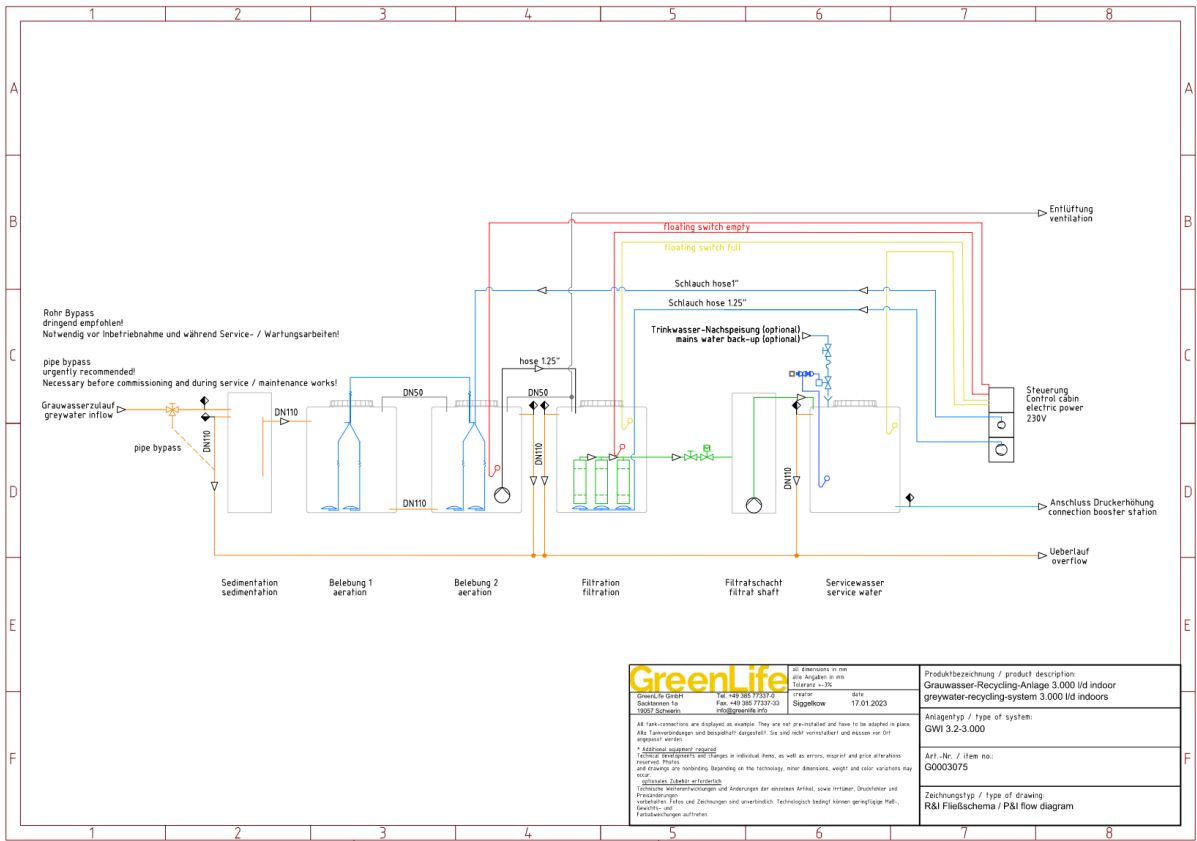




<b>GreenLife</b> Gewässer-Recycling-Systeme Gießhöfenstr. 1a, +49 208 7727250 Gießhöfenstr. 1a, +49 208 7727333 19057 Schwane, +49 208 7727333	all dimensions in mm alle Angaben in mm Toleranz +/- 20% creator: Günter Siggelkow 01.01.2023	Produktbezeichnung / product description: Grauwasser-Recycling-Anlage 3.000 l/d indoor greywater-recycling-system 3000 l/d indoors Anlagentyp / type of system: GWI 3.2-3.000
	All tank connections are displayed as example. They are not pre-installed and have to be adapted in place. Alle Tankverbindungen sind beispielhaft dargestellt. Sie sind nicht vorkonfiguriert und müssen vor Ort angepasst werden. * optional equipment included Technische Änderungen und Änderungen in individuellen Items, als well as errors, misprint and price alterations reserved. Physische und Zeichnungen sind unverbindlich. Depending on the technology, minor dimensions, weight and color variations may occur. * optional equipment included Technische Weiterentwicklungen und Änderungen der einzelnen Artikel, sowie Irrtümer, Druckfehler und Preisänderungen vorbehalten. Fotos und Zeichnungen sind unverbindlich. Technisch bedingt können geringfügige Maß-, Gewichts- und Farbabweichungen auftreten.	Art.-Nr. / item no.: G0003075 Zeichnungstyp / type of drawing: Maßzeichnung/ dimension drawing

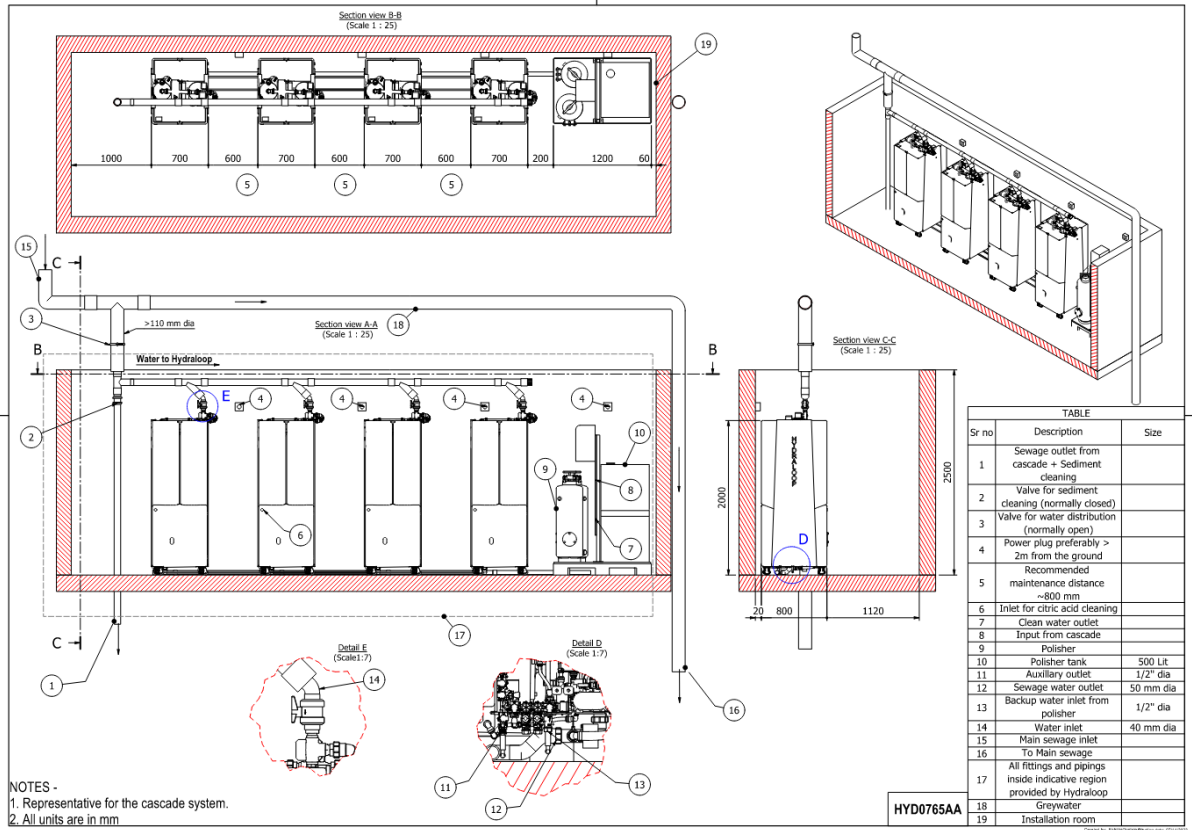


<b>GreenLife</b> Gewässer-Recycling-Systeme Gießhöfenstr. 1a, +49 208 7727250 Gießhöfenstr. 1a, +49 208 7727333 19057 Schwane, +49 208 7727333	all dimensions in mm alle Angaben in mm Toleranz +/- 20% creator: Günter Siggelkow 01.01.2023	Produktbezeichnung / product description: Grauwasser-Recycling-Anlage 3.000 l/d indoor greywater-recycling-system 3000 l/d indoors Anlagentyp / type of system: GWI 3.2-3.000
	All tank connections are displayed as example. They are not pre-installed and have to be adapted in place. Alle Tankverbindungen sind beispielhaft dargestellt. Sie sind nicht vorkonfiguriert und müssen vor Ort angepasst werden. * optional equipment included Technische Änderungen und Änderungen in individuellen Items, als well as errors, misprint and price alterations reserved. Physische und Zeichnungen sind unverbindlich. Depending on the technology, minor dimensions, weight and color variations may occur. * optional equipment included Technische Weiterentwicklungen und Änderungen der einzelnen Artikel, sowie Irrtümer, Druckfehler und Preisänderungen vorbehalten. Fotos und Zeichnungen sind unverbindlich. Technisch bedingt können geringfügige Maß-, Gewichts- und Farbabweichungen auftreten.	Art.-Nr. / item no.: G0003075 Zeichnungstyp / type of drawing: Installationszeichnung/ installation drawing



<p><b>GreenLife</b> <small>ist ein Markenname von GreenLife</small></p> <p>GreenLife GmbH <small>ist ein Markenname von GreenLife</small>          Seckelbühlstr. 1a <small>ist ein Markenname von GreenLife</small>          19927 Schwaan <small>ist ein Markenname von GreenLife</small></p> <p>Tel: +49 385 77237-0 <small>ist ein Markenname von GreenLife</small>          Fax: +49 385 77237-33 <small>ist ein Markenname von GreenLife</small>          E-Mail: info@greenlife.info <small>ist ein Markenname von GreenLife</small></p>		<p>Produktbezeichnung / product description:  <b>Grauwasser-Recycling-Anlage 3.000 l/d indoor</b>          greywater-recycling-system 3.000 l/d indoors</p>
<p><small>All parts connections are finished as example. They are not pre-installed and have to be adjusted in place. Alls Tankverbindungen sind beispielhaft fertiggestellt! Sie sind nicht vorinstalliert und müssen vor Ort angepasst werden.</small></p> <p><small>* optional equipment required</small>  <small>OPTIONAL EQUIPMENT AND CHARGES IN INDIVIDUAL ITEMS, AS WELL AS ERRORS, MISMATCH AND PRICE ALTERATIONS, RESERVED. FRITSCH UND STRÖMUNG SIND BEISPIELHAFT BEFERTIGT! SIE SIND NICHT VORINSTALLIERT UND MÜSSEN VOR ORT ANGEPAßT WERDEN.</small></p> <p><small>OPTIONAL EQUIPMENT REQUIRED</small>  <small>OPTIONELLE ZUBEHÖRGERÄTE UND ZUSÄTZLICHE BEI EINZELNEN ARTIKELN, SOWIE FÜR UNTERSCHIEDLICHE DRUCKVERBINDUNGEN UND PREISÄNDERUNGEN, RESERVIERT. FRITSCH UND STRÖMUNG SIND BEISPIELHAFT BEFERTIGT! SIE SIND NICHT VORINSTALLIERT UND MÜSSEN VOR ORT ANGEPAßT WERDEN.</small></p>		<p>Anlagentyp / type of system:  <b>GW1 3.2-3.000</b></p>
<p><small>Alle technischen Zeichnungen und Änderungen der einzelnen Artikel, sowie Irrtümer, Druckfehler und Preisänderungen, vorbehalten. Frisch- und Kaltwasser sind über ein separates System anzuschließen.</small></p>		<p>Art.-Nr. / item no.:  <b>G0003075</b></p>
<p><small>Alle technischen Zeichnungen und Änderungen der einzelnen Artikel, sowie Irrtümer, Druckfehler und Preisänderungen, vorbehalten. Frisch- und Kaltwasser sind über ein separates System anzuschließen.</small></p>		<p>Zeichnungstyp / type of drawing:  <b>R&amp;I Fließschema / P&amp;ID flow diagram</b></p>

# Bilaga 6: Kompletterande information – Hydraloop



NOTES -  
 1. Representative for the cascade system.  
 2. All units are in mm

# Bilaga 7: Kompletterande information – Topas

Teknisk beskrivning  
TOPAS BDT-S SKANSKA FALLSTUDIE

Version:  
1.5  
Datum:  
2023-02-23

**TOPAS**  
VATTEN

## Topas BDT-S för Skanskas Fallstudie

### Teknisk beskrivning

Denna beskrivning avser uppförande av avloppsreningsverk från varumärket Topas för rening av bad-, disk-, och tvättvatten från hushåll.

#### Utsläppsvillkor och funktionella krav på reningsverket och ledningsnätet

Reningsverket med kringutrustning skall klara av:

- Ojämn belastning året runt av BDT-avlopp
- Med självreglering kunna arbeta med endast planerad tillsyn (regleras via dok. Egenkontroll).

Detta uppnås då förutsättningarna i "Processgaranti för Topas Vatten avloppsanläggningar" är uppfyllda.

#### Funktionella steg:

##### 1. Biologiskt steg

Består av:

- Utjämningsstank
- Processtank med MBBR-steg
- Slamlager för bearbetat överskottsslam

Inkommande vatten samlas i utjämningsstanken. Här avluftas vattnet för att lösa upp ev. fast materia. Vid uppnådd inställd nivå pumpas råvattnet till processtanken (reaktor) som kombinerar teknik från aktivslam och MBBR (Moving Bed Bio Reactor). Här sker aktivering och luftning (nitrifiering). Nivån aktivt slam hålls konstant för optimal reningsgrad. Reningsverket låter överskottsslammet sedimentera och pumpar detta till slamlagret. Vid denitrifieringsfas/backfas kan reningsverket, vid lägre hydraulisk belastning, pumpa nitrifierat processvatten tillbaka till anaerob miljö i utjämningsstanken där det blandas med näringsrikare vatten och/eller kolkälla för denitrifikation.

##### 2. Kemisk fällning

Den biologiska processen följs av en process där man, genom att tillsätta fällningskemikalier, kan fälla ut eventuell fosfor som finns i vattnet. Doseringen är flödesstyrd. Reningsverket kan även utrustas för att dosera exempelvis kolkälla vid behov.

##### 3. Dekantering av renat vatten

Ytslam kan bildas i reningsverket genom löst fett i för stora mängder, biologisk överbelastning eller till exempel ovälkomna arter av bakterier. Dekanteringsutrustningen hämtar vatten i processtanken ca 5 cm under vattenytan och lämnar ytslammet kvar i reningsverket och hindrar på så vis ytslamsflykt. Det dekanterade vattnet leds till utloppet.

##### 4. Larm

Reningsverket är utrustat med larmfunktion som signalerar för bräddning samt flera processlarm. Möjlighet finns att koppla larmet via GSM till jourtelefon eller central. Även möjlighet till övervakning och styrning via överordnat system finns. Styrningen kontrolleras och styrs enklast lokalt via inbyggd webbserver som nås via wifi.

##### 5. Slamhantering

Överskottsslammet töms med slambil från det inbyggda slamlagret.

#### Bräddning

Vid störningar absorberar reningsverkets utjämningsstank först upp till ca 3,5 m<sup>3</sup> avloppsvatten.

Det inbyggda larmet varnar och det överflödiga bräddvattnet passerar genom utjämningsstanken som agerar som en slamavskiljare och låter vattnet passera direkt ut i utloppet.

#### Kontroll av funktion

Reningsverket kan levereras med drift- eller serviceavtal för stöd med inkörning, kontroll etc. Omfattningen av drift- och servicetjänsten anpassas till möjligheten att använda lokala resurser i största möjliga mån.

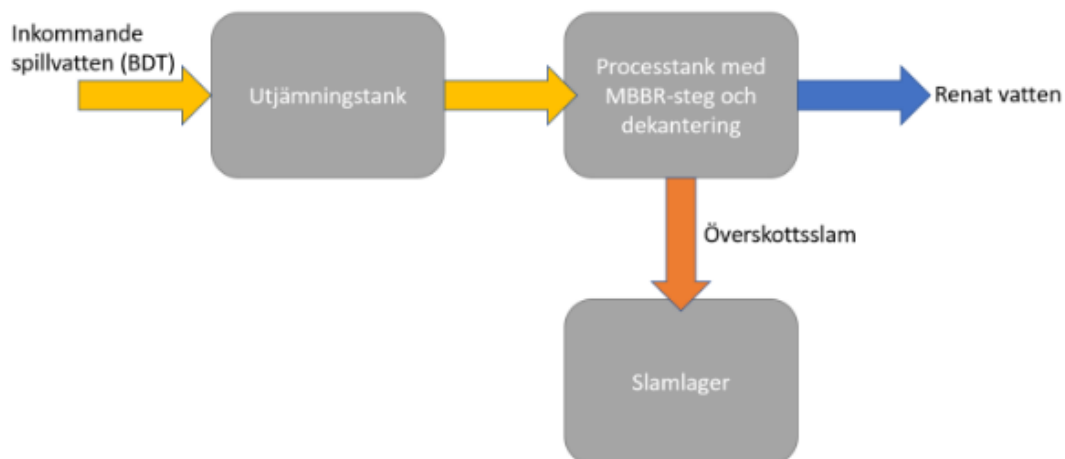
#### Topas Vatten AB

Adress:	Telefon:	E-post:	Hemsida:	Org. nr:
Vasavägen 82 181 41 Lidingö	010 – 146 55 00	kontakt@topasvatten.se	www.topasvatten.se	556400-0247

### Prestanda beräkning

Topas BDT-S SKANSKA FALLSTUDIE	
pE	-
Q <sub>max</sub> , Flöde (m <sup>3</sup> /dygn)	7,5
Max BOD <sub>7</sub> (kg/dygn)	3
Vikt (kg)	Ca 1 850
Volym utjämnings tank (m <sup>3</sup> )	3,5
Volym processtank inkl. MBBR (m <sup>3</sup> )	9
Volym slamlager (m <sup>3</sup> )	2,8
Effekt (W)	1 100

### Flödesschema Topas BDT-S



#### Topas Vatten AB

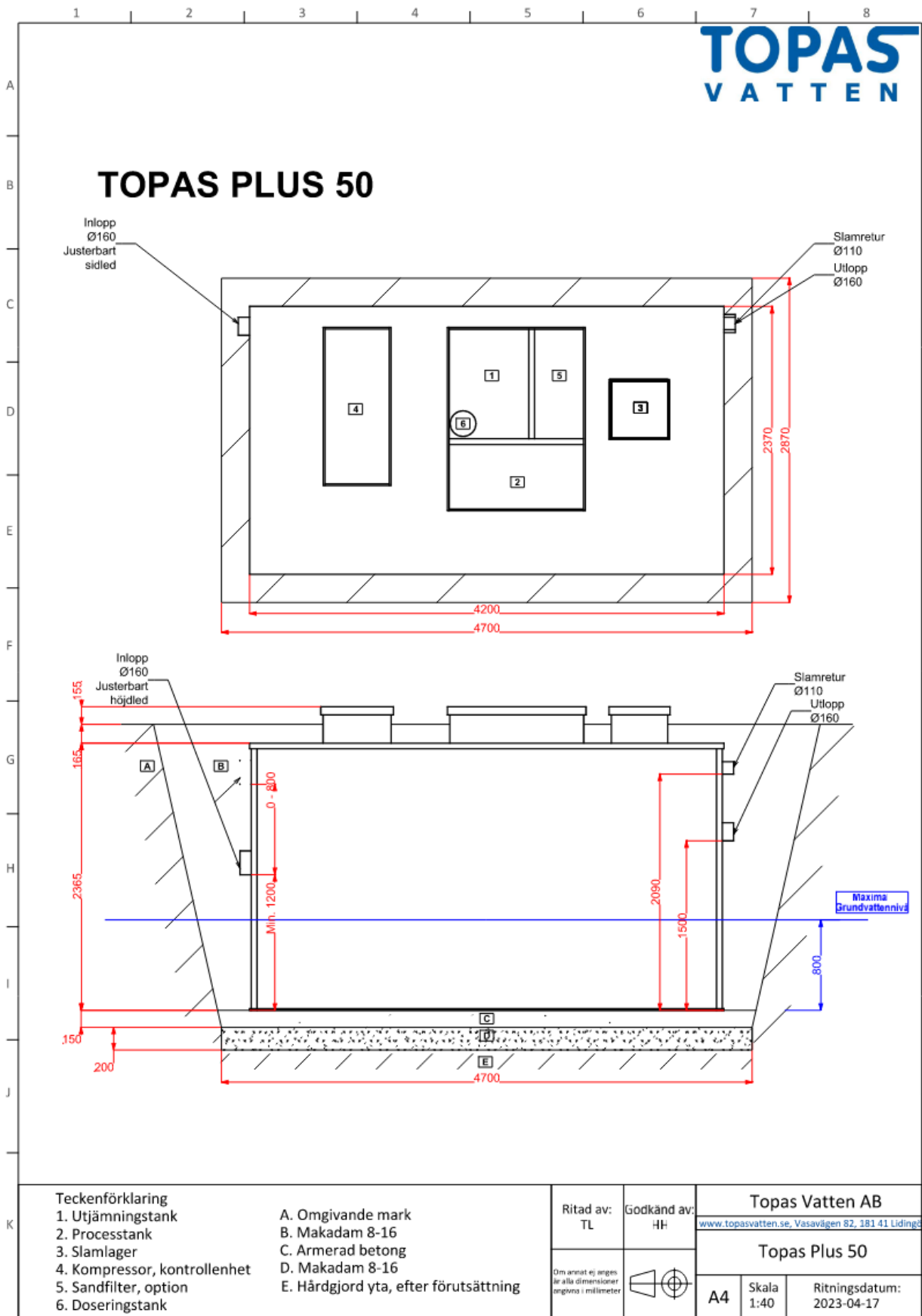
Adress:  
Vasavägen 82  
181 41 Lidköping

Telefon:  
010 – 146 55 00

E-post:  
kontakt@topasvatten.se

Hemsida:  
www.topasvatten.se

Org. nr:  
556400-0247



**Teckenförklaring**

1. Utjämnings tank
2. Processtank
3. Slamlager
4. Kompressor, kontrollenhet
5. Sandfilter, option
6. Doseringstank

- A. Omgivande mark
- B. Makadam 8-16
- C. Armerad betong
- D. Makadam 8-16
- E. Hårdgjord yta, efter förutsättning

Ritad av:  
TL

Godkänd av:  
HH

**Topas Vatten AB**

[www.topasvatten.se](http://www.topasvatten.se), Vasavägen 82, 181 41 Lidingö

**Topas Plus 50**

Om annat ej anges  
är alla dimensioner  
angivna i millimeter



A4

Skala  
1:40

Ritningsdatum:  
2023-04-17

**SBUF 14262 – Gråvatten  
– möjligheter och konsekvenser för flerbostadshus**

**WORKSHOP**

**2024-04-22**

Målet med workshopen är att ta fram **strategier för att främja återvinningen av gråvatten** i stor skala. Detta görs utifrån **fem fokusområden** där vi under SBUF-projektets gång har identifierat faktorer som motverkar gråvattenåtervinningens utbredning. Deltagarna kommer från ett brett spektrum inom näringsliv och offentlig förvaltning. Tillsammans ska vi med **utgångspunkt i våra respektive yrkesroller** fundera kring lösningar på de hinder som idag står i gråvattnets väg. Förhoppningsvis kommer kombinationen av infallsvinklar bidra till att synergi uppstår och nya tankar väcks.

**FOKUSOMRÅDEN**

**JURIDIK** – Det råder en brist på regelverk kring gråvattensystem, standarder för olika vattenkvaliteter och praxis för myndigheters handläggning och tillsyn.

**KUNSKAP** – Det saknas tillräcklig kunskap om och erfarenhet av olika system för gråvattenåtervinning. Likaså saknas referensprojekt att dra lärdom av.

**EKONOMI OCH ANDRA VÄRDEN** – Investeringskostnaden för gråvattensystem är hög. I lägen med billig el och vatten är återbetalningstiden lång (>5 år). Vinster utöver de rent monetära, exempelvis i form av miljöprofilering/certifiering, är svåra att redovisa.

**SOCIAL ACCEPTANS** – Det råder en viss tveksamhet hos allmänheten inför återanvändning av gråvatten. Alla är inte bekväma med att bruka begagnat vatten trots att det överstiger Livsmedelsverkets krav på dricksvatten.

**POLITIK** – Det saknas incitament uppifrån för gråvattenåtervinning – varken lagkrav eller miljöbonusar finns.



## **SAMMANFATTNING AV WORKSHOP 2024-04-22**

### **Deltagarlista:**

Elisabet Werecki (mötesorganisatör, Skanska)

Christel Garpeman (sekreterare, Skanska)

Clara Hermansson (Alnarp Cleanwater)

Kenneth Lindgren (Peab)

Martin Engman (Granitor)

Per Eriksson (Graytec)

Pär Löfstedt (Yellon)

Roland Jonsson (Nynäshamnsbostäder)

Yvonne Bergensund (Skanska)

Anneli Olkvist (LKF)

Frida Bolander (Skanska)

Ola Jakobsson (HSB)

Therese Jephson (SWR)

Åsa Nilsson Nyberg (Lunds kommun)

Deltagare från så väl entreprenörer, leverantörer, fastighetsägare och kommunen deltog i workshopen och bidrog med olika input och erfarenheter kring utmaningar och för att se lösningar på de hinder som idag står i gråvattnets väg. Under workshopen blev deltagarna indelade i mindre diskussionsgrupper via rum i Teams för att diskutera med utgångspunkt i de 5 olika fokusområdena.

Den allmänna uppfattningen var att det finns en högre social acceptans idag att använda gråvatten till att spola toaletter, men att det fortfarande finns ett visst motstånd mot att använda det i t.ex. duschen. För att komma förbi detta hinder drogs slutsatsen att det var två viktiga aspekter som är viktiga att uppfylla. Dels den allmänna kunskapen och informationen om att vattnet håller hög kvalitet från de olika systemen som kan ta hand om gråvattnet, dels att det är viktigt att systemen håller vad de lovar och kan leverera rent och bra vatten. Boende ska aldrig känna att vattnet är av tveksam kvalitet. För att kunna säkerställa kvalitén på vatten hade det varit bra om det kommer riktlinjer om hur kontrollerna ska utföras på vattnet.

Det framkommer under workshopen att vårt samhällssystem inte riktigt är anpassat till denna typ av system. Lagstiftningen säger att även om du tar hand om ditt eget vatten i ett eget system måste du ändå betala taxa och andra fasta avgifter. För att se vattenhanteringen ur ett samhällsperspektiv finns det vinningar i att hantera

vattenhanteringen inom områden snarare än inom endast en fastighet, men här är dagens system och lagstiftning inte framme än. Det finns dock en stor möjlighet att gråvattensystem skulle kunna avlasta de befintliga system som finns idag.

Gällande kostnader finns det en okunskap kring hur stor plats olika system kräver och hur mycket de kostar att installera. En viktig parameter är hur lång avbetalningstiden är, vilket är kopplat till att priset på vattnet är olika beroende på vart i landet vi befinner oss. Priset för vatten spås dock stiga generellt vilket då också ses som en möjlighet för att korta ner avbetalningstiden.

Den övergripande sammanfattningen på många håll är att hindret ofta är okunskap. Detta är i vårt samhälle relativt nya system och det finns ett behov av att höja kunskapsnivån på olika nivåer.

- Hos brukarna för att få till den sociala acceptansen.
- Fastighetsskötare för underhåll och provtagning så vattnet håller rätt kvalitet.
- Kommuner för att förstå hur deras system påverkas och samhället i stort och inse möjligheten till avlastning av deras befintliga system.
- Kunskap för att kunna projektera och installera systemen.
- En generell kostnadsmedvetenhet kring systemen för att motivera entreprenörer och byggherrar där avbetalningstiden är en viktig faktor.
- Kunskap hos byggherrarna för att veta hur man ska sätta ramarna för att kunna handla upp det på rätt sätt.

Denna workshop samt SBUF-rapport är ett viktigt steg för att höja kunskapen.