

MAt i Cirkulära RObusta system

MACRO är ett Vinnovafinansierat aktörsöverskridande projekt med målsättningen att skapa förutsättningar för införande av sorterande avloppssystem i storstad och omvandlingsområden.

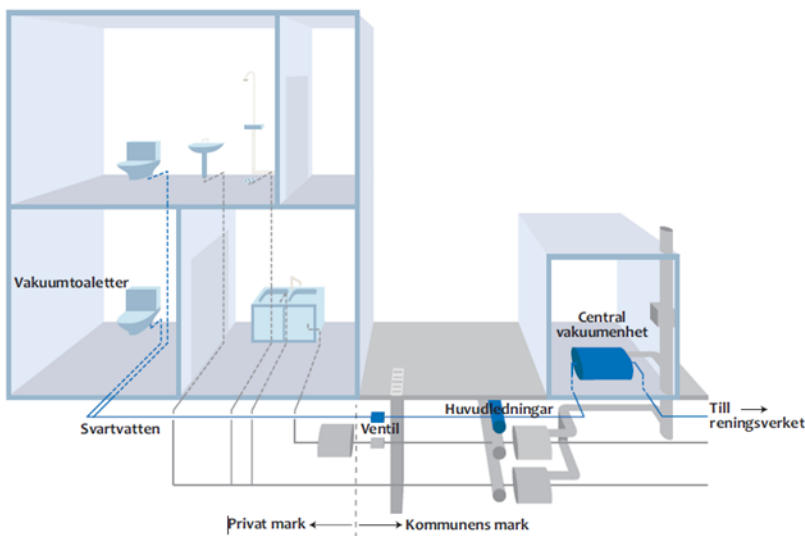


Bild försättsblad: Principskiss över vakuumtoalettsystem.
Illustration: Erik Nylund, Visualize that.
Med tillstånd att publicera.

2018-10-11

Vägledning vid val av system för transport av källsorterade avloppsfraktioner

Erik Kärrman

Helena Mårtensson

Mathias von Scherling

Helene Sörelius

Parter i delarbetspaketet:

RI
SE



Om projektet

Projektet MACRO syftar till att stimulera innovation hos både kommuner och teknikleverantörer samt innovation kring produkter och tjänster kopplat till sorterande system för samhällets organiska restprodukter.

Projektet MACRO kommer bidra till att fylla kunskapsluckor avseende både teknik och organisation. Genom MACRO skapas fler möjligheter för svenska aktörer att utveckla spetskunskap inom området vilket ökar möjligheterna för Sverige att positivt bidra till utvecklingen av framtidens hållbara städer.



Innehåll

<u>1. Inledning</u>	4
<u>1.1 Bakgrund</u>	4
<u>1.2 Syfte och avgränsningar</u>	5
<u>1.3 Metod</u>	5
<u>2. Hållbarhetskriterier för val av system</u>	7
<u>2.1 Val av kriterier</u>	7
<u>3. System för transport av källsorterade avloppsfraktioner</u>	11
<u>3.1 Sluten tank med hämtning</u>	12
<u>3.2 Konventionellt rörsystem med självfall</u>	13
<u>3.3 Lågtryckavloppssystem (LTA)</u>	14
<u>3.4 Vakuumsystem</u>	16
<u>3.5 Sammanfattning transportsystem</u>	17
<u>4. Erfarenhetsåterföring utifrån projektfaser och projektexempel</u>	20
<u>4.1 Projektexempel</u>	20
<u>4.2 Projektfaserna</u>	26
<u>4.3 Utredning</u>	26
<u>4.4 Projektering</u>	27
<u>4.5 Upphandling</u>	Fel! Bokmärket är inte definierat.
<u>4.6 Utförande</u>	32
<u>4.7 Drift och underhåll</u>	33
<u>5. Sammanfattande slutsatser</u>	38
<u>6. Källförteckning</u>	39
<u>Bilaga 1: Frågor & svar från studiebesök hos NSVA och Höganäs kommun 2018-04-18</u>	41

1. Inledning

1.1 Bakgrund

På senare tid har intresset ökat för källsortering av avlopp för att få till ett bättre kretslopp för ren växtnäring. Denna rapport som fokuserar på VA-ledningssystem ingår i forskningsprojektet MACRO (MA i Cirkulära och RObusta system) som finansieras av Vinnova.

Transporten av sorterade fraktioner ställer andra krav på systemen än vad konventionellt spillvatten från hushåll gör för att i slutändan ge en bra kretsloppsprodukt.

Avloppsfraktioner kan delas upp på många olika sätt. Framförallt när det gäller hanteringen av dagvatten finns det många olika sätt som det hanteras (till exempel avledning i separata eller kombinerade system eller lokalt omhändertagande). I detta dokument förutsätts dock avlopp med hydrologiskt ursprung (dag- och dränvatten) hanteras på annat sätt om det inte specifikt nämns. Vissa transportsätt kan vara förenade med visst tillskottsvatten på grund av felkopplingar och läckage.

En vanlig uppdelning av hushållspillvattnet görs ofta i svartvatten (avlopp från toaletter) och gråvatten (övrigt avlopp).

Urinsortering av svartvatten har också testats. På 1990-talet byggdes relativt många ekobyar och miljöhus. På senare år har urinsortering huvudsakligen installerats i fastigheter med enskilda avlopp och då framförallt i kommuner som har en policy för att de enskilda avloppen skall vara kretsloppsanpassade, t.ex. Tanums kommun. (Jönsson m.fl. 2013)

Det har blivit allt mer vanligt att separat hantera matavfall från köksavfallskvarnar (KAK). P.g.a. nedbrytning på ledningsnätet och förorening av KAK-fraktionen har man i regel velat förkorta transportlängder samt hålla fraktionen separerad från övrigt avlopp. T.ex. har man i H+-området i Helsingborg valt att transportera matavfallet med ett LTA-system.

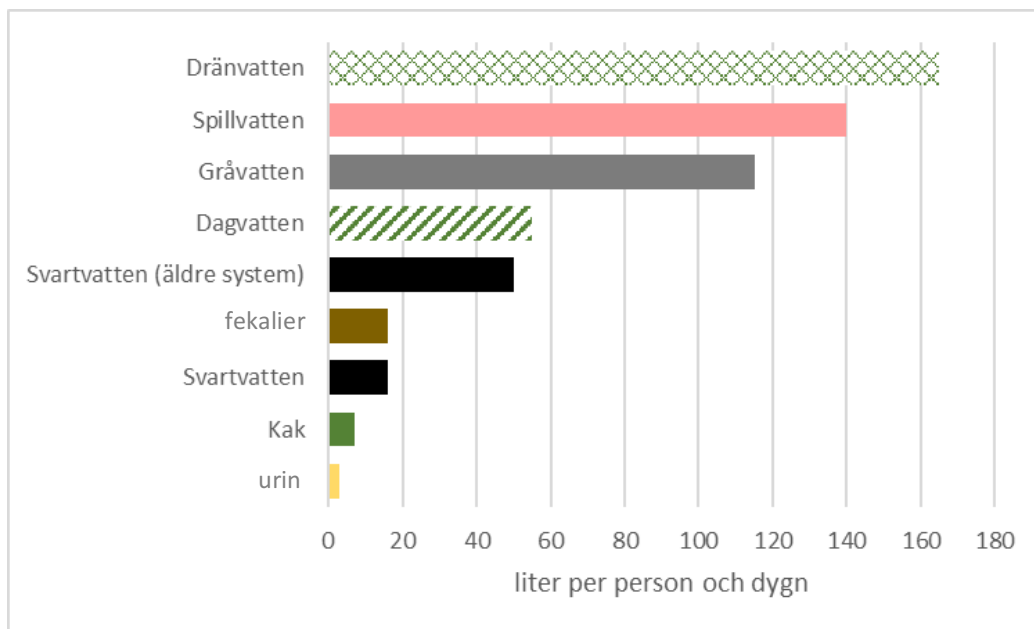
I [Figur 1](#) nedan visas olika avloppsfraktioner och deras ursprung.

FRÅN	TOALETT	BAD/DUSCH	TVÄTTSTUGA	KÖK	STUPRÖR	DRÄNERING
Benämning	Spillvatten				Dagvatten	
	Klosettwater	Gråvatten				
Fraktion	Urin	Fekalier	Bad-, disk- och tvättvatten	Matavfall, KAK	Dagvatten	Dränvatten

Figur 1. Olika avloppsfraktioner från fastigheter. Dagvatten förutsätts hanteras separat från hushållspillvatten. Syfte och avgränsningar.

De totala mängderna avlopp som behöver transporteras varierar mycket beroende på vilken fraktion det handlar om. I [Figur 2](#) visas en typisk vattenmängd per avloppsfraktion. Flöden från urin, fekalier,

klosettvattnen och KAK har tagits från Kärman, m.fl. (2003). Spillvattenmängd har tagits från P110 (Svenskt Vatten, 2016). Dag- och dränvatten har beräknats utifrån en avrinnande regnmängd på 500 mm/år på en villa med 100 m² tak, 500 m² tomt och 2½ personer. Gråvatten har beräknats som skillnaden mellan spillvattenmängd och svartvatten från ett blandat område. Mängden vatten påverkar lämpligt transportsätt då det såväl är ett transportmedium som en energikrävande komponent i avloppsmängden.



Figur 2. Illustrativ vattenmängd per avloppsfraktion per dygn och person.

1.2 Syfte och avgränsningar

Denna rapport syftar till att ge en vägledning vid val av VA-ledningssystem när beslut har tagits att välja ett källsorterande avloppssystem. Ett annat syfte är att översiktligt beskriva olika system för transport av de källsorterade fraktionerna.

Arbetet riktar sig till stadsplanerare, VA-huvudmän och handläggare på miljökontor avseende hur transporten av sorterade avloppsfraktioner till vidare behandling bäst anordnas.

Då avfall från matavfallskvarnar i vissa projekt samlats in via ledningar behandlar rapporten även denna fraktion, även om den inte traditionellt faller under begreppet avlopp.

Då antalet källsorterande avloppssystem anslutna till den allmänna VA-anläggningen i Sverige och Europa idag fortfarande är litet blir denna skrift en sammanställning av erfarenheter, goda och dåliga, från de system som finns tillgängliga och som håller på att byggas i full skala idag.

1.3 Metod

Som utgångspunkt och struktur för arbetet har hållbarhetskriterier tillämpats. Processen för val av kriterier ges i kapitel 2. Ett examensarbete som studerat kriterier för hållbarhet för transport av källsorterade avloppsfraktioner (Tanskanen 2018) sammanfattas.

Olika systemlösningar för transport av källsorterade avloppsfraktioner – sluten tank, självfallssystem, LTA-system och vakuumsystem – beskrivs översiktligt i kapitel 3 och analyseras med avseende på valda hållbarhetskriterier.

Kapitel 4 ger praktiska tips utifrån projektfaserna projektering, upphandling, utförande och drift med referens i de projekterfarenheter som finns i Sverige kring källsorterande avloppssystem. För- och nackdelar med de olika systemvalen utifrån källsorterad fraktion och transportsystem diskuteras i slutet av kapitlet. Erfarenheterna har inhämtats via intervjuer med bland annat NSVA (Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp), Helsingborgs stad, Munga i Västerås kommun, Skärlinge samfällighet i Nynäshamns kommun och Skogaberg i Göteborgs Stad. Även Höganäs kommuns VA-avdelning har besökts med anledning av deras vakuumsystem för spillvatten, även om detta system inte är källsorterande.

2. Hållbarhetskriterier för val av system

2.1 Val av kriterier

Då syftet med att införa källsorterande avloppssystem är ett hållbart resurscirkulerande system bör man säkerställa att de tre klassiska kategorierna av hållbarhet; den miljömässiga, den sociala och den ekonomiska hållbarheten, finns representerade bland utvärderingskriterierna. Kategorin social hållbarhet innefattar såväl attityder, beteenden som organisation.

Här har Urban Water programmets indelningsgrund för identifiering och kategorisering av hållbarhetskategorierna för ledningsnät för källsorterade avloppsfraktioner valts eftersom den utgår ifrån VA-områdets specifika utmaningar och behov (Malmqvist m.fl. 2006). Enligt indelningen ska förutom de tre klassiska hållbarhetskategorierna också ytterligare två kategorier beaktas, nämligen teknisk funktion samt hälsa och hygien.

Ett omfattande arbete har gjorts i Tanskanen (2018) där ett antal utvärderingskriterier har identifierats som viktiga för bedömning av ett ledningsnät för källsorterade avloppsfraktioner för en fallstudie med ett källsorterande LTA-system i Munga i Västerås kommun. Dessa kan ses i tabell 1, samt i avsnittet som följer. Det är dock viktigt att den som ska använda beslutsstödet själv funderar igenom vilka kriterier som kan vara av intresse och relevans i det aktuella fallet. Urvalskriterierna i tabellen ska därför ses som ett förslag. Det är också viktigt att de utvalda kriterierna är applicerbara på alla de system/alternativ som ska jämföras, om inte föreslås att man plockar bort eller modifierar listan på kriterium så det passar bättre med det aktuella fallet.

Tabell 1. Utvalda utvärderingskriterier för hållbarhetsbedömning av ledningsnät för källsorterade avloppsfraktioner (Tanskanen, 2018).

Kategori	Förklaring	Kriterium	Enhet
Miljö och resurs-hushållning	Att utsläppen till miljön blir så små som möjligt, att systemet är resurssnålt och i så stor utsträckning som möjligt återför nyttiga resurser	Primär energiförbrukning vid drift	kWh
		Gödningskvalitet på slutprodukt	kvalitativ
		Hur lätthanterlig slutprodukten är som gödningsmedel	kvalitativ
Social hållbarhet	Att de organisatoriska förutsättningarna är överskådliga och att systemets användare uppskattar systemet och kan hantera det	Utbildningsbehov för driftpersonal och brukare	kvalitativ
		Driftbehov för hushållet	kvalitativ
		Risk för översvämning	kvalitativ

Kategori	Förklaring	Kriterium	Enhet
Ekonomi	Att kostnaderna kan accepteras av de som ska betala	Investeringskostnader	SEK
		Driftkostnad	SEK
Teknisk funktion	Att systemen är både robusta och flexibla nog att hantera förändringar i omvärlden	Flexibilitet för ombyggnation	kvalitativ
		Driftbehov för VA huvudmannen	kvalitativ
		Risk för haveri	kvalitativ
Hälsa och hygien	Att systemet eller anläggningen inte förorsakar infektionssjukdomar	Risk för smittspridning	kvalitativ

I följande stycken går kriterium inom hållbarhetskategorierna igenom.

Kategori 1. Miljö och resurshushållning

För kategorin miljö och resurshushållning har tre utvärderingskriterier valts ut; primärt energibehov för drift, gödselkvalitet på slutprodukt samt hur lätthanterlig slutprodukten är som gödningsmedel.

Kriterium 1.1 Primärt energibehov

För att kunna beräkna det primära energibehovet bedöms mängden avloppsvatten som förväntas flöda genom systemet, dess hastighet samt avståndet som vattnet ska transporteras utgöra viktiga påverkansfaktorer. I Tanskanen (2018) kan ses exempel på hur det primära energibehovet kan beräknas för ett antal olika system av ledningsnät för källsorterade avloppsfraktioner.

Kriterium 1.2 och 1.3 Gödselkvalitet på slutprodukt och hur lätthanterlig slutprodukten är som gödningsmedel

De två kriterierna gödselkvalitet på slutprodukten samt hur lätthanterlig slutprodukten är som gödningsmedel är båda kvalitativa kriterier. Enligt Tanskanen (2018) är det koncentrationerna av fosfor och torrsbstans i avloppsvattnet som avgör dessa båda kriterier eftersom koncentrationerna påverkar både kvaliteten och mängden gödningsmedel som slutprodukten ger upphov till. En torrare produkt är lättare att hantera. Näringsinnehållet är givetvis också avgörande. Olika transportsätt påverkar förstås vattenmängden. Huruvida fraktioner behandlas separat påverkar också vilken näringskoncentration man kan få i kretsloppsprodukten.

Tanskanen (2018) presenterar hur man kan beräkna kriterium 1.2 och 1.3 samt lämpliga betygsgränser.

Övriga förslag på kriterier inom Miljö och resurshushållning

En annan aspekt inom denna kategori är om det finns risk för att slutprodukten förorenas, till exempel av tungmetaller från dagvatten.

Går det att bli av med kretsloppsprodukten? Finns det avtal med jordbrukare. Utan möjlighet till avsättning blir miljö och resurshushållningen dålig.

Kategori 2. Social hållbarhet

Denna kategori handlar om attityder och beteende hos brukare och driftpersonal samt om organisatoriska frågor samt myndighets- och lagkrav.

För att kunna bedöma den sociala hållbarheten för systemen har tre kriterier valts ut; utbildningsbehov för drift och brukare, driftbehov för hushållet och risk för översvämning.

Kriterium 2.1 Utbildningsbehov för driftpersonal och brukare

Kriteriet Utbildningsbehov för driftpersonal och brukare är ett kvalitativt kriterium och bedöms genom ett antal sub-kriterier definierade i Tanskanen (2018):

- ✓ Behov av vägledning för att implementera och hantera installationen av systemet
- ✓ Behov av vägledning för att använda/hantera systemet korrekt
- ✓ Antal nya moment som användning/drift innefattar
- ✓ Komplexitet i den driftorganisation som krävs
- ✓ Behov av insats som krävs för att implementera systemet

En sammanvägd bedömning görs av systemets prestation med avseende på alla kategorier ovan. Bedömningen ligger till grund för vilket betyg som systemet får.

Kriterium 2.2 Driftbehov för hushållet

Kriteriet driftbehov för hushållet bedömer systemets driftbehov inom fastighetsgränsen. De systemkomponenter som bedöms i behov av drift inom fastighetsgränsen är:

- ✓ Hushållets avloppssystem
- ✓ Eventuell uppsamlingstank
- ✓ Eventuell anslutning för tankbil
- ✓ Toalettens utformning

Kriterium 2.3 Risk för översvämning

För att kunna bedöma risken för översvämning måste både sannolikheten och konsekvensen av att det inträffar först beräknas. Vidare bedöms översvämning kunna ske vid tre olika punkter längs med ett ledningsnät för källsorterande avloppsfraktioner (Tanskanen, 2018):

- ✓ I hushållets avloppssystem genom stopp
- ✓ I ledningen/uppsamlingstanken: genom stopp
- ✓ I pumpen/vakuumbstationen/uppsamlingsbil: genom felaktig drift/stopp i pumpen

För vart och ett av de tre punkterna beräknas alltså risken för översvämning genom att multiplicera sannolikheten att något inträffar med dess konsekvens. Konsekvensen bedöms utifrån hur många som kan tänkas bli drabbade av en översvämning.

Övriga tänkbara kriterium inom social hållbarhet

Kräver lösningen åtgärder som inte alltid ses som estetiska eller praktiska. Till exempel: finns det snygga vakuumpoletter? Har tanken fula lock i trädgården? Buller från trafik eller till exempel vakuumsystem.

Kategori 3. Ekonomi

Den ekonomiska hållbarheten av ett system bedöms genom att studera de två kriterierna investeringskostnad och driftkostnad (tabell 1).

Kriterium 3.1 Investeringskostnad

Investeringskostnaden (K_{invest}) kan beräknas med hjälp av annuitetsmetoden (Ekvation 3.1).

$$K_{invest} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n + 1} K_{anlagg} \quad \text{Ekvation 3.1}$$

Hänsyn tas då till anläggningskostnaden för systemet (K_{anlagg}), dess livslängd (n) samt en lämplig kalkylränta (i) % (Nilsson & Persson, 1990). Uppgifter om anläggningskostnader för ett ledningsnät för källsorterande avloppsfraktioner går bl.a. att finna i Urban Waters verktyg för hållbarhetsbedömning för VA i bebyggelsegrupper (VeVa, 2018) samt via VA-guidens rapport Marknadsöversikt (2016).

Kriterium 3.2 Driftkostnad

För kriteriet driftkostnad ska systemet värderas utifrån kostnaden att hålla systemet i drift. I fallet med ett ledningsnät för källsorterande avloppsfraktioner bedöms detta utgöra kostnader i samband med energiförbrukning och underhåll.

Övriga tänkbara kriterium inom ekonomi

Vid nybyggnationer – finns det byggherrar och entreprenörer som vill genomföra projektet?

Kategori 4. Teknisk funktion

Teknisk funktion bedöms genom de tre kriterierna flexibilitet för ombyggnad, driftbehov för VA-huvudman samt utifrån risken för haveri.

Kriterium 4.1 Flexibilitet för ombyggnad

Flexibiliteten för ombyggnad består i sin tur av fem sub-kriterier som bedöms på en femgradig skala mellan väldigt låg till väldigt hög:

- ✓ Konsekvens av minskad mängd avloppsvatten
- ✓ Konsekvens av ökad mängd avloppsvatten
- ✓ Möjlighet att omlokalisera behandlingen av avloppsvatten
- ✓ Delkomponenters möjlighet att fungera oberoende av varandra
- ✓ Komplexitet i att lägga till/ta bort en ledningsförbindelse

En sammanvägd bedömning görs av systemets prestation med avseende på alla kategorier ovan. Bedömningen ligger till grund för vilket betyg som systemet får.

Kriterium 4.2 Driftbehov för VA-huvudman

Driftbehov för VA-huvudman bedömer behovet av drift i systemet inom VA-huvudmannens ansvarsområde (till skillnad från driftbehov för brukare som redovisats under avsnittet om social hållbarhet). De systemkomponenter som bedömts behöva driftas inom VA-huvudmannens ansvarsområde är:

- ✓ Huvudledningen
- ✓ Eventuella LTA-pumpar
- ✓ Eventuell pumpstation

- ✓ Eventuell vakuumstation

Kriterium 4.3 Risk för haveri

Kriteriet risk för haveri utvärderas genom en kvalitativ riskbedömning där risk bedöms som en produkt av sannolikhet och konsekvens av att en systemkomponent havererar.

Förslag på systemkomponenter att beakta är:

- ✓ Toaletten – risk för stopp
- ✓ Hushållets ledningsnät – risk för stopp
- ✓ Huvudledning/ uppsamlingstank – risk för läckage
- ✓ Pump/vakuum station/ uppsamlingsbil – haveri

För vart och ett av systemkomponenterna beräknas alltså risken för haveri genom att multiplicera sannolikheten att något inträffar med dess konsekvens.

Övriga tänkbara kriterium inom teknisk funktion

Är tekniken sedan tidigare testad i kommunen? Finns det bra leverantörer på marknaden för systemet. Går det att få tag i reservdelar?

Kategori 5. Hälsa och hygien

Kriterium 5.1 Risk för spridning av infektionssjukdomar

För att kunna bedöma huruvida ett ledningsnät för källsorterande avloppsfraktioner utgör någon risk för uppkomst eller spridning av infektionssjukdomar behöver exponeringsvägar analyseras så väl som produkten mellan risk och konsekvens utvärderas.

Där exponeringsvägar för användare anses kunna vara:

- ✓ Toaletten – exponering vid användning eller rengöring
- ✓ Ytvatten – okontrollerat utsläpp från systemet
- ✓ Intag av grödor – ohygieniskt gödningsmedel

Samt för drift och underhållspersonal:

- ✓ Toaletten – exponering vid drift och underhåll
- ✓ Tank/ledningsnätet – exponering vid drift och underhåll
- ✓ Uppsamlingsbil/pump/vakuumstation – exponering vid drift och underhåll

Övriga tänkbara kriterium inom hälsa och hygien

Samtliga aktuella transportsystem för avlopp i denna rapport får dock konstateras uppfylla krav på hälsa och hygien varför detta egentligen inte är något att väga in vid systemval.

3. System för transport av källsorterade avloppsfraktioner

De olika avloppsfraktionerna kan transporteras på olika sätt för vidare behandling. Transporten kan delas upp på följande sätt.

- ✓ Sluten tank med hämtning
- ✓ Konventionellt rörledningssystem med självfall
- ✓ Lågtryckavloppssystem (LTA)

- ✓ Vakuumsystem

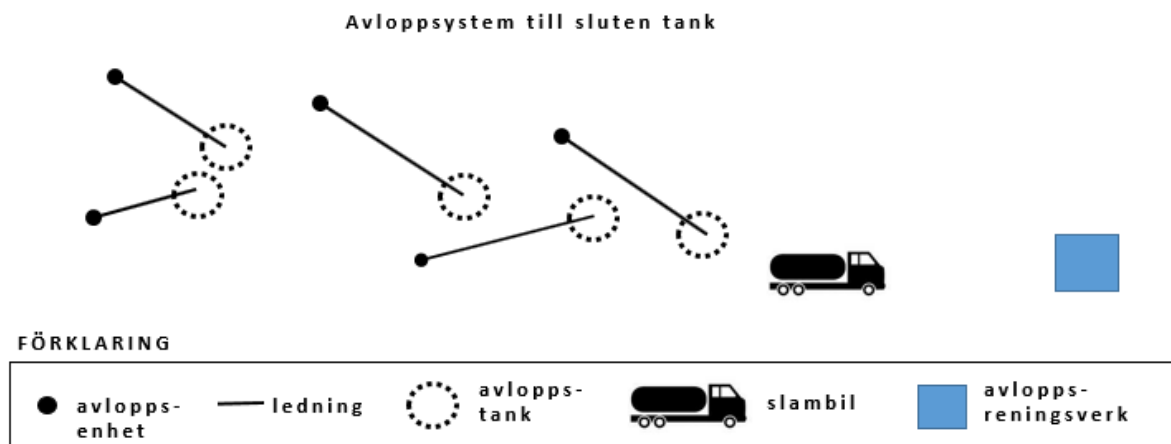
Nedan görs en genomgång av transportsätten. Följande aspekter beskrivs på en översiktlig nivå:

- ✓ Vad innebär systemet?
- ✓ Hur fungerar det?
- ✓ Hur utformas det?
- ✓ Ingående komponenter.
- ✓ Vilka förutsättningar gäller för att systemet ska gå att tillämpa?
- ✓ Erfarenheter.

I avsnitt 3 återfinns mer detaljer om systemen. Under varje systembeskrivning analyseras hållbarhetskriterier enligt avsnitt 2.

- ✓ Miljö
- ✓ Social hållbarhet
- ✓ Ekonomi
- ✓ Teknisk funktion
- ✓ Hälsa och hygien

3.1 Sluten tank med hämtning



Figur 3. Schematisk beskrivning av avloppssystem till tank.

Beskrivning

Från hushållet leds avloppsfraktioner till en eller flera tankar. Ofta leds avloppsfraktionerna med självfall men också vakuum eller pumplösningar är möjliga. Tanken kan vara enskild eller samfälld.

Denna lösning är vanlig i sommarstugeområden där äldre avloppslösningar som utedass eller trekammarbrunnar inte är tillåtna på grund av små tomter och närhet till enskilda vattentäkter. I och med att extra tanktömningar är dyrt finns det incitament för fastighetsägaren att minimera vattenvolymer.

I Munga utanför Västerås har enskilda tankar för svartvatten letts till en för området gemensam tank som sedan transporteras till en lokal hygieniseringsanläggning innan spridning sker på åkermark.

I Tanums kommun sker urinsortering i kombination med spridning på åkermark.

Underlag för beslutsstöd

Miljö och resurshushållning. Tillämpning av systemet ökar transportererna inom området.

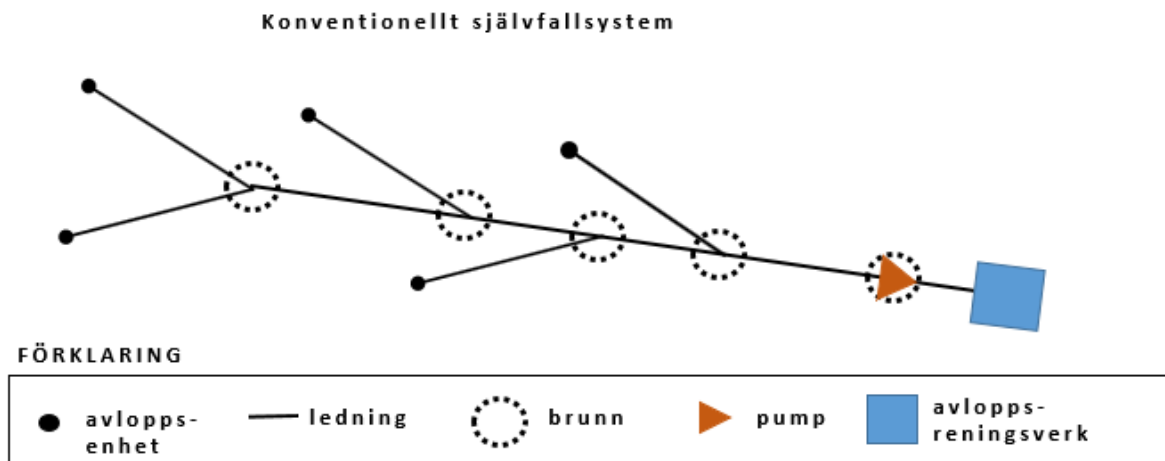
Social hållbarhet. Medför direkta kostnader för fastighetsägaren baserat på vattenanvändning vilket kan medföra en minskning av vattenförbrukningen.

Ekonomi. Tanken är ofta en del av fastighetens ansvar och är således ingen betungande del för va-huvudmannen.

Teknisk funktion. Det finns egentligen inga hinder för systemet. Begränsningar av tung trafik kan vara en aspekt. Det är viktigt att det finns vägutrymme för tankbil samt att anslutning med sugslang är utformat på rätt sätt. Då det ofta är önskvärt att förlägga tanken under mark kan lösningen vara svår att tillämpa i områden med mycket berg eller där grundvattennivåerna ligger högt på grund av risken för uppflytning av tanken.

Hälsa och hygien. Systemet uppfyller krav på hälsa och hygien. Ofta är krav på nivåvakt ett skydd mot oavsiktliga översvämningar.

3.2 Konventionellt rörsystem med självfall



Figur 4. Schematisk beskrivning av självfallssystem

Beskrivning

Ett självfallssystem drivs av gravitationen och avloppsvattnet rinner från den högsta punkten (fastighetsägarens toalett) till den lägsta punkten (avloppsreningsverket). För att ett konventionellt självfallssystem inte ska bli för djupt i flacka områden kan pumpning av avloppsvattnet krävas genom en eller flera pumpstationer på väg till avloppsreningsverket. Rörsystemet utförs vanligtvis i plast eller betong. Brunnar sätts in vid varje riktningförändring i plan eller höjd och vid förgreningar, eller minst var 100:e meter på raksträckor med jämt fall utan förgreningar, för att möjliggöra underhållsspolning. Självfallssystem är den äldsta typen av avloppssystem. Dimensioner på ledningsnätet brukar variera från 110/200 mm (i serviser/i huvudledningar) och uppåt.

Underlag för beslutsstöd

Miljö och resurshushållning. Självfallssystem innebär risk för in- och utläckage samt bräddning. I fallet med inläckage späds avloppsvattnet ut och medför ökad energiförbrukning för transport och rening och sämre rening. I det fall avloppsvatten läcker ut eller bräddas riskeras förorening av grundvatten, sjöar och andra recipienter. I det fall inga pumpstationer behöver anläggas för transport innebär systemet dock ett nyttjande av ”gratis energi” för transport.

Social hållbarhet. Systemet är vanligt och behöver inte motiveras för vare sig brukare eller driftpersonal. Det är inte ovanligt att otillåtna anslutningar av takvatten eller dränering görs på fastighetssidan i samband med till exempel renoveringar.

Ekonomi. Då djup ledningsförläggning inte är önskvärd på grund av kostnad och åtkomlighet kan pumpstationer behöva anläggas för att lyfta vattnet. I och med att ett långsgående fall kan dyra kostnader tillkomma för sprängning ifall det finns berg längs sträckningen.

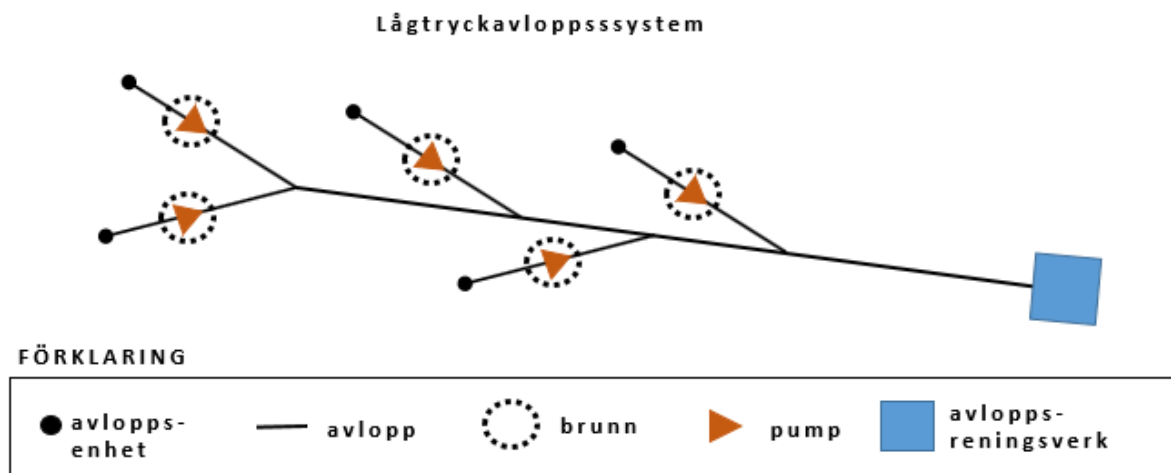
Teknisk funktion. Systemet dimensioneras för att klara maximalt uppskattat avloppsflöde med marginal.

Det är också viktigt att tillräckligt dygnsmaxflöde uppkommer för att med befintlig ledningslutning kunna hålla ledningen ren från sediment och uppnå så kallad självrensning. För källsorterade avloppsfraktioner med ”tjockare” vatten som t.ex. enbart svartvatten eller KAK är det sannolikt än mer viktigt med en tillräcklig lutning då det såväl är procentuellt större andel sediment som lägre toppflöden per dygn.

Det är inte ovanligt att olämpliga saker hamnar i avloppet. Dels genom nedspolning i toalett men också kan det handla om grus som kommit in från dräneringar eller andra otillåtna anslutningar.

Hälsa och hygien. Om avloppsvatten läcker ut eller bräddas finns risk för förorening och smittspridning.

3.3 Lågtryckavloppssystem (LTA)

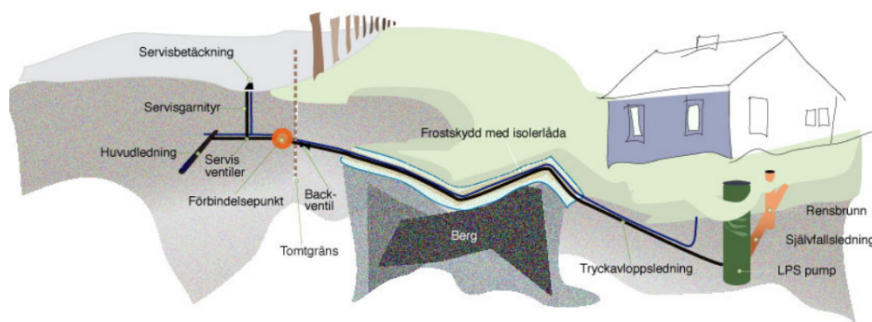


Figur 5. Schematisk beskrivning av lågtryckavloppssystem.

Beskrivning

Ett lågtrycksavloppssystem innebär att flera mindre pumpstationer, oftast från enskilda fastigheter, matar in på ett gemensamt system. Då systemet är trycksatt finns inga behov av att ha en långsgående ledningslutning utan ledningen kan följa marknivåerna på frostfritt djup. Förläggningsdjupet blir därför grundare, särskilt ifall man väljer att isolera ledningen.

LTA är en lösning då självfall inte är möjligt eller för kostsamt, t ex. i flackaområden och områden med berg. Ledningsdimensionerna i ett LTA-system är betydligt mindre än för ett traditionellt självfallssystem (från 40-110 mm mot från 110 mm och uppåt).



Figur 6. Principskiss över LTA-system. Med tillstånd att publicera från Skandinavisk kommunalteknik.

Ett lågtrycksavloppssystem består av:

- ✓ Tank
- ✓ Pumpar. Pumparna har ofta tuggfunktion vilket finfördelar materialet.
- ✓ Elenhet
- ✓ Tryckavloppsledning i mindre dimensioner

LTA-system är kommit att bli ett vanligt alternativ i omvandlingsområden där tidigare fritidsbebyggelse ansluts till kommunalt vatten och avlopp.

Underlag för beslutsstöd

Miljö och resurshushållning. Bättre kontroll och mindre tillskottsvatten medför en bättre kretsloppsprodukt och minskat energibehov för rening.

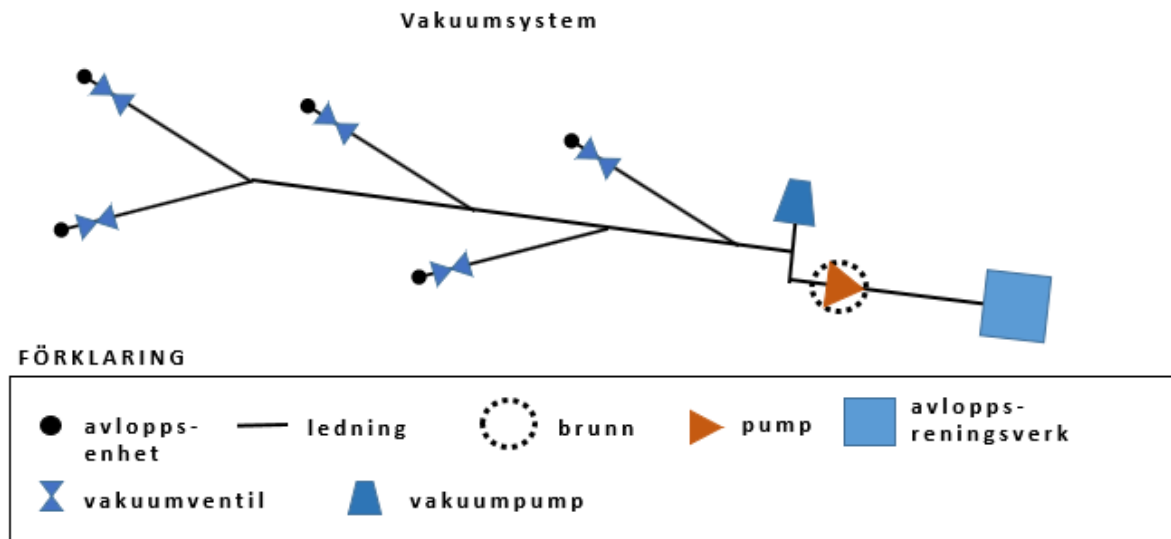
Social hållbarhet. LTA är relativt utbrett och acceptansen är stor hos brukare och driftpersonal.

Ekonomi. LTA är ofta ett ekonomiskt alternativ då läggningsdjupet blir litet och ledningsdimensionerna små. Driften och ägandet för pumpstationerna på fastigheterna hamnar på VA-huvudmannen.

Teknisk funktion. Då stora delar av systemet är trycksatt blir mängderna tillskottsvatten i systemet mycket små. De driftproblem som uppstår sker i regel vid pumpstationerna t.ex. om något olämpligt spolas ned i avloppet. Vid successiv utbyggnad kan problem uppstå då flödena är för låga och kan kräva att ledningssystemet underhållspolas. Stopp som uppstår inträffar ofta i den enskilda fastighetens pumpanläggning och drabbar inte övriga brukare.

Hälsa och hygien. Systemet uppfyller krav på hälsa och hygien.

3.4 Vakuumsystem



Figur 7. Schematisk bild över vakuumsystem.

Beskrivning

Ett vakuumsystem bygger på att avloppet transporteras i ett rörsystem där luftens atmosfärstryck används som energikälla genom att ett undertryck skapas i rörsystemet. Undertryck i systemet kan skapas med hjälp av ejektorpumpar och transport sker då en ventil öppnas. Transporten sker i två steg. Dels när ventil öppnas och luft trycks in i den vakuumsatta ledningen, dels när pumpen startar och skapar ett undertryck mot vakuumsstationen samtidigt som backventilen öppnas och avloppsvattnet pumpas in i stationen.

Systemet består av:

- ✓ Intagsenhet (toalett, tank eller brunn på ledningsnätet)
- ✓ Ventil vid intagsenhet
- ✓ Vakuumsledningsnät med transportfickor
- ✓ Backventil vid vakuumpump
- ✓ Vakuumpump

Långvarig erfarenhet finns från system i färjor och i flygplan. I Höganäs har man ett vakuumsystem som utgår från uppsamlingsstationer ute på ledningsnätet. Systemet har tyvärr en del problem med tillskottsvatten vilket medför att stationer hamnar i kö efter varandra då bara en kan sugas samtidigt. I Oceanhamnen i Helsingborg planeras insamling av svartvatten med vakuumsystem.

Vakuumsystemet kan vara en lösning då självfall inte är möjligt eller för kostsamt, t ex. i flacka och områden med berg. Vakuumsystemet läggs med lutning mot pumpstationen med upp till 10%. Efter en viss sträcka, 30–50 m, utförs en s.k. transportficka, där ledningen på en sträcka återtar förlorad höjd. Det innebär att lågpunkter skapas i ledningen där vattnet bildar pluggar, som luften inte kan passera utan att vattenpluggen också förflyttas. Återtagandet av höjd gör att förläggningsdjupet i regel kan bli grundare än ett konventionellt självfallssystem, särskilt ifall man väljer att isolera ledningen.

Underlag för beslutsstöd

Miljö och resurshushållning. Ett vakuumsystem hanterar i regel mindre mängder vatten vilket i slutändan ger en bättre kretsloppsprodukt. Mindre mängder vatten minskar såväl vattenförbrukning som transportbehovet och den energiförbrukning det innebär. Det är också lättare att åstadkomma en bra rening med en mindre utspädning.

Social hållbarhet. I vissa projekt har oro kring design och ljud varit ett problem. Då systemet inte är vanligt förekommande för avlopp så finns det ett utbildningsbehov av såväl brukare som driftpersonal.

Ekonomi. Vakuum är ofta ett ekonomiskt alternativ då lägningsdjupet kan bli mindre än för ett självfallssystem som måste ha ett kontinuerligt självfall. Kravet på transportfickor medför dock att ledningen inte helt kan följa terrängen. För att skapa undertryck i systemet behövs en vakuumanläggning som förstås både förbrukar energi och blir en anläggning som måste driftas.

Teknisk funktion. Vakuumsystem med uppsamlingsstationer på ledningsnätet är mer känsliga för att olämpliga saker hamnat i avloppet som kan orsaka stopp. För de vakuumsystem som är anslutna direkt till brukaren finns i regel högre kontroll av vad som hamnar i avloppsenheten och ett eventuellt stopp sker då ofta direkt hos brukaren eftersom den minsta rördiametern i ett vakuumsystem i regel sitter i toalettens utlopp.

Hälsa och hygien. Vakuumsystem kan orsaka luktproblem p.g.a. lufttransport och ett ofta koncentrerat avlopp. Vid långa uppehållstider kan svavelväte utvecklas i pumpstationer. Svavelväte är en giftig och korrosiv gas som luktar illa i lägre koncentrationer.

3.5 Sammanfattning transportsystem

Val av transportsystem hänger ihop med vilken avloppsfraktion som ska transporteras. Transporteras fraktionen separat eller tillsammans med andra fraktioner? Även hur den fortsatta behandlingen ser ut spelar in i valet av hur fraktioner samtransporteras men det utvecklas inte vidare i denna rapport. I tabell 2 visas teknisk genomförbarhet för olika system och fraktioner. Bedömningen kring varje fraktion hänger ihop med en separat transport av fraktionen. Vid samtransport – t.ex. KAK + grävatten – är bedömningen för den mest vatteninnehållande fraktionen den mest relevanta.

Tabell 2. Sammanfattande tabell över teknisk genomförbarhet för olika system och fraktioner.

System	Urin	Svart-vatten	Grå-vatten	KAK	Spill-vatten	Kommentar
Sluten tank	+	+	-	+	÷	Vid tanklösning är det viktigt att minimera de vattenvolymer som måste transporteras, varför grävatten och spillvatten är mindre lämpliga alternativ, men inte ovanliga alternativ, för sluten tank
Självfalls-system	+	-	+	-	+	Vid självfallslösningar är det viktigt med bra ledningslutning samt att tillräckligt finns för s.k. självrensning. För "tjockare"

						avloppsvatten kan högre självrensningsflöden än normalt krävas.
LTA	+	÷	+	÷	+	Fungerar för de flesta fraktioner. Vid stora system och små avloppsflöden behöver man säkerställa att tillräckligt flöde finns.
Vakuumsystem	+	+	÷	+	-	Vid vakuumsystem bör vattenvolymer minimeras
+	Bra lösning					
-	Rekommenderas ej					
÷	Fungerar men inte optimalt. Det kan också vara att det kan krävas vissa förutsättningar för att det ska fungera. T.ex. tillräcklig ledningslutning.					

Det kan också finnas hållbarhetsaspekter med systemen och förutsättningar som styr valet som visas i tabell 3.

Tabell 3. För- och nackdelar med olika system ur olika hållbarhetsaspekter.

För och nackdelar		+	-	Ev. begränsningar
Sluten tank	Slutet system Eventuell felanvändning upptäcks hos brukaren.		Transporter för tömning av tankar.	
Självfäll	Beprövad metod "Gratis energi" för transport så länge inte pumpstationer behövs.		Kostsamt med schakt eller behov av pumpstationer. Risk för sedimentation om inte tillräcklig lutning finns. Risk för problem med fett om köksavfall Risk för otillåtna anslutningar och inläckage.	
LTA	Beprövad metod Mindre ledningsdimensioner och grundare läggningsdjup. Eventuell felanvändning upptäcks hos brukaren.		Mindre flexibelt för framtida utbyggnad. Många anläggningar för va-huvudmannen att underhålla.	Hur fungerar det för fraktioner med mindre vatteninnehåll?

För och nackdelar +		-	Ev. begränsningar
	Ej beroende av självfall vilket ger mer flexibel ledningsdragnig.		
Vakuumsystem	<p>Små vattenmängder ger en bättre slutprodukt och sparar energi.</p> <p>Mindre ledningsdimensioner och grundare läggningsdjup.</p> <p>Ej beroende av självfall vilket ger mer flexibel ledningsdragnig.</p>	<p>Ny metod – få erfarenheter finns.</p> <p>Ljud, toalettdesign</p> <p>Mindre flexibelt för framtida utbyggnad.</p> <p>Ev. problem med svavelväte</p>	

4. Erfarenhetsåterföring utifrån projektfaser och projektexempel

4.1 Projektexempel

De fem projektexemplen som beskrivs nedan används för att illustrera de erfarenheter som finns kring systemvalen självfall, LTA och vakuum från kapitel 3 för projektfaserna **utredning, projektering, upphandling, utförande** och **drift och underhåll**.

Självfallssystem för svartvatten i Skogaberg, Göteborgs Stad

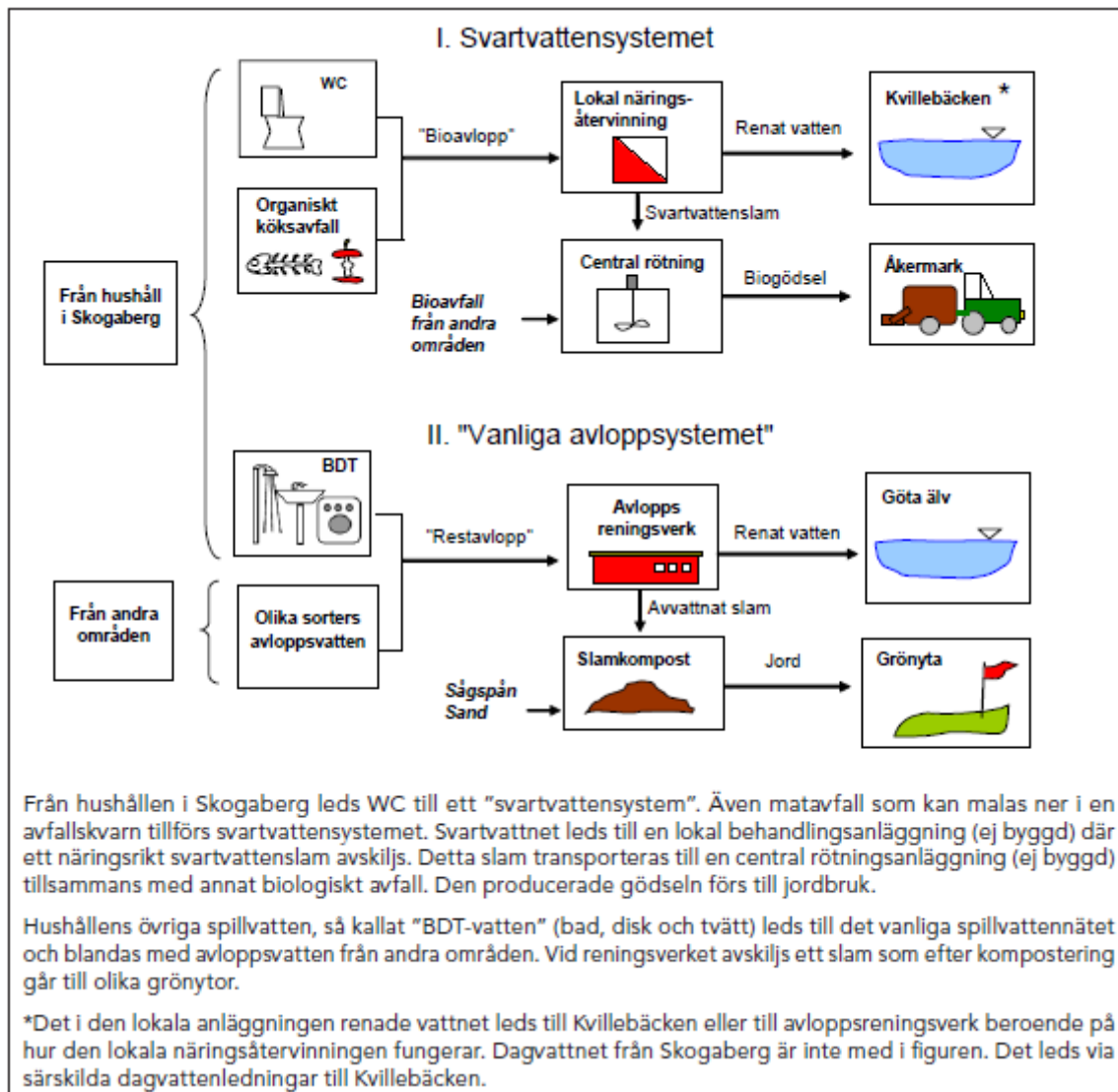
Skogaberg är ett bostadsområde i nordvästra Göteborg där 130 nya bostäder anslöts till ett källsorterande avloppssystem mellan 2002 och 2005. Ledningssystemet är ett självfallssystem som består av tre separata ledningar. En ledning för svartvatten (urin och fekalier) och matavfall, en ledning för gråvatten (BDT) och en ledning för dagvatten. Syftet med att bygga ett källsorterande avloppssystem var att återvinna näringsämnen till jordbruket.

Ett självfallssystem valdes eftersom området har en brant markprofil, vilket möjliggjorde en läggning med mellan 10 och 80 ‰ fall för det allmänna svartvattennätet. Det stora fallet på ledningsnätet minskade därmed risken för sedimentering och stopp i ledningsnätet, även om svartvattenfraktionen är tjockare än ett vanligt spillvatten med inblandning av gråvatten. Göteborgs Stad hade heller ingen tidigare erfarenhet av vakuumsystem och valde därför bort detta systemalternativ.

För att ytterligare bättra på självrensningen av systemet, för att undvika avloppsstopp, installerades dubbelspolande toaletter i samtliga lägenheter, med både en snålspolande volym på 2 liter per spolning och en större volym på 4 liter vatten per spolning. I villorna ställdes båda spolvolymerna in på 6 liter per spolning. Spolvolymen är en avvägning mellan att bibehålla ledningssystemets självrensande funktion och att få ett så koncentrerat svartvatten som möjligt för näringsåtervinning.

Svartvattenledningarna lades i materialet PP (polypropen) för att få så låg friktion som möjligt i ledningarna och för att motstå eventuella svavelväteangrepp. Ledningarna inne på tomtmark är i dimension 110 mm, ledningarna i gårdsgatorna, ut till det allmänna VA-ledningsnätet, är i dimension 160 mm och de allmänna svartvattenledningarna är i dimension 200 mm. Sträckan för det allmänna svartvattenledningssystemet är ca 800 m. För att ytterligare minska risken för stopp i svartvattenledningssystemet sattes fler spol- och nedstigningsbrunnar än normalt. (Karlsson m.fl. 2008).

Mer information om detta system finns att läsa i SVU-rapport 2008–10 Återvinning av näringsämnen ur svartvatten där även figur 8 är hämtad ifrån. (Karlsson m.fl. 2008)



Figur 8. Systemskiss över svartvattensystemet i Skogaberg jämfört med ett konventionellt spillvattensystem (Karlsson m.fl. 2008). Med tillstånd att publicera från Svenskt Vatten.

LTA-system för svartvatten i Munga, Västerås stad

Munga är en ort norr om Västerås i Västerås stad med 279 fastigheter som byggdes under 1940- och 1950-talet. Ca hälften av fastigheterna är åretruntbostäder. Området har stora tomter med enskilda avloppslösningar som latriner, markbäddar och slutna tankar. 2013 antog Västerås Stad en ny VA-policy som bland annat har som mål att om det är tekniskt och miljömässigt rimligt ordna avloppssystem med ett lokalt kretslopp av näringsämnen. 2015 togs beslut i Västerås Stads kommunstyrelse att Munga skulle tas in i verksamhetsområdet för VA och att VA-huvudmannen i Västerås kommun, Mälarenergi AB, skulle utreda teknisk lösning för detta. Efter utredning beslutade Mälarenergi AB att bygga ett källsorterande avloppssystem för området för återvinning av fosfor och kväve.

Systemet som valdes var ett system där svartvatten (urin och fekalier) gick i en separat ledning till en hygieniseringsanläggning (mellanlagring) för vidare användning som gödsel i lokala jordbruk. Systemet för transport av svartvattnet från fastigheterna till mellanlagringen är ett lätt tryckavloppssystem (LTA). Gråvattnet går i en separat ledning och renas i en gemensam markbaserad

reningsanläggning i Munga. (Kärroman m.fl. 2017). Mer information om detta system finns att läsa i SVU-rapport 2017-04 *Källsorterande system för spillvatten och matavfall*, avsnitt 5.2 (Kärroman m.fl. 2017).

LTA-systemet planeras vara färdigutbyggt 2018 och när fastigheter har börjat anslutas till systemet kommer systemet testas och utvärderas under drift för att utveckla systemet kring insamling och transport. Hos 10 fastighetsägare installeras utrustningen LPS-monitor (Skandinavisk kommunalteknik) vilken möjliggör fjärrövervakning av fastighetens LTA-enhet (pumpenhet för svartvatten). Testet ska samla in data om eventuella larm, start- och drifttider för pumparna, vattenförbrukning i fastigheterna, tryck i ledningsnätet, nivå i mellanlagringstanken och inspektion av ledningarna.

Frågor som testet ska svara på är bland annat:

- ✓ Hur mycket svartvatten genereras per person?
- ✓ Hur mycket gråvatten genereras per person?
- ✓ Är pumptiden längre jämfört med ett konventionellt LTA-system som pumpar både svart- och gråvatten tillsammans? Ökar pumptiden har mediet blivit trögare och risken för stopp i ledningssystemet kan öka.
- ✓ Hur bra fungerar självfallsledningen från hus till LTA-pumpenheten på fastigheten när vattenmängden är mindre jämfört med ett konventionellt system? Blir det ansamlingar i tanken?
- ✓ Hur varierar trycket i huvudledningsnätet?
- ✓ Vad blir den totala tillrinningen av svartvatten i förhållande till totalt antal anslutna fastigheter?

Undersökningen kommer preliminärt att utföras under hösten 2018 och resultat från arbetet sammanställs därefter av Mälarenergi som har ansvar för VA-verksamheten i Västerås stad.

LTA-systemet i Munga är det första i Sverige som installeras för ett källsorterat svartvatten. Hittills har det enbart använts för konventionellt spillvatten och matavfall.

Vakuumsystem för svartvatten i Oceanhamnen, Helsingborgs Stad

2013 fattade Helsingborgs stad beslut att införa ett källsorterande avloppssystem med tre separata ledningar för spillvatten vid namn ”tre rör ut” (för fraktionerna svartvatten, gråvatten och matavfall) i tre etapper av stadsrenoveringsprojektet H+. Området omfattar totalt 2100 personer, med både flerbostadshus och kontorslokaler. Oceanhamnen (etapp 1) byggs just nu och planerad inflyttning i denna etapp är första kvartalet 2020. För denna etapp är det allmänna VA-ledningsnätet nedlagt och slutbesiktigt medan fastigheternas VA-installationer väntar på att byggas. I tabell 4 visas hur fraktionerna i den allmänna avloppsanläggningen är uppdelade.

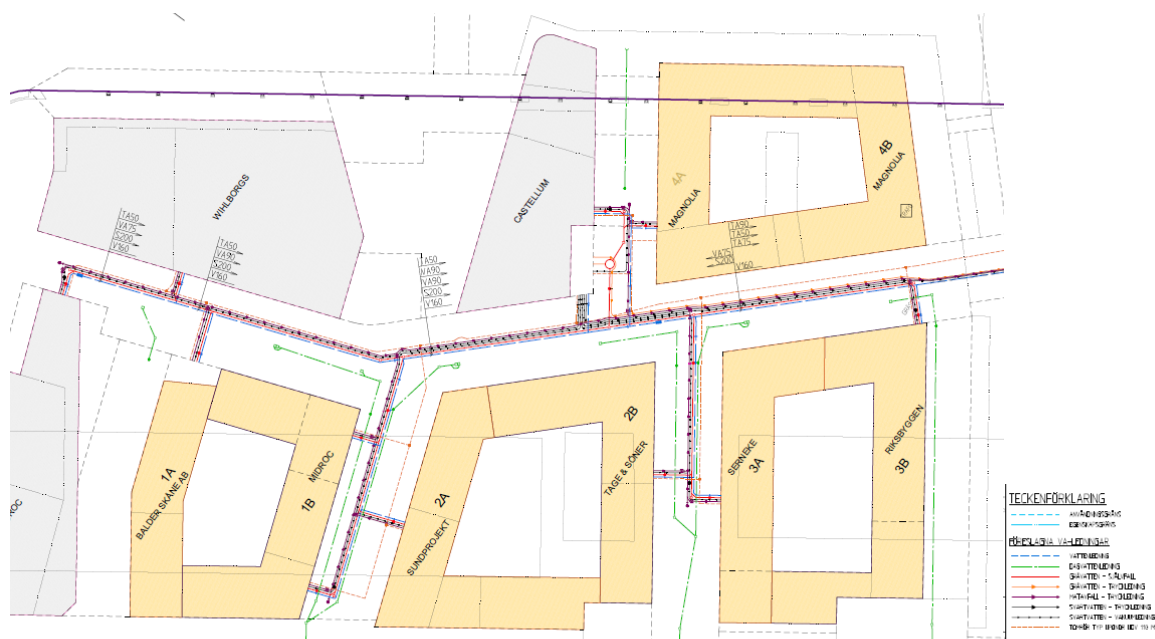
Tabell 4. Fraktionerna i det källsorterande avloppssystemet i Oceanhamnen i Helsingborg. Med tillstånd att publicera från Helsingborgs stad.

Avlopp	Fastighetsnivå	Ledningsnät
Svartvatten	vakuum	Vakuumledning till pumpstation, därefter LTA-ledning till ARV.
Matavfall	Köksavfallskvarn med självfall till källare. Där pump till LTA-ledning.	LTA-ledning
BDT	Självfall från fastighet till pumpstation.	Självfall till pumpstation, därefter tryckledning till ARV.

Svartvattnet i detta system består av urin och fekalier och ska tas om hand i ett nybyggt minireningsverk på avloppsreningsverket i Helsingborg – Reco Lab. Det minireningsverk som ska byggas för det källsorterade svartvattnet ska utvinna ca 95 % P (fosfor) och 80 % N (kväve). För att jämföra föregående siffror mot konventionellt avloppsvatten hamnar enligt ett nationellt medel från SCB (2016) 94% av P och 22% av N i avloppsreningsverksslammet i Sverige. Av detta slam är det endast 25% som återförs till produktiv jordbruksmark. På Öresundsverket i Helsingborg har man idag en högre slamåterförel till jordbruk än det nationella genomsnittet, 43 %. Reco Lab kommer även fungera som en forsknings- och utvecklingsanläggning.

Förutom att en större andel närsalter kan återvinnas blir även fraktionen mer lik ett mineralgödsel än vanligt avloppsslam. Energin från fraktionen kommer att tas tillvara i form av biogas och genom en värmepump. Produktionen av biogas uppskattas bli 65–70 % större än för vanligt avloppsslam. Producerad biogas ska sedan gå till en uppgraderingsanläggning inne på reningsverksområdet och därefter ut på gasnätet. Näringsämnen kommer främst att användas av lokala jordbrukare och inom Helsingborgs stad (Källa HK, NSVA via mejl 180508).

VA-systemet åskådliggörs i plan för hela Oceanhamnen, etapp 1, i figur 9 och en principritning i profil över invändig VA-installation åskådliggörs i figur 10.



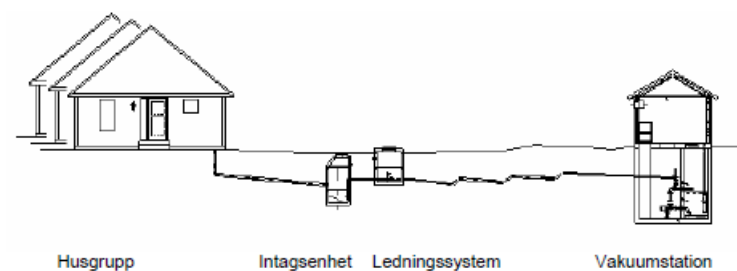
Figur 9. Vakuumsystemet i Oceanhamnen i plan. Med tillstånd att publicera från Helsingborg stad.

Endast svartvatten går till cisternerna och tömning av dessa sker veckovis under sommaren och med glesare mellanrum under resten av året. Gråvattnet går till samfällighetens egna reningsverk. Svartvattnet i systemet består av urin och fekalier som efter att de sugits med vakuüm till cisternerna idag körs till reningsverket i Södertörn. Slammet har tidigare spridits på åkermark efter mellanlagring som s.k. brunnen gödsel.

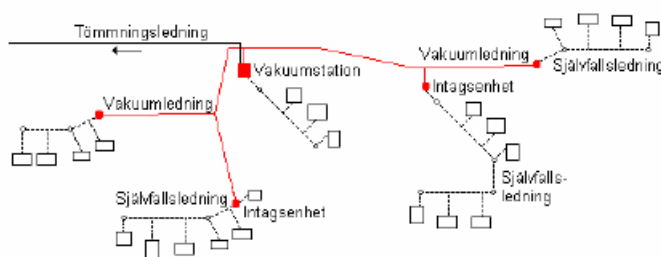
Vakuümsystem för spillvatten i Höganäs kommun (ej källsorterande)

I fyra orter, varav Jonstorp är den största, i Höganäs kommun (nordvästra Skåne) har vakuümsystem installerats för insamling av hushålls- och industrispillvatten. Systemet är uppdelat i fyra delsystem med vars en tillhörande pumpstation. Ledningsnätet för vakuümsystemet är totalt 7,5 km långt och ca 750 fastigheter är anslutna till systemet. Dimension på ledningarna är mellan 75 och 125 mm och materialet är PE (polyeten). Vakuümsystemet började byggas 1996 och den sista etappen slutfördes 2001. En principritning över vakuümsystemet i Höganäs kommun visas i figur 13.

Orsaken till att ett vakuümsystem valdes var delvis problem med höga vattennivåer och djupa schakter på grund av en flack terräng. Ett vakuümsystem har inga krav på långa sträckor med självfall. Från uppsamlingsbrunnar sugs vatten till nedströmsliggande pumpstationer genom att ventiler öppnas. Endast en ventil kan vara öppen i taget (då nivån i brunnen understiger stoppnivå kan nästa ventil öppnas). Undertryck skapas i systemet med ejektorpumpar.



Figur 1. Systembeskrivning, detalj i profil.



Figur 13. Vakuümsystem med självfall till intagsenhet (Olofsson m.fl. 2003). Med tillstånd att publicera från Svenskt Vatten och författarna.

Spillvattnet i detta system består både av svart- och gråvatten, dvs. urin och fekalier respektive BDT-vatten. Det sker ingen källsortering av spillvattnet i systemet utan spillvattnet transporteras med vakuüm till självfallsnätet för spillvatten och transporteras därefter via ett antal pumpstationer till reningsverket i Höganäs.

Systemet är med i denna rapport, även om det inte är källsorterande, för att bidra med värdefulla drifterfarenheter av vakuümsystem, som är ovanliga i det allmänna VA-ledningsnätet i Sverige. Mer

information om detta system finns att läsa i VA-Forskrappport 2003-49 Vakuumsystem i Höganäs (Olofsson m.fl. 2003).

4.2 Projektfaserna

De projektfaserna som denna erfarenhetsåterföring kring källsorterande avlopp görs utifrån återfinns i figur 14.



Figur 14. Projektfaserna utifrån vilka erfarenhetsåterföring för källsorterande avlopp görs.

4.3 Utredning

I projektfasen **utredning** görs systemvalet, dvs. vilken typ av ledningssystem ska väljas för de källsorterande avloppsfraktionerna, svartvatten och gråvatten. Systemval kan göras utifrån multikriterieanalys i avsnitt 2 eller utifrån andra urvalsmetoder, förutsättningar och erfarenheter. De olika systemvalen och kombinationer av dessa återfinns i kapitel 3.

Några av de viktigaste kriterierna för systemval utifrån projektexemplen i kapitel 4.1 återfinns i tabell 5.

Tabell 5. Kriterier utifrån projektexempel. * jämfört med konventionellt icke-källsorterande spillvattensystem

Kategori	Kriterium*	Självfalls-systemet i Skogaberget	LTA-systemet i Munga	Vakuumsystemet i Skärlinge	Vakuumsystemet i Höganäs
Miljö och resurshushållning	Hög näringsåtervinning.	X	X	X	
Miljö och resurshushållning	Låg energiförbrukning vid drift.	X			
Social hållbarhet	Hög acceptans hos brukaren för systemet	X			
Social hållbarhet	Utbildningsbehov för driftpersonal och brukare.		X	X	X
Social hållbarhet	Eget driftbehov för brukaren				
Social hållbarhet	Ökad risk för översvämning	X	X	X	

Kategori	Kriterium*	Självfalls-systemet i Skogaberg	LTA-systemet i Munga	Vakuumsystemet i Skärlinge	Vakuumsystemet i Höganäs
Ekonomi	Låg investeringskostnad		X	X	X
Ekonomi	Låg driftskostnad	X			
Teknisk funktion	Undvika djupa schakter		X	X	X
Teknisk funktion	Höga grundvattennivåer		X	X	X
Teknisk funktion	Långa avstånd		X	X	X
Teknisk funktion	Flack terräng		X	X	X
Teknisk funktion	Ökat drift- och underhållsbehov		X	X	
Teknisk funktion	Minskad flexibilitet vid ombyggnation		X		
Teknisk funktion	Ökad risk för haveri	X, ev. avloppsstopp p.g.a. sämre självrensning	X, ev. avloppsstopp p.g.a. sämre självrensning	X, ev. avloppsstopp p.g.a. sämre självrensning	X, p.g.a. fler delar som kan gå sönder i ett vakuumsystem
Hälsa och hygien	Ökad risk för smittspridning				

4.4 Projektering

Allmänt

När systemvalet är gjort och grundläggande data samlats in om området från detaljplaner, inmättningsdata, ledningsnätsdata för alla befintliga ledningar i området kan detaljprojekteringen påbörjas. I denna projektfas upprättas ett komplett förfrågningsunderlag som ligger till grund för upphandling av entreprenör för utförandefasen (förutsatt utförandeentreprenad).

Förfrågningsunderlaget består precis som för vanliga konventionella system av administrativa föreskrifter, tekniska beskrivningar, mängdförteckning, i den tekniska beskrivningen inarbetad MUR-rapport (markundersökningsrapport), ritningar i plan, profil och detaljer, m.m.

En allmän projekteringsanvisning likt P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten från Svenskt Vatten (2016), behövs både för dimensionering och projektering av LTA-system och vakuumsystem på det allmänna spillvattenledningsnätet.

Självfäll

Dimensioneringsanvisningar finns i publikation P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten från Svenskt Vatten (2016).

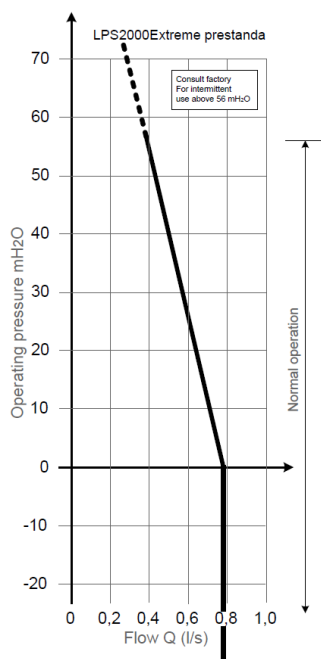
För att ledningsnätet ska vara självrensande (eventuellt sediment ska inte byggas upp och orsaka stopp) behöver en flödes hastighet som skapar tillräcklig skärspänning mot ledningsväggen uppstå åtminstone en gång per dygn. Då flödets hastighet är beroende av ledningens lutning behöver denna vara tillräckligt kraftig. Vid lutning på över 10 promille ligger man i regel på säkra sidan. Stockholm Vatten och Avfall tillämpar en minsta lutning på 6 promille i de mindre dimensionerna.

LTA

Vakuumledningar och lågtryckavloppsledningar behöver läggas på minst frostfritt djup eller isoleras alternativt förses med värmeslinga. Frostfritt djup varierar från 1,1 m i Skåne till 2,5 m i norr (Träguiden).

Då stora delar av systemet är trycksatt blir mängderna tillskottsvatten i systemet mycket små. Hastigheten på spillvattnet i ett LTA-system behöver vara minst 0,7 m/s en gång varje dygn för att systemet ska vara självrensande. Om detta krav inte går att uppfylla behöver underhållsspolning av systemet utföras kontinuerligt genom spolpost (EN1671:1997).

Maximal uppehållstid för spillvatten i systemet ska vara 8 timmar för att minska risken för svavelvätebildning. Ett exempel på en pumpkurva för en LTA-pump visas i figur 15. Pumpkurvan varierar naturligtvis beroende på val av pump.



Figur 15. Exempel på pumpdiagram LTA-pump av typ excenterskurvpump. Med tillstånd att publicera från Skandinavisk Kommunalteknik.

Maximal uppföringshöjd för en LTA-pump enligt exemplet ovan är 56 m.v.p. Spillvattenledningarna i ett LTA-system ska ha lägst tryckklass PN6,3, men PN10 (fortfarande med brun rand) rekommenderas av författarna för att få ett mer tåligt rör vid ledningsförläggning, återfyllnad och packning. Material väljs i övrigt enligt PB-5121 i AMA Anläggning 17. Många kommuner föreskriver materialet PE80 rör med dimensioner <90 mm och PE100 för dimensioner >90 mm. LTA-system karakteriseras av små dimensioner på ledningarna jämfört med konventionella självfallssystem varför materialet PE80, med SDR-tal 11 (PN10) då blir det vanligaste rörmaterialet.

Det finns två Europaanormer för tryckavloppssystem för avlopp. EN1671:1997 Avlopp tryckavloppssystem beskriver dimensioneringen av själva systemet och EN 12050-1:20145 Uppföringsanordningar inom VA-installationer del 1: Avlopp med fekalier beskriver pumpen.

För dimensionering av LTA-system hänvisas läsaren till europaanorm EN1671:19997 eller till leverantör av lågtryckavloppspumpar.

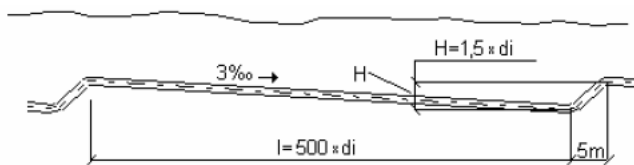
För läggning av LTA-system, så som övriga system hänvisas läsaren till AMA Anläggning.

De driftproblem som uppstår sker i regel vid pumpstationerna t.ex. om något olämpligt spolat ned i avloppet. Det kan även förekomma problem med stopp innan alla fastigheter till ett nytt LTA-system kopplat på sig, då hastigheten på avloppsvattnet blir för låg och sediment fastnar och byggs upp. Detta förebyggs enklast genom att ledningssystemet underhållsspolas fram till att hela systemet är inkopplat. Ledningarna kan även rensas med en rensplugg t.ex. Polly Pig. I standarden finns krav på larmfunktion vid hög nivå i tanken för att minska risken för översvämning hos fastighetsägaren.

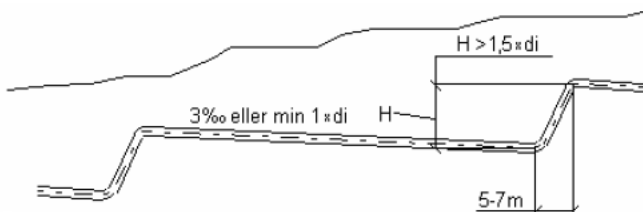
LTA-pumpen tillhör i normalfallet den allmänna VA-anläggningen och installeras och driftas av VA-huvudmannen.

Vakuum

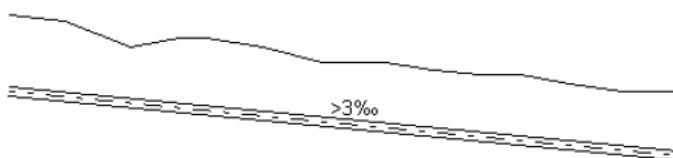
För att uppnå en så effektiv transport som möjligt i ledningsnätet skall ledningarna läggas med en viss profil. Vakuumledningen skall alltid läggas i lutning mot vakuumstationen. (Olofsson m.fl. 2003). I platt terräng eller i motlut läggs vakuumledningen i regel med längsgående lutning på 3 ‰ mot vakuumstationen. Med visst avstånd utförs en transportficka genom att ledningen på en sträcka på 5–7 m återtar förlorad höjd (1,5 m). Utformningen av transportfickorna kan se olika ut för olika leverantörer. Transportfickorna innebär också att lågpunkter skapas i ledningen där vattnet bildar pluggar som luften inte kan passera utan att vattenpluggen också förflyttas. I motlut får transportfickorna läggas med tätare mellanrum för att inte ledningen ska hamna för djupt. I medlut större än 3 ‰ kan som regel vakuumledningen följa terrängen. Genom att det atmosfäriska trycket är ca 1 bar finns en begränsning i lyftens samlade storlek. Som grundregel kan nämnas att summan av samtliga lyft skall underskrida 3,5 m. Då kan också en sughöjd på ca 1,5 m i uppsamlingsbrunnen accepteras. (Olofsson m.fl. 2003). I figur 16 visas vakuumledningar i profil i flack terräng, motlut respektive medlut.



Ledningsförläggning i flack terräng.



Ledningsförläggning i motlut.



Ledningsförläggning i medlut.

Figur 16. Vakuumledningsprofil i flack terräng, motlut respektive medlut. (Olofsson m.fl. 2003). Med tillstånd att publicera.

För vakuumpumpar finns två standarder SS-ISO 1607:2006 Pumpar - Vakuumpumpar av displacementstyp - Bestämning av pumpkaraktistika och SS-EN 1012-2:2009 Kompressorer och vakuumpumpar - Säkerhetskrav - Del 2: Vakuumpumpar. För dimensionering och konstruktion av vakuumsystem för spillvattenledning finns ingen standard. Det finns däremot standarder för dimensionering av vakuum-avloppssystem på båtar; SS782041:1983 Skeppsteknik - Vakuum-avloppssystem - Konstruktion och dimensionering.

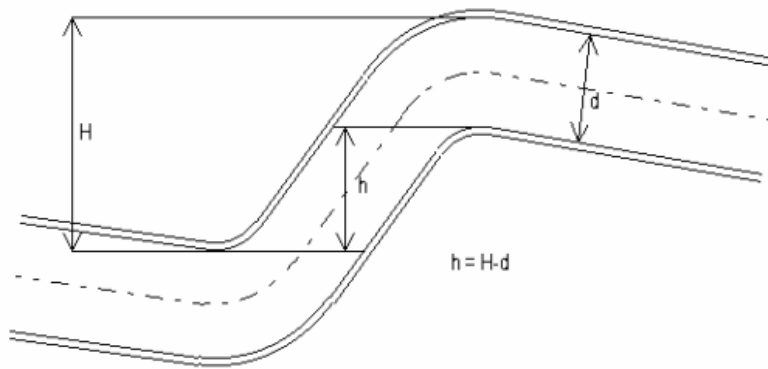
För vakuumledningssystem hänvisas man i huvudsak till leverantörer av vakuumtoaletter och vakuumpumpar för dimensionering och projektering. T.ex. Jets Sverige AB, Wostman, Domestic och EVAK. VA-forskrappen "Vakuumsystem i Höganäs" (Olofsson m.fl., 2003) har ett bra kapitel om dimensionering av vakuumsystem (Kapitel 4 – Dimensionering av vakuumsystem).

Ett utdrag från kapitel 4 redovisas nedan:

Dimensionering av ledningssystemet

Beräkning av totalt lyft i ledningssystemet

Det teoretiska lyftet "h" i varje transportficka är transportfickans höjdskillnad "H" minus den invändiga rördiametern "d", således $h = H - d$ för varje enskild transportficka, se figur 17.



Figur 17. Principutförande av transportficka.

Som grundregel gäller att summan av samtliga lyft mellan vakuumbstation och slutpunkt för varje ledningsdel ej skall överskrida 3,5 m, $\Sigma (H-d) < 3,5$ m. Sedan tillkommer lyftet i uppsamlingsbrunnen, max ca 1,5 m.

Ledningsdimensioner

Val av ledningsdimension är i första hand relaterat till ledningens längd. Kortare anslutningsledningar utförs normalt med dimensionen 75 mm. För respektive ledningsdimension gäller även en viss högsta höjd (H) för transportfickan. Följande gäller för horisontell förläggning vid respektive dimension:

Tabell 6. Val av ledningsdimension.

Ledningsdiameter [mm]	Max längd [m]	Max H [mm]
75	50	1000
90	200	800
110	800	600
125	1000	550
140	3500	500
160	3500	450

4.5 Upphandling

Upphandlingsfasen skiljer sig inte för upphandling av ett källsorterande avloppssystem mot ett icke-källsorterande.

Oavsett entreprenadform (utförande- eller en totalentreprenad) eller samverkansform är det viktigt att välja en teknisk lösning som både går att projektera, bygga och underhålla hela anläggningens livslängd. Speciellt för källsorterande avloppssystem är det viktigt att lyfta drift- och underhållsperspektivet så att den tekniska lösningen som väljs säkerställs både vad gäller drift, nya installationer eller reparationer och snabb och enkel tillgång till reservdelar. Det får inte bli oproportionerligt dyrt eller svårt att laga ett spillvattensystem med vakuumb- eller lågtryckavlopp jämfört med ett konventionellt självfallsystem med pumpstationer.

Traditionellt sett har VA-ledningsnätets projekt ofta handlats upp med utförandeentreprenad som entreprenadform. D.v.s. beställaren har ansvar för projekteringen och entreprenören enbart för

utförandet. Detta möjliggör detaljstyrning av den nya VA-anläggningens alla ingående delar. Det är inget som talar emot den ena eller andra entreprenadformen vid upphandling av ett källsorterande avloppssystem.

Oavsett entreprenadform kan ett arbete i utökad samverkan vara en fördel vid val av en tekniskt komplicerad lösning. Då entreprenören är med tidigare i projektprocessen och har möjlighet att bidra med sin kunskap kring vad som är enklast eller bäst att bygga.

4.6 Utförande

Allmänt

I Sverige åberopas AMA Anläggning i alla entreprenader av allmänna VA-ledningsnät. Det är även AMA Anläggning som styr hur en VA-anläggning ska byggas utifrån de AMA-koder som åberopats i bygghandlingen. Vad gäller ledningsförläggning skiljer sig inte AMA Anläggning för olika typer av ledningssystem utan koderna för schakt, ledningsbädd, kringfyllning, resterande fyllning (kapitel C) och förläggning av rör, brunnar och andra anordningar (kapitel P) gäller oberoende om det är ett självfallssystem, ett LTA-system eller ett vakuumsystem som läggs. Olika koder åberopas i P-kapitlet beroende på ledningsmaterial och förläggningsmetod. Tillverkarens läggingsanvisningar måste dock följas som ett komplement till AMA Anläggning för respektive pumplösning (LTA eller vakuum samt olika varianter av dessa system).

LTA

Som komplement till AMA Anläggning finns läggingsanvisningar från respektive pumptillverkare för LTA-system som måste följas. En principritning över ett exempel på en LTA-pumpenhet visas i figur 18.

Det viktigaste är att säkerställa att:

- ✓ Tanken (där pumpenheten sitter) förankras vid höga grundvattennivåer för att minimera risk för uppflytning.
- ✓ Att tryckledning från pumpenheten till förbindelsepunkt är förlagd på frostfritt djup alternativt är isolerad.
- ✓ Att tryckledning från pumpenheten har en brun rand (enligt AMA) för att förhindra sammanblandning med ev. parallellt förlagd vattenledning (blå rand).
- ✓ Att backventil är korrekt monterad.
- ✓ Att pumpens larmfunktion är korrekt installerad.



Figur 19. Bild från filmning av spillvattenledning långt upp i självfallssystemet med avlagringar upp till centrum ledning (Karlsson m.fl. 2008).

Vid samtal med Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad, under hösten 2018 meddelade de att de inte upplevt några driftstörningar som skulle visa på att systemet är sämre än ett vanligt självfallssystem som även innehåller gråvatten.

Försöket med källsorterande avloppssystem på Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad avvecklades 2007 på grund av att processlösningen inte var tillfredställande. Idag avleds svartvattnet från Skogaberget till det konventionella spillvattenledningsnätet och renas på Ryaverket. Ingen separat näringsåtervinning sker längre. (Personligt meddelande, 2018).

LTA

LTA-systemet i Munga driftsätts under sommaren 2018.

Ansvar för VA-ledningar och VA-system ligger precis som med traditionella tekniker hos fastighetsägaren fram till förbindelsepunkten och hos kommunen efter förbindelsepunkten. Det är att rekommendera att ett underhållsavtal mellan VA-huvudmannen och fastighetsägaren upprättas för att LTA-systemet ska skötas på rätt sätt. Systemet är mer känsligt för att fel saker spolats ner i avloppet, även fett.

En nackdel med ett LTA-system utifrån ett driftperspektiv är att VA-huvudmannen på sikt kan få många LTA-stationer att underhålla jämfört med de pumpstationer man har på ett konventionellt ledningsnät. Som exempel har Höganäs kommun i nordvästra Skåne 367 LTA-stationer på fastigheter innanför verksamhetsområdet som ingår i den allmänna VA-anläggningen. Detta att jämföra med 57 konventionella spillvattenpumpstationer (Uppgift från Höganäs kommun, 2018-06-14). Om vi räknar på att en pumpenhet i snitt håller i 10-15 år får kommunen stora kostnader och får avsätta stora personalresurser för ett LTA-systems framtida drift- och underhåll jämfört med ett konventionellt system. Även om det initialt var billigare och enklare att bygga.

Vakuum

Drift- och underhållsinstruktionerna från leverantören av vakuumtoaletter-/system ska alltid följas. För det dagliga underhållet av vakuumtoaletterna rekommenderas användande av ett citronsyrabaserat rengöringsmedel istället för något lödbrande rengöringsmedel som kan försämra vakuumeffekten. Ansvaret för VA-ledningar och VA-system ligger precis som med traditionella tekniker hos fastighetsägaren fram till förbindelsepunkten och hos kommunen efter förbindelsepunkten.

Oceanhamnen, Helsingborgs stad

Vakuumsystemet i Oceanhamnen i Helsingborg driftsätts tidigast hösten 2019. Det finns således inga drifterfarenheter från detta system i dagsläget. Däremot har det upprättat en grundlig frågor & svar-lista under projekteringen bland annat kring drift och underhållsfrågor. Några nedslag från denna presenteras i tabell 7 nedan:

Tabell 7. Utdrag ur ”frågor & svar”-lista för vakuumsystemet för svartvatten i Oceanhamnen i Helsingborg.

Fråga	Svar
Vad är underhållsbehovet för vakuumtoaletter och vakuumledningssystemet?	Avkalkning med citronsyra. Årliga inspektioner. Citronsyra angriper inte ledningar av PE. Pumpenheten är självrensande. Ventil på toalett ska klara 250 000 spolningar innan den behöver bytas.
Om det blir stopp i en lång ledning, hur lokaliserar man då stoppet?	Vakuumledningarna är sektionerade från varje fastighet vilket underlättar att hitta ett stopp. Vanlig felsökning genom filmning. Det går även att öka vakuumtrycket för att försöka suga loss problemet. Man kan öka till 75% vakuum.
Om det blir ett läckage någonstans på ledningssystemet, så att systemet tappar sugförmågan, hur hittar man då läckan?	Läcksökning görs främst med sektionering av systemet, d.v.s. att sektioner av vakuumledningen stängs av och tryckförändringen för systemet mäts. Ventiler finns vid fastighetsgräns så att fastighetsägare kan informeras om att de har läckor i sin fastighet. Vidare skall NSVA installera tryckgivare på utgående vakuumledning i fastigheterna på Oceanpiren för att ytterligare underlätta felsökning. Om det läcker i ledningen kan läckaget lokaliseras genom filmning. I Hamburg, där ledningsnätet är längre än i Helsingborg, har man installerat tryckgivare med jämna mellanrum på ledningsnätet. Eventuellt kan man lyssna efter läckor i rensbrunnarna.
Var åtgärdar man ett stopp på vakuumledningsnätet?	Vid stopp innanför förbindelsepunkten är det fastighetsägarens ansvar att åtgärda stoppet. Detta görs med spolning, antingen genom att

Fråga	Svar
	<p>montera bort vakuumtoaletten eller att installera en rensbrunn inne på fastigheten varifrån man kan spola.</p> <p>Vid stopp på det allmänna vakuumledningsnätet, utanför förbindelsepunkt, finns spolmöjlighet var 70 m genom spolpost. Rensbrunn finns tillsammans med transportficka vid varje förbindelsepunkt. Ledningarna kan även rensas vid stopp.</p>
Hur ser man på svavelväteproblematiken i ett vakuumsystem?	<p>Eftersom uppehållstiden i ett vakuumsystem är kort hinner troligtvis inte svavelväte bildas. Det är även en mycket kraftig genomströmning av luft i ett vakuumsystem som ventilerar bort ev. svavelväte innan de når så höga koncentrationer att de blir korrosiva.</p> <p>Ledningsnätet är av PE som inte är lika känsligt mot svavelväte som betong.</p>
Vad är de största problemen med vakuumsystem i drift?	<p>Felspolningar som orsakar stopp. Dessa stopp orsakas inne på fastigheterna i vakuumtoaletten.</p>

Skärlinge samfällighet, Nynäshamns kommun

Trots att systemet är nästan 50 år gammalt fungerar det i det stora hela bra och föreningen upplever systemet driftsäkert med få avbrott.

Vakuumsystemet för svartvatten och reningsverket för grävatten har tillsyn varje vecka av Skärlinge samfällighetsförenings entreprenör. Vakuumpumparna kontrolleras och fylls på med olja halvårsvis. Filter byts vid behov. Pumpar byts ut eller renoveras vid haveri. Pumpleverantören har även en årlig service. Vid behov utförs slamsugning och läcksökning. Vakuumtoaletterna repareras och byts ut av föreningens entreprenör. Medlemmarna uppmanas inte att själv utföra arbeten på toaletterna. Föreningen jobbar aktivt med information till medlemmarna, särskilt till nya medlemmarna. Skärlinge samfällighet har också ett system med roterande ansvar per väg för de gemensamma anläggningarna – vilket gör att medlemmarna får en ökad förståelse för hur systemet fungerar.

De allra flesta felanmälningarna gäller ”fel på egen vakuumtoalett”, och då är det mest troligt 50% som har kvar samma toalett sedan den ursprungliga installationen 1970. Systemet luktar inte. Det blir lukt när man tömmer tankarna, annars inte.

Höganäs kommun

I Höganäs kommun, som inte har ett källsorterande vakuumsystem, finns mycket drifterfarenheter då systemet varit i drift sedan 2003. Bland annat har man i Höganäs problem med tillskottsvatten till systemet.

Höganäs har en del driftproblem med vakuumsystemet. De största problemen gäller lukt och avloppsstopp.

Problem med svavelväte och lukt där vakuumsystemet släpper – i uppsamlade pumpstationer och i ledningsnät förekommer och luftfilter är installerade i minst två av de fyra vakuumpumpstationerna. I vakuumpumpstationen i Farhult har en skorsten fått byggas för att minska problemet för de boende från lukt. Se figur 20.



Figur 20. Bild på vakuumpumpstation SP71 i Farhult med skorsten. Foto: Helena Mårtensson, 2018.

Det finns vissa betongledningar som är helt uppfrätta. Besök i pumpstation i Jonstorp visade på helt svarta rördetaljer. Luktproblem och svavelväte är inte unikt för vakuumsystem.

Systemet är känsligt för stopp i uppsamlingsbrunnar, t.ex. nämndes plastdetaljer som snuslock som problembildare.

En del av problemen beror säkert på att det inte är ett renodlat vakuumsystem. Vid nederbörd kan det bli ”kö” i systemet. Tyvärr så finns det en del felkopplingar av dagvatten till uppsamlingsbrunnarna. Dessutom är en kyrkogårds dräneringsvatten påkopplat systemet, vilket kan ställa till problem.

Eftersom vakuumsystemet består av många delar, både pumpar och ventiler, upplevs underhållet större för vakuumsystemet än för det konventionella självfallsystemet.

I VA-forskrapporten ”Vakuumsystem i Höganäs” kapitel 7 (Olofsson m.fl. 2003) finns en detaljerad sammanställning av drifterfarenheterna för åren 1997-2002.

5. Sammanfattande slutsatser

I denna rapport ges vägledning för val av avloppsledningssystem för transport av källsorterade avloppsfraktioner. Mest fokus har lagts på klosettvattnen, d.v.s. toalettfraktionerna urin och fekalier transporterade med vatten och bad-disk och tvättvatten (BDT). Som utgångspunkt för val används hållbarhetskriterier inom kategorierna Miljö, Hälsa och Hygien, Ekonomi, Socio-kultur och Teknisk funktion. Erfarenheter från svenska byggda källsorterade system redovisas från Skogaberg i Göteborgs Stad, Skärlinge i Nynäshamns kommun och från system i byggfas; Oceanhamnen i Helsingborgs kommun och Munga i Västerås kommun.

Vid transport av vattenspolande källsorterade avloppsfraktioner behöver man välja mellan vakuumsystem, lågtryckavloppssystem (LTA) eller ett traditionellt självfallssystem.

Vakuumsystemet är en lösning då självfall inte är möjligt eller för kostsamt, t. ex. i flacka och områden med berg. Eftersom att ledningsnätet läggs i sågtandsprofil så hamnar inte ledningarna så djupt under marken som kan vara fallet för självfallssystem. Långvarig erfarenhet från vakuumsystem finns från system i färjor och i flygplan. I Höganäs har man ett vakuumsystem som utgår från uppsamlingsstationer ute på ledningsnätet. Systemet har en del problem med tillskottsvatten vilket medför att stationer hamnar i kö efter varandra då bara en kan sugas samtidigt. I Oceanhamnen i Helsingborg planeras insamling av klosettvattnen med vakuumsystem.

LTA-system innebär att flera mindre pumpstationer, oftast från enskilda fastigheter, matar in på ett gemensamt system. Då systemet är trycksatt finns inga behov av att ha en långsgående ledningslutning utan ledningen kan följa marknivåerna på frostfritt djup. Förläggingsdjupet blir därför grundare, särskilt ifall man väljer att isolera ledningen. LTA är en lösning då självfall inte är möjligt eller för kostsamt, t. ex. i flackaområden och områden med berg. Ledningsdimensionerna i ett LTA-system är betydligt mindre än för ett traditionellt självfallssystem.

Slutsatserna av denna rapport är att lämpliga val för transport av klosettvattnen är vakuumsystem eller LTA-system, medan BDT-vatten lämpligen transporteras i självfallssystem eller med LTA-system.

6. Källförteckning

Litteratur

AMA Anläggning 17 (2017). Svenskt Byggtjänst, Stockholm.

Carlsson & Kärrman (2014). Beslutsstöd inför stora investeringar inom VA - Hållbarhetsanalyser och samhällsekonomiska bedömningar. Svenskt Vatten Utveckling rapport 2014-13.

EVVA (2013). Smarta system och listiga lösningar. Helsingborgs stad.

Gille, Jens (2015). ”Stadsförnyelseprojekt H+ - resurssmarta avlopps- och avfallslösningar”. Stadsledningsförvaltningen, Helsingborgs stad. Power Point presentation 2015-03-20.

Jönsson m.fl. (2013). System för återföring av fosfor i källsorterade fraktion av urin, fekalier, matavfall och i liknande rötat samhälls- och lantbruksavfall. SLU, Institutionen för energi och teknik.

Karlsson, Aarsrud, de Blois (2008). Återvinning av näringsämnen ur svartvatten. Svenskt Vatten Utveckling rapport nr. 2008-10.

Kärrman, Lundqvist, Damberg (2003). Svartvattensystem i Hammarby Sjöstad, Förstudie och principförslag. Scandiakonsult.

Kärrman m.fl. (2017). Källsorterande system för spillvatten och matavfall. Svenskt Vatten Utveckling rapport nr. 2017-04.

Kärrman & Asperö-Lind (2009). Biologisk behandling av matavfall med avfallskvarn – En systemanalys. KTH. Stockholm 2009.

Marknadsöversikt (2016). VA-guidens marknadsöversikt 2016.

Olofsson, Damberg, Mansfelt (2003). Vakuumsystem i Höganäs. VA-Forsk rapport nr. 2003-49.

SFS 2017:749 (2006). Lagen om allmänna vattentjänster 2006:412. Regeringskansliet.

SCB (2016). Utsläpp till vatten och slamproduktion 2014. Rapport, Statistiska centralbyrån, Stockholm.

Skandinavisk kommunal teknik. Montering och drift LPS2000E/Ex. Artikelnummer 960026 Rev 2.

Svenskt Vatten (2016). Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Svenskt Vatten AB.

Tanskanen, Ville (2018). Sustainability of Sewer Systems for Source Separated Blackwater. Chalmers University of Technology, 2018.

VeVa (2018, 2009). Hållbarhetsbedömning för VA i bebyggelsegrupper med VeVa. CIT Urban Water Management AB.

Produktstandarder

SS-EN 1012-2 (2009). Kompressorer och vakuumpumpar - Säkerhetskrav - Del 2: Vakuumpumpar. SIS, Stockholm/CEN, Bryssel.

SS-EN 1671 (1997). Avlopp – Tryckavloppssystem. SIS, Stockholm/CEN, Bryssel.

SS-ISO 1607 (2006). Pumpar - Vakuumpumpar av displacementstyp - Bestämning av pumpkarakteristika. SIS, Stockholm/CEN, Bryssel.

SS 782041 (1983). Skeppsteknik - Vakuumsystem - Konstruktion och dimensionering. SIS, Stockholm

Hemsidor

<https://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktiv-utformning/grundlaggning/grundlaggning/grundlaggningsdjup-grunder/> Hämtat: 2018-05-15.

<http://www.jets.se/wp-content/uploads/2016/08/VOD-Piping-Guide-RevF-2016-S.pdf>. Hämtat: 2018-06-13.

Personligt meddelande (e-post)

Emelie Alenius, enhetschef, Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad. 2018-10-11.

Intervjuer bilaga 1

Höganäs kommun:

Thomas Almenberg, drifttekniker avloppsreningsverket.

Anders Johansson, VA-tekniker VA-enheten.

NSVA:

Hamse Kjerstadius, utvecklingsingenjör.

Stefan Bergman, driftansvarig.

Peter Winblad, projektledare.

Fredrik Lundmark, projektör/teknikkonsult för VA-systemet i Oceanhamnen (Marklaget AB).

Bilaga 1: Frågor & svar från studiebesök hos NSVA och Höganäs kommun 2018-04-18

HÖGANÄS KOMMUN

Allmän beskrivning av systemet

I fyra orter runt om Höganäs har vakuumsystem installerats för insamling av hushållspillsvatten. Orsaken till att ett vakuumsystem valts har delvis varit problem med höga vattennivåer och flack terräng. Ett vakuumsystem har inga krav på långa sträckor med självfall. Från uppsamlingsbrunnar sugs vatten till nedliggande pumpstationer genom att ventiler öppnas. Endast en ventil kan vara öppen i taget (då nivån i brunnen understiger stoppnivå kan nästa ventil öppnas). Undertryck skapas i systemet med ejektorpumpar. Det sker ingen källsortering av spillvattnet.

Frågor

Vad ser du för fördelar med vakuumsystemet?

En fördel som lyftes fram var att systemet inte behövde läggas så djupt eftersom det inte finns något krav på långa sträckor med självfall. Frostfritt djup i Höganäs är ca 1,3 m beroende på jordmån. Utöver detta lyfts inga särskilda fördelar fram.

Vad ser du för nackdelar med vakuumsystemet?

Höganäs har en del driftproblem med vakuumsystemet. Dels rapporteras om problem med svavelväte och lukt där vakuumsystemet släpper – i uppsamlade pumpstationer och i ledningsnät. Det finns vissa betongledningarna som är helt uppfrätta. Besök i pumpstation i Jonstorp visade på helt svarta rördetaljer. Luktproblem och svavelväte är inte unikt för vakuumsystem. Systemet är känsligt för stopp i uppsamlingsbrunnar, t.ex. nämndes plastdetaljer som snuslock som problembildare.

En del av problemen beror säkert på att det inte är ett renodlat vakuumsystem. Vid nederbörd kan det bli ”kö” i systemet. Tyvärr så finns det en del felkopplingar av dagvatten till uppsamlingsbrunnarna. Dessutom är en kyrkogårds dräneringsvatten påkopplat systemet, vilket kan ställa till problem.

Vad är driftkostnaden per år för vakuumsystemet?

Det finns ingen särskild genomgång av driftkostnaden för systemet men den upplevs som högre än för andra system. Dels har en hel del ventiler och pumpar behövt bytas ut och dels behöver slamsugning av mottagande stationer ske ofta, en gång per månad. Frågan är dock ifall det senare är specifikt för just vakuumsystem. De upplever också att det går åt mer energi en vanliga pumpstationer en uppskattning som nämndes var dubbelt så mycket.

Hur många abonnenter är anslutna till vakuumsystemet?

750 stycken.

Hur många meter ledningslängd är vakuumsystemet?

7,5 km.

Vilket material, dimension och anläggningsår är det på vakuumsledningarna?

Material PE80.

Dimensioner är mellan 75 och 125 mm.

Anläggningsår är 1996 till 2001.

Går det att dela upp sträckan för respektive vakuumsystem till respektive vakuumpumpstation?

Jonstorp SP 69 = 1143 m

Farhults kyrka - Svartelandsvägen SP 70 = 2067 m

Farhult SP71 = 1874 m

Häljaröd SP72 = 2072 m

Vad är de största utmaningarna kring drift och underhåll med vakuumsystemet?

Dels finns problem med lukt och stopp samt ventiler och pumpar som behöver bytas ut men det framkom också oro/osäkerhet för vad som händer ifall systemet inte funkar, om ledningen går av någonstans eller liknande – hur man löser det och lokaliserar felet. De problem som uppstått hittills har dock kunnat lösas.

Skulle Höganäs kommun kunna tänka sig att bygga fler vakuumsystem?

Nej.

Gjordes någon uppföljning, t.ex. ekonomisk eller kring byggnation och drift? Blev det som man tänkte sig?

Det har inte skett någon uppföljning. I VA-Forskrappport 2003-49 behandlas dock systemet i Höganäs i detalj. Uppföljningen då gjorde gällande att systemet var ca 15% billigare i investeringskostnad än ett konventionellt självfallssystem. Dock befanns driftkostnaden vara något högre än för ett konventionellt system även om vissa kostnader kunde härröras till intrimning av systemet.

NSVA

Allmän beskrivning av systemet

Oceanhamnen är en ny stadsdel i Helsingborg inom H+-området. Den allmänna VA-anläggningen består av:

- ✓ ett vakuumsystem för svartvatten (toalettvatten) med vakuumledningar till central vakuumanläggning och därefter tryckledning till minireningsverk på avloppsreningsverket.
- ✓ ett självfallssystem för gråvatten (bad-, dusch- och tvättvatten) som rinner till en pumpstation inom området och därefter trycks till ett minireningsverk på avloppsreningsverket.
- ✓ ett LTA-system för matavfall som pumpas direkt till minireningsverk på avloppsreningsverket.
- ✓ ett lokalt dagvattensystem som släpper dagvattnet i hamnbassängen.
- ✓ ett dricksvattenledningsnät.
- ✓ Ingen husgrundsdränering.

Frågor

Utredning/systemval:

Från vem/vilken organisation i kommunen kom beslutet/intresset för källsorterande avloppssystem? Ställningstagande har gjorts av Helsingborgs stad utifrån rapporten Möjligheternas H+ som har tittat på samordning av de tekniska resursflödena energi, vatten, avlopp och avfall (EVAA).

Kom beslutet från en specifik förvaltningen eller var det ett politiskt beslut?

Det var ett politiskt beslut.

Hur involverades driftorganisationen i systemvalet?

Antagligen inte involverade vid systemval. NSVA hade önskat infrakulvert. NSVA är dock inte ledningsägare utan det är Helsingborgs Stad. NSVA är driftorganisation. NSVA var dock med i EVAA-projektet inom vilket olika systemval utvärderades för implementering i Helsingborg inom H+ projektet.

Dimensionering/projektering:

Varför valdes ett vakuumsystem och inte ett LTA för svartvatten? LTA-system valdes ju för matavfallet.

Vakuumsystem valdes då källsorterande system med vakuum fått bäst resultat i de delstudier som utfördes inom EVAA-projektet. En fördel med vakuum är att de minskar utspädningen av näringsämnen på grund av den minskade spolvolymen, därmed kan näringsämnen utvinnas mer kostnadseffektivt ur klosettvattnet. Vidare hade de flesta referensområden som granskades i EVAA-projektet vakuumsystem.

Fanns det dimensionerings-/projekteringsanvisningar att tillgå som stöd för projektering av vakuumsystemet?

Nej. Projektering av vakuumsystemet har utförts av företaget Jets i Norge.

Vad var de största svårigheterna kring projektering av vakuumsystemet för svartvatten?

Att det finns få erfarenheter av vakuumsystem för allmänna VA-ledningssystem. De flesta vakuumsystem finns på fartyg, flygplan, tåg och på vissa enskilda VA-anläggningar. Det finns lite erfarenheter från Tyskland och Holland.

Jets har bistått med projektering. Jets hade sin syn på hur systemet skulle drifas, NSVA hade sitt. T.ex. angav Jets att det ska finnas spolmöjlighet var 30:e meter. NSVA klarar sig med var 70:e meter. Jets har erfarenhet av fartyg, flygplan och tåg.

Vid projektering var platsbrist (trång gatusektion) den största utmaningen, inte vakuumsystemet i sig.

Var på Reningsverket kommer BDT-vattnet in? Hur tas det omhand?

In till nytt minireningsverk (Reco Lab) som byggs på Öresundsverket som pilotanläggning. Där sorteras fraktioner ut. Det renade avloppsvattnet från Reco Lab) skall möta samma utsläppskrav som det stora reningsverket. För att slippa söka tillstånd för ny utsläppspunkt kommer dock NSVA att leda in det renade avloppsvattnet till inkommande reningssteg på det större reningsverket Öresundsverket.

Var på Reningsverket kommer svartvattnet in? Hur tas det om hand?

In till nytt minireningsverk (Reco Lab) som byggs på Öresundsverket som pilotanläggning. Där sorteras fraktioner ut. Restflöden går in i steg 1 på reningsverket (se ovan under svar för BDT-vatten).

Upphandling:

Vilken upphandlingsform användes vid upphandling av utförandet?

Ny upphandling, förenklat förfarande.

Vilken entreprenadform användes?

Utförandeentreprenad.

Ställdes några speciella krav på teknisk kapacitet i upphandlingsföreskrifterna jämfört med de krav som ställs för ett vanligt va-ledningsarbete för att det var ett vakuumsystem som skulle byggas?
Nej.

Utförande:

Vilka har de största utmaningarna varit under entreprenadtiden?

Platsbrist.

Inga problem med lägningsförfarandet (sågtandsmönster).

Miss att elsvetsmuffar inte var med som krav i handlingen från början, vilket innebar att det blev stumsvets med svulst på insidan eftersom AMA Anläggning föreskriver stumsvets för dimensioner > 90 mm. Slät insida hade varit lämpligt, vilket man får med elsvetsning.

Har utförandet gett upphov till extra ÄTA-arbete på grund av att systemvalet är ganska ovanligt eller har det tom varit lättare att genomföra entreprenaden jämfört med att bygga ett konventionellt ledningssystem?

Inga extra ÄTA-arbeten på grund av systemvalet vakuumledningssystem för svartvatten.

Drift och underhåll:

Vad är driftkostnaden för vakuumledningssystemet? Billigare eller dyrare än ett konventionellt system?

Ingen erfarenhet ännu.

Vad är driftpersonalens inställning till systemet i Oceanhamnen?

Personalen har inte erfarenhet av systemet ännu då det inte tagits i drift.

Andra driftsynpunkter:

Ledningar går att filma och pigga trots att de ligger i sågtandsmönster.

Eftersom det råder platsbrist och alla ledningar ligger trängt kan framtida reparationer bli dyrare och mer komplicerade, har dock inget med systemvalet att göra. Däremot hade valet av en infrakulvert underlättat framtida drift- och underhåll.

Övrigt

Skulle ni rekommendera systemet för andra kommuner? Om ja, utifrån vilka förutsättningar?

Projektering vakuum: ja (nackdel: bunden till en leverantör)

Drift vakuum: nej (mer renodlat).

Finns det ytterligare något ni vill dela med er av som vi inte frågat om?

Bra erfarenheter till kommande projekt är att automatventiler och smartare nät för driften skulle kunna väljas. T.ex. genom infrakulvert, förberedelse med kardankoppling vid varje förbindelsepunkt för framtida spolning av vakuumsystemet. Att för framtida projekt specificera krav på elsvetsning i förfrågningsunderlaget.

MACROs parter samarbetar inom sex arbetspaket:

AP 1: Projektledning & kommunikation

Att säkerställa projektets genomförande och kommunicera projektet och dess resultat.

Inom detta arbetspaket sköts intern och extern kommunikation, genomförs projektledning och också följeforskning kopplad till projektet där beslutsprocesserna för sorterande system inom stadsutvecklingsprojekten H+ och Norra Djurgårdsstaden jämförs.

Parter: Stockholms Stad och RISE.

AP 2: Systemutveckling för tätbebyggelse i storstad

Att möjliggöra/arbete för systemutveckling för storskalig insamling och behandling av matavfall och utsorterat klosettavatten från den stora staden.

I detta arbetspaket utvecklas kunskapsunderlag för att möjliggöra utveckling för storskaliga insamlings- och behandlingssystem för matavfall och utsorterat klosettavatten från den stora staden. Bland annat kommer detta att göras genom en programhandlings- och systemhandlings-projektering för ca 3000 lägenheter i Norra Djurgårdsstaden, varav 1500 i detaljplanen Kolkajen och 1500 i Södra Värtan. Dessutom tar projektet fram underlag som är nödvändiga för att implementera en systemförändring.

Parter: Stockholm Stad, Stockholm Vatten och Avfall, NSVA, SWR och Ecoloop.

AP 3: Systemutveckling i nya, kommunala VA-verksamhetsområden, utanför innerstad/täta stadsmiljöer

Att ta fram stöd för införande av källsorterande avloppssystem i nya verksamhetsområden utanför tät stad, som tex. omvandlingsområden.

Arbetspaketet fokuserar på strukturella förutsättningar vid utveckling av nya kommunala verksamhetsområden utanför tät innerstadsmiljö, exempelvis brukar-kommunikation och juridiska förutsättningar.

Parter: RISE, Mälarenergi och Knivsta kommun.

AP 4: Installationer i hus

Att samla och bygga erfarenhet kring byggtekniska frågor gällande system i husen som möjliggör insamling av så rena strömmar som möjligt.

Arbetspaketets syfte är att samla och bygga erfarenhet kring byggtekniska frågor för system i fastigheter som möjliggör insamling av rena strömmar från kvarn och toalett.

Parter: Stockholm Stad, NSVA, Stockholm Vatten och Avfall.

AP 5: Teknikutveckling

Utveckling av tekniska lösningar.

Arbetspaketet omfattar flera delar och syftar till att utvärdera och bidra till teknikutveckling av möjliga komponenter för insamling, transport och behandling i ett sorterande VA-system rörande matavfallskvarnar, snålspolande toaletter, ledningsnät, behandlingsteknik, foder-produktion samt en potentialbedömning av teknikerna nationellt och internationellt.

Parter: RISE, LTH, SLU, Matavfallssystem Sverige, SWECO, Disperator, Mälarenergi, Skandinavisk Kommunalteknik och Again.

AP 6: Kretslopp & certifieringsfrågor

Att undersöka avsättning för slutprodukter – ur lantbrukets perspektiv.

Arbetspaketet har två fokusområden – dels lantbrukarkårens inställning med avseende på återbruk av både källsorterat matavfall och klosettavloppsvatten, dels förutsättningar, inställning och eventuell utveckling av befintligt certifieringssystem för källsorterade avloppsfractioner (SPCR 178). Utgångspunkten är att olika sorterande system ger produkter med olika kvalitet, där lantbrukets perspektiv på produkterna är avgörande.

Parter: RISE, Avfall Sverige, LRF, Knivsta kommun och Mälarenergi.



MACRO projektet är finansierat av VINNOVA.



MACRO slutrapporteras på en konferens den 27 november 2018, se www.macrosystem.se för mer information.

MACROs 18 parter representerar kommuner, branschorganisationer, näringsliv och akademi.

