

Urinsorterande avloppssystem – erfarenhetssammanställning från Understenshöjden



Foto: Martin Anagrius

Status:	Klar
Utgåva:	1
Datum:	2023-05-22
Författare:	Elisabeth Kvarnström, Håkan Jönsson, Mats Johansson, Nils Söderlund, Jan Ohlin, Kennet Reutland
Projektnummer:	2303 Understenshöjden
Uppdragsgivare:	Finansiär: Sveriges Ingenjörers Miljöfond och Understenshöjdens BRF

ecoloop

Ecoloop AB
Ringvägen 100, 118 60 Stockholm

www.ecoloop.se

SAMMANFATTNING

Vi människor behöver mat för att kunna överleva. För att producera grödor används växtnäring i lantbruket; i ett svenskt perspektiv är kommer den största delen av växtnäringen som tillförs våra åkrar från syntetiskt producerad handelsgödsel. Växtnäringen tas upp i växterna, och när vi människor konsumerar livsmedel av olika slag får vi i oss växtnäringen. Denna växtnäring utsöndrar vi människor, efter att vi ätit, främst i vår urin.

Urin är alltså en avloppsfraktion med ett högt och välbalanserat växtnäringssinnehåll. Det är dessutom en ”ren” fraktion, i jämförelse med andra avloppsfraktioner och även i jämförelse med exempelvis stallgödsel. Om vi samlar in urinen separat från övriga avloppsfraktioner skapar vi en möjlighet för användning av en bra och unik växtnäringsskälla för vårt matkretslopp – ett kretslopp som är ett av de mest primära för vår överlevnad. Vid separat insamling och återanvändning av urin minskar vi också utsläpp av kväve till vatten från våra avloppssystem, vilket minskar risken för övergödning.

För att kunna sortera ut urin separat från övriga avloppsfraktioner krävs urinsorterande toaletter och uppsamlingssystem. Vi har i Sverige lång erfarenhet av urinsorterande system av varierande storlek, där ekobyn Understenshöjden i Stockholm var en av föregångarna. 1995 flyttade de första boende in i bostadsrättsföreningen Understenshöjden. Det urinsorterande avloppssystemet var en viktig del av det ekologiska konceptet för ekobyn.

Urinsorteringsystemet i Understenshöjden har varit i bruk i 28 år, och intentionen med systemet, att sluta kretsloppet av växtnäring tillbaka till lantbruk, har fungerat under nästan tre decennier. Däremot har bland annat installationsmisstag, tidiga modeller av urinsorterande toaletter, avsaknad av underhållsrutiner av urinvattenlås gjort att flera boende valt att byta ut sina toaletter till konventionella spoltoaletter. Vid en enkät hos medlemmarna våren 2017 visade det sig att knappt hälften av hushållen bytt båda toaletterna till konventionella spoltoaletter.

I denna rapport ges en teknisk beskrivning av urinsorteringsystemet i Understenshöjden – vad som fungerat bra alternativt mindre bra. Råd för installation och skötsel av urinsorterande avloppssystem, baserade på erfarenheterna i Understenshöjden, ges också, för att förmedla samlad kunskap från nästan 30 års erfarenhet, för framtida urinsorteringsinstallationer.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	UNDERSTENSHÖJDEN – EN EKOBY	4
1.1	Varför urinsortering?	5
1.2	Urin som gödselmedel	8
1.3	Utvecklingen av urinsortering i Sverige	11
1.4	Understenshöjdens betydelse för utvecklingen nationellt och internationellt	20
1.5	Urinsorteringens utveckling internationellt	22
1.6	Urinsortering jämfört med konventionell teknik	24
2	TEKNISK BESKRIVNING AV URINSORTERINGSSYSTEMET I UNDERSTENSHÖJDEN	25
2.1	Installation i hus	25
2.2	Installation i gata	29
2.3	Uppsamlingsystem	30
2.4	System för växtnäringsåterföring	30
2.5	Relation mellan fastighetsägare, kommunen, odlaren/lantbrukaren och VA- organisationen	32
3	RÅD FÖR INSTALLATION OCH SKÖTSEL AV URINSORTERANDE AVLOPPSSYSTEM BASERADE PÅ ERFARENHETERNA I UNDERSTENSHÖJDEN 34	
3.1	Installationer i hus	34
3.2	Installationer i gata	37
3.3	Uppsamlingsystem	38
3.4	System för växtnäringsåterföring	40
3.5	Relation mellan fastighetsägare, fastighetsförvaltare (om skild från fastighetsägare), kommunen, VA-huvudmannen och urinanvändare	40
4	URINSORTERING – HAR DET EN FRAMTID I SVERIGE?	40
5	REFERENSER	41
5.1	Rapporter och publikationer	41
5.2	Webbsidor	44

1 UNDERSTENSHÖJDEN – EN EKOBY

Understenshöjden är en ekoby, i form av en bostadsrättsförening, i Björkhagen i södra Stockholm. I föreningen finns 44 radhus. Initiativtagarna till ekoby ville inte bo i en skog utan nära en tunnelbanestation, och fick tidigt en markanvisning av kommunen. HSB och Småa blev deras partners i projektet. I ekobykonceptet ingick att materialen i husen och byn skulle hålla hög hållbarhetsstandard, liksom energisystemet. Det var också viktigt att sluta kretsloppen av växtnäring.

Avloppssystemet var en viktig del av ekokonceptet för föreningen. De valde att installera urinsorterande toaletter (vägghängda Dubbletten). Urinen avleds och samlas upp i urintankar i utkanten av området. I dagsläget hämtas urinen en gång per år av RagnSells som kör den till en lantbrukare i Södertälje kommun för användning som gödsel i odling av vete och vall.



Figur 1. Foto från byggandet av Understenshöjdens BRF. Foto: Anna-Lena Larsson

I det ursprungliga avloppssystemet ingick ett lokalt reningssystem för övrigt avloppsvatten, dvs spolvatten från toaletten (fekaliedelen) samt bad-, disk- och tvättvattnet (BDT-vatten). Detta reningssystem bestod av en trekammarbrunn, en biobädd av märket Bioclere, ett UV-steg, och ett damm- och dikessystem, men det togs aldrig i ordinarie drift. Anläggningen byggdes utan dialog med Miljöförvaltningen under planerings- och byggfasen. Miljöförvaltningen ställde inför idrifttagandet haltkrav (0.5 mg P/L och 15 mg BOD₇/L) direkt efter biosteget. Miljöförvaltningen tillät alltså inte damm- och dikessystemet, som byggts som en del av reningssystemet, att ingå i reningsanläggningen. Anläggningen utan damm- och dikessystemet kunde inte uppfylla haltkraven. Spolvattnet med fekalier och BDT-vattnet har därför sedan starten avletts till Stockholm Vatten och Avfalls avloppssystem.

De första boende flyttade in 1995. Detta system hade alltså 2023 varit i bruk under 28 års tid. Under dessa 28 år har uppsamlad urin återförts till åkermark. Därmed har intentionen med systemet, att väl sluta kretsloppet av växtnäring från Understenshöjden tillbaka till lantbruk, fungerat under flera decennier, faktiskt en generation (25-30 år).

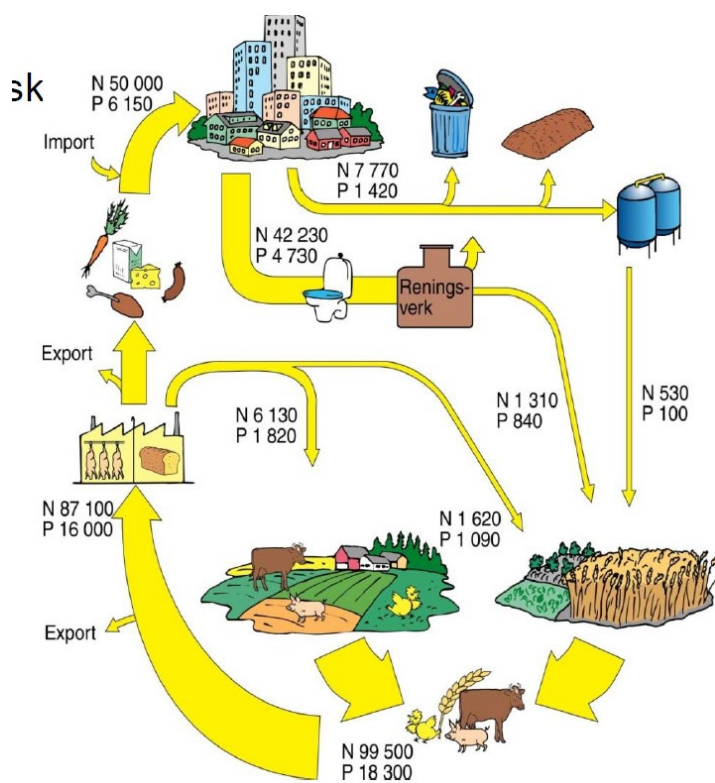


Figur 2. Understenshöjdens BRF. Foto: Martin Agrarius.

1.1 Varför urinsortering?

Vi människor behöver mat för att kunna överleva. Maten produceras av lantbrukare som använder växtnäring (främst kväve, svavel, fosfor, och kalium men ibland också andra ämnen såsom kalcium, mangan med flera) för att optimera produktionen på sina arealer.

Växtnäringen tillsätts oftast som konstgödsel men på gårdar med djurhållning används också djurgödseln som växtnäringskälla. Maten som produceras innehåller kväve, fosfor, kalium och alla andra växtnäringsämnen. Vi människor äter maten och i princip all växtnäring vi får i oss via maten kommer också ut ur oss, i form av urin och fekalier. Som visas i Figur 3 är det så att av den växtnäring som kommer till städerna hamnar lyckligtvis den absolut allra största delen i våra toaletter och inte i matavfallet.



Figur 3: Kväve (N) och fosfor (P) i cirkulation mellan stad och land (källa: Wivstad et al. (2009)¹).

Den växtnäring som hamnar i våra toaletter hamnar så småningom i våra reningsverk (ca 90% av befolkningen i Sverige är anslutna till reningsverk²). I reningsverken kan fosfor avskiljas på ett bra sätt, i genomsnitt avskiljs 95 %³ men det är inte detsamma för kväve, inte ens för reningsverk med kväverening. Det innebär att ca 36 % av det kväve som kommer in till svenska reningsverk går ut i vattenrecipienter och ca 44 % drivs av till luften via energikrävande kvävereningsprocesser⁴, Figur 4. En viss del av det till luft avdrivna kvävet består av lustgas, enligt Jönsson (2019)⁵ ca 2 %, vilket är en växthusgas som per kg är nästan 300 gånger starkare än koldioxid⁶.

Kväve och fosfor, som är oundgängliga växtnäringssämnen för att odla vår mat, orsakar övergödning och algbloomning när de hamnar i vatten. Den största källan till övergödande utsläpp till egentliga Östersjön är jordbruket, men som god tvåa kommer våra reningsverk trots att alla större svenska reningsverk som släpper behandlat avloppsvatten till Egentliga Östersjön har både fosfor- och kväverening, Figur 5.

Nödvändigheten av att förändra vår hantering och våra utsläpp kväve- och fosfor med syftet att minska övergödningen har uppmärksammats av många organ. FN:s miljöorgan, UNEP,

¹ Wivstad, M.; Salomon, E.; Spångberg, J.; Jönsson, H. 2009. Ekologisk produktion – möjligheter att minska övergödning. Centrum för uthålligt lantbruk. ISBN: 978-91-86197-50-6.

² <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/vattenanvandning/vattenuttag-och-vattenanvandning-i-sverige/pong/statistiknyhet/vattenuttag-och-vattenanvandning-i-sverige/>

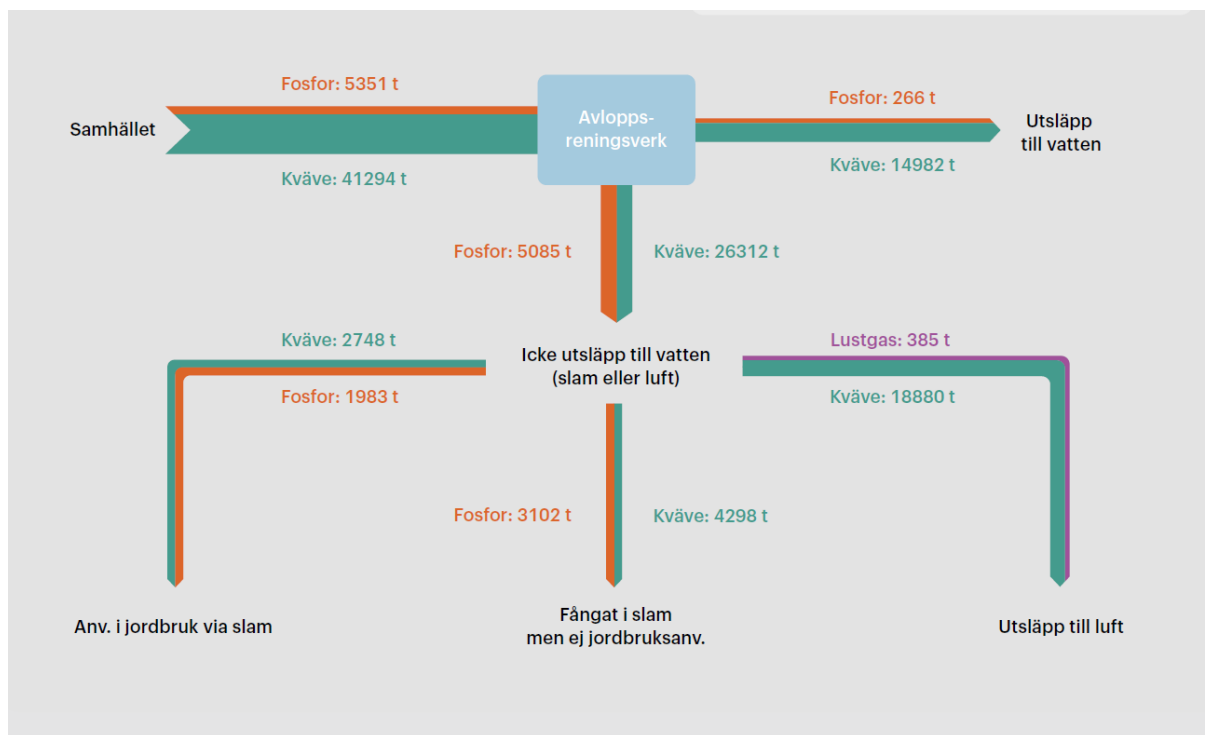
³ SCB. 2022. Utsläpp till vatten och slamproduktion 2020 Statistiska meddelanden Mi 22 SM 201.

https://www.scb.se/contentassets/df67fbff8d32443db04e94c1b910dd3d/mi0106_2020a01_sm_mi22sm2201.pdf

⁴ Ibid.

⁵ Jönsson, H. 2019. Fosfor, kväve, kalium och svavel – tillgång, sårbarhet och återvinning från avlopp. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Energi och teknik, 105). https://pub.epsilon.slu.se/16407/27/jonsson_h_191210.pdf

⁶ <https://cen.acs.org/environment/climate-change/Nitrous-oxide-packs-dangerous-climate/99/i25>



Figur 4. Kväve- och fosforflöden i svenska reningsverk (källa: IVA (2021))⁷. **Obs! Det ska stå lustgaskväve i bilden – mängd lustgas som avgår från svenska reningsverk kan uppskattas till ca 600 ton/år med ett antagande om att 2% av kvävet till luft avgår som lustgas**⁸.

har exempelvis antagit en deklARATION med ambitionen att bland annat arbeta med innovation och recirkulation av antropogent kväve, dvs sådant kväve som redan är i cirkulation i våra samhällen⁹. Ökad recirkulation av sådant antropogent kväve föreslogs 2014 som ett sätt att minska den negativa påverkan mänskligheten har på den planetära gränsen för kväve¹⁰. Om vi tittar på ett avloppsvatten från ett hushåll finns ca 80% av kvävet och ca 60% av fosfor i urinen samtidigt som det utgör endast 1.5% av flödet¹¹. Urinsortering är därmed ett mycket effektivt sätt att avlasta hushållsavloppsvatten från växtnäring, minska behov av kväverening i reningsverk, minska risk för övergödning och få tillgång till ett bra kvävegödselmedel som fungerar i både stor och liten skala.

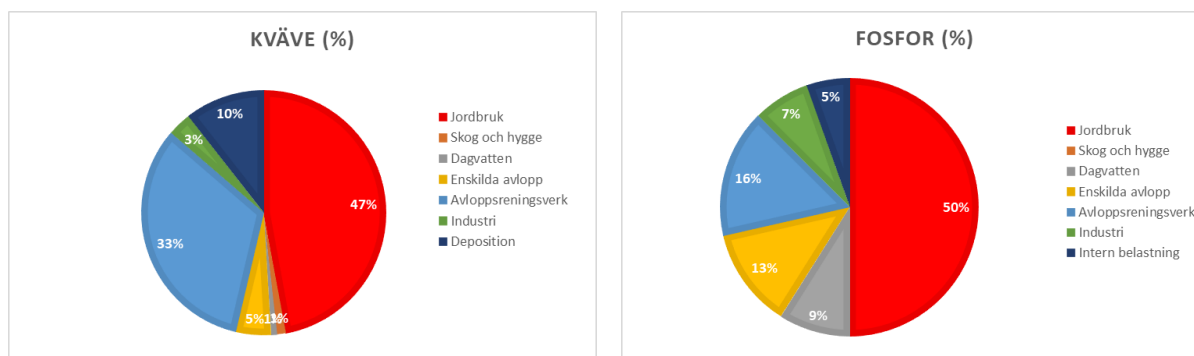
⁷ IVA. 2021. Hållbar vattenförsörjning i urbana miljöer. <https://www.iva.se/publicerat/hallbar-vattenforsorjning-i-urbana-miljoer/>

⁸ Jönsson, H. 2019. Fosfor, kväve, kalium och svavel – tillgång, sårbarhet och återvinning från avlopp. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Energi och teknik, 105). https://pub.epsilon.slu.se/16407/27/jonsson_h_191210.pdf

⁹ https://apps1.unep.org/resolution/uploads/colombo_declaration_final_24_oct_2019.pdf

¹⁰ Bodirsky, B.L., Popp, A., Lotze-Campen, H., Dietrich, J.P., Rolinski, S., Weindl, I., Schmitz, C., Müller, C., Bonsch, M., Humpenöder, F., Biewald, A., Stevanovic, M. 2014. Reactive nitrogen requirements to feed the world in 2050 and potential to mitigate nitrogen pollution, Nat. Commun., 5, 3858.

¹¹ Vinnerås, B., Palmquist, H., Balmér, P., & Jönsson, H. (2006). The characteristics of household wastewater and biodegradable solid waste: A proposal for new Swedish design values. Urban Water Journal 3(1): 3–11. <https://doi.org/10.1080/15730620600578629>. Andelen fosfor i urinen har ökat till ca 60% efter publiceringen av Vinnerås et al 2006 eftersom fosfor förbjöds i tvätt- och diskmedel.



Figur 5. Antropogen nettobelastning på Egentliga Östersjön av fosfor och kväve (källa: HaV (2019))¹².

1.2 Urin som gödselmedel

Urin är ett utmärkt gödselmedel både för fritidsodlaren och i lantbruk. På grund av sitt höga innehåll av lättillgängligt kväve är urin främst ett snabbverkande kvävegödselmedel, men urin innehåller också övriga makro- och mikronäringsämnen i lättillgänglig form. En kortfattad skrift med uringödslingsråd har tagits fram av Svensk Trädgård¹³.

Risker som förts fram i samband med uringödsling är exempelvis dess eventuella innehåll av sjukdomsalstrande mikroorganismer och läkemedel. Världshälsoorganisationen har publicerat råd vid användning av urin som gödselmedel, där lagring rekommenderas som hygieniseringsmetod för urin insamlad från större system¹⁴. För urin som är insamlad och ska användas inom det egna hushållet behövs ingen lagring, enligt Världshälsoorganisationen, dock bör det gå en månad från senaste gödslingstillfället till skörd¹⁵.

Huvuddelen av de läkemedel vi använder utsöndras via urinen, vilket lett till att farhågor om att det kan finnas risker både för marken och för människor som äter grödor gödslade med urin. Farhågorna har främst gällt urinens innehåll av kvinnliga könshormoner och antibiotika.

Urinen innehåller kvinnliga könshormoner, såväl naturliga som syntetiska från preventivmedel. Många publikationer har dokumenterat stora effekter från utsläppen av kvinnligt könshormon och andra ämnen med hormonell effekt med renat avloppsvatten i form av påverkad könsutveckling hos fisk¹⁶.

Däggdjuren har under 100-tals miljoner år utvecklats på land och utsöndrat sina könshormoner på land, vilket innebär att effektiva nedbrytningsvägar för dessa hormoner har utvecklats i marken. I normal åkerjord bryts både naturligt och syntetiskt kvinnligt

¹² HaV. 2019. Näringsbelastningen på Östersjön och Västerhavet 2017 (Sveriges underlag till HELCOM:s sjunde Pollution Load Compilation). Havs- och Vattenmyndighetens rapport nr 2019:20.

¹³ https://svensktradgard.se/media/ih0hq1pf/faktablad_27_uringodsling.pdf

¹⁴ WHO. 2006. WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 4. Excreta and greywater use in agriculture. <https://www.susana.org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/1004>

¹⁵ Ibid.

¹⁶ Bahamonde, P.A., Fuzzen, M.L., Bennett, C.J., Tetreault, G.R., McMaster, M.E., Servos, M.R., Martyniuk, C.J. and Munkittrick, K.R., 2015. Whole organism responses and intersex severity in rainbow darter (*Etheostoma caeruleum*) following exposures to municipal wastewater in the Grand River basin, ON, Canada. Part A. *Aquatic Toxicology*, 159, pp.290-301. Vajda, A.M., Barber, L.B., Gray, J.L., Lopez, E.M., Woodling, J.D. and Norris, D.O., 2008. Reproductive disruption in fish downstream from an estrogenic wastewater effluent. *Environmental science & technology*, 42(9), pp.3407-3414.

könshormon ned snabbt (halveringstid 0,5-8 dygn)¹⁷ och trots att såväl ko- som suggödsel innehåller högre halter av kvinnligt könshormon är humanurin, beroende på att nästan alla kor och suggor är dräktiga medan endast en mindre andel av kvinnorna är gravida (hormonhalten stiger vid dräktighet/graviditet), saknas det rapporter om negativa effekter från hormoner i ko- och suggödsel. En bidragande faktor till detta är, förutom den snabba nedbrytningen i marken, troligen att mikro- och makrofaunan i markmiljön inte permanent är nedsänkta i en hormonblandning, som de akvatiska organismerna utanför ett avloppsutsläpp, utan endast kommer i kontakt med hormonerna under en kortare tid och på en mindre del av sin kroppsytta.

Det finns också oro för att innehållet av antibiotika och antibiotikaresistenta bakterier i urinen kan leda till spridning av antibiotikaresistens. Vad gäller spridningen av antibiotikaresistenta bakterier dör alla bakterier under den hygieniserande lagringen av urinen¹⁸. När bakterierna dör löses de upp och plasmider med de antibiotikaresistenta DNA-sekvenserna kommer ut i vätskan. Plasmid-DNA kan tas upp av andra bakterier och därigenom kan antibiotikaresistens spridas till dem. I lagrad urin förlorar emellertid de antibiotikaresistenta DNA-sekvenserna snabbt (inom ca 1 dygn) funktionen att kunna sprida antibiotikaresistens¹⁹.

Antibiotika bryts ned väl under aerob lagring av avloppsslam (95 % reduktion på ett år), och snabbare om slammet komposteras (93 % reducerat på 180 dygn)²⁰. I marken finns det fler typer av nedbrytande organismer än i avloppsslam eller kompost, varför det inte är förvånande att man 15 dagar efter en 4-års giva av slam endast i 5 av 16 gödslade markprover kunde detektera en, eller som mest två, antibiotika trots att 9 olika antibiotika uppmättes i det slam som spreds²¹. I samma studie tittade man också på andelen antibiotikaresistenta bakterier i marken med såväl konventionell plattodlingsteknik och med DNA-teknik. Utifrån dessa analyser var deras slutsats att de inte kunde se någon risk för ökade halter av antibiotika eller antibiotikaresistenta gener eller bakterier i jorden trots att den gödslats med slam inte bara 15 dagar före mätningarna utan vart fjärde år under sammanlagt 37 år.

Även övriga (ej hormoner eller antibiotika) läkemedel reduceras väl i aerobt slam²², och därmed sannolikt i jord. I en studie där upptag av läkemedel i gröda efter gödsling med klosettvattnen (urin, fekalier och toalettpapper blandat) simulerades (eftersom halterna var så låga att de inte kunde mätas) det möjliga intaget av olika läkemedelsämnen om allt vete man åt (bröd, pizza, pasta etc.) eller alla morötter man åt var gödslade med klosettvattnen. Simuleringsresultatet visade på så lågt upptag att en vuxen skulle behöva äta sådana morötter i minst 21 000 år för att få i sig en enda terapeutisk dagsdos av läkemedlet. Som jämförelse

¹⁷ Colucci, M.S., Bork H., Topp, E. 2001. Persistence of estrogenic hormones in agricultural soils: I. 17 β -

estradiol and estrone. *Journal of Environmental Quality* 30: 2070-2076. Colucci, M.S., Topp, E. 2001. Persistence of estrogenic hormones in agricultural soils: II. 17 α -etynelestrodiol. *Journal of Environmental Quality* 30: 2077-2080.

¹⁸ Höglund, C., 2001. *Evaluation of microbial health risks associated with the reuse of source-separated human urine* (Doctoral dissertation, Bioteknologi). <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A8844&dswid=6406>

¹⁹ Goetsch, H.E., Love, N.G. and Wigginton, K.R., 2020. Fate of extracellular DNA in the production of fertilizers from source-separated urine. *Environmental Science & Technology*, 54(3), pp.1808-1815.

²⁰ Jönsson, H., Dalahmeh, S. and Thorsén, G., 2020. Läkemedel och hormoner i avloppsslam under lagring, kompostering och ammoniakbehandling. Rapport 111, Institutionen för energi och teknik, SLU.

²¹ Rutgersson, C., Ebmeyer, S., Lassen, S.B., Karkman, A., Fick, J., Kristiansson, E., Brandt, K.K., Flach, C.F. and Larsson, D.J., 2020. Long-term application of Swedish sewage sludge on farmland does not cause clear changes in the soil bacterial resistome. *Environment international*, 137, p.105339.

²² Jönsson, H., Dalahmeh, S. and Thorsén, G., 2020. Läkemedel och hormoner i avloppsslam under lagring, kompostering och ammoniakbehandling. Rapport 111, Institutionen för energi och teknik, SLU.

innehåller det producerade dricksvattnet i sju olika vattenverk runt Mälaren i 100 % av proven koffein, fyra olika läkemedel och en industrikemikalie²³.

Vid storskaligt införande av urinsortering skulle utsläppen till vatten av läkemedel kraftigt minska och därmed de stora negativa effekterna av t.ex. utsläppen av könshormoner liksom den idag reella men mycket låga hälsoriskerna från spridningen av läkemedel till livsmedelskedjan via avloppsutsläpp och dricksvatten. Med tanke på de extremt låga, icke detekterbara halterna i gödslade grödor och att ingen skulle äta bara uringödslade grödor skulle risken för exponering via gödslad gröda vara helt försumbar.

Urinsortering i liten skala

Urin har under senare år dykt upp som ett alternativt gödselmedel i trädgårdsodling. En produkt som populariserat urin som gödsel i trädgårdsodling är Guldkannen. Det är en vattenkanna som har ett avtagbart lock och är gjord så att det går att sitta på den och kissa. Med locket på går det bra att spara urinen med små kväveförluster tills det är dags att gödsla i trädgården.

Kiss, urin, eller guldvatten, har också dykt upp i olika trädgårdssammanhang, exempelvis på trädgårdsinfluencern Sara Bäckmos blogg där hon rekommenderar gödsling med urin både inomhus på förödlingar liksom i växthus på grönsaker som kräver mycket kväve (kål, sparris och purjolök).

Vi i Villa, Land och Allt om Trädgård är exempel på tidningar som har haft artiklar om användning av urin i trädgårdsodling under de senaste åren. Ett annat exempel på hur uringödsling brett accepterad i Sverige bland trädgårdsodlare är att Riksförbundet Svensk Trädgård har givit ut ett faktablad för trädgårdsgödsling med urin²⁴. Acceptansen hos allmänheten för användning av urin som gödsel i liten skala verkar vara hög.



Källa: guldkannen.se

²³ Malnes, D., Golovko, O., Köhler, S. and Ahrens, L., 2021. Förekomst av organiska miljöföroreningar i svenska ytvatten: kartläggning av Sveriges tre största sjöar, tillrinnande vattendrag och utlopp. Mälarens vattenvårdsförbunds rapport 2021:1.

²⁴ https://svensktradgard.se/media/ih0hq1pf/faktablad_27_uringodsling.pdf

Hur många kanelbullar per år?

Detta är ett räkneexempel för att visa hur mycket växtnäring det finns i vårt kiss. Frågan vi vill svara på är hur många kanelbullar kan vi baka av den mängd vete som kan gödslas med ett års kiss från ett område lika stort som Understenshöjden? Vi antar att det bor 160 personer i Understenshöjden (antal boende år 2000²⁵). På ett år utsöndrar en person ca 4 kg kväve i urinen²⁶. Om vi antar att alla är hemma ca 58% av tiden och ca 78% av urinen sorteras korrekt, kommer $0,58 \cdot 0,78 \cdot 4 = 1,83$ kg N per person samlas in årligen i ett område stort som Understenshöjden. Totalt från 160 personer blir det 292 kg N, vilket räcker till att gödsla ca 2,9 ha vete (100 kg N/ha från urin). Vårvete används till vetemjöl, och den genomsnittliga skörden per hektar vårvete 2021 i Sverige var 3,5 ton²⁷. På 2,9 ha mark kan alltså 10,2 ton vårvete produceras. Av detta kan ca 75% bli vetemjöl, dvs. 7,7 ton. Det går åt ungefär 0,48 kg för att baka 20 bullar. 1 kg ger 41,7 bullar och 7,7 ton ger ca 320 000 bullar per år!



1.3 Utvecklingen av urinsortering i Sverige

Urinsortering har traditionellt använts i flera länder under lång tid; exempelvis i Vietnam och Kina har enkla urinsorterande latriner används för uppsamling av urin och fekalier för återanvändning i jordbruk²⁸. Även i Sverige fanns tidigt den urinsorterande Marinoklosetten. Under slutet av 1800-talet fanns ca 20 000 Marinoklosetter i Stockholm, med torr uppsamling av fekalier och separat uppsamling av urin, även om urinen i det systemet inte samlades in utan hälldes i slaskavloppet²⁹. Slaskavloppen var kopplade till ett BDT-vattensystem, utan rening, som började byggas ut runt 1860-talet i Stockholm. 1909 tilläts Stockholms invånare att koppla på sina vattenklosetter på detta avloppssystem, och Marinoklosetten trängdes undan på marknaden³⁰.

Under 1990-talet tog urinsortering fart igen i Sverige. Utvecklingen de trettio senaste åren illustreras i Figur 6.

²⁵ Jönsson, H., Vinnerås, B., Höglund, C., Stenström, T.A., Dalhammar, G. & Kirchmann, H. 2000. Källsorterad humanurin i kretslopp. VA-FORSK Report 2000•1. VA-FORSK/VAV. Stockholm.

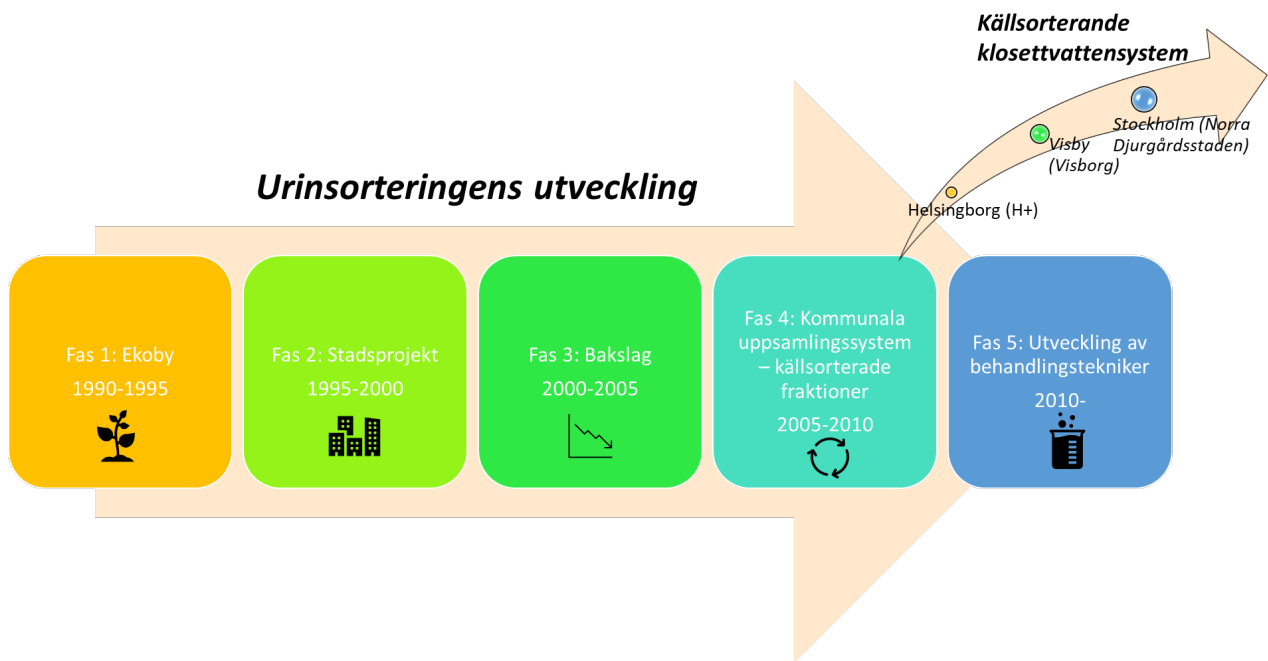
²⁶ Jönsson, H., Baky, A., Jeppsson, U., Hellström, D. & Kärrman, E. 2005. Composition of urine, faeces, greywater and bio-waste - for utilisation in the URWARE model. Report 2005:6, Urban Water, Chalmers. Sweden.

²⁷ <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/jord-och-skogsbruk-fiske/jordbrukets-produktion/skord-av-spanmal-trindsad-och-oljevaxter/pong/tabell-och-diagram/hektarskordar-av-hostvete-varvete-och-rag/>

²⁸ Winblad, U. och Hébert, M (editors). 2004. Ecological Sanitation – revised and enlarged version. Stockholm Environment Institute. ISBN 91 88714 98 5

²⁹ Drangert, J.O. och Hallström, J. 2002. Den urbana renhållningen i Stockholm och Norrköping – från svin till avfallskvarn? Bebyggelsehistorisk tidskrift, 44, s. 7-24, ISSN 0349-2834

³⁰ Ibid.



Figur 6. Utvecklingen av urinsortering i Sverige från 1990 och framåt. Källsorterande klosettvattnensystem inkluderas också eftersom vi nu har Helsingborgs H+ på plats och Visborg i Visby är under planering och delar av Norra Djurgårdsstaden i Stockholm under utredning.

1.3.1 Fas 1 – Ekobyar

Ekoby rörelsen tog fart under 1990-talet i Sverige. Val av ett kretsloppsanpassat avloppssystem ansågs som en av hörnstenarna i en ekoby och många valde att installera urinsorterande system. Dock fanns det endast ett fåtal urinsorterande toaletter på marknaden på 1990-talet: den vägghängda Dubbletten, den golvstående Wostman Ecology (WME), DS-toaletten, och deras torra WME Classic-toalett, Figur 7. De boende i ekobyarna hade dessutom lite eller inget stöd utifrån för design och konstruktion av sina system. De fick projektera, bygga och problemlösa själva, vilket ofta ledde till dåligt byggda och dåligt fungerande lösningar. VA-forsk (dåvarande Svenskt Vatten Utveckling) publicerade 1997 en utvärdering av ekobyars ”kompletterande VA-system”³¹. I vissa ekobyar installerades olika varianter av komposteringstoaletter med uppsamling i trånga källarutrymmen, där det i flera fall blev problem med flugor och lukt och även med smittskydd då systemen tömdes av de boende. Vid rapportens publicering 1997 hade flera av dessa komposteringstoaletter bytts ut. Urinsortering installerades också i flera av de tidiga ekobyarna. För urinsorterande dubbelspolande toaletter i porslin rapporterades bland annat om igensättningsproblem i ledningar, dåligt genomförda installationer vilket ledde till luktproblem och inläckage av grundvatten i ledningssystem och urintankar.

³¹ Haglund, J.E. och Olofsson, B. 1997. Utvärdering av VA-lösningar i ekobyar. VA-forskrapport 1997:1. http://vav.griffel.net/filer/VA-Forsk_97-01_Del1.pdf; http://vav.griffel.net/filer/VA-Forsk_97-01_Del2.pdf



Gustavsberg



Dubbletten



WME DS



WME ES

Figur 7: Olika svenska, urinsortande toaletter.

Flera svenska universitet började tidigt forska på urinsortering. Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) publicerade sina första vetenskapliga artiklar om urinsortering 1995 och 1997 och Luleå Tekniska Universitet (LTU, då Luleå Tekniska Högskola) publicerade sin första artikel 1996. LTU fortsatte att publicera om urinsortering under några år innan det blev ett långt uppehåll, medan SLU varit aktiv inom området allt sedan starten.

1.3.2 Fas 2 – Stadsprojekt

I mitten av 1990-talet fanns en stor politisk vilja för att introducera urinsortering som en del av byggandet av "det gröna folkhemmet" och stora investeringar gjordes i olika projekt över landet, exempelvis via lokala investeringsprogram (LIP). Ett sådant exempel är uppgradering av miljonprogramshyreshus, exempelvis Ekoporten i Norrköping. I slutet på 1990-talet kom också Gustavsberg med en urinsortande vattentoalett: Nordic 393 U. Vid denna tid utkom också WME med en urinsortande vakuumtoalett.

Stockholm Vatten drev mellan 1995 och 2000 ett stort forskning- och utvecklingsprojekt om urinsortering, inklusive organisation av ett återföringssystem med insamling och användning

av urin från Stockholms urinsorterande projekt i Understenshöjden, Palsternackan, och Gebers på Stockholm Vattens marker i vattenskyddsområdet Bornsjön³².

Det gjordes flera olika studier i de olika ekobyarna. Mätresultaten i Understenshöjden visade att per person och dygn vid 13,9 timmars hemmavaro per dygn hamnade ca 1 liter urin tillsammans med 0,34 liter spolvatten i urinfraaktion³³. Urinsorteringen sparade vatten (ca 13,5 l/person, dygn). Tyvärr visade studierna också att det relativt snabbt och ofta uppstod stopp i urinens ledningssystem³⁴. Dessa var framförallt lokaliserade i toalettens urinvattenlås. Hur man skulle rensa dessa stopp studerades³⁵ och rekommendationer för förbyggande underhåll gavs senare³⁶.

Stockholm var en av få kommuner/VA-organisationer som engagerade sig i att skapa förutsättningar för hela kedjan från toalett till gödsel utlagd på åker under denna tid. Andra kommuner som också var engagerade tidigt i system för insamling och användning av urin var exempelvis Tanum, Västervik och Linköping.

Det uppskattades i början av 2000-talet att det fanns ca 135 000 urinsorterande toaletter i Sverige, varav ca 120 000 med urinsortering och torr fekaliehantering och ca 15 000 med urinsorterande, dubbelspolande porslinstoaletter³⁷. Understenshöjden var ett av ekobyprojekten som starkt drev på utvecklingen av kunskapen om, liksom installationer med urinsortering i såväl Sverige som internationellt.

1.3.3 Fas 3 – Bakslag

Gräsrotsengagemanget under fas 1 och den politiska viljan under fas 2 följdes inte upp av tillräckligt utvecklade toalettmodeller (mer mogen teknik) för att kunna bygga vidare på och utnyttja den politiska viljan medan den fanns. Det saknades också ekonomiska styrmedel för att stötta marknadsutvecklingen av urinsorterade toaletter. Flera tekniska problem med de tidiga toalettyperna spreds vidare i nya projekt. Gustavsberg lade i början av 2000-talet ned produktionen av sin urinsorterande modell. Installationshastigheten stagnerade. Intresset från lantbruket var beroende av att relativt stora volymer av urin kunde samlas in och när detta inte skedde minskade också lantbrukets intresse. En ytterligare orsak till den kraftiga minskningen av intresset hos lantbruket orsakades av att urin inte kunde fortsätta vara ett godkänt gödselmedel för ekologisk odling efter att vi blev medlemmar i EG (nu EU) 1995. Innan dess hade intresset från ekologiska lantbrukare lett till initiering av flera urinsorteringsprojekt.

³² Johansson, M.; Jönsson, H.; Richert Stintzing, A.; Höglund, C.; Rodhe, L. 2000. Urine Separation – Closing the Nutrient Cycle. Stockholm Vatten, Stockholmshem och HSB.

³³ Jönsson, H., Vinnerås, B., Höglund, C., Stenström, T.A., Dalhammar, G. & Kirchmann, H. 2000. Källsorterad humanurin i kretslopp (Recycling source separated human urine). In Swedish, English summary. VA-FORSK Report 2000•1. VA-FORSK/VAV. Stockholm, Sweden.

³⁴ Ibid.

³⁵ Lindgren, M. 1999. Urinsorterande toaletter - rensning av stopp samt uppsamling och attityder. Institutionsmeddelande 1999-5, Institutionen för lantbruksteknik, SLU. Uppsala.

³⁶ Kvarnström, E.; Emilsson, K.; Richert Stintzing, A.; Johansson, M.; Jönsson, H.; af Petersens, E.; Schönning, C.; Christensen, J., Hellström, D., Qvarnström, L.; Ridderstolpe, P.; Drangert, J.O. 2006. Urine Diversion – One Step towards Sustainable Sanitation. EcoSanRes series 2006-1.

http://www.ecosanres.org/pdf_files/Urine_Diversion_2006-1.pdf

³⁷ Ibid.

Även om konventionellt jordbruk var, och är, intresserat av källsorterad urin som produkt är tillgången på urin på tok för liten för att den ska kunna upprätthålla ett aktivt intresse.

Allt detta ledde till att flera projekt stängde ner under denna tid, kanske främst sådana där urinen inte återfördes som gödsel men även några som hade etablerat återföringssystem stängde ner.

För dessa innebar återföringen av växtnäring i regel en extra kostnad utöver den ordinarie VA-kostnaden eftersom det nästan alltid var den enskilde fastighetsägaren som fick hitta ett lantbruk som ville återföra urinen och också betala för transporten dit. Första generationens urinsorterande toaletter byttes ofta ut mot vanliga vattenspolade toaletter snarare än att uppgraderas till en senare urinsorteringsmodell. Särskilt i projekt som saknade växtnäringsåterföring var det svårt att behålla entusiasmen för urinsortering hos hushållen, som inte kunde se någon nytta alls av att krångla med ett svårare system, om nu urinen i alla fall inte användes till något.

Intresset för urinsortering tog inte fart hos VA-organisationer utan de såg urinsorteringen ofta som ett konkurrerande system som kunde ge problem för deras system, t.ex. genom att kvoten mellan kadmium och fosfor skulle öka i slammet om urinen, med mycket fosfor men endast lite kadmium, sorterades ut.

1.3.4 Fas 4 – Kommunala system för fraktioner från enskilda avlopp

Mellan ca 2005 och ca 2012 startade en ny fas, under vilken flera kommunala system för återföring av växtnäring från enskilda avlopp utvecklades. Det klargjordes under denna tid att ansvaret för att ordna med återföringssystem av källsorterade avloppsfraktioner från enskilda avlopp åligger kommunen. Idag framgår det av miljöbalken 15 kapitel 20 § att kommunen ansvarar för behandlingen av avloppsfraktioner från hushållsspillvatten. Av miljöbalkens portalparagraf (1 §) framgår att sådan behandling i första hand ska ske med återvinning så att ett kretslopp uppnås. De svenska miljömålen implementering formade också en grund för lokala myndigheter att arbeta bland annat med växtnäringsåterföring. Flera kommuner utvecklade under denna tid policyer och planer för att stötta både byggandet av källsorterande avloppssystem och återföring av växtnäring. De flesta återföringssystem som byggdes var för klosettatten (svartvatten, toalettavlopp), ibland blandat med källsorterad urin.

Under denna tid gjordes också två systemstudier om källsorterande system i stadsutvecklingsprojekt, dels för Norra Djurgårdsstaden i Stockholm och dels för H+ i Helsingborg. I bägge systemstudierna fick urinsorteringsystemet den högsta miljömässiga poängen men vare sig i Stockholm eller Helsingborg togs beslut att gå vidare med just urinsortering i stadsutvecklingsprojekten. Anledningar till detta var bland annat avsaknad av tillräckligt bra fungerande toaletter på marknaden och osäkerhet hos VA-organisationerna kring hantering av urin.

Studie av drivkrafter och barriärer i Norrköping och i Linköping³⁸

När ett miljonprogramshyreshus renoverades i mitten av 1990-talet i Norrköping sattes bland annat urinsorterande toaletter (Dubbletten) in tillsammans med en Aquatron i källaren för avskiljning av fekalier från övrigt spolvatten. Fekalierna komposterades på plats och BDT-vattnet och det fekalie- och urinavlastade spolvattnet behandlades också på plats. Huset kallades Ekoporten och var ett populärt studiebesöksmål under

³⁸ Nilsson, M. 2014. Socio-technical evaluation of urine diversion in Linköping and Norrköping, MSc thesis 2014:26, Chalmers tekniska högskola. Länk: [content \(chalmers.se\)](https://www.chalmers.se/content/chalmers.se)

slutet av 1990-talet. Byggaktören Stångåstaden i Linköping satte in urinsorterande toaletter (WME DS) i ett av sina hyreshus vid renovering i mitten av 1990-talet för att testa hur urinsortering fungerade i ett vanligt hyreshus. I båda dessa byggnader togs urinsorteringen bort efter ca 10 år, dvs under urinsorteringens fas 3. Både Norrköping och Linköping har dock utvecklat kommunala system för insamling och spridning av urin från enskilda avlopp (fas 4, se nedan) trots bakslagen i fas 3.

I ett examensarbete från Chalmers (2014) tittade Maria Nilsson på drivkrafter och barriärer för urinsortering i Norrköping och Linköping, med Ekoporten och i Stångåstaden's hyreshus som tidiga fallstudier. Drivkrafter för systemen var bland annat möjligheten till ökat miljöskydd och ökad möjlighet för recirkulering av växtnäring. Det fanns också stöd för själva idén, att det är bra att källsortera. För användare av systemen fanns ekonomiska drivkrafter som gratis tömning av urintank. Politiskt stöd nämns också som drivkraft. Vad gäller barriärerna var de flesta kopplade till kategorin ”legitimitet”, dvs hur accepterade systemen var. Det var bland annat svårigheter med toaletternas funktion ur ett användarperspektiv (utfällningar, lukt, dålig sorteringsfunktion och ändrade städrutiner bland annat). Organisatoriska barriärer för acceptansen av urinsortering var exempelvis ökade kostnader för kommunen, för små volymer och få nya installationer, och att urin inte tilläts i ekologisk odling. Kvalitetsbarriärer identifierade var exempelvis att urinen var för utspädd för att vara riktigt attraktivt som gödsel och osäkerheter kring läkemedelsrester. I examensarbetet diskuteras också avvägningen mellan storlek på system för att det ska fungera organisatoriskt och en eventuellt ökad risk för sämre kvalitet på urinen om systemets storlek ökar. Det konstaterades också att användningen av urin på produktiv mark var viktig för att hålla uppe motivationen.

Nilssons förslag för framtida implementering av urinsortering:

- Större system (mer insamlad urin) ökar värdet på systemet
- Viktigt med kommunikation till hushållen
- Viktigt med tydlig ansvarsfördelning
- Ekonomiska och ideologiska värden är viktiga för att öka hushållens intresse i att installera systemen
- Forskning behövs för att undersöka konsekvenserna av läkemedelsrester på jordbruksmark för att öka acceptansen av urin som gödsel.

1.3.5 Fas 5 – Klosettvattnensystem och utveckling av behandlingstekniker

Som nämntes i avsnitt 1.2.4 gjordes det i början av 2010-talet systemanalyser av källsorterande avloppssystem för stadsutvecklingsprojekten H+ och för Norra Djurgårdsstaden. Urinsortering var den tekniklösning som miljömässigt rankades högst i båda studierna men i inget fall gick man vidare med urinsortering. I Helsingborg fattades i stället beslut 2013 om att gå vidare med klosettvattnensortering med vakuumsystem vid utbyggnaden i Oceanhamnen i H+.

H+: ett stadsutvecklingsområde i absolut framkant

I fas 1 av stadsförnyelseprojektet H+ byggs ungefär 32 000 m² kontor och 340 bostäder på Oceanpiren. De första boende flyttade in i mars 2020 och fas 1 färdigställdes under 2022. När hela Oceanpiren är färdigutvecklad (fyra faser) kommer ca 2500 pe vara anslutna till det nya avloppssystemet. I december 2022 hade systemet ca 700 pe anslutna.

I Oceanpirens systemlösning källsorteras klosettvattnet, BDT-vatten och malt matavfall i varsin ledning; Konceptet kallas ”Tre-Rör-Ut”. Klosettvattnet samlas upp i ett vakuumsystem med en i området centralt belägen vakuumpumpstation. BDT-vattnet leds med självfall till samma pumpstation. Från pumpstationen trycks både klosett- och BDT-vatten vidare till återvinningsverket RecoLab, beläget vid Öresundsverket. Matavfallet har pumpsumpar i varje fastighet från vilka matavfallet pumpas till en central pumpgrop innan det pumpas vidare till RecoLab.

BDT-vattnet behandlas inledningsvis med en biologisk process (Bio-P) för rening av organiskt material, fosfor och kväve. Efter detta filtreras vattnet först genom ett trumfilter och sedan genom en nanofiltrering. Koncentratet som fastnar i nanofiltret återcirkuleras till den biologiska processen och på vägen ozoneras det för att organiska mikroföroreningar ska brytas ner. Det renade BDT-vattnet håller hög kvalitet och målet är att vattnet ska recirkuleras till staden i en eller annan form framöver.

Klosettvattnen och matavfall rötas för biogasproduktion i separata röt-kammare. Slurryn från röt-kammarna dekanteras efter rötning. Ur dekantatet utvinns P via struvitfällning och N i form av ammoniumsulfat. De utvunna näringsämnen ska ingå som växtnäring i en näringspellet med återvunnet innehåll.

I RecoLab återvinns näringsämnen, vatten och värme, och, jämfört med ett konventionellt avloppssystem, utvinns mera biogas, samtidigt som läkemedelsrening implementeras. RecoLab tar därmed stora steg framåt inom avloppshantering från nya stadsområden. RecoLab, H+ och Helsingborg har tilldelats flera priser. Helsingborg har exempelvis tilldelats SMART CITY IMPLEMENTATION AWARD 2020 och Hållbara framtidspriset 2019. År 2018 fick Helsingborgs stad, NSVA och Marinette Hagman Vatten Avlopp och Kretsloppspriset och 2022 fick NSVA priset Global Water Intelligence Award i kategorin Årets avloppsprojekt.

Även i Visbys stadsutvecklingsprojekt Visborg har det fattats beslut om vakuumsystem för klosettvattnen och separat insamling av BDT-vatten och fortsatta utredningar pågår.

I Stockholm fortsatte under hela 2010-talet utredningar om källsorterande avloppssystem för Norra Djurgårdsstaden med källsorterande avloppssystem men med fokus på klosettvattnensortering med vakuumsystem.

Även om fokus kring källsortering i Sverige från 2010 och framåt i mångt och mycket har varit på klosettvattnen har urinsorteringen levt vidare och utvecklats i ett internationellt perspektiv. På EAWAG i Schweiz har det bland annat tagits fram behandlingstekniker för biologisk stabilisering av kväve i urin och produktion av ett flytande gödsel, Aurin, baserat på urin, Figur 8.

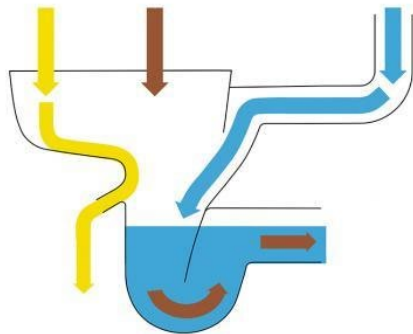


Figur 8. Aurin, en flytande gödselprodukt, gjord på urin i Schweiz³⁹.

En ny urinsortande toalett har tagits fram tillsammans av EOOS, EAWAG och företaget Laufen Bathrooms AG under senare år, där fokus har varit att skapa en toalett med hög användaracceptans, Laufen Save!. Toaletten avleder urin med hjälp av ytspänning, Figur 9. Toaletten finns bland annat installerad i forskningsinstitutet EAWAG:s nya byggnad, Flux, i Dübendorf i Schweiz och ska installeras/är installerad i European Space Agency's nya lokaler i

³⁹ <https://vuna.bexiocommerce.ch/aurin-flussigdunger/aurin-bidon-25-l-en/>

Paris. Den vann också tidskriften Wallpapers ”Design Award for Life-Enhancer of the Year” 2020⁴⁰.



<https://www.eoos.com/cms/?id=409>



<https://www.avloppscenter.se/en/our-products/toilets-wc/urine-separating-wc/laufen-save-wallhung-separation-toilet-urine-diverting.html>

Figur 9. EOOS Laufen Save! En ny, användarvänlig urinsorterande toalett som finns tillgänglig i VVS-butiker i Sverige, exempelvis via Avloppscenter.

Det finns också svenskdrivna urinsorterande initiativ från 2010 och framåt. Jenna Senecal och Prithvi Simha har båda doktorerat på SLU på urintorkning som behandlingsmetod⁴¹ för att producera ett koncentrerat torrt gödselmedel från urin. Genom att torka urinen i ett medium med högt, eller lågt, pH undviks hydrolys av urea till ammoniak. Kvävet stannar kvar i det fasta gödselmedlet i form av urea. Torkningen kan ske direkt under toaletten eller i en källare i flerbostadshus. Om urinen stabiliseras kemiskt direkt kan torkningen också ske efter en tids lagring. Ett avknopningsföretag från denna forskning, Sanitation360, har startats och en av de första urintorkningstoletterna installerades på VA SYD:s kontor i Malmö⁴², Figur 10. Utveckling pågår för att göra torkningen mer energieffektiv och för att producera spridningsbara gödselgranuler av den torkade urinen.

⁴⁰ [Design Awards 2020: Life-Enhance of the Year Shortlist | Wallpaper](#)

⁴¹ Senecal, J. 2020. Safe nutrient recovery from human urine. System and hygiene evaluation of alkaline urine dehydration. Swedish University of Agricultural Sciences, Doctoral thesis 2020:0033.

https://pub.epsilon.slu.se/17113/1/senecal_j_200601.pdf och Simha, P. 2021. Alkaline urine dehydration – how to dry source-separated urine and recover nutrients? Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Science, 2020:028. https://pub.epsilon.slu.se/23473/1/simha_p_210511.pdf

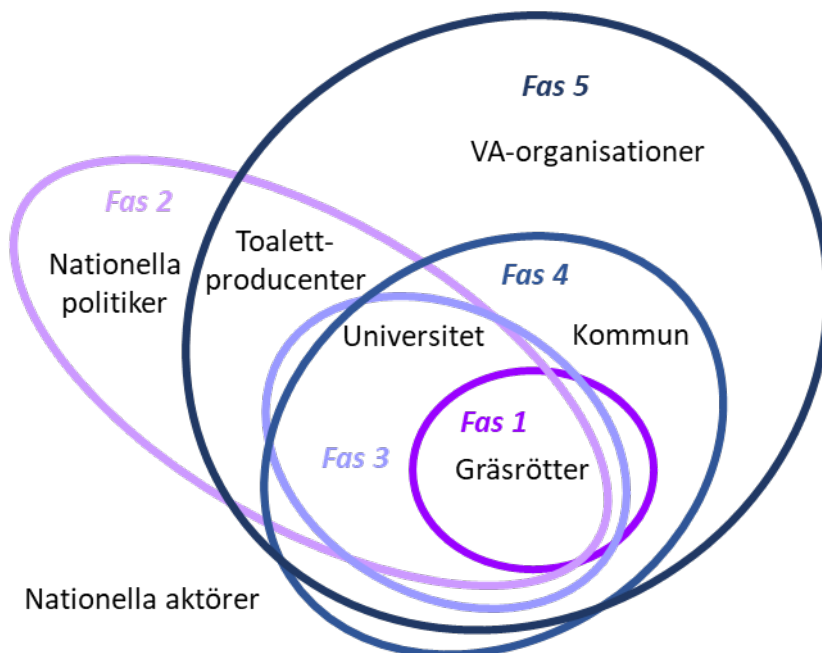
⁴² <https://www.vasyd.se/Artiklar/Forskning-och-utveckling/REWAISE>



Källa: VASYD/Sanitation360

Figur 10. Sanitation360:s urintorkningsanläggning installerad i Malmö på VA SYD:s kontor.

I Figur 11 sammanfattas aktörsengagemanget i urinsortering i Sverige under de fem faserna. Det kan konstateras att aktörsengagemanget från nationella aktörer har varit lågt under alla faserna, och att de kommunala aktörerna har kommit in i de senare faserna.

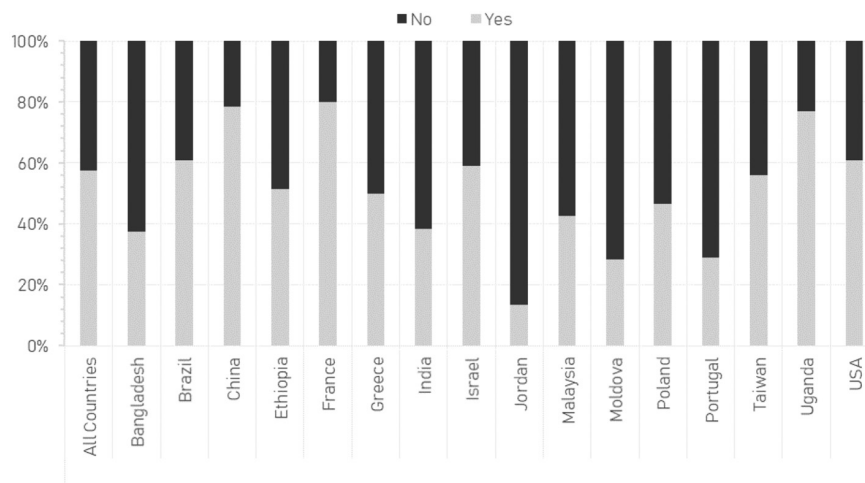


Figur 11. Aktörsengagemang i Sverige från fas 1 till fas 5. I fas 1 var enbart gräsrötterna aktiva. I fas 2 fick gräsrötterna sällskap av universitet, toalettproducenter och nationella politiker. I fas 3 hade intresset sjunkit igen och enbart gräsrötter

och universitet var aktiva. Under fas 4 fick gräsrotter och universitet sällskap av kommuner. I fas 5 engagerade sig även toalettproducenter och VA-organisationer tillsammans med aktörerna i fas 4.

Acceptans av urin som gödsel – en internationell studie (Simha et al. 2021)

Simha et al (2021)⁴³ undersökte hur villiga människor var att använda urin som gödselmedel, genom att tillfråga 3763 människor vid 20 olika universitet i 16 länder. Sammanfattningsvis var 68% positiva till användning av urin som gödselmedel, 59% uttryckte att de skulle kunna äta mat som gödslats med urin. 11% trodde att urinanvändning som gödsel var förknippat med hälsorisker som inte kan åtgärdas genom behandling av urinen. De flesta förväntade sig inte att betala mindre för uringödslad mat men endast 15% skulle kunna tänka sig att betala mer för uringödslade produkter. Acceptansen varierade stort mellan olika länder. I Kina, Frankrike och Uganda var viljan att äta uringödslade produkter hög (se bild nedan), medan i Jordanien var den väldigt låg.



Gemensamt för de olika länderna var att intervjupersonernas uppfattningar om risk och fördelar och sociala normer kunde relateras till acceptansnivån. Givet resultaten i denna studie tror författarna att det i många sammanhang INTE kommer att vara negativa konsumentreaktioner som huvudsakligen begränsar acceptansen för gödselprodukter som humanurin, under förutsättning att konsumenterna är övertygade om produkternas säkerhet; en utökning av kunskap och medvetenhet hos konsumenterna och ett större förtroende hos dem om effektiviteten hos nya sanitetslösningar att tillhandahålla gödselprodukter av säker och hög kvalitet, genom exempelvis kommunikationsinsatser, skulle kunna ge förutsättningar för hög konsumentacceptans för recirkulerad växtnäring från nya avloppslösningar.

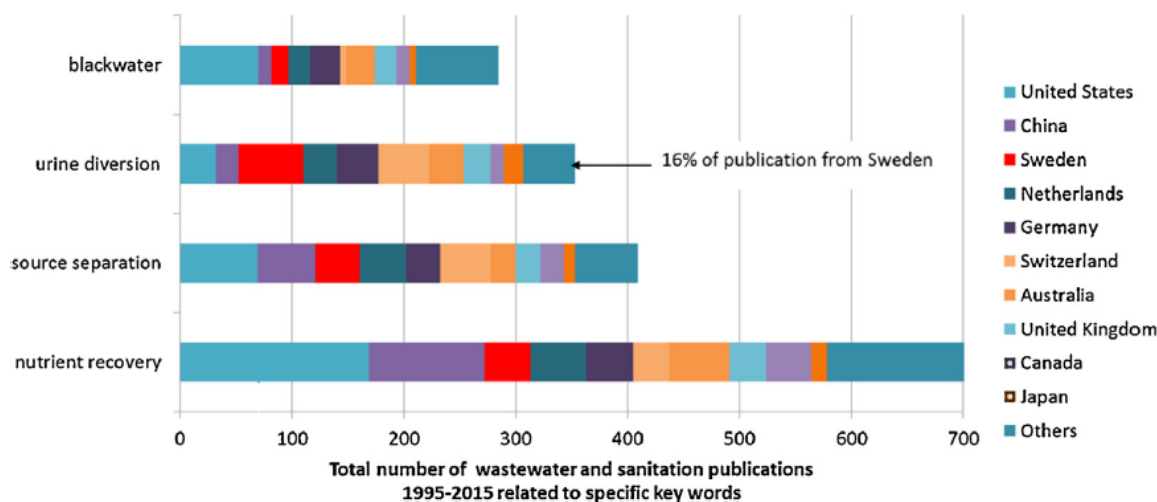
1.4 Understeshöjdens betydelse för utvecklingen nationellt och internationellt

Sverige har legat långt framme vad gäller kunskapsutveckling kring urinsortering. En genomgång av McConville et al (2017)⁴⁴ visade att av alla vetenskapliga artiklar, identifierade via sökmotorn Scopus och med söktermer relaterade till urinsortering, publicerade globalt mellan 1995 och 2015 var 16% svenska, Figur 12, vilket visar på svenska forskares engagemang i urinsorteringens utveckling. Larsen et al (2021) beskriver hur urinsorteringens utveckling i modern tid startade i Sverige genom samarbetet mellan

⁴³ Simha, P. et al. 2021. Willingness among food consumers to recycle human urine as crop fertiliser: Evidence from a multinational survey. *Science of the Total Environment* 765 (2021) 144438

⁴⁴ McConville, J., Kvarnström, E., Jönsson, H., Kärrman, E. & Johansson, M. Source Separation: Challenges and Opportunities for Transition in the Swedish Wastewater Sector. *Resources, Conservation and Recycling*, 120: 144-156

gräsrötter och forskare i olika projekt⁴⁵ och där studier av urinsystemet i Understenshöjden tidigt bidrog med bra dataunderlag.



Figur 12. Antal publikationer 1995 – 2015 som relaterar till bland annat urinsortering⁴⁶.

Understenshöjden har varit, och är, en viktig del av den svenska och internationella kunskapsutvecklingen inom urinsortering. En snabbsökning med verktyget Google Scholar i november 2022 gav 91 träffar på söktermerna ”Understenshöjden” och ”urine” totalt. Exempel på publikationer:

- Populärvetenskapligt i New Scientist⁴⁷ från 2006;
- Del av scenario i fransk livscykelanalys från 2020 för olika avloppssystem i Bordeaux⁴⁸;
- Jämförande studie av urinsortering i Sverige och Nederländerna från 2007⁴⁹;
- Examensarbete från Sveriges Lantbruksuniversitet rörande funktion av urinsorterande system⁵⁰;
- Doktorsavhandling på mikrobiella risker i relation till användning av källsorterad urin i odling⁵¹. Detta arbete ingick sedan som viktig del i underlaget till

⁴⁵ Larsen, T.A. ; Gruendl, H.; Binz, C. 2021. The potential contribution of urine source separation to the SDG agenda – a review of the progress so far and future development options Environ. Sci.: Water Res. Technol., 2021, 7, 1161

⁴⁶ McConville, J., Kvarnström, E., Jönsson, H., Kärrman, E. & Johansson, M. Source Separation: Challenges and Opportunities for Transition in the Swedish Wastewater Sector. *Resources, Conservation and Recycling*, 120: 144-156

⁴⁷ Lawton, G. 2006. Pee-Cycling. *New Scientist*, Volume 192, Issues 2583–2584, 23–30 December 2006, Pages 45-47

⁴⁸ Besson, M., Aguas, J.C., Berger, S. Tiruta-Barna, L., Paul, E. et al. 2020. Life cycle assessment of wastewater source separation scenario: case study on a new district in Bordeaux, France. Second International Conference “ Water, Megacities and Global Change (preconference), Dec 2020, Paris, France. fihal-03340985. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03340985/document>

⁴⁹ Mels, A. van Betuw, W., Braadbaart, O. Technology selection and comparative performance of source-separating wastewater management systems in Sweden and The Netherlands, *Water Sci Technol* (2007) 56 (5): 77–85. <https://doi.org.proxy.lib.ltu.se/10.2166/wst.2007.559>

⁵⁰ Lindgren, M. 1999. Urinsorterande toaletter - rensning av stopp samt uppsamling och attityder. *Institutionsmeddelande 1999-5*, Institutionen för lantbruksteknik, SLU. Uppsala. https://stud.epsilon.slu.se/4267/8/lindgren_m_120604_Med_9905.pdf

⁵¹ Höglund, C., 2001. Evaluation of microbial health risks associated with the reuse of source-separated human urine (Doctoral dissertation, Bioteknologi). <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A8844&dswid=6406>

Världshälsoorganisationens rekommendationer från 2006 kring säker användning av urin i odling⁵².

Ovanstående är enbart ett litet axplock av de **publikationer** som finns där Understenshöjdens urinsorterande system har varit bidragande till kunskapsutveckling. På svenska har det publicerats minst 9 rapporter genom åren där data från urinsorteringen i Understenshöjden utgjort en större eller mindre del av underlaget. Över åren har Understenshöjden också tagit emot många studiebesök, både svenska och internationella; en uppskattning är att Understenshöjden har mottagit någonstans mellan 200 till 300 studiebesök över åren.

Användning av urin som gödselmedel har även dykt upp i populärkulturen. I den nyutkomna romanen ”Anki åker till Las Palmas”, av Anna-Lena Brundin och Jan Sigurd, funderar huvudpersonen Anki på hennes bortgångne make Håkans förkärlek för att använda urin som gödselmedel: ”...*Men han hade läst på och menade att en människa kan avyttra urin till en odling på ungefär en kvadratmeter, varje dygn.*” Anki själv var inte så nöjd med urinanvändningen i balkongglädorna, hon var orolig för grannarnas reaktioner. Vi som tycker urin är bra gödsel tycker ändå att det är kul att urinanvändning letat sig in i en ”feel good”-roman.

1.5 Urinsorteringens utveckling internationellt

Som nämns i avsnitt 1.3.5 sker det en utveckling av urinsortering i Europa, en utveckling som inbegriper alla steg i servicekedjan, från toaletten via behandlingssteg till attraktiva gödselprodukter. Larsen et al. (2021)⁵³ beskriver hur man anser att urinsorteringen genomgår en global diffusion (spridning) från ca 2010 och framåt och hur flera olika skeenden, inklusive de tidiga svenska erfarenheterna, har krattat manegen för denna utveckling.

Runt 2010 och framåt fick nya, resursstarka aktörer upp ögonen för urinsortering, exempelvis Bill and Melinda Gates Foundation (BMGF) som drog igång sin ”Reinvent the Toilet Challenge”. Denna ledde till att flera av de tävlande tittade på urinsortering som ett sätt att få till visserligen högteknologiska toalettlösningar men som skulle fungera med liten resursförbrukning vid användande. Det finns frågetecken kring hållbarhet och praktisk funktion kring många av toalettssystemen som tagits fram under Reinvent the Toilet-utmaningen. Dock fick BMGF upp ögonen för urinsortering och deras fortsatta intresse och investeringar för utveckling av urinsortering anses ha givit en utökad legitimitet kring tekniken globalt.

Under denna tid drog också forskningsprojekt kring urinsortering i Frankrike igång. I ett låg- och medelinkomstlandsperspektiv började flera aktörer använda urinsortering för att förbättra funktionen på sina system.

1.5.1 ”Container-based sanitation”

Det finns många organisationer runt om i låg- och medelinkomstländer som arbetar med olika modeller för att kunna tillhandahålla sanitetsservice till ett rimligt pris där kommunen inte

52 WHO. 2006. WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 4. Excreta and greywater use in agriculture. <https://www.susana.org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/1004>

53 Larsen, T.A. ; Gruendl, H.; Binz, C. 2021. The potential contribution of urine source separation to the SDG agenda – a review of the progress so far and future development options Environ. Sci.: Water Res. Technol., 2021, 7, 1161

lyckas. Flera av dessa organisationer använder urinsortering även om inte alla samlar in urinen för användning. Här följer några exempel.

Sumaj Huasi är en ideell organisation i El Alto, Bolivia. Via stöd från Sida byggde de upp och driftade från 2009 ca 900 torra urinsorterande toaletter på hushållsnivå i peri-urbana El Alto⁵⁴. I systemet ingick insamling, transport och behandling av både urin och fekalier samt lokal infiltration av vattnet från handfaten, Figur 13. Hållbarhetsanalyser har visat att system som detta i El Alto bidrar till större miljöskydd och kostar mindre än konventionell insamling och behandling av avloppsvatten via självfallssystem och med biologisk behandling⁵⁵. Sedan 2019 sköts driften av systemet inte längre av Sumaj Huasi utan av den lokala VA-organisationen EPSAS. Beslutsunderlag har tagits fram för att titta på olika sätt att behandla urinen, där ett förslag är en kombination av struvitutfällning kombinerat med användning den lösning som blir kvar till bevattning och kvävegödsling av grönytor⁵⁶.

MOSAN är ett ”socialt företag” som är aktivt i Guatemala. MOSAN låg 2019 på Forbes topp-tio-lista för schweiziska start-up-företag. De erbjuder toaletter, insamling av urin och fekalier och i dagsläget produktion av struvit och biokol som gödselprodukter. Försök pågår för närvarande för att förbättra kväveåtervinningen genom kvävestabilisering och torkning i samarbete med SLU och det svenska start-up-företaget Sanitation360. Läs mer på MOSAN:s hemsida: <https://mosan.com/guatemala/>

SARAR Transformación i Tepoztlán i Mexiko har arbetat med urinsorterande avloppssystem sedan tidigt 1990-tal lokalt och regionalt i Mexiko och också internationellt. Man har sedan starten arbetat både med teknik- och designutveckling av system och behandlingsteknik i kombination med deltagardrivna planerings- och implementeringsprocesser. Läs mer på SARAR Transformacións hemsida: <https://www.sarar-t.org/>

SOIL är en ideell förening, som verkar på Haiti, och som också arbetar med torra urinsorterande toaletter både på hushållsnivå och i offentliga toaletter. För att hålla kostnaderna nere för deras affärsmodell samlar de tyvärr inte in urinen men däremot fekalierna, som de producerar en populär kompost av. Läs mer på deras hemsida www.oursoil.org.

Ett sista exempel är Sanergy Collaborative som arbetar i Nairobi, Kenya med tillhandahållande av urinsorterande toaletter, insamling av fekalier och ”up-cycling” av fekalierna till kompost, bränsle och djurfoder. Inte heller Sanergy tar dock i dagsläget hand om urinen, trots att den mesta växtnäringen finns i urinen. Läs mer om Sanergy på deras hemsida: <https://www.sanergy.com/>

⁵⁴ <https://www.susana.org/resources/documents/default/2-1583-el-alto-caes-study-en-susanarev-21nov2012.pdf>

⁵⁵ Smith, M. 2020. Sustainability assessment of sanitation systems in El Alto, Bolivia – A pre-study. <http://uu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1388097&dswid=8568>; Kvarnström, E., Ahlström, M., Andersson, K., & Heredia, G. 2023. Sustainability Assessment of Urban and Peri-Urban Sanitation Systems Relevant in the Bolivian Context. SEI Report. Stockholm Environment Institute. DOI: <https://doi.org/10.51414/sei2023.003> <https://www.sei.org/publications/sustainability-sanitation-bolivian-context/>

⁵⁶ EPSAS 2021. Análisis de alternativas para tratamiento de orina proveniente de baños ecológicos secos.



Figur 13: Torra urinsorterande toaletter och insamlingssystem i El Alto, Bolivia. Foton: Malin Smith⁵⁷

1.6 Urinsortering jämfört med konventionell teknik

Som nämntes ovan har urinsortering visat sig konkurrenskraftigt i hållbarhetsanalyser. I Montero, Bolivia, visade det sig att ett system såsom det i El Alto under Sumaj Huasis regi (insamling och behandling av fekalier genom kompostering och av urin genom lagring) ger ett större miljöskydd och är ett robustare system till en lägre kostnad än en optimering av det existerande konventionella avloppssystemet som finns i Montero, Figur 14. Larsen et al (2021)⁵⁸ argumenterar för att urinsortering är nödvändigt för att kunna möta flera av FN:s hållbarhetsmål på ett kostnadseffektivt sätt.

Urinsortering har inte bara visats sig ge större miljövinster än mer konventionell avloppsteknik. I hållbarhetsstudien som gjordes inför utbyggnaden av området H+ i

⁵⁷ Smith, M. 2020. Sustainability assessment of sanitation systems in El Alto, Bolivia – A pre-study. <http://uu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1388097&dswid=8568>

⁵⁸ Larsen, T.A. ; Gruendl, H.; Binz, C. 2021. The potential contribution of urine source separation to the SDG agenda – a review of the progress so far and future development options Environ. Sci.: Water Res. Technol., 2021, 7, 1161

Helsingborg (se avsnitt 1.3.5) visade det sig att alternativet med urinsortering gav störst miljööfördelar⁵⁹; dock valdes ett system med klosettvattnensortering vid utbyggnationen.

		Insamling och behandling av avloppsvatten – optimerad insamling och biologisk behandling				Urinsortering – Sumaj Huasis system i El Alto			
		System 1		System 2		System 3		System 4	
		Existing	Optimized	Existing	Optimized	Existing	Optimized	Existing	Optimized
Health and hygiene	Health and hygiene	2	4	3	4	3	4	4	4
Environmental sustainability	TN release	3	4	2	3	1	3	1	5
	TP release	2	3	1	1	1	1	1	4
	BOD5 release	3	4	1	5	1	3	1	4
	Water use	3	3	3	3	3	3	5	5
	Separation of sanitation flows	2	2	3	3	4	4	5	5
Social sustainability	Social acceptability	5	5	5	5	3	4	4	4
	Household affordability	1	1	2	2	3	3	3	2
Technical and institutional sustainability	Appropriate system design	1	1	2	2	3	3	4	4
	Vulnerability to water scarcity	1	1	1	1	3	3	5	5
	Vulnerability to flooding	2	2	3	3	3	3	4	4
	Integration into urban planning	3	3	3	3	3	3	4	4
	Technical complexity*	4	3	4	3	3	3	3	3
	Integration with other sectors**	4	4	4	3	3	2	4	3
Economic sustainability	Financial sustainability	1	1	3	3	5	4	4	2

Figur 14: Hållbarhetsanalys av olika avloppssystem för Montero, Bolivia⁶⁰

2 TEKNISK BESKRIVNING AV URINSORTERINGSSYSTEMET I UNDERSTENSHÖJDEN

I denna del av rapporten beskrivs urinsorteringssystemet i Understenshöjden, från installationer i hus till återföring och relation mellan aktörerna.

2.1 Installation i hus

2.1.1 Toalett och urinvattenlås

Alla radhus hade den dubbelpolande urinsortande toaletten Dubbletten (från BB Innovations) ursprungligen i badrummen på neder- och övervåningen. Över tid har flera

⁵⁹ Kärman, E.; Arnell, M.; Rydhagen, B.; Svensson, G.; Wittgren, HB. 2012. Multikriterieanalys för integrerade systemlösningar i H+-området. https://hplus.helsingborg.se/wp-content/uploads/sites/74/2016/11/delutredning_02_h-eva-urban_water_20121009.pdf

⁶⁰ Kvarnström, E., Ahlström, M., Andersson, K., & Heredia, G. 2023. Sustainability Assessment of Urban and Peri-Urban Sanitation Systems Relevant in the Bolivian Context. SEI Report. Stockholm Environment Institute. DOI: <https://doi.org/10.51414/sci2023.003>, <https://www.sei.org/publications/sustainability-sanitation-bolivian-context/>

hushåll bytt till Gustavsbergs dubbelpolande urinsorterande toalett, andra har bytt till vanliga vattenklosetter.

Ursprungligen var urinvattenlåsen till Dubbletten i Ø28 i på utsidan förkromad mässing- (legering av koppar och zink). Dessa korroderade och gav mycket höga halter koppar i den insamlade urinen. Urinvattenlåsen byttes sedan till Ø32 i plast. På senare tid har några urinvattenlås, vid behov, bytts till lås i Ø15 i förkromad koppar⁶¹ med en liten bock. Tanken med den smala diametern är att genomströmningen i urinvattenlåset ska öka och det därför bättre ska spolas rent även med endast lite spolvatten. Strategin har hittills verkat fungera.

Underhåll av toaletter och urinvattenlås

Toaletternas urinskål måste spolas regelbundet. Om man inte spolar efter man har kissat blir det snart stopp i urinvattenlåset. Det är viktigt att spolmängden räcker för att vattenlåset ska tömmas på urin och ersättas av vatten – spolmängd bör styras av volymen hos urinledningens vattenlås. En strategi är att spola med minst dubbla mängden vatten jämfört med kisset vid spolning, även om många spolar med mindre volym. Å andra sidan tillförs mer av exempelvis kalcium via spolvattnet. Ju mer kalcium som tillförs urinledningen desto mer fosfor kan totalt fällas ut även om utfällningen hamnar längre ner i systemet.

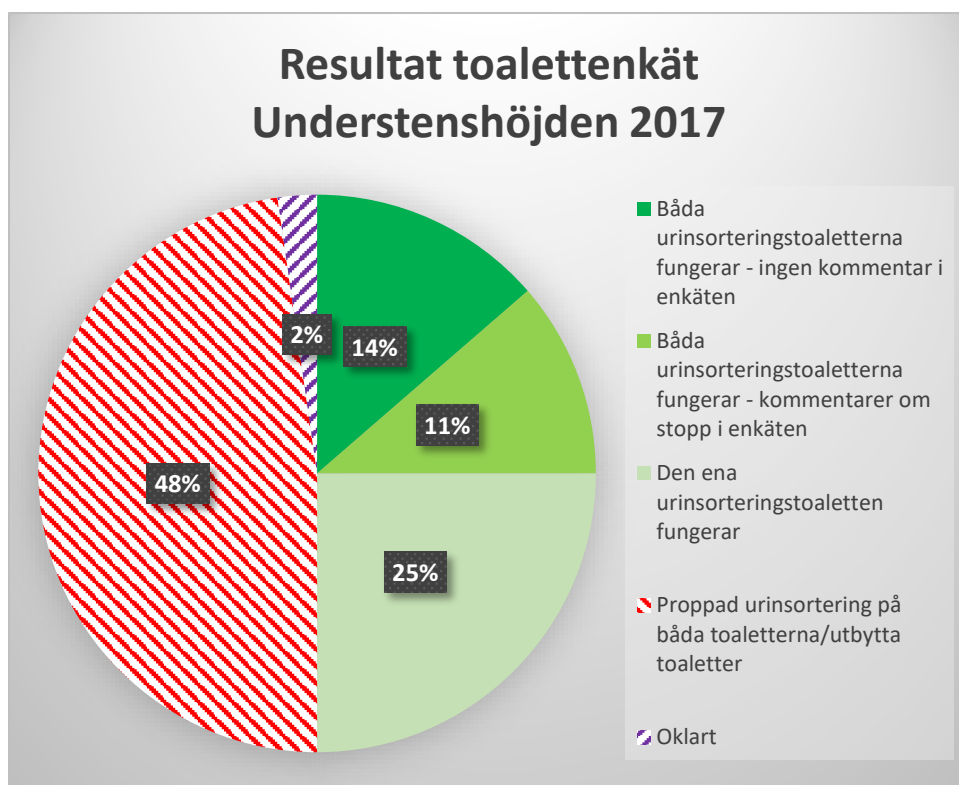
Gustavsberg spolar bort i princip all urin och det blir nästan rent vatten i urinledningens vattenlås vid varje spolning. Detta händer inte i Dubbletten. Spolningssystemet, med ett tempstopp (en knapp med automatisk långsam återgång), var en av svagheterna med Dubbletten-toaletten. Spoltiden styrdes av en liten gummipackning i spolknappen som ofta inte fungerade, vilket medförde att man måste hålla in knappen under hela spoltiden. På grund av lågt flöde blev spolvolymen mycket liten då spoltiden ofta blev kort, 10 sekunder eller kortare. Spolvattnet kom också ur en liten dysa, spraymunstycke och gav ingen eller liten renspolningseffekt. En enkel lösning som används av en del boende är att spola urinvattenlåset med en kopp vatten i stället.

För att hålla rent i urinvattenlåset fick invånarna i Understenshöjden rådet att använda citronsyra, men detta råd föll tyvärr i glömska. Sedan ett par år använder istället några hushåll en trögflytande produkt, JetsTM Descal Gel, vilken innehåller citronsyra som aktiv ingrediens. En strategi är att när man märker att det börjar rinna undan sämre använda en matsked Descal Gel som hålls i urinvattenlåset som får stå över natten. Därefter spolas med vatten och en sugkopp används för att skapa hög vattenhastighet i urinvattenlåset, vilket löser upp stoppet. Erfarenheterna visar att denna strategi fungerar för att lösa upp stopp i urinvattenlåset.

Toaletternas funktion

En sammanställning av toaletternas funktion 2017 finns i Figur 15. I hälften av radhusen finns åtminstone en urinsorterande toalett som fortfarande fungerar. Det är dock endast en liten andel, 14%, som anger att båda toaletterna fungerar och där det inte finns någon kommentar om exempelvis stopp. 48% har bytt ut sina urinsorterande toaletter till vanliga toaletter eller proppat igen urinsorteringen.

⁶¹ På grund av korrosionsrisken hade det varit bättre att välja ett annat material än förkromad koppar.



Figur 15. En sammanställning av toaletternas funktion i Understenshöjden.

Stoppet sker ofta redan i toaletten, i urinvattenlåset, vilka kan undvikas genom att tillse att urinvattenlåset alltid är fyllt med vatten och inte med stående urin.

I början förekom klagomål på luktproblem från toaletterna i Understenshöjden. Dessa klagomål har minskat, vilket kan bero på att flera har bytt toaletter, Figur 15. I Dubbletten kan en urinhinna bli kvar i främre skålen då den aldrig blir ordentligt rensad, och urin blir ofta stående i urinvattenlåset. I konventionella spoltoaletter, och även i Gustavsbergs urinsorterande toalett, blir urin inte stående på det sättet, och därmed blir det mindre lukt från dessa typer av toaletter.

Själva installationen av Dubblettentoaletterna i vägg har varit problematiska, då toaletterna inte följer standard vad gäller cc-mått på infästningsbultarna, utan använder ett eget cc-mått och egen fixtur innanför väggen. Detta har gjort det svårt att byta till någon annan toalett.

2.1.2 Ledningar i hus

Infästningen i vägg har generellt varit dålig eftersom röret inne i väggen inte har klamrats fast tillräckligt. I övergång från urinvattenlåset till ledningen i vägg användes det i de gamla Dubblettensystemen gummimuffar vars täthet var svår att säkerställa i ett dolt utrymme. I de urinvattenlås som blivit utbytta till Ø15 ledning har gummimuff för dolt montage använts.

Urinledningarna i huset består av vanliga Ø50 avloppsrör i PP. De urinledningar som har inspekterats av rörmokare på radhusens vindar har varit luftade genom ihopkoppling med avloppsledningarnas luftning, vilket inte rekommenderas för urinledningar, se nedan.

En bit efter att ledningarna från toaletterna på övre och nedre plan kopplats ihop övergår Ø50-ledningen till en Ø75-slang. Denna slang går till en liten inspektionsbrunn utanför huset.

Underhåll av ledningar i hus

Hushållen underhåller rören i vägg via underhåll av toaletten och av urinvattenlåset. Underhållet, eller avsaknad därav, varierar mellan hushåll (se ovan). Då ledningarna genom bjälklagen är fastgjutna i betong går de inte att komma åt för inspektion och service under golvnivå.

För att åtgärda stopp i ledningarna har högtrycksspolning använts tidigare. Detta har man slutat med efter att ett läckage i vägg uppstod hos ett hushåll i samband med tryckspolning vid stopp. Troligen gled rören isär inne i väggen vid tryckspolningen då de inte var ordentligt klamrade. Det finns efter detta läckage i vägg en osäkerhet hos andra boende med hela systemet.

Vid läckaget i väggen öppnades väggen och det kunde då konstateras att hela det vertikala röret från övervåningen var fyllt med urin och det fanns stenhårda avlagringar med ett stopp längre ner. Stoppet kan ha varit i t-röret där ledningarna från bottenvåning och övervåning kopplas ihop och högtrycksspolningen spolat ihop avlagringar som samlats där. Eventuellt ligger stoppet kvar i backen utanför det huset. Sådana hårda stopp kan uppstå i urinledningar, kanske framförallt vertikala, när dessa är luftade, eftersom luftflödet på grund av skorstenseffekten torkar ut urinslam som blir till hårda avlagringar.

Urinledningar ska, till skillnad från vanliga avloppsrör i hus, INTE luftas, Figur 18. Det bildas alltid trögflytande slam i urinledningar eftersom de aldrig blir igenomspolade på samma sätt som konventionella avloppsrör blir vid toalettspolningar eller urtappningar av badkar. Detta trögflytande slam är egentligen inte ett problem, så länge urinledningarna har minst 1% lutning och så länge de INTE är luftade. Vid luftning kan det trögflytande slammet torka och bli hårt av luften som strömmar igenom på grund av skorstenseffekten. Då kan hårda stopp bildas, Figur 16.

Felanmälningar till BRF:en rörande stopp i ledningarna har minskat och nu (2023) är det flera år sedan senaste ledningsstoppet anmäldes. Troligtvis har toaletter med stopp blivit bytta.

Preventiv spolning av urinledningarna i gatan har skett två gånger i samband med att det vanliga avloppssystemet behövt spolas.

Funktion – ledningar i hus

Infästningen av toaletten i vägg har fungerat dåligt, då gummimuffen är dold i väggen och dess täthet därför inte kunnat verifieras, speciellt som ledningen i väggen inte varit ordentligt fixerad. Detta innebär att det är riskfyllt att göra något med rören innanför väggen.

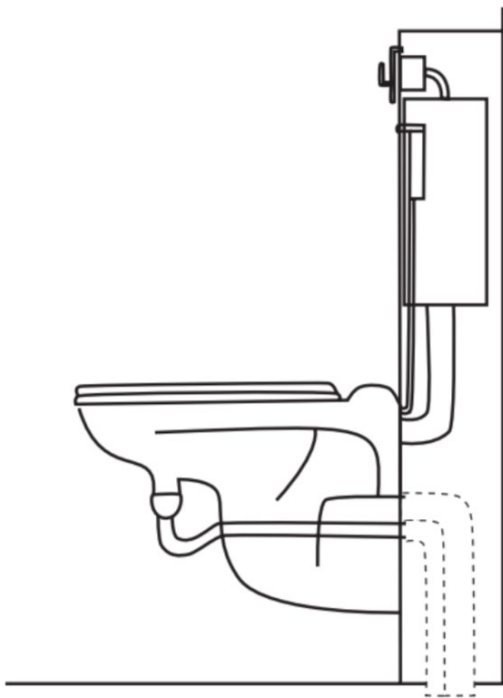
Där urinvattenlåset går över till Ø50 i vägg fastnar det ofta hår och avlagringar. Detta kan bero på att strömningshastigheten minskar vid övergång till större rördiameter, men också på om det finns grader och andra ojämnheter i övergången där hår och annat kan fastna.



a)



b)



c)

Figur 16. a) Trögflytande urinslam. b) Hårda avlagningar i vertikalt rör c) skiss av Dubblettoalett och dess infästning i vägg.

2.2 Installation i gata

Urinen avleds i Ø75-slang i gata, först till inspektionsbrunn utanför varje hus, sedan vidare till sammankopplingen av flera ledningar närmare urintankarna, där ledningen övergår till Ø110

(oklart om det är slang eller rör). Slang valdes generellt för att minimera antalet skarvar i mark i systemet.

Övrigt avloppsvatten avleds i gata i Ø150-ledning.

Spolbrunnar finns i systemet: i övergången från hus till gata samt på olika ställen i gatan. De är dock inte synliga överallt utan många har under åren täckts med grus. En spolbrunn har byggts i gata så att hela ledningssystemen vid behov kan spolas, se nedan.

Underhåll i gata

Preventiv spolning av urinledningar har skett två gånger mellan 1995 och 2023, vid tillfällen då ledningarna för övrigt avloppsvatten behövt spolas.

Funktion i gata

Avledningen av urin i gata har fungerat väl över åren. Filmning av ledningarna under tidigt 2000-tal visade att fallet i gata inte var jämnt men det fanns trots detta inga stopp. De preventiva spolningarna av urinledningar gjordes ändå, när de konventionella avloppsledningarna spolades på grund av stopp i dessa.

2.3 Uppsamlingsystem

Uppsamlingsystemet består av två tankar (40 m³/tank) i glasfiberarmerad plast i serie; en tank fylls först, sedan den andra. Tankarna har även ett bräddavlopp till det vanliga avloppssystemet. Inkopplingen av urinledning från gata till tank sker på gavelsidan. Tankarna har manlucka och tömning sker via manluckan ovanifrån. Urintankarna är utrustade med en nivåmätare (PVC-rör ner i tanken) med display, som ska larma när tankarna är fulla.

Underhåll av uppsamlingsystemet

Gångjärn och lås smörjs regelbundet på locken till tankarna som töms en gång per år.

Funktion av uppsamlingsystemet

Urintankarna fungerar bra, förutom nivåmätaren som gick sönder kort tid efter installationen. Vid tömning är manluckan av och då måste uppsikt hållas så att olyckor inte sker, t.ex. att något barn ramlar i. Helst borde öppningen förses med ett glest skyddsnet en bit ner.

2.4 System för växtnäringsåterföring

Växtnärings i urinen har kommit till nytta i odling ända sedan starten. De första åren lagrades och användes urinen på Stockholm Vattens gård vid Bornsjön. Sedan mellanlagringen av urin avvecklades av Stockholm Vatten har en arrendelantbrukare i Enhörna tagit emot urinen. Lantbrukaren är i grunden positiv – han ser att det fungerar och är positiv till produkten.

BRF:en har inte haft något skriftligt avtal vare sig för tömning eller för avsättningen av urin. BRF:ens kontaktperson kontaktar lantbrukaren årligen för att undersöka att urinen kan tas emot. Efter att mottagandet på lantbruket är bestämd kontaktas RagnSells för tömning och transport, Figur 17.



a)



b)

Figur 17. a) Manlucka till urintank i Understenshöjden. b) Upphämtning av urin av RagnSells på Understenshöjden. Foto: Nils Söderlund.

Varje tömning kostar BRF:en ca 18 000 kr. Lantbrukaren betalar inte för mottagen urin men fakturerar heller inte för sina merkostnader för att hantera urinen.

Urinanvändning i Enhörna

Mats är arrendelantbrukare i Enhörna och tar emot urinen från Understenshöjden. Urinen tas emot en gång per år och samlaras sex månader i en cistern tillsammans med urin från djurhållning. Denna blandade urin används för att odla vete och vall. Det mesta av urinblandningen sprids med hjälp av släpslangsspridare på våren i vall. Därutöver gödslas ca 3 till 4 ha vete per år. Ungefärlig giva är 15 till 20 ton urinblandning per hektar.

Mats säljer sitt vete till Svenska Foder. De har inga restriktioner kring gödsling med humanurin. Mats tror att vetet går på export via Oxelösund. Beroende på proteinhalt i vetet säljer Svenska Foder vetet som fodervete eller brödvete.



Foto: Nils Söderlund.

Systemet har fungerat bra rent tekniskt. BRF:en upplever dock, på goda grunder, att de gör stor samhällsnytta i och med att de avlastar avloppssystemet från kväve och fosfor men att de får bära alla extra kostnader själva, se uträkning i box nedan. Understenshöjden sparar pengar åt Stockholm Vatten och Avfall då de släpper ut mindre växtnäring till det allmänna avloppsnätet vilket leder till minskad resursanvändning i avloppsrening.

Hur mycket borde Understenshöjdens VA-taxa reduceras?

Föreningen borde få reducerad VA-taxa från Stockholm Vatten och Avfall för de mängder N och P som de INTE släpper ut till det allmänna avloppsnätet. Enligt uträkningen nedan, som delvis baserar sig på mätningar i Understenshöjden, borde bostadsrättsföreningen få en reducerad taxa, inklusive moms, av drygt 23 000 kr/år, vilket täcker de tömningskostnader Understenshöjden har idag.

Parameter

Kväve

Fosfor

Näring, g per person och år i urinen ⁶²	4015	329
Hemmavaro ⁶³	0,58	0,58
Sorteringsgrad ⁶⁴	0,79	0,75
Antal personer ⁶⁵	160	160
Näring i uppsamlad urin, kg per år	292	23
Industritaxa, kr/kg inkl moms ⁶⁶	69,5	119
Sparade reningskostnader per år	20 317 kr	2 702 kr
Totalt sparade kostnader inkl moms, kr/år		23 019 kr

Om det dessutom läggs ett samhällsekonomiskt perspektiv på Understenshöjdens urinsorterande system kan fler nyttor räknas in. I en samhällsekonomisk studie⁶⁷ för ett eventuellt framtida källsorterande avloppssystem i Norra Djurgårdsstaden citeras en studie där värdet per kg av kväve som INTE släpps till Östersjön för svenskar angavs till 73 kr/kg och för allmänheten generellt i Östersjöområdet till 460 kr/kg. Dessa siffror är baserade på en stor internationell scenariovärderingsstudie som gjorts i samband med Baltic Sea Action Plan. Med dessa siffror är värdet för svenskar, av den växtnäring som Understenshöjden INTE släpper ut, räknat på reningsgrad av 78% på kväve i Henriksdalsverket⁶⁸ om urinen gått dit istället för att samlats upp, 4689 kr/år, och för alla invånare runt Östersjön representerar det undvikna utsläppet ett värde av 29 550 kr. För länder med lägre reningsgrad av kväve än 78% i reningsverket är det samhällsekonomiska värdet av urinsortering ännu större än för Stockholmsfallet.

2.5 Relation mellan fastighetsägare, kommunen, odlaren/lantbrukaren och VA-organisationen

2.5.1 Hushåll

Ansvarsområde	Toalett och andra system i bostaden.
Kontaktyta	BRF:en
Funktion	<p>Det varit många problem med stopp i urinvattenlåsen i toaletterna och annan typ av underhåll krävs för föreningens toaletter än för konventionella toaletter. BRF:en behöver därför ta ett tydligare ansvar här jämfört med i en normal BRF. Man har därför börjat dela ut Descal, se 2.1.1. Descal borde delas ut regelbundet till kontaktperson inom varje husgrupp, med tydlig instruktion om preventivt underhåll av urinvattenlås. Information borde delas ut till nyinflyttade.</p> <p>Typ av toalettstol borde inte kunna beslutas av bostadsrättsinnehavaren. Stadgeförändring borde göras så att toalettstolsbyte ska godkännas av styrelsen.</p> <p>Ansvarsuppdelningen mellan hushåll och BRF:ens förening bör vara klagjord i BRF:ens stadgar. En ändring av en BRF:s stadgar kräver normalt beslut vid två på varandra följande föreningsstämmor.</p> <p>Mer kunskap behövs om hur det verkligen fungerar/hur man ska sköta toaletten.</p>

⁶² Jönsson, H., Baky, A., Jeppsson, U., Hellström, D. & Kärrman, E. 2005. Composition of urine, faeces, greywater and bio-waste - for utilisation in the URWARE model. Report 2005:6, Urban Water, Chalmers. Sweden.

⁶³ Jönsson, H., Vinnerås, B., Höglund, C., Stenström, T.A., Dalhammar, G. & Kirchmann, H. 2000. Källsorterad humanurin i kretslopp . VA-FORSK Report 2000•1. VA-FORSK/VAV. Stockholm.

⁶⁴ Ibid.

⁶⁵ Ibid.

⁶⁶ Stockholm Vatten och Avfall, 2023, Industriavfallstaxa. Nedladdad 2023-03-13.

<https://www.stockholmvattenochavfall.se/foretag/ovriga-verksamheter/priser/industriavloppstaxa/>

⁶⁷ Nordzell, H. Soutukorva-Swanberg, Å. 2022. Samhällsekonomisk analys av sorterade avloppssystem.

https://www.macrosystem.se/wp-content/uploads/2022/10/Slutversion_CBA_VA_NDS_220513.pdf

⁶⁸ SVOA. 2021. Miljörapport 2021. https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdf/rapporter/miljorapporter-avlopp/svoa-mr-2021_org_v3.1_bilaga-a.pdf

2.5.2 BRF:en

Ansvarsområde	BRF:en har tvingats ta ansvar för systemets funktion på hushållsnivå, genom att de tagit ansvar för toalettens funktion inne i lägenheterna. De har också tagit ansvar för systemet efter uppsamling. Understenshöjdens BRF har tagit stort ansvar i systemets utformning (toalett och övriga installationer), mötande av myndighetskrav (utöver det som kan förväntas vid konventionella avloppssystem), initierat forskningsprojekt, stått för merparten av extrakostnader för urinsorteringen (reparationer, underhåll, tömningar, spolningar, stopp) och tagit stort ansvar för att se till att växtnäringen hamnar på jordbruksmark.
Kontaktyta	Medlemmarna, byggaktörer (under byggnation), Miljöförvaltning (i början), Stockholm Vatten (i början), rörmokare (underhåll), RagnSells (tömning), lantbrukare
Funktion	BRF:en har tvingats ta för mycket ansvar för systemets funktion vad gäller tömning och återföring till lantbruk. Stockholm stads förvaltningar/bolag tog i början, i enlighet med miljöbalken, ansvar för uppsamling och återföring av urinen till lantbruk, även om kommunen formellt sett inte är tvingade att ta detta ansvar för anläggningar dimensionerade för fler än 25 pe. Efter att ledningen för Stockholm Vatten bytts efter valet 2006 frånsade sig bolaget emellertid sitt ansvar för urinen från bland annat Understenshöjden. BRF:en har också dessutom ett utökat ansvar för funktionen på hushållsnivå (se 2.5.1).

2.5.3 Miljöförvaltningen

Ansvarsområde	Inget efter idrifttagande av systemet
Kontaktyta	BRF:en vid tiden för idrifttagandet. Miljöförvaltningen sade nej till det lokala reningsverket (Bioclere) eftersom systemet inte klarade att leverera en godkänd fosforhalt i utgående vatten direkt från reningsverket.
Funktion	Miljöförvaltningen kom in i processen för sent. Avloppsreningsverket i Understenshöjden (enbart slamavskiljning följt av biologisk rening i en biobädd) byggdes utan tillräcklig dialog med Miljö och Hälsa. Myndighetskraven tydliggjordes först när systemet hade byggts och skulle tas i drift. Detta gällde tex var i systemet de uppsatta haltkraven skulle vara uppnådda. Ställda krav var 0,5 mg P/l och 15 mg BOD/l i utgående vatten från minireningsverket, dvs damm och dikessystem fick inte medräknas som del av reningsanläggningen trots att dessa byggdes för att ingå i reningssystemet. Reningsanläggningen missade därför kravet på fosforeringen med en 10-potens. Stockholm stad borde genom Stockholm Vatten (numera SVOA) ha tagit ett kontinuerligt ansvar för att ordna med uppsamling och återvinning av urinen, även om de enligt Miljöbalken inte är absolut tvingade till detta eftersom Understenshöjdens urinsortande system är dimensionerat för fler än 25 pe.

2.5.4 Stockholm Vatten och Avfall

Ansvarsområde	Det som nu är SVOA tog initialt ett ansvar med reduktion av taxa (1 kr/m ³ köpt dricksvatten) tills det blev ett beslut i, vad som nuvarande är, SVOA:s styrelse att hantering av källsorterad urin inte var deras ansvar strax efter maktskiftet i Stockholm 2006. Nuvarande SVOA tog också ansvar för tömning och spridning av urinen under tiden systemet i Bornsjön var aktivt, till strax efter 2006.
Kontaktyta	BRF:en under den tid nuvarande SVOA tog ansvar för taxereduktion och tömning och spridning.

Funktion	Idag tar SVOA inget ansvar för källsorterad urin. VA-organisationen bör stötta initiativ som släpper ut mindre kväve och fosfor till ledningsnätet och kommunen ska enligt miljöbalken 15 kapitlet 20 § ansvara för alla avloppsfraktioner från hushållsvatten, om anläggningen är dimensionerad för färre än 25 pe, men bör ta ett detta ansvar även för större anläggningar. Källsorterad urin borde tas ansvar för av kommunen, antingen dess avfalls- och/eller VA-organisation, för bra återföring av växtnäring som en del i en cirkulär livsmedelskedja, i enlighet med miljöbalkens portalparagraf (1 §).
-----------------	---

2.5.5 Lantbrukaren

Ansvarsområde	Återföring av växtnäring
Kontaktyta	BRF:en och tömningsentreprenören (RagnSells)
Funktion	<p>Det fungerar bra idag med den enskilde lantbrukaren. Dock är det BRF:en som själva fått hitta en intresserad lantbrukare efter att Bornsjönsystemet för urin lades ner, vilket inte borde vara fallet (se 2.5.3 och 2.5.4).</p> <p>Samarbete i forskningsprojekt har hjälpt till att hitta argument för att sälja in urinen hos lantbrukare.</p> <p>Värdet av cirkulära flöden för matproduktion borde framhållas av samhället både ur beredskapssynpunkt och hållbarhetsynpunkt, bland annat genom nationella mål för återföring av kväve och fosfor..</p>

3 RÅD FÖR INSTALLATION OCH SKÖTSEL AV URINSORTERANDE AVLOPPSSYSTEM BASERADE PÅ ERFARENHETERNA I UNDERSTENSHÖJDEN

I det här kapitlet sammanfattas råd kring installation och skötsel av urinsorterande avloppssystem med uppsamling av urin i tankar på fastighetsnivå. Råden är främst baserade på erfarenheterna från Understenshöjden och kompletterade med erfarenheter från andra urinsorterande system av liknande typ.

Generella råd:

- De som projekterar, konstruerar och bygger systemen behöver läsa in sig så de kan systemen.
- Tydliga drifts- och underhållsmanualer för systemen ska ingå i leveransen av systemet.
- Informationsmaterial och -rutiner ska vara på plats så att kunskapsnivån hålls uppe hos hushållen.
- Avtal med lantbrukare/odlare behöver finnas, helst bör det vara ett avtal mellan kommunen och lantbrukaren.

3.1 Installationer i hus

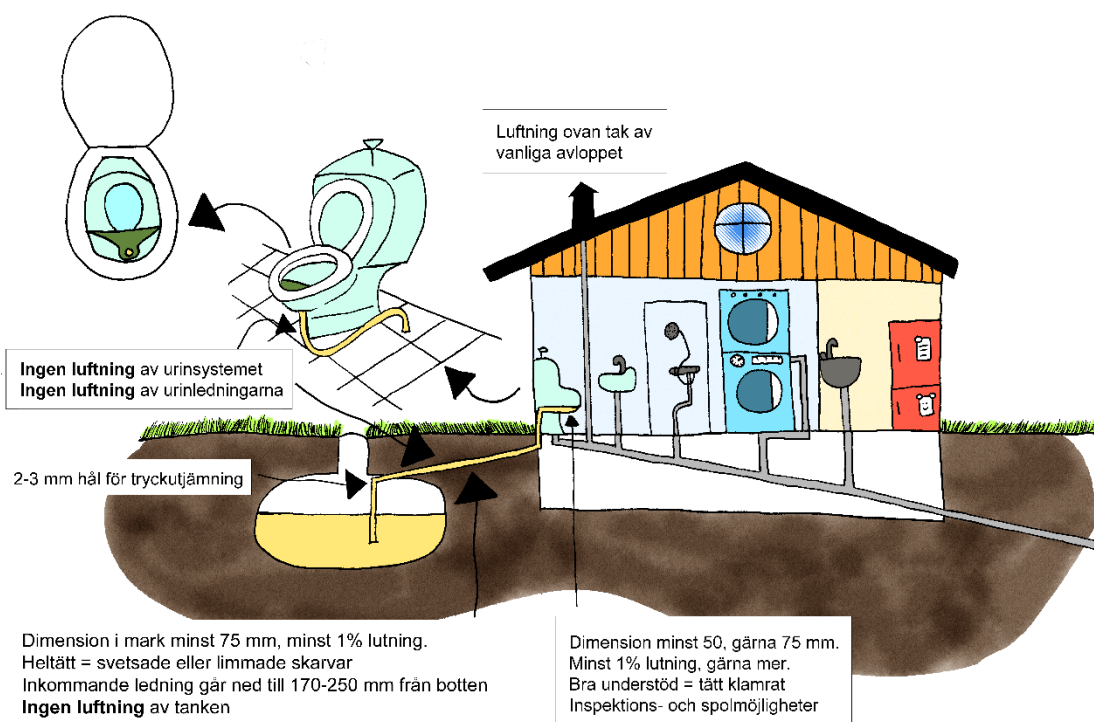
Det finns ingen VVS-AMA för urinsorterande avloppssystem. En sådan bör tas fram för att öka kunskapen hos byggaktörer och minska risk för byggfel.

3.1.1 Toalett och urinvattenlås

Toalett	<ul style="list-style-type: none"> • Toaletterna ska hålla standardmått vad gäller cc-mått och fixtur liksom ledningsanslutningar så att toalettbyte kan ske utan trix och fix; • Toaletterna ska inte innehålla detaljer i metall (rostfritt kan gå bra) då urin är mycket korrosivt; • Toaletterna ska spola urinskålen med så mycket vatten att ingen urin blir stående i urinvattenlåset
Urinvattenlås	<ul style="list-style-type: none"> • Urin är mycket korrosivt så vattenlåset ska inte vara i metall (rostfritt är OK); • Det ska ha så liten volym som möjligt så att en liten spolning tömmer det på urin; • Välj en toalett där det är relativt enkelt att ta bort urinvattenlåset för rengöring och/eller byte.
Infästning i vägg	<ul style="list-style-type: none"> • Urinledningen ska vara fixerad där den går ut genom väggen, inte ligga löst och dold inne i vägg; • Inkoppling mellan toalett och urinledning i vägg ska utföras så att de är fixerade och inte kan hoppa isär; • Urinledningen måste klamras i vägg så att den inte kan röra sig vid renspolning och i bjälklag klamras så tätt att den inte kan böja ner sig ens när den är delvis fylld med urinslam (vilket den kommer att bli med tiden); • Om man har spolbehållare i vägg ska installationen av denna utföras enligt aktuella regler; • Toalett inklusive spolcistern ska vara innanför tätskiktet.

3.1.2 Ledningar i fastighet

Materialval och diameter	<ul style="list-style-type: none"> • Plaströr är att föredra för avledning av urin då urin är mycket korrosivt; • Ø75 avloppsrör i PP eller PE kan användas, de ska vara släta inuti.
Infästning i vägg	<ul style="list-style-type: none"> • Se 3.1.1 ovan.
Dragning i hus	<ul style="list-style-type: none"> • Horisontella urinledningar behöver klamras betydligt tätare än andra avloppsrör för att undvika att vågdalar uppstår mellan klamrarna trots kontinuerlig tyngd från urinslam inuti rören. Med tiden bildas nämligen ett tungt urinslam som kontinuerligt tynger neråt i ledningarna då urinledningar aldrig blir genomspolade som vanliga avloppsrör. Urinslammet kommer att långsamt flyta mot urintanken, under förutsättning att klamringen är tät nog för att undvika vågdalar och att ledningen är lagd med minst 1 % lutning. Om det är vågdalar i rörläggningen kommer det att upplevas som ett stopp då urinslammet, vars viskositet liknar flytande honung vid rumstemperatur och som har hög densitet, kommer att ansamlas i vågdalarna och inte komma vidare på grund av bakfall upp till nästa vågtopp; • Inga 90°-böjar eller skarpa böjar i systemet • Lutning minst 1 %, gärna mer • Urinledningarna i väggar och bjälklag ska vara åtkomliga för inspektion och spolning • Det ska finnas regelbundna och lättåtkomliga spolöppningar, speciellt vid riktningssändringar, vinklar, på ledningen så att den kan spolvas vid eventuella stopp. (Vid toaletten kan det vara bättre att demontera urinvattenlåset och spola därifrån snarare än via en separat spolöppning). • Urinledningar ska ABSOLUT INTE LUFTAS, till skillnad från vanliga avloppsledningar. Luftning av urinledningar kan leda till hårda stopp i ledningarna, kanske framförallt i de vertikala ledningarna, Figur 18.



Figur 18.: Urinledningar och urinsystemet ska INTE luftas! Illustration: Aiden Kvarnström.

3.1.3 Underhåll i hus

Del av system	Åtgärd	Hur ofta?	Vem ansvarar för utförande av åtgärden?		
			Hushåll	FS	Byggherre/ teknikleverantör
Hela systemet	Framtagande av drift- och skötselinstruktion	Innan idrifttagande			X
	Kontinuerlig användning av drifts- och skötselinstruktioner och kontinuerliga uppdateringar		X	X	
Toalettstol	Spolning av urinskål/urinvattenlås. Spolningen ska vara så stor att ingen urin blir stående i urinvattenlåset.	Efter varje användning av toaletten	X		
Urinvattenlås i toalettstol	Dosera citronsyra eller produkt som innehåller citronsyra, exempelvis produkten JETS™ Descal	Vid veckorengörning	X	X	

	<p>Gel, enligt instruktion och låt stå över natten.</p> <p>Spola rent på morgonen efter med spolningen för urinskålen.</p>				
Ledningar i fastighet	<p>Kaustik soda löser organiskt material och är en möjlighet om Descalé inte fungerar. Citronsyra eller Descalé ska vara första alternativ i den ordinarie rengöringsrutinen.</p> <p>Kaustiksoda: En del fast kaustik soda löses i 3,5 delar vatten (använd skyddsglasögon och handskar) i ett kärl. Lösningen hälls långsamt i urinskålen. Låt stå några timmar, helst över natt. Renspola sedan med kraftigt vattenflöde.</p> <p>Eventuellt kan fläckborttagningsmedlet Vanish användas istället för kaustiksoda. Det finns betydligt mindre hälsorisker med Vanish jämfört med kaustik soda och det sägs fungera lika bra.</p>	Vid behov eller helst förebyggande 2-4 ggr per år.	X	X	

FS: fastighetsskötare/förening el dyl.

3.2 Installationer i gata

3.2.1 Ledningar

Materialval	<ul style="list-style-type: none"> • Ø75-110 i plast med slät insida • Märk upp röret så att det är tydligt att det är urin som avleds och inget annat
Ledningsdragning	<ul style="list-style-type: none"> • Ledningarna måste vara absolut vattentäta, svetsade eller heldragna i mark. Om de är skarvade med manschettätningar kan grundvatten trycka in i dem och urintanken snabbt fyllas med grundvatten. • Håll ledningslängderna så korta som möjligt och undvik skarpa svängar; • Minst 1% lutning, gärna mer. • Tillse att det ALDRIG blir motfall, horisontella ledningar behöver därför kontinuerligt stöd eller mycket tät klamring, då det tunga urinslammet inne i röret annars böjer ned röret.
Inspektionsbrunnar	<ul style="list-style-type: none"> • Inspektionsbrunnar ska finnas i övergång från hus till gata utanför husen, sedan vid påkoppling i gatan och sedan vid varje riktningsändring; • Inspektionsbrunnarna ska vara utformade enligt standard så att man kan komma åt systemet för inspektion och spolning.

	<ul style="list-style-type: none"> • Inspektionsbrunnarna ska vara åtkomliga och synliga.
--	--

3.2.2 Underhåll av ledningar i gata

Del av system	Åtgärd	Hur ofta?	Vem ansvarar för utförande av åtgärden?		
			Hushåll	FS	Byggtrepreneur
Hela systemet	Framtagande av skötselinstruktion	Innan idrifttagandet			X
Ledningar	Inspektion	Vart 10:e år		X	
Inspektionsbrunn	Inspektion	Vart 10:e år		X	

FS: fastighetsskötare/förening el dyl.

3.3 Uppsamlingsystem

3.3.1 Urintankar

Materialval	<ul style="list-style-type: none"> • Urintanken ska vara gjord i ett material som inte korroderar, dvs i betong eller plast; • Vid materialval, tänk på lyftkraften från grundvattnet när det står som högst; en tank i ett lättare material kan behöva förankras i marken;
Utformning	<ul style="list-style-type: none"> • Tanken ska ligga så grunt som möjligt för att undvika risk för inträngning av grundvatten och minska risken för att tanken flyter upp; • Tanken och kopplingar till ledningar ska vara vattentäta och robusta, och inte innehålla metalldelar på grund av korrosionsrisken; • Tanken ska INTE ventileras, endast tryckutjämning ska finnas; • Tanken ska fyllas ifrån botten, dvs röret som fyller tanken ska gå vertikalt ner till nära, 150 - 250 mm, ifrån botten; • Tanken ska ha en enkel och robust nivåmätning som klarar av den korrosiva miljön, exempelvis en flottör och visare; • Vid design av större system kan det vara ekonomiskt fördelaktigt att dimensionera tankarna efter maximal tömningskapacitet hos tankbil eller tankbil med släp som tömmer (max 15 m³ eller 35 m³) och att lagringen för hygienisering sker på gårdsnivå snarare än vid fastighet. • Det ska finnas en manlucka så att man kan titta in i tanken och krypa ned om man misstänker att det är någon skada på tanken eller ledningen till den; • Undvik bräddledning från urintanken till det vanliga avloppet. En sådan leder ofta till att urinen inte används och det ökar risken för ventilation via bräddledningen. Inget av vilka är önskvärda. • Tömning via manlucka har fördelen att man lätt kan följa tömningsförloppet. Manluckan ska ha korrosionssäkert skyddsgaller en bit ner för att förhindra att någon kan falla i.
Säkerhet	<ul style="list-style-type: none"> • Manluckan måste vara försedd med lås så att ingen kan falla ner i tanken.

3.3.2 Tömning

Utformning	<ul style="list-style-type: none"> • Ett alternativ till tömning via manlucka är ett fast tömningsrör av tillräckligt stor diameter för tankbilen att ansluta till är en säker tömningsanordning. Diametern får dock inte vara för liten, då blir tömningstiden för lång;
-------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> Lantbruksmaskiner (flytgödselspridare) kan tömma via manlucka mycket snabbare än tankbilar. Det kan därför vara en fördel för att använda lantbrukare med flytgödselspridare som entreprenör för att tömma; Om tömning ska ske via manlucka måste säkerhetsåtgärder vidtas, se nedan.
Säkerhet	<ul style="list-style-type: none"> Vid tömning via manlucka måste luckan hållas under uppsikt under hela tiden den är öppen så att ingen faller ner i urintanken. Ett korrosionssäkert skyddsgaller under manluckan rekommenderas.

3.3.3 Drift och underhåll av uppsamlingssystem

Del av system	Åtgärd	Hur ofta?			
			Hushåll	FS	Kommun
Tank	Rutin för kontroll av fyllnadsgrad i tanken	Beror av storlek och volym på uppsamlings-tankarna		X	
Tömning	Kommunen kan anses ha ansvaret för tömning men kan naturligtvis anlita en entreprenör för utförandet. Avtal om tömning – i avtalet ska det vara tydligt att tankbil ska vara ren, och vad som gäller rörande svarstider och dokumentation av tömning (när de hämtat, vart de kört etc.)	Beror av storlek och volym på uppsamlings-tankarna		X	X
Tömning	Avtal om och rutin för att boka tömning	I god tid innan tanken är full – kan ta tid innan entreprenör kommer		X	X

FS: fastighetsskötare/förening el dyl.

3.4 System för växtnäringsåterföring

Det är bra om det finns möjlighet för de boende att använda urinen i sina egna odlingar på ett enkelt sätt. I Understenshöjden skulle man t.ex. med en liten dränkbar pump kunna pumpa upp urin i en liten 1 m³ plasttank som står på en pall, av den typ som vanligen används för olika kemikalier. Om tanken ställs på ett 50-60 cm högt fundament kan vem som vill komma och hämta urin till sin odling. Om man har två tankar kan urinen lagras ett år före användning för att riktigt säkerställa hygienisering. Guldkannan, se ruta i avsnitt 1.1, är ett ännu enklare alternativ för direkt och småskalig återanvändning i egen trädgård.

Det är bra om det går att få avsättning för urinen i närområdet. Användning av urinen inom en radie av 30 km ger en mycket god energibalans. Break even vad gäller energianvändning har beräknats till ca 100 km om transporten sker med tankbil och 200 km om den sker med tankbil med släp⁶⁹.

Ansvar för att ordna med hämtning och avsättning av urinen ligger hos kommunen, vilket följer av kommunens avfallsmonopol. Tips för kommunen är att ordna långsiktiga avtal med lantbrukare och entreprenörer för avsättningen.

3.5 Relation mellan fastighetsägare, fastighetsförvaltare (om skild från fastighetsägare), kommunen, VA-huvudmannen och urinanvändare

Alla inblandade aktörer behöver dela vision och målbild om att växtnäring ska återföras till odling. Detta kräver ett tätt samarbete mellan aktörerna.

Ansvarsfrågor mellan aktörerna måste tydliggöras, exempelvis enligt nedan:

- BRF:ens stadgar ska tydliggöra att lägenhetsinnehavaren inte får byta toalett utan styrelsens tillåtelse;
- Fastighetsägaren måste ansvar för information till lägenhetsinnehavaren om systemets funktion;
- Lägenhetsinnehavaren ska regelbundet underhålla sin del av systemet i enlighet med fastighetsägarens instruktioner;
- Fastighetsägaren ska ha en bra firma att samarbeta med kring eventuella stopp;
- För hushåll med mindre än 25 pe anslutna är det kommunens ansvar att ta hand om avloppsfraktioner, men kommunen borde ta ansvar för urin också från större system och tillse att urinen kommer till nytta i växtodling;
- De som samlar in urin borde få lägre VA-taxa eftersom de belastar avloppssystemet mindre.

4 URINSORTERING – HAR DET EN FRAMTID I SVERIGE?

Vår urin är en avloppsfraktion med ett högt och välbalanserat växtnäringsinnehåll. Det är dessutom en ”ren” fraktion, i jämförelse med andra avloppsfraktioner och även i jämförelse med exempelvis stallgödsel. Urin är därför en bra och unik växtnäringskälla för vårt matkretslopp – ett kretslopp som är ett av de mest primära för vår överlevnad. Genom att sortera ut urin och använda det i odling förbättrar vi matkretsloppet radikalt på ett relativt

⁶⁹ Jönsson, H. (2002). Urine separating sewage systems-environmental effects and resource usage. *Water Science and Technology*, 46(6-7), 333-340.

enkelt sätt. Vi cirkulerar existerande reaktivt kväve i matkretsloppet istället för att tillsätta nytt, vilket är viktigt eftersom flödet av nytt reaktivt kväve vida överskrider dess planetära gräns.

Urin kan antingen användas direkt i odling i små kretslopp (med en väntetid på en månad mellan gödsling och skörd) eller efter lagring i större system. Urin kan också vidareförädlas till mer koncentrerade produkter, både flytande och fasta produkter.

När urinsortering byggs in i fastigheter är det viktigt att tänka på att (i) bygga ledningssystemet tätare klamrat än för vanliga toaletter, (ii) med rätt lutning (minst 1 %, gärna mer) för att undvika bakfall i systemet och (iii) INGEN luftning på urinledningen. Det är viktigt att också underhålla, rengöra med citronsyra eller Descal, toalett och urinvattenlås för att undvika stopp i systemet.

Vad krävs för att urinsortering ska kunna lyfta i större skala i Sverige? Om utvecklingen av en urinsorterande toalett med inbyggd urintorkning lyckas kan urinsortering införas i befintlig bebyggelse utan att större byggnadsåtgärder behövs i byggnaden. Detta skulle möjliggöra införande i stor skala successivt när toaletter renoveras. Den torkade urinen skulle kunna samlas in som en egen fraktion i insamlingen av fast avfall. Man skulle också kunna satsa på urinsortering utan torkning både vid nybyggnad och vid stamreoveringar, då avloppsledningarna i hela huset ju ändå går igenom. Urinsortering med återföring av flytande system är ett beprövat system med stora fördelar för miljö och resursanvändning. Successivt införande av urinsortering i befintlig bebyggelse skulle underlätta för avloppsreningsverken att uppfylla de allt striktare kraven på rening. Storskalig urinsortering skulle också kraftigt minska utsläppen av läkemedel till vatten och de negativa miljöeffekter som dessa utsläpp ger.

Ur resurssynpunkt vore det rimligt att samhället sätter mål för recirkulering av avloppets växtnäring, precis som det finns mål för återvinning av förpackningspapper, glas, metall med mera. Självklart bör det finnas nationella mål för återvinning av kväve och fosfor från avlopp. Detta skulle gynna källsorterande avloppssystem, inklusive urinsortering. Även ur beredskapssynpunkt bör närproducerad recirkulerad gödsel premieras på olika sätt.

5 REFERENSER

5.1 Rapporter och publikationer

Bahamonde, P.A., Fuzzen, M.L., Bennett, C.J., Tetreault, G.R., McMaster, M.E., Servos, M.R., Martyniuk, C.J. and Munkittrick, K.R., 2015. Whole organism responses and intersex severity in rainbow darter (*Etheostoma caeruleum*) following exposures to municipal wastewater in the Grand River basin, ON, Canada. Part A. *Aquatic Toxicology*, 159, pp.290-301.

Besson, M., Aguas, J.C., Berger, S. Tiruta-Barna, L., Paul, E. et al. 2020. Life cycle assessment of wastewater source separation scenario: case study on a new district in Bordeaux, France. Second International Conference “ Water, Megacities and Global Change (preconference), Dec 2020, Paris, France. fhal-03340985. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03340985/document>

- Bodirsky, B.L., Popp, A, Lotze-Campen, H. Dietrich, J.P., Rolinski, S., Weindl, I, Schmitz, C., Müller, C., Bonsch, M., Humpenüder, F., Biewald, A. Stevanovic, M. 2014. Reactive nitrogen requirements to feed the world in 2050 and potential to mitigate nitrogen pollution, *Nat. Commun.*, 5, 3858.
- Colucci, M.S., Bork H., Topp, E. 2001. Persistence of estrogenic hormones in agricultural soils: I. 17 β -estradiol and estrone. *Journal of Environmental Quality* 30: 2070-2076.
- Colucci, M.S., Topp, E. 2001. Persistence of estrogenic hormones in agricultural soils: II. 17 α -etynelestadiol. *Journal of Environmental Quality* 30: 2077-2080.
- Drangert, J.O. och Hallström, J. 2002. Den urbana renhållningen i Stockholm och Norrköping – från svin till avfallskvarn? *Bebyggelsehistorisk tidskrift*, 44, s. 7-24, ISSN 0349–2834
- Goetsch, H.E., Love, N.G. and Wigginton, K.R., 2020. Fate of extracellular DNA in the production of fertilizers from source-separated urine. *Environmental Science & Technology*, 54(3), pp.1808-1815
- Haglund, J.E. och Olofsson, B. 1997. Utvärdering av VA-lösningar i ekobyar. VA-forskrapport 1997:1. http://vav.griffel.net/filer/VA-Forsk_97-01_Del1.pdf; http://vav.griffel.net/filer/VA-Forsk_97-01_Del2.pdf
- HaV. 2019. Näringsbelastningen på Östersjön och Västerhavet 2017 (Sveriges underlag till HELCOM:s sjunde Pollution Load Compilation). Havs- och Vattenmyndighetens rapport nr 2019:20.
- Höglund, C., 2001. Evaluation of microbial health risks associated with the reuse of source-separated human urine (Doctoral dissertation, Bioteknologi). <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A8844&dsid=6406>
- IVA. 2021. Hållbar vattenförsörjning i urbana miljöer. <https://www.iva.se/publicerat/hallbar-vattenforsorjning-i-urbana-miljoer/>
- Johansson, M.; Jönsson, H.; Richert Stintzing, A.; Höglund, C.; Rodhe, L. 2000. Urine Separation – Closing the Nutrient Cycle. Stockholm Vatten, Stockholmshem och HSB.
- Jönsson, H. 2002. Urine separating sewage systems-environmental effects and resource usage. *Water Science and Technology*, 46(6-7), 333-340.
- Jönsson, H. 2019. Fosfor, kväve, kalium och svavel – tillgång, sårbarhet och återvinning från avlopp. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Energi och teknik, 105). https://pub.epsilon.slu.se/16407/27/jonsson_h_191210.pdf
- Jönsson, H., Baky, A., Jeppsson, U., Hellström, D. & Kärman, E. 2005. Composition of urine, faeces, greywater and bio-waste - for utilisation in the URWARE model. Report 2005:6, Urban Water, Chalmers. Sweden.
- Jönsson, H., Dalahmeh, S. and Thorsén, G., 2020. Läkemedel och hormoner i avloppsslam under lagring, kompostering och ammoniakbehandling. Rapport 111, Institutionen för energi och teknik, SLU.
- Jönsson, H., Vinnerås, B., Höglund, C., Stenström, T.A., Dalhammar, G. & Kirchmann, H. 2000. Källsorterad humanurin i kretslopp . VA-FORSK Report 2000•1. VA-FORSK/VAV. Stockholm.

Kvarnström, E.; Emilsson, K.; Richert Stintzing, A.; Johansson, M.; Jönsson, H.; af Petersens, E.; Schönning, C.; Christensen, J., Hellström, D., Qvarnström, L.; Ridderstolpe, P.; Drangert, J.O. 2006. Urine Diversion – One Step towards Sustainable Sanitation. EcoSanRes series 2006-1. http://www.ecosanres.org/pdf_files/Urine_Diversion_2006-1.pdf

Kvarnström, E., Ahlström, M., Andersson, K., & Heredia, G. 2023. Sustainability Assessment of Urban and Peri-Urban Sanitation Systems Relevant in the Bolivian Context. SEI Report. Stockholm Environment Institute. DOI: <https://doi.org/10.51414/sei2023.003>, <https://www.sei.org/publications/sustainability-sanitation-bolivian-context/>

Kärman, E.; Arnell, M.; Rydhagen, B.; Svensson, G.; Wittgren, HB. 2012. Multikriterieanalys för integrerade systemlösningar i H+-området. https://hplus.helsingborg.se/wp-content/uploads/sites/74/2016/11/delutredning_02_h-evaa_urban_water_20121009.pdf

Larsen, T.A. ; Gruendl, H.; Binz, C. 2021. The potential contribution of urine source separation to the SDG agenda – a review of the progress so far and future development options Environ. Sci.: Water Res.Technol., 2021, 7, 1161

Lawton, G. 2006. Pee-Cycling. New Scientist, [Volume 192, Issues 2583–2584](#), 23–30 December 2006, Pages 45-47

Lindgren, M. 1999. Urinsorterande toaletter - rensning av stopp samt uppsamling och attityder. Institutionsmeddelande 1999-5, Institutionen för lantbruksteknik, SLU. Uppsala. https://stud.epsilon.slu.se/4267/8/lindgren_m_120604_Med_9905.pdf

Malnes, D., Golovko, O., Köhler, S. and Ahrens, L., 2021. Förekomst av organiska miljöföroreningar i svenska ytvatten: kartläggning av Sveriges tre största sjöar, tillrinnande vattendrag och utlopp. Mälarens vattenvårdsförbunds rapport 2021:1.

McConville, J., Kvarnström, E., Jönsson, H., Kärman, E. & Johansson, M. Source Separation: Challenges and Opportunities for Transition in the Swedish Wastewater Sector. Resources, Conservation and Recycling, 120: 144-156

Mels, A. van Betuw, W., Braadbaart. O. Technology selection and comparative performance of source-separating wastewater management systems in Sweden and The Netherlands, Water Sci Technol (2007) 56 (5): 77–85. <https://doi-org.proxy.lib.ltu.se/10.2166/wst.2007.559>

Nilsson, M. 2014. Socio-technical evaluation of urine diversion in Linköping and Norrköping, MSc thesis 2014:26, Chalmers tekniska högskola. Länk: [content \(chalmers.se\)](#)

Nordzell, H. Soutukorva-Swanberg, Å. 2022. Samhällsekonomisk analys av sorterade avloppssystem. https://www.macrosystem.se/wp-content/uploads/2022/10/Slutversion_CBA_VA_NDS_220513.pdf

Rutgersson, C., Ebmeyer, S., Lassen, S.B., Karkman, A., Fick, J., Kristiansson, E., Brandt, K.K., Flach, C.F. and Larsson, D.J., 2020. Long-term application of Swedish sewage sludge on farmland does not cause clear changes in the soil bacterial resistome. Environment international, 137, p.105339.

SCB. 2022. Utsläpp till vatten och slamproduktion 2020 Statistiska meddelanden Mi 22 SM 201 https://www.scb.se/contentassets/df67fbff8d32443db04e94c1b910dd3d/mi0106_2020a01_sm_mi22sm2201.pdf

Senecal, J. 2020. Safe nutrient recovery from human urine. System and hygiene evaluation of alkaline urine dehydration. Swedish University of Agricultural Sciences, Doctoral thesis 2020:0033. https://pub.epsilon.slu.se/17113/1/senecal_j_200601.pdf

Simha, P. 2021. Alkaline urine dehydration – how to dry source-separated urine and recover nutrients? Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Science, 2020:028. https://pub.epsilon.slu.se/23473/1/simha_p_210511.pdf

Simha, P. et al. 2021. Willingness among food consumers to recycle human urine as crop fertiliser: Evidence from a multinational survey. *Science of the Total Environment* 765 (2021) 144438

Smith, M. 2020. Sustainability assessment of sanitation systems in El Alto, Bolivia – A pre-study. <http://uu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1388097&dswid=8568>

SVOA. 2021. Miljörapport 2021.

https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdf/rapporter/miljorapporter-avlopp/svoa-mr-2021_org_v3.1_bilaga-a.pdf

Vajda, A.M., Barber, L.B., Gray, J.L., Lopez, E.M., Woodling, J.D. and Norris, D.O., 2008. Reproductive disruption in fish downstream from an estrogenic wastewater effluent. *Environmental science & technology*, 42(9), pp.3407-3414.

Winblad, U. och Hébert, M (editors). 2004. *Ecological Sanitation – revised and enlarged version*. Stockholm Environment Institute. ISBN 91 88714 98 5

Vinnerås, B., Palmquist, H., Balmér, P., & Jönsson, H. (2006). The characteristics of household wastewater and biodegradable solid waste: A proposal for new Swedish design values. *Urban Water Journal* 3(1): 3–11. <https://doi.org/10.1080/15730620600578629>

Wivstad, M.; Salomon, E.; Spångberg, J.; Jönsson, H. 2009. *Ekologisk produktion – möjligheter att minska övergödning*. Centrum för uthålligt lantbruk. ISBN: 978-91-86197-50-6.

WHO. 2006. WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 4. Excreta and greywater use in agriculture. <https://www.susana.org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/1004>

5.2 Websidor

<https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/vattenanvandning/vattenuttag-och-vattenanvandning-i-sverige/pong/statistiknyhet/vattenuttag-och-vattenanvandning-i-sverige/>

Stockholm Vatten och Avfall. 2023. Industriavfallstaxa. Nedladdad 2023-03-13.

<https://www.stockholmvattenochavfall.se/foretag/ovriga-verksamheter/priser/industriavloppstaxa/>

<https://mosan.com/guatemala/>

www.oursoil.org.

<https://www.sarar-t.org/>

<https://vuna.bexiocommerce.ch/aurin-flussigdunger/aurin-bidon-25-l-en/>

[Design Awards 2020: Life-Enhance of the Year Shortlist | Wallpaper](#)

<https://www.vasyd.se/Artiklar/Forskning-och-utveckling/REWAISE>

<https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/jord-och-skogsbruk-fiske/jordbrukets-produktion/skord-av-spannmal-trindsad-och-oljevaxter/pong/tabell-och-diagram/hektarskordar-av-hostvete-varvete-och-rag/>

https://svensktradgard.se/media/ih0hq1pf/faktablad_27_uringodsling.pdf

https://www.susana.org/_resources/documents/default/2-1583-el-alto-caes-study-en-susanarev-21nov2012.pdf

https://svensktradgard.se/media/ih0hq1pf/faktablad_27_uringodsling.pdf

https://apps1.unep.org/resolution/uploads/colombo_declaration_final_24_oct_2019.pdf

¹ <https://cen.acs.org/environment/climate-change/Nitrous-oxide-packs-dangerous-climate/99/i25>

Urinsorterande avloppssystem – Sammanställning av erfarenheter från Understenshöjden.

I denna rapport sammanställs 28 års erfarenheter av urinsorterande avloppssystem i Understenshöjden i Stockholm. Det tekniska systemet beskrivs i detalj, vad som har fungerat bra och vad som har fungerat mindre bra. I rapporten ges också råd för byggande av framtida urinsorterande avloppssystem.