
PRAKTISKA ERFARENHETER AV VAKUUMTOALETTSYSTEM I OCEANHAMNEN ETAPP 1

NORDVÄSTRA SKÅNES VATTEN OCH AVLOPP AB

NSVA

UPPDRAGSNUMMER 30025101



2021-07-05

SWECO SVERIGE AB
VVS 21 GÖTEBORG

FREDRIK HANSSON
ALAIN POWELL

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	2
2	PROBLEMBESKRIVNING	3
2.1	Slagljud	3
2.2	Spolljud	4
2.3	Transportljud	4
2.4	Läckage och undertryck	4
2.5	Stopp och bildning i rör	4
3	REKOMMENDATIONER	5
3.1	Ljud	5
3.2	Läckage och undertryck	9
3.3	Stopp och bildning i rör	11
3.4	Ventiler	12
3.5	Övrigt	13
4	ORDLISTA	14

1 INLEDNING

Vakuumsystem för toaletter är en växande och relativt ny lösning för bostäder. Vakuumsystem har ett flertal fördelar såsom minskad vattenförbrukning och särskiljning av avlopp vilket har stora fördelar för reningsverk ur miljösynpunkt. I tidigare projekt har man dock stött på olika typer av utmaningar. Ett flertal lösningar har testats med varierade resultat.

Detta dokument avser sammanställa lärdomar från installation av vakuumtoalettssystem i fastigheter i bostadsområdet Oceanhamnen etapp 1. Området färdigställs mellan mars 2020 och april 2021. Vid tidpunkten för denna sammanställning var 5 av 10 fastigheter driftsatta i Oceanhamnen. Under kapitel 2 beskrivs kategoriskt problemen och varför de uppstår. Under kapitel 3 återfinns rekommendationer för att minska respektive problem och andra saker för att underlätta framtagningen av liknande system.

Det huvudsakliga problemet för vakuumsystemet i Oceanhamnen har varit ljudnivån som uppstår i samband med spolning av toaletter. Det är framförallt vibrationen i rören som fortplantat sig i stommen och genom väggar. För att uppnå BBR's grundkrav (ljudklass C) har man vidtagit åtgärder som beskrivs i kapitel 3. Förutsättningarna för att uppnå grundkrav förbättras avsevärt om denna ljudproblematik beaktas i tidiga planeringsstadier av både arkitekter och VS-projektörer.

Maximalljudnivån är det som hittills har varit dimensionerande. Ljudnivåer som anges i denna rapport syftar alltså till maximalljudnivån, $L_{pAFmax,nT}$. Åtgärder som har sänkt maximalljudnivån har även sänkt ljudekvivalensen $L_{pAeq,nT}$.

2 PROBLEMBESKRIVNING

Den huvudsakliga utmaningen med vakuumsystemet i Oceanhamnen har varit att uppfylla BBR's grundkrav, ljudklass C ($L_{pAeq,nT}/L_{pAFmax,nT}$ 25/35 dB). Det handlar alltså om ljudnivåer i grannlägenheter vid spolning av vakuumtoaletter. Det finns tre faktorer som orsakar ljud, nämligen själva spolning av toaletter, slagljud när spolning avslutas och transportljud orsakade av rörinnehållet och vattenpluggar rör sig i rören under spolning. Huvudproblemet är att den maximala ljudnivån under spolning och vid slutet av spolning överstiger ljudklass C.

I kapitlen 2.1-2.3 beskrivs olika typer av ljud som uppstår i samband med spolning av vakuumtoaletter. Gemensamt för dessa är att de orsakar vibrationer i toaletten och rörsystemet. Vibrationerna från rören sprids genom allt som ligger stumt mot rören och dessa vibrationer kan fortplantas vidare i stommen och sprida ljudet ytterligare. Därför måste stomkontakt och oisolerad kontakt med bjälklag undvikas. Bullerkrav överskrids om inte särskild omtanke ges med avseende på infästning, ljudisolering och placering av rör i schakt och väggar.

Fortplantning av vibrationer har hittills varit ett stort problem i Oceanhamnen. Det är främst lägenheter på våningen nedanför toaletten som spolade påverkas. Ljudet kommer alltså från schakten som rören förläggs i. Utan åtgärder har ljudnivån uppmätts till 38-53 dB i rum intill schakten. Men med åtgärder såsom att sänka det trycket på inkommande vatten, montera rören på en fristående regel samt att foga alla glipor i schaktväggar är det möjligt att åstadkomma en ljudnivå på 35 dB.

Andra problem som har framkommit är att få rörsystemet tillräckligt läckagefritt med avseende på luft och i vilket skede man ska kontrollera detta.

2.1 Slagljud

När en toalett spolade öppnas en ventil för inkommande vatten. Spolningen varar ungefär 5 sekunder. Därefter stängs ventilen och det uppstår en tryckvåg i vattenledningen som orsakar ett slagljud. Ljudnivån på slagljudet påverkas av trycket på vattenledningen och hur snabbt ventilen stängs. Ju lägre tryck i ledningen och ju långsammare stängning av ventilen desto lägre ljudnivå.

I ett fall, där inga åtgärder har tagits, har ljudnivån uppnått 52 dB i ett rum på våningen under toaletten som spolades. När vattentrycket låg mellan 7 och 8 bar mättes ljudnivån på slagljudet till ungefär 45-50 dB i intilliggande rum. När trycket var 6 bar mättes ljudnivån ungefär 35 dB i intilliggande rum.

2.2 Spolljud

Under spolning sugs luft och vätska snabbt genom toaletten på grund av undertrycket. Spolningen varar ungefär fem sekunder. Spolljud avser alltså ljudet som kommer från toaletten.

2.3 Transportljud

Rören vibrerar under spolningstiden på grund av att hastigheten av luften och rörinnehållet i rören samt att vattenpluggar rör sig.

2.4 Läckage och undertryck

Under byggprocessen har det hänt att rören har skadats utan att det har uppdagats. Det upptäcktes först när fastighetens vakuumsystem skulle anslutas till det kommunala vakuumnätet. Då systemet bygger på att ha ett konstant undertryck i rören är det känsligt för läckage. Det finns även en risk för luftläckage vid rörändar som inte proppas korrekt.

2.5 Stopp och bildning i rör

I samband med felaktig storlek på vakuumventil och spolning av ovanliga föremål har det blivit stopp vid ventilen. Då blir det ett driftstopp i den grenen av systemet till dess att ventilen byts ut. Det kan även bli kristallbildningar på insidan av rören om inte rengöringsmedel används. Bildningen förvärras av förträngningar på röret som tex kan uppstå vid exempelvis stumsvetsade fogar.

3 REKOMMENDATIONER

I detta kapitel finns samlat de olika erfarenheter och idéer som dragits från de fastigheter som byggts i Oceanhamnen fram till tidpunkten för denna rapport.

Punkterna i detta kapitel är färgmarkerade enligt nedanstående tabell för att enkelt kunna hitta information som primärt gäller för de olika skedena under byggprocessen.

Skede	Beskrivning	Berörda parter
Inför	Att beakta vid val av vakuumsystem	Beställare
Planering	Att beakta vid planering och projektering	Arkitekt Projektör
Montering	Att beakta under byggskede	Byggare Montör
Användning	Att beakta när anläggningen är i drift	Förvaltning Brukare

3.1 Ljud

3.1.1 Minska vattentrycket. **Planering**

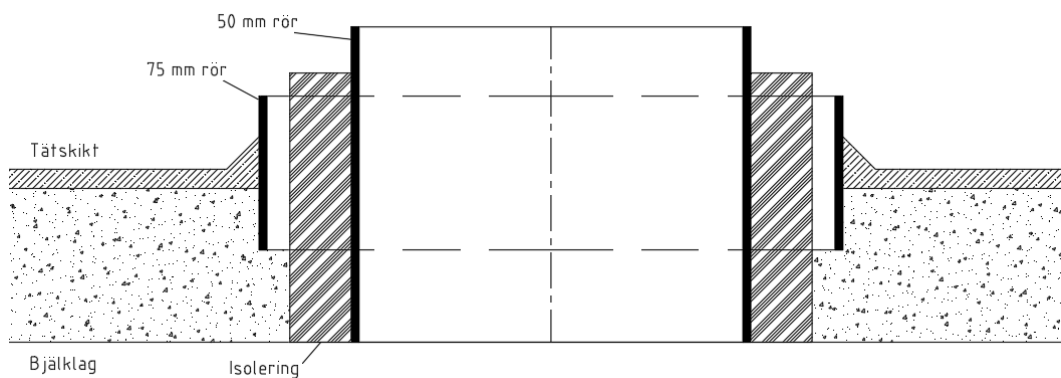
Ju lägre tryck på inkommande vatten desto bättre möjlighet finns för att uppfylla ljudkrav för slagljud. Enligt en utförd mätning framkom det att slagljud minskar till acceptabla nivåer vid 6 bar. Trycket bör helst inte vara högre än 5-5,5 bar. Dock är det fler faktorer som avgör ljudnivån. Mjukstängande ventiler bör användas när det finns att tillgå. Då de är under utveckling har de inte testats i någon fastighet i Oceanhamnen.

3.1.2 Dämpning av vibrationer i toalett. **Planering** **Montering**

Stum kontakt mot stomme och bjälklag måste undvikas för hela vakuumsystemet. Det gäller för rör såväl som toaletter. I Oceanhamnen har man använt sig av sylomerremсор under golvmonterade toaletter och gummiklossar för väggmonterade toaletter. Detta är för att minska överföringen av vibrationer.

3.1.3 Rördragning för golvmonterade toaletter. **Montering**

För golvmonterade toaletter skall rör ljudisoleras hela vägen upp genom tätskikt. Tidigare lösning har monterat ett 75 mm rör utanpå isolerad 50 mm rör för att uppfylla täthetskrav vid genomgång av golv enligt Säker Vatten.



Lösningförslag på tätning av genomföring för golvmonterade toaletter.

3.1.4 Undvik kontakt med stomme. Planering **Montering**

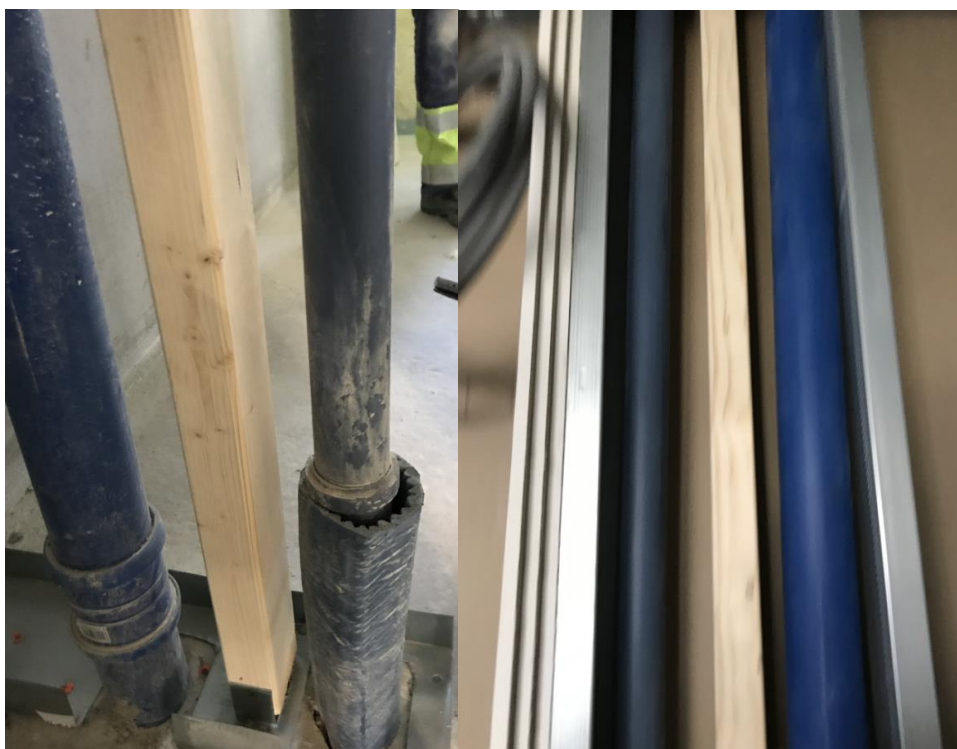
För att uppnå bullerkrav ska det ses som en förutsättning att man bygger efter 100% kontaktfritt mellan rör och stomme. Om rör har direktkontakt med eller är stumt infästa mot stomme eller schaktvägg sprids vibrationer mycket. All infästning ska vara vibrationsdämpande samt att rör och/eller gipsväggar är ljudisolerade och tätade.



Infästning med specialklammer med dämpning på rör och vid bjälklag.

3.1.5 Infästning av rör i schakt. **Montering**

Ett effektivt sätt att reducera ljudalstring i vägg och schakt är att infästa rören på en fristående regel. I ett fall sänktes ljudnivån från 49 dB till 39 dB. Specialklammer för ljud bör användas (se bild under kapitel 3.3.2). Dessa ska inte spännas åt för hårt då det blir för stumt och för vidare vibrationer från röret. Om det finns möjlighet är det bäst att fästa rör mot betongvägg istället för regel.



Fristående regel som vakuumsrör från toaletter (svart) ska fästas mot med specialklammer med vibrationsdämpning. Schaktväggar ska ha tre lager gips som bilden till höger visar.

3.1.6 Placering av schakt. **Inför Planering** **Montering**

Byggnader med vakuumsystem bör projekteras på ett sådant sätt att inga schakt vetter ut mot bostadsrum. Om rör ligger i schakt intill bostadsrum ska schaktet förses med tre lager med gipsskivor på respektive schaktvägg och rör isoleras för att dämpa ljudet tillräckligt. Om det inte går att undvika schakt intill bostadsrum bör man undvika att det ligger intill sovrum.

3.1.7 **Tätning av schakt och väggar. Planering Montering**

För att minska ljudspridningen skall alla glipor i schaktväggar tätas med mjukfog. Därför bör även eventuella eldosor och liknande antingen placeras på annan vägg eller så skall de tätas.

3.1.8 **Utrymme i schakt. Planering Montering**

Säkerställ att schaktstorlek är tillräcklig för tre lager med gipsskivor och att storlek på schakt inte bantas då ett för litet schakt riskera att ge upphov till stumkontakt mellan vakuumrör och ljudbärande material.

3.1.9 **Minimavstånd till rör. Planering Montering**

Då rören vibrerar och all stum kontakt med rören orsakar mycket ljud är det bra att projektera och montera med minst 20 mm fritt runt röret inkl. isolering. Samma avstånd bör hållas fritt från fristående regel som rör infästs mot, då den också vibrerar.

3.1.10 **Ingjutna rör. Planering Montering**

Ingjutna rör skall isoleras för att undvika stumkontakt mot bjälklag.

3.2 **Läckage och undertryck**

3.2.1 **Provtryckning. Inför Montering Användning**

Det har hänt att byggare har råkat borra hål i rören utan att det har uppmärksammats. Då det är ett vakuumsystem vars funktion bygger på undertryck orsakar luftläckage en sämre prestanda samt att vakuumpumparna får arbeta hårdare, vilket minskar deras livslängd. Det är viktigt att provtrycka respektive stam i systemet innan de tas i drift för att kontrollera och uppdaga eventuella skador på rören som en del av egenkontrollen. Provtryckning av stam bör ske innan schakten är igenbyggda för att enklare kunna åtgärda eventuella problem.

3.2.2 **Anvisningar. Montering Användning**

Det är viktigt att förse byggare, hyresvärderna och hyresgästen med anvisningar för vart och hur djupt man får borra för att undvika risk för att borra hål i rörsystemet.

3.2.3 Proppning av rörändar. **Montering**

Proppning av ändar måste klara dimensionerat undertryck. Tänk på att de skall klara maximalt undertryck och inte bara vid normalt driftfall. Synliga proppade ändar och rensrör bör även vara säkrade med förankringsbojor så att brukaren inte kan montera av dem enkelt.



Synliga och åtkomliga proppade ändar i rörsystemet bör vara säkrade.

10(14)

PRAKTISKA ERFARENHETER AV VAKUUMTOALETTSYSTEM
I OCEANHAMNEN ETAPP 1
2021-07-05
NSVA

3.3 Stopp och bildning i rör

3.3.1 Spolning av föremål. **Inför Användning**

Spolning av ovanliga föremål som vakuumsystemet inte är avsett för riskerar att fastna i toaletten. Vid städning av byggplatsen i Oceanhamnen har det fastnat byggmaterial i toaletter. Därför bör samtliga som har åtkomst till vakuumtoaletter förses med tydliga anvisningar om vad som får och inte får spolas.

3.3.2 Invändiga skarvar. **Planering Montering**

Då stora invändiga skarvar ökar uppbyggnad av urinsten och ökar risken för stopp får inte stumsvetsade fogar användas. Använd skarvningsmetoder som inte orsakar invändiga uppbyggnader och därmed minskar behovet av syratvätt för rengöring.

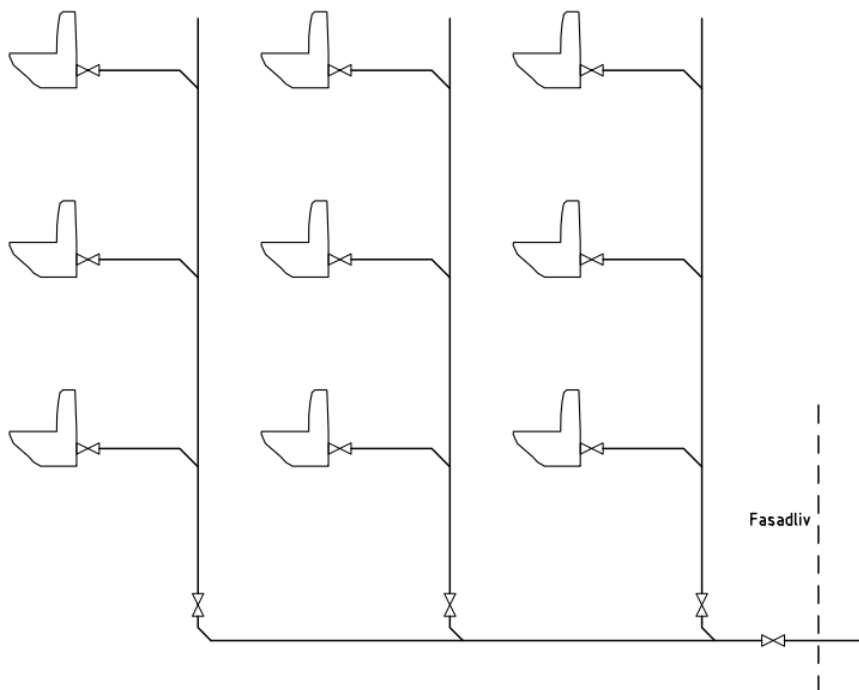
3.3.3 Doseringsutrustning. **Inför Montering Användning**

Det är nödvändigt med doseringsutrustning med citronsyrabaserat rengöringsmedel för att lösa upp kristallbildningar, även kallat urinsten. Doseringsutrustning gör mer nytta ju längre upp i rörsystemet det är installerat. Det är bäst att ha dessa i toalettstolen. Om inte detta går är det bra att ha dem i toppen av stammar.

3.3.4 Rengöringsmedel. **Inför Användning**

Vid val av rengöringsmedel under drift är det viktigt att välja en typ som kan lösa upp urinsten för att minska risken för uppbyggnader inuti rören. Ska vara en citronsyrabaserad variant.

3.4 Ventiler



Varje toalett har en ventil som öppnas och stängs vid spolning. Avstängningsventiler bör **placeras** på respektive avgrening av vakuumsystemet. Ventil till fastigheten placeras med fördel innanför fasadliv för bättre åtkomst.

3.4.1 Huvudledning. **Montering** **Användning**

Avstängningsventiler installeras precis innanför fasadliv för att lättare kunna utföra läcksökning av fastighetens vakuumrör och minska påverkan på övriga hus som är kopplade till systemet. Notera att anslutning för tryckgivare skall sitta efter avstängningsventilen. Se figur under kapitel 3.6.

3.4.2 Storlek. **Planering** **Montering**

Säkerställ att vakuumventiler har samma innerdiameter som rören. Vid ett tillfälle blev det stopp i en sektionsventilen då den hade en invändig diameter på 25 mm där rörets innerdiameter var 50 mm.

3.4.3 Avgreningar. **Montering** **Användning**

Respektive avgrening från huvudledning inne i huset förses med avstängningsmöjligheter för att underlätta felsökning och för att minska påverkan på övriga grenar vid felsökning. Det bör även framgå vilka lägenheter som är kopplade till en ventil.

12(14)

PRAKTISKA ERFARENHETER AV VAKUUMTOALETTSYSTEM
I OCEANHAMNEN ETAPP 1
2021-07-05
NSVA

3.4.4 **Placering. Planering Montering Användning**

Ventiler placeras så de är lättåtkomliga och tydligt märkta för att servicepersonal lättare ska kunna felsöka vakuumsystemet. Detta är särskilt viktigt vid akuta situationer som när fastigheten har tappat undertrycket i vakuumsystemet.

3.4.5 **Tryckgivare. Montering Användning**

Placering av tryckgivare i systemet exempelvis i undercentral eller på respektive stam kan underlätta felsökning vid eventuella läckage i vakuumsystemet. Alternativt kan en anslutning för portabel tryckmätare installeras i fastighetens undercentral. Tryckgivare eller anslutning för sådan underlättar periodisk läcksökning av fastighetens vakuumsystem i driftskedet.

3.5 **Övrigt**

3.5.1 **Principschema. Användning**

För att underlätta för servicepersonal skall ett principschema för vakuumsystemet tas fram där det framgår information som stamindelning och avstängningsmöjligheter. Samtliga ventiler i systemet bör framgå och med information om var de är placerade och vad de försörjer.

3.5.2 **Serviceorganisation. Inför Användning**

Vakuumsystemet är känsligare för störningar än ett självfallssystem vilket ställer högre krav på serviceorganisationen i form av inställelsetid och systemkunskap. Underhåll av rengöringsmedel i systemet är nödvändigt.

3.5.3 **Tillverkarinstruktioner. Planering Montering**

Då vakuumsystemen är relativt ovanliga är det extra viktigt att följa och ta till sig de rekommendationer som tillverkare ger i form av monteringsinstruktioner och drift- och skötselråd.

4 ORDLISTA

Slagljud *Se kapitel 2.1*

Spolljud *Se kapitel 2.2*

Transportljud *Se kapitel 2.3*

Kristallbildning/Urinsten Ämnen i urin som ansamlas över tid i rören och bildar kristaller.

Syratvätt/Reningsmedel Medel som löser upp bildningar av urinsten på insidan av rören. Ska vara citronbaserat.

BBR Ljudkrav Standarden klassindelar krav som kan ställas på bostäder beträffande luftljudsisolering, stegljudsnivå, ljudtrycksnivå inomhus från installationer, isolering mot yttre ljudkällor, ljudtrycksnivå utanför bostad och på uteplats samt efterklangstid.

De olika kraven delas in i fyra klasser. Klass C anger den miniminivå som tillämpas av BBR, klass D avser bl.a. äldre byggnader och klasserna A och B anger krav för särskilt goda ljudförhållanden. Mellan ljudklasserna är skillnaden normalt 4 dB, därtill finns vissa justeringar i kravens tillämpning.

Ekvivalenta och den maximal ljudnivån för att uppnå ljudklass C är $L_{pAeq,nT}/L_{pAFmax,nT}$ 25/35 dB uppmätt i grannlägenheter.