BELOK

Energieffektiva tappvarmvattensystem i lokaler

och praktisk tillämpning i Oskarshamns nya psykiatrilokal

Utarbetad av

Josep Termens, CIT Energy Management AB

Göteborg, februari 2017

Beställargruppen lokaler, Belok, är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Sveriges största fastighetsägare med inriktning på kommersiella lokaler. Belok initierades 2001 av Energimyndigheten och gruppen har sedan drivit olika utvecklingsprojekt med inriktning mot energieffektivitet i lokalbyggnader.

CIT Energy Management är ett konsultföretag som arbetar med energieffektivisering och innemiljö i olika typer av fastigheter. De har fått i uppdrag av Energimyndigheten att leverera förstudier och utredningar inom verksamhetsområdet lokalfastigheter. Förstudierna och utredningarna genomförs internt eller av extern part och undersöker vilka områden inom energieffektiva lokaler som är intressanta att utveckla och vilka fördjupade utredningar och analyser som kan behövas. Syftet är att de ska generera förslag till projekt inom energieffektiva lokalbyggnader.

Alla rapporter kommer att göras tillgängliga via Beloks hemsida www.belok.se.

Innehåll

1. INLEDNING 3
   - 1.1 Bakgrund 3
   - 1.2 Syfte och mål 3
   - 1.3 Genomförande 3
2. TAPPVARMVATTENSYSTEM I LOKALER 4
3. NORMER OCH RIKTLINJER KRING TAPPVARMVATTENSYSTEM 6
   - 3.1 Mikrobiell tillväxt 6
   - 3.2 Byggregler-BBR 6
   - 3.3 Branschvägledningar och rekommendationer 7
   - 3.4 Nyckeltal 8
4. ALTERNATIV FÖR TAPPVARMVATTEN i LOKALER 9
   - 4.1 Varmvattencirkulation (VVC) 9
   - 4.2 Rör-i-rör VVC 10
   - 4.3 Elektriska Förrådsberedare 12
   - 4.4 3Eflow 13
   - 4.5 Andra lösningar 14
5. PRAKTISK TILLÄMPNING: NY VÅRDLOKAL I OSKARSHAMN 15
   - 5.1 Beskrivning av den nya vårdlokalen 15
   - 5.2 Val av lämpliga tappvarmvatten alternativ 18
   - 5.3 Dimensionering av tappvarmvattensystem 18
   - 5.4 Energiberäkningar 22
   - 5.5 Lönsamhetsberäkningar 24
6. SLUTSATSER OCH NÄSTA STEG 26

REFERENSER OCH INFORMATIONSKÄLLOR 27

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Värmeförluster i byggnader p.g.a. varmvattencirkulation (VVC) kan ha stor betydelse. Förlusterna kan variera mycket beroende på byggnadens egenskaper och den verksamhet som bedrivs. Genomförda mätningar av värmeförluster i olika lokaler har visat att VVC-förluster kan vara lika stora som eller större än själva tappvarmvattenanvändningen. Därför kan det, vid nybyggnation av lokaler, vara intressant att studera alternativa lösningar till den traditionella VVC-kretsen.

I takt med att energiprestandan i byggnader måste förbättras, vilket innebär att energianvändningen minskar, blir energin för varmvatten, och dess förluster, proportionellt större. Det är därför frågan blir mer och mer aktuell. Trots att användningen av varmvatten i lokaler skiljer sig väldigt mycket från bostäder så brukar varmvattensystemet utformas på samma sätt (VVC).

Landstinget i Kalmar län har visat intresse för att undersöka alternativ till traditionell VVC, och istället satsa på att bereda decentraliserat i nya vårdlokaler där förutsättningarna är bra. Landstinget planerar att bygga en ny psykiatrilokal (ca 4 500 m^2) i Oskarshamn under 2017–2018. Psykiatrilokalen kan vara ett bra exempel på att analysera och jämföra olika lösningar för tappvarmvatten.

1.2 Syfte och mål

Målet med förstudien är att identifiera och beskriva energieffektiva alternativ som finns för beredning och distribution av tappvarmvatten i lokaler samt analysera hur dessa kan tillämpas ur tekniskt, praktiskt och ekonomiskt perspektiv.

En praktisk analys i Oskarshamns nya planerade psykiatrilokal görs där olika alternativ jämförs och energi- och lönsamhetsberäkningar tas fram. Tanken är att kunna använda lärdomarna inför framtida val av tappvarmvattensystem i nya vårdlokaler.

1.3 Genomförande

Förstudien följer två spår: en allmän undersökning av alternativ för tappvarmvattensystem i lokaler och en praktisk tillämpningsanalys i en vårdlokal:

- Undersökning, genom litteraturstudier och intervjuer med leverantörer och brukare, av olika system för tappvattenberedning som är lämpliga i lokaler, inklusive traditionella och ej konventionella, centraliserade och decentraliserade.
- Insamling och analys av tillgänglig information från den planerade psykiatrilokalen i Oskarshamn. Analys av alternativ som kan vara lämpliga i Oskarshamns nya psykiatrilokal. Energi- och lönsamhetsberäkningar till utvalda alternativ.

Förstudien innehåller också förslag på demonstrationsprojekt och/eller uppföljning av en eller flera av de identifierade lösningarna för varmvattenberedning.

2. TAPPVARMVATTENSYSTEM I LOKALER

Ett vanligt tappvarmvattensystem består av följande delar:

Beredning

Inkommande kallvatten värms upp till en temperatur som minimerar hälsorisker (mikrobiell tillväxt). Beredningen kan ske i en värmeväxlare (till exempel inkommande kallvatten växlas med fjärrvärmetillopp) eller i en förrådsberedare eller ackumulatortank.

Distribution

Varmvattnet leds via distributionsledningar ut till tappställen. Varmvattentemperatur måste fortfarande vara högre en användningstemperatur för att förhindra hälsorisker. Vanligt förekommande material i rörledningar är plast (PEX, PEM), koppar eller rostfritt stål. Distributionsledningar är försedda med isolering för att minska värmeavgivningen (värmeförluster). Varmvattenstammar sitter oftast i schakten och förgrenar sig i fördelningsrör som betjänar olika tappställen. I många fall finns också en cirkulationsledning (VVC) som kan leda varmvattnet tillbaka till beredningsstället med hjälp av en cirkulationspump.

Användning

När varmvattenbehov uppstår, d.v.s. när ett tappställe öppnas, blandas varmvattnet (som fortfarande är varmare än den önskade temperaturen) med kallvatten i tappstället så att den önskade användningstemperaturen uppnås. Tappställena (tappvattenarmaturer eller våtgrupper) är vanligtvis ett tvättställ, en dusch eller badkar, en diskbänk eller en ansluten diskmaskin eller tvättmaskin.

Denna förstudie fokuserar på olika alternativ för beredning och distribution av varmvatten i lokaler. Användning, d.v.s. vilka typer av tappvattenarmaturer som kan installeras, och även eventuellt värmeåtervinning i dessa, beskrivs inte i denna rapport, eftersom det pågår andra utredningar som lägger fokus på detta område (till exempel projektet ”Vattenanvändning med energieffektiva blandare”, som leds av RI.SE -f.d. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut-). Valet av tappvattenarmaturer borde i princip vara oberoende av hur varmvattnet beredas och distribueras.

Det finns olika varianter av tappvarmvattensystem som kan vara lämpliga i lokaler. Dessa kan klassificeras enligt:

- *Funktionsprincip*: hur beredningen sker
- *Struktur*: var beredning sker och hur varmvattnet distribueras

Funktionsprincip	*Struktur*
Direktväxling: beredningen av vattnet sker precis i den stund som det behövs. Vattnet värms upp med hög effekt under en kort tid. Till exempel en plattvärmeväxlare (fjärrvärme) eller en elektrisk genomströmningsväxlare.	*Centraliserat*: beredningen sker på ett enda ställe, sedan distribueras allt varmvattnet från det via stammar. Till exempel en värmeväxlare i en fjärrvärmeundercentral.
Förrådsberedning: varmvattnet lagras tills att det behövs. Vattnet bereds med låg effekt under en lång tid. Till exempel en elektrisk förrådsberedare.	*Decentraliserat*: beredningen sker i olika punkter. Från dessa leds varmvattnet till tappställena direkt med fördelningsledningar, utan att behöva stammar.

De olika alternativ som anses lämpliga i lokaler beskrivs i detalj i avsnitt 4.

Vid val av ett tappvattensystem finns det olika faktorer att ta hänsyn till eller att jämföra:

- Energianvändning, energiförluster, klimatpåverkan
- Investeringskostnad, underhållskostnad och LCC kostnad
- Prismodeller för el och fjärrvärme på orten, inklusive effektavgifter på el och fjärrvärme och varierande fjärrvärmepriser över året.
- Enkelhet och robusthet, driftsäkerhet.
- Hälsorisker (legionella)
- Planlösningskrav, platsbehov
- Uppfyllande av branschrekommendationer och standarder
- BBR-klassning som ”byggnad med eluppvärmning” (installerad eleffekt avgör vilken energiprestanda som byggnaden måste uppnå)
- Påverkan av valet inför en miljöcertifiering (olika certifieringar ställer olika krav på varmvattensystem).

3. NORMER OCH RIKTLINJER KRING TAPPVARMVATTENSYSTEM

Det finns ett antal krav, råd och riktlinjer att ta hänsyn till när det gäller val och utformning av tappvarmvattensystem. Det är inte bara energi utan även komfort och hälsoaspekter som är viktiga när det gäller tappvarmvatten.

3.1 Mikrobiell tillväxt

Risk för mikrobiell tillväxt är kanske den viktigaste aspekten när det gäller tappvatten. Legionärssjukan, s.k. legionella, är den mest kända hälsorisken.

Legionella är en lunginflammation som kan bli mycket allvarlig och leda till döden. Bakterien sprids via små luftburna vattendroppar som kommer in i lungorna.

Den vanligaste spridningsorsaken anses vara vattendimma som kan uppstå vid duschar, luftblandare på vattenkranar, bubbelbad och kyltorn.

Legionellabakterier förökar sig som mest i vattentemperaturer mellan ungefär 20 ºC och 45 ºC. Vid temperatur under 20 ºC är bakterierna vilande (de överlever, men förökar sig inte). Vid höga temperaturer dör bakterierna: de har svårt att överleva i vatten som konstant ligger över 50 ºC och dör på kort tid när temperaturen når mer än 70 ºC.

Utformning av tappvattensystem bör vara så att risken för tillväxt av legionella och andra mikrobiella organismer minimeras.

3.2 Byggregler-BBR

Boverkets byggregler ställer några allmänna råd i avsnittet 6 ”Hygien, hälsa och miljö”. De viktigaste när det gäller lokaler nämns nedan:

- Vattentemperatur på lägst 50 ºC måste kunna uppnås vid tappstället.
- Vattentemperatur får vara högst 60 ºC vid tappstället för att minska risken för skållning. Undantag från detta gäller för vissa duschar (”särskild risk för olycksfall”). Vid såna tappställen får temperaturen inte vara högre än 38 ºC.
- Temperatur i varmvatten som cirkulerar i ledningar får inte understiga 50 ºC i någon del av installationen för att minimera möjligheterna för tillväxt av mikroorganismer.
- I förrådsberedare och ackumulatortankar, där vatten är stillastående, bör temperaturen på tappvarmvatten inte understiga 60 ºC.
- Normflödena för varmvatten är 0,1 l/s för tvättställ, 0,3 l/s för badkar och 0,2 l/s för övriga tappställen (diskbänk, dusch, m.m.). För tappvattensystemet som helhet bör minst 70 % av det enskilda tappställets normflödes fås då ett sannolikt antal anslutna vattenuttag öppnas samtidigt.
- Utformningen av vattenledningar och placering av vattenvärmare bör vara sådana att tappvarmvatten kan erhållas inom 10 sekunder vid ett flöde av 0,2 l/s.
- Man bör inventera, värdera och dokumentera riskerna för tillväxt av legionellabakterier i tappvatteninstallationer.

3.3 Branschvägledningar och rekommendationer

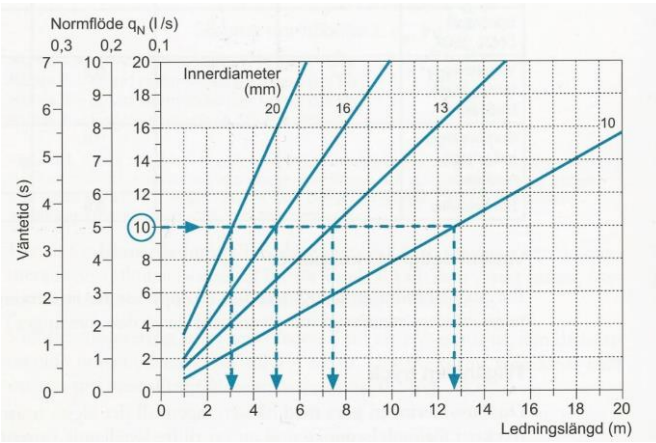
Förutom BBR allmänna råd finns det ett antal branschrekommendationer när det gäller utformning och dimensionering av tappvatteninstallationer. Några av dessa nämns i ”Byggvägledning 10 – Vatten och avlopp” , och ”Branschregler Säker vatteninstallation 2016:1”. För den här förstudiens syfte är det värt att lyfta fram följande:

Temperatur

- Legionella förökas som mest i ett visst temperaturintervall. Det är därför varmvatten ska vara tillräckligt varmt (minst 50 ºC när det cirkulerar och minst 60 ºC när det står stilla) och kallt vatten ska vara kallt (helst under 20 ºC) för att minimera hälsorisker.
- Vid varmvattencirkulation (VVC) ska utgående temperatur vara minst 55 ºC och returtemperatur minst 50 ºC
- Vattnet i en beredare bör hålla minst 60 ºC i hela vattenvolymen och kunna värmas upp till 70 ºC för termisk desinfektion. Temperaturskiktningar bör undvikas.

Dimensionering

- Tappställen ska utformas så att vattenflödena blir tillfredställande utan att störande buller eller korrosion uppstår p.g.a. hög vattenhastighet. Utformningen ska också minska risken för skadliga tryckslag.
- Vid dimensionering av tappvatteninstallationer tillämpas de normflöden som anges i BBR-regler: 0,1 l/s vid tvättställ, 0,2 l/s vid diskbänk och dusch.
- Väntetid för varmvatten samt normflöde avgörs av ledningslängd och ledningsdiameter. Större diameter och längre rör innebär ökad väntetid. I figur 1 visas hur dessa parametrar påverkar varandra.
- Undvik blindledningar där vattnet blir stillastående.



Figur 1: väntetid för varmvatten beroende av normflöde, ledningslängd och – innerdiameter. Källa ”Byggvägledning 10 – Vatten och avlopp”.

3.4 Nyckeltal

När det gäller energianvändning för tappvarmvatten i lokaler finns det ett årsschablon/riktvärde som har fastställts i ”BEN – Om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår” (Boverkets BFS 2016:12 - BEN 1):

- Energi för tappvarmvatten i kontorslokaler och skolor: 2 kWh/m^2 A_{temp} och år

Värdet är oberoende av vilket värmesystem som har valts (beredning, distribution, användning) och tar inte hänsyn till värmeförluster för VVC (som kan vara lika stora eller större än värmebehov för själva tappvattenanvändningen) eller stillaståendeförluster i varmvattenberedare.

4. ALTERNATIV FÖR TAPPVARMVATTEN i LOKALER

Nedan beskrivs olika alternativ för beredning och/eller distribution av tappvarmvatten som kan vara lämpliga i lokaler.

4.1 Varmvattencirkulation (VVC)

Varmvattencirkulation eller VVC är den vanliga lösningen i flerbostadshus och lokaler för att reducera tiden det tar att få varmvatten till ett tappställe. Lösningen används sedan 1940-talet i Sverige. Systemet skapar en varmvattencirkulation genom att återföra tappvarmvatten som inte används till varmvattenberedningen med hjälp av en cirkulationspump.

Systemet består av en varmvattenledning (VV) som transporterar vattnet från beredaren (till exempel en fjärrvärmeväxlare) upp till olika förgreningspunkter och fördelningskåp. Det vatten som inte används återförs till beredaren via en cirkulationsledning (VVC) med hjälp av en cirkulationspump. När varmvatten används så fylls sista delen av VVC-ledningen närmast beredaren med kallvatten som värms upp innan det transporteras vidare i VV-ledningen. Figuren 2 visar hur ett VVC-system fungerar.

För att säkerställa tillräckligt hög temperatur vid alla tappställen cirkuleras ett lågt och konstant flöde. Utgående vatten (VV) måste vara tillräckligt varmt (minst 55 ºC) för att täcka värmeförlusterna som kommer att ske i rörledningarna, så att temperaturen vid tappställen och i alla delar av systemet blir minst 50 ºC. Både VV- och VVC-ledningarna isoleras för att minimera energiförlusterna.

Effektbehovet för att cirkulera varmvattnet är normalt försumbart jämfört med effekten för att värma upp vattnet. Pumpens energianvändning är dock inte försumbar, eftersom den är i drift alla årets timmar. Systemet kräver regelbunden injustering av ventiler och styrning så att rätt flöde levereras till de olika stamledningarna. Cirkulationspumpen brukar bytas efter ca 15 år.

Det största problemet med varmvattencirkulation är de värmeförluster som sker i systemets rörledningar. Ju bättre isolering desto lägre blir värmeförlusterna, men det är i praktiken omöjligt att undvika dessa helt och hållet.

Kvantifiering av energiförlusterna kan vara svårt. Det finns ett antal schablonvärden med stora skillnader mellan dem (för flerbostadshus, från 4 kWh/m^2 A_{temp} och år till 25 kWh/m^2 A_{temp} och år).

Bengt Bergqvist har nyligen genomfört mätningar på VVC-förluster i 12 flerbostadshus och 7 kontors- och lagerlokaler. Resultatet av dessa mätningar visar att:

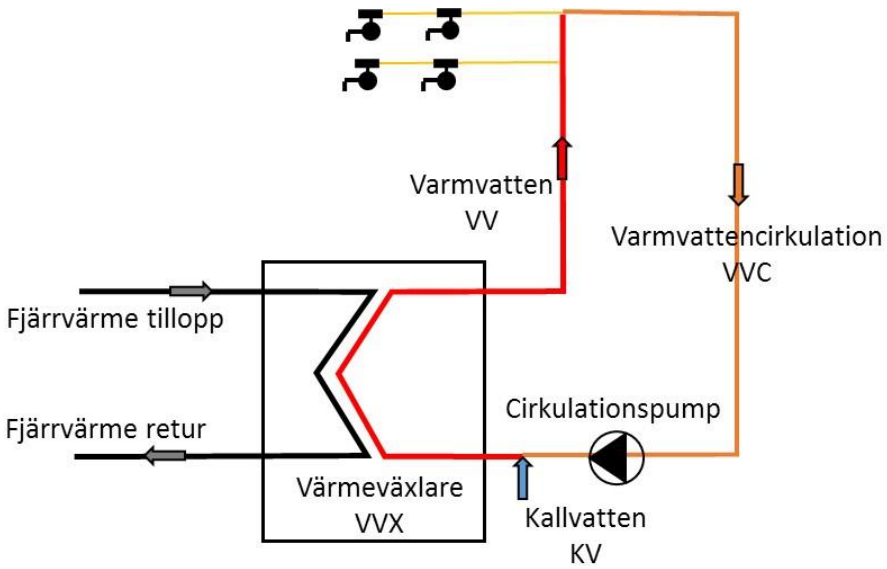
-Uppmätta VVC förluster i flerbostadshus varierar från ca 2 till 28 kWh/m^2 A_{temp} och år.

-Uppmätta VVC-förluster i lokaler varierar från ca 1,5 till 3 kWh/m^2 A_{temp} och år.

Enligt Boverkets BEN 1 ”allmänna råd om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande” uppskattas varmvattenbehov för flerbostadshus och kontorslokaler 25 kWh/m^2 A_{temp} och år respektive 2 kWh/m^2 A_{temp}

och år. Detta innebär i praktiken att VVC-värmeförluster kan vara lika stora som själva energianvändningen för tappvarmvattnet.

Det är därför är viktigt att ha bra isolering i VVC och VV ledningar samt i resten av systemets komponenter (ventiler, kopplingar, mm), särskilt i undercentralen. Å andra sidan blir rör med tjock isolering mer utrymmeskrävande och kostsamma. Med dagens bästa teknik anses det vara möjligt att sänka VVC-förlusterna i lokaler ned till 1-2 kWh/m^2 A_{temp} och år.



Figur 2: Varmvatten cirkulation (VVC)

4.2 Rör-i-rör VVC

En variant till den traditionella varmvattencirkulationen är det s.k. ”rör-i-rör VVC”, ”smart VVC” eller ”SPP-system-Pipe-in-Pipe”. Systemet är inte så spritt i branschen och är okonventionellt i Sverige.

Lösningen bygger på att ett inner rör i PEX, som har VVC-funktion, skjuts in i en större VV-ledning. PEX-slangen kopplas till en cirkulationspump och en injusteringsventil så att vattnet sugs tillbaka från toppen av VV-röret (se figur 3). Det blir en invändig varmvattencirkulation. På detta sätt slipper man att ha ett externt VVC rör, och värmeförlusterna minskas.

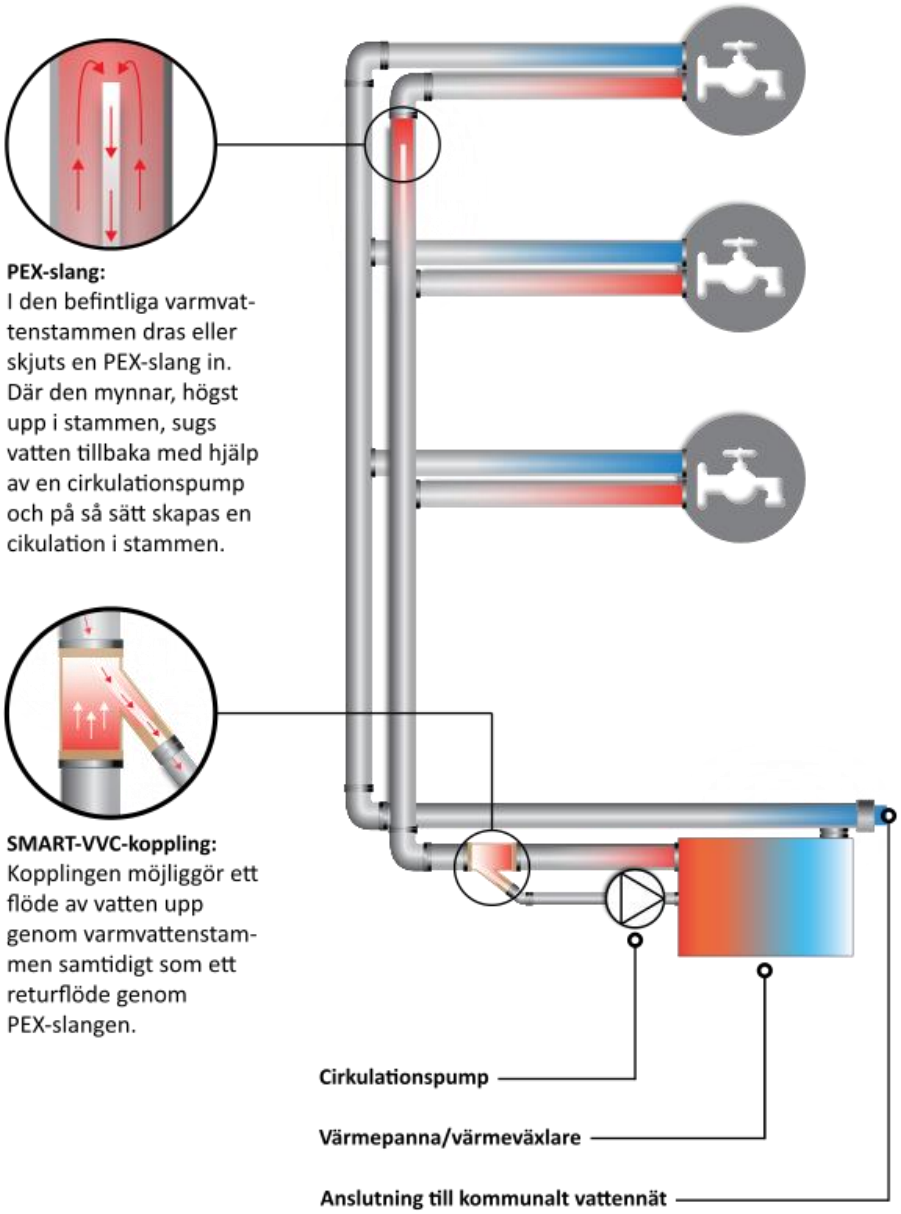
Monteringen av PEX-röret kan ske uppifrån eller nerifrån. I detta fall används en speciell patenterad koppling (”SPP”) som gör det möjligt att dra slangen i ett befintligt rör.

Lösningen är lämplig att installera i de flesta befintliga fastigheter som redan har VVC: PEX-röret förs in i den befintliga varmvattenledningen och det gamla VVC-röret kopplas bort. Risken för vattenskador och läckage minskar eftersom vatten rinner in i VV-ledningen vid ett eventuellt läckage i det inre VVC-röret.

Vid nybyggnation installeras ett VV-rör med större diameter jämfört med ett traditionell VVC-system, för att kunna få plats till innerröret o garantera en bra cirkulation.

Rör-i-rör i nya byggnader innebär att man slipper kostnaden för håltagning och isolering av VVC-röret samt värmeförlusterna i VVC-röret. Däremot blir kostnaden för VV-röret och dess värmeförluster komparativt större än i ett traditionellt VVC-system eftersom röret måste ha större diameter.

Det finns ingen dokumenterad uppmätning av värmeförluster i ett ”rör-i-rör” system, utan endast beräkningar och uppskattningar.



Figur 3: ”Rör-i-rör VVC” system. Källa : HWQ Group

4.3 Elektriska Förrådsberedare

Beredning av varmvatten med elektriska beredare anknyts oftast till mindre fastigheter som inte har tillgång till fjärrvärme och inte heller till något annat uppvärmningssystem med kapacitet att lagra värme. Villor med luft-luftvärmepump, fritidshus o.dyl. har traditionellt varit målgruppen för den här typen av varmvattensystem. Däremot kan förrådsberedare vara ett intressant alternativ i stora fastigheter med liten varmvattenanvändning.

Förenklat kan man säga att en elektrisk förrådsberedare består av en isolerad behållare eller vattentank med en elpatron, en termostat och ventilutrustning. Tanken har ett invändigt korrosionsskydd av koppar eller emalj, alternativt vara uppbyggd av rostfritt stål.

Vatten i behållaren värms upp till den inställda temperaturen i termostaten. Uppvärmt tappvatten lagras till att behov uppstår vid ett tappställe. När en viss volym av varmvattnet tappas fylls beredaren igen med kallvatten som värms upp till den inställda temperaturen. Temperaturen i beredaren måste vara minst 60 ºC för att minimera risken för legionella, eftersom det handlar om stillastående vatten.

Det tar relativt lång tid att värma upp vattnet (ca några timmar, beroende på beredarens volym och effekt), men däremot används mycket mindre effekt jämfört med en genomströmningsberedare (t.ex. fjärrvärmeväxlare).

Fördelen med elberedarna är att de kan placeras närmare tappställen än vad ett vanligt VVC-system med fjärrvärmeväxlare kan. Därför finns det inga behov av stamledningar (varmvatten och varmvattencirkulation) utan det räcker med fördelningsledningar från beredaren direkt till tappställen. Beroende på lokalens planlösning behövs det ett mindre eller större antal beredare för att betjäna alla tappställen. Storlek på beredaren kan variera från ca 15 l till ca 300 l. Effekten kan ligga på ca mindre än 1 kW till ca 6 kW i de större modellerna. Stora modeller kan också installeras med mindre effekt.

Figur 4: exempel på förrådselberedare. Källa: Nibe

Att värma upp vatten med el är i princip dyrare än att göra det med fjärrvärme (en kW el är dyrare än ett kW fjärrvärme) om man inte räknar med resten av komponenter i respektive systemen (rörledningar, mm).

Förrådsberedare har också värmeförluster. Dessa varierar beroende på tankens storlek, inställd temperatur och isolering. I ett test genomfört av Energimyndigheten år 2014 jämfördes olika beredare av storlekar 100-300 l. Uppmätta värden på värmeförluster varierar väldigt mycket: från ca 340 kWh/år i en 100 l modell till ca 900 kWh/år i en 300 l beredare, både var bästa modellerna i sin klass ur energisynpunkt.

Högre temperatur i tanken (70-80 ºC) ökar skyddet mot legionella och ökar tillgänglig 40-gradig varmvattenvolym (mycket varmt vatten blandas med kallvatten) fast innebär större värmeförluster.

Varmvattenberedare som säljs från 2015 måste vara energimärkta för att underlätta val av ett energieffektivt alternativt. De flesta beredare ligger i klass B-D. Beredaren kan hålla minst 20-25 år, men ett byte av elpatronen brukar rekommenderas efter ca 15 år.

4.4 3Eflow

3EFLow är ett ungt svenskt företag som har utvecklat ett eget system för tappvattendistribution. Systemet, som just nu är i introduktionsfas, installerades för första gången år 2014 i ett kontor i Luleå och sedan dess har ytterligare två andra anläggningar satts i drift i ett bostadshus i Piteå och i ett större hus i Schweiz. En till anläggning, bestående av 25 lägenheter med två tappställen per lägenhet planeras i ett flerbostadshus som Sveafastigheter bygger i Västerås (kvarteret Neptun).

Lösningen, som består av olika flödesventiler, magnetsventiler, en pump och styrsystem, kan integreras i tappvattensystem med PEX-rör, och kan användas i kombination med vanliga typer av beredare och tappvattenarmaturer. 3Eflow kan installeras i nya fastigheter (flerbostadshus, lokaler och villor) men även vid stamrenoveringar i befintliga fastigheter.

Systemet 3EFlow bygger på att PEX-varmvattenrören står tomma när de inte används. Rörledningarna är trycksatta (undertrycket varierar beroende på längden av ledningen). När vattenkranen sedan öppnas så kommer varmvattnet inom bara några få sekunder (vattnets hastighet kan vara upp till 10 m/s).

En speciell flödesventil (”tappkontroll”), som installeras innan varje tappställe, har en tryckgivare som känner när man vrider på kranen och som dämpar vattenmassan som kommer tack vare luften som redan finns i ledningen. När tappställets kran stängs så töms ledningarna med hjälp av tryckluften som har samlats i flödesventilen och en pump. Vattnet samlas i ett uppsamlingsrör och används nästa gång kranen vrids. Systemet kräver ett antal magnetventiler (”flödeskontroll”), som brukas installeras innan fördelningsskåp och förgreningar, för att styra flödet i vattenledningarna.

Ingen varmvattencirkulation sker, därför behövs ingen VVC ledning och det blir inga värmeförluster p.g.a. varmvattencirkulation. Det är därför rörledningarna inte behöver isoleras (rörledningarna är fyllda med varmvatten bara ca 1 % av tiden). Enligt företaget uppfyller systemet branschreglerna.

Mer information: http://3eflow.com/sv/

4.5 Andra lösningar

Elektriska Genomströmningsberedare

En genomströmningsberedare är egentligen en värmeväxlare. Den värmer upp vattnet momentant i samband med att det rinner igenom beredaren och förbrukas. Beredaren brukar sättas strax före tappstället. Genomströmningsberedare förekommer i sommarstugor och tillfälliga bostäder, som endast sporadiskt är i behov av tappvarmvatten.

Den här typen av beredare kräver en mycket hög effekt på elen, men förbrukar lite energi, eftersom inga förluster pga. av cirkulation eller stillastående vatten uppstår. I en lokal med ett lagom stort antal tappställen skulle användning av genomströmnings-elberedare innebära en mycket hög installerad eleffekt. Bara en liten genomströmningsberedare som betjänar ett tappställe kan ha en effekt på ca 5 kW.

Värmepumpar

Frånluftsvärmepumpar, bergvärmepumpar och luft-vattenvärmepumpar kan försörja en fastighet med varmvatten. Beroende på värmepumpens verkningsgrad och egenskaper kan det behövas att spetsa med el, eftersom inte alla värmepumpar kan värma upp vattnet till 60 ºC, vilket är kravet för att skydda mot legionella i vattenbehållare.

Lösningen är mest lämpligt i småhus och flerbostadshus med frånluftsventilation (F). I de flesta nya lokaler är det från-och-tilluft (FT) eller från-och-tilluft med värmeåtervinning (FTX) systemet som gäller, därför är användningen av värmepumpar i lokaler marginell.

Solfångare med AC-tankar

Användning av solenergi för produktion av varmvatten (solfångare) i kombination med ackumulatortankar är inte heller vanligt i lokaler. Särskilt när det gäller lokaler i områden där fjärrvärmenät finns, eftersom det är svårt att konkurrera ekonomiskt p.g.a. de låga fjärrvärmepriserna som brukar gälla under de månader då solfångare kan producera mest varmvatten (april-september).

5. PRAKTISK TILLÄMPNING: NY VÅRDLOKAL I OSKARSHAMN

5.1 Beskrivning av den nya vårdlokalen

Landstinget i Kalmar län planerar bygga en ny psykiatrilokal i Oskarshamn, inom det befintliga sjukhusområdet. Lokalen, med ca 4 500 m^2 total uppvärmd area, har tre plan (varav två med vårdverksamhet). Den nya vårdlokalen kommer endast att ha dagverksamhet, därför blir varmvattenbehovet inte lika stort som i sjukhuset.

Byggnation planeras starta i slutet av 2017 eller början 2018 i form av partnering entreprenad, så att beställaren kan påverka den valda lösningen och dess genomförande under byggprocessen.

Lokalen kommer att kopplas till samma elanslutningspunkt som sjukhuset, d.v.s. det blir ett gemensamt elabonnemang. Undermätning kommer att ske i den nya lokalen. Solceller (ca 100 kW) kommer att installeras på taket. Hela produktionen förväntas kunna användas internt, antingen i lokalen eller i sjukhuset.

Fjärrvärmenätets rörledningar ligger i Trattvägen vid sjukhusområdet. Från sjukhusets anslutningspunkt (panncentralen) leds fjärrvärme till de olika byggnaderna och lokalerna.

Den nya psykiatrilokalen skulle kunna få fjärrvärme på tre olika sätt:

a) Koppling till sjukhusets befintliga fjärrvärmesekundär som finns i en närliggande paviljong i sjukhuset. Kopplingen skulle ske i en ny växlare i källarens tekniska rum. Den här lösningen skulle innebära att bygga ca 80 m nya ledningar inom sjukhusområdet. Inget nytt abonnemang behövs. Alternativet visas i figur 5. En nackdel med den här lösningen är att temperaturen på sjukhusets fjärrvärme-sekundär i anslutningspunkten ligger på ca 60 ºC, vilket innebär att inget varmvatten kan levereras via värmeväxling.

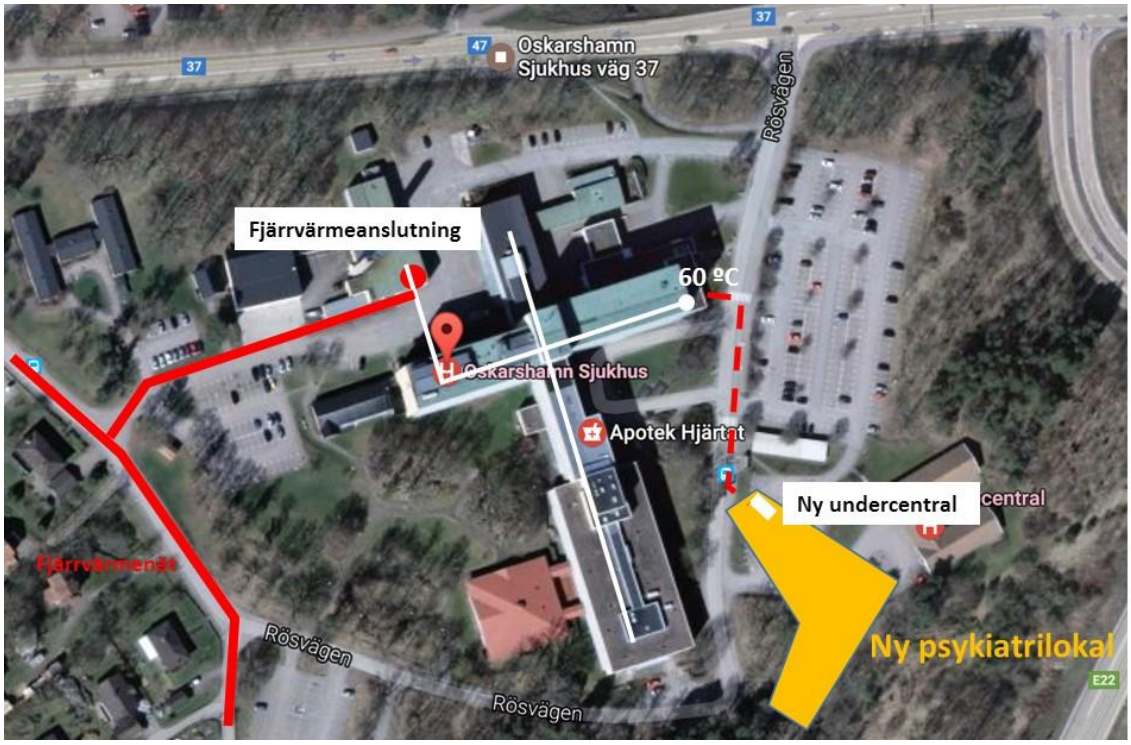
b)Koppling till det befintliga fjärrvärmenätet (korsning Rösvägen-Trattvägen). Den här lösningen skulle innebära att bygga ca 300 m ny ledning i Rösvägen och även bekosta ett nytt fjärrvärmeabonnemang, vilket gör detta alternativ betydligt dyrare än alternativ (a)

c) Anslutning till sjukhusets panncentral. Den här lösningen skulle innebära att bygga en ännu längre (och därför dyrare) rörledning (ca 350 m). Inget nytt abonnemang behövs.

Alternativen (b) och (c) anses vara praktiskt ogenomförbara och därför har preliminärt lösning (a) valts. Radiatorsystemet i den nya lokalen kommer att dimensioneras och projekteras så att det fungerar med låg framledningstemperatur. Eftersom det inte finns möjlighet att producera varmvatten (55 ºC) via värmeväxling med fjärrvärmesekundär blir det traditionella VVC-alternativet inte aktuellt.

För förstudiens syfte (kunna jämföra VVC med alternativa lösningar i en ”standardlokal” med tillgänglig fjärrvärmeanslutning) kommer ändå alternativet VVC jämföras, utan att ta in den extrakostnaden som nedgrävning av nya fjärrvärmerörledningar fram till lokalen innebär.

I figur 5 visas placeringen av den nya psykiatrilokalen i Oskarshamns sjukhus-område, samt anslutningspunkt till fjärrvärmenätet och till den nya lokalen.

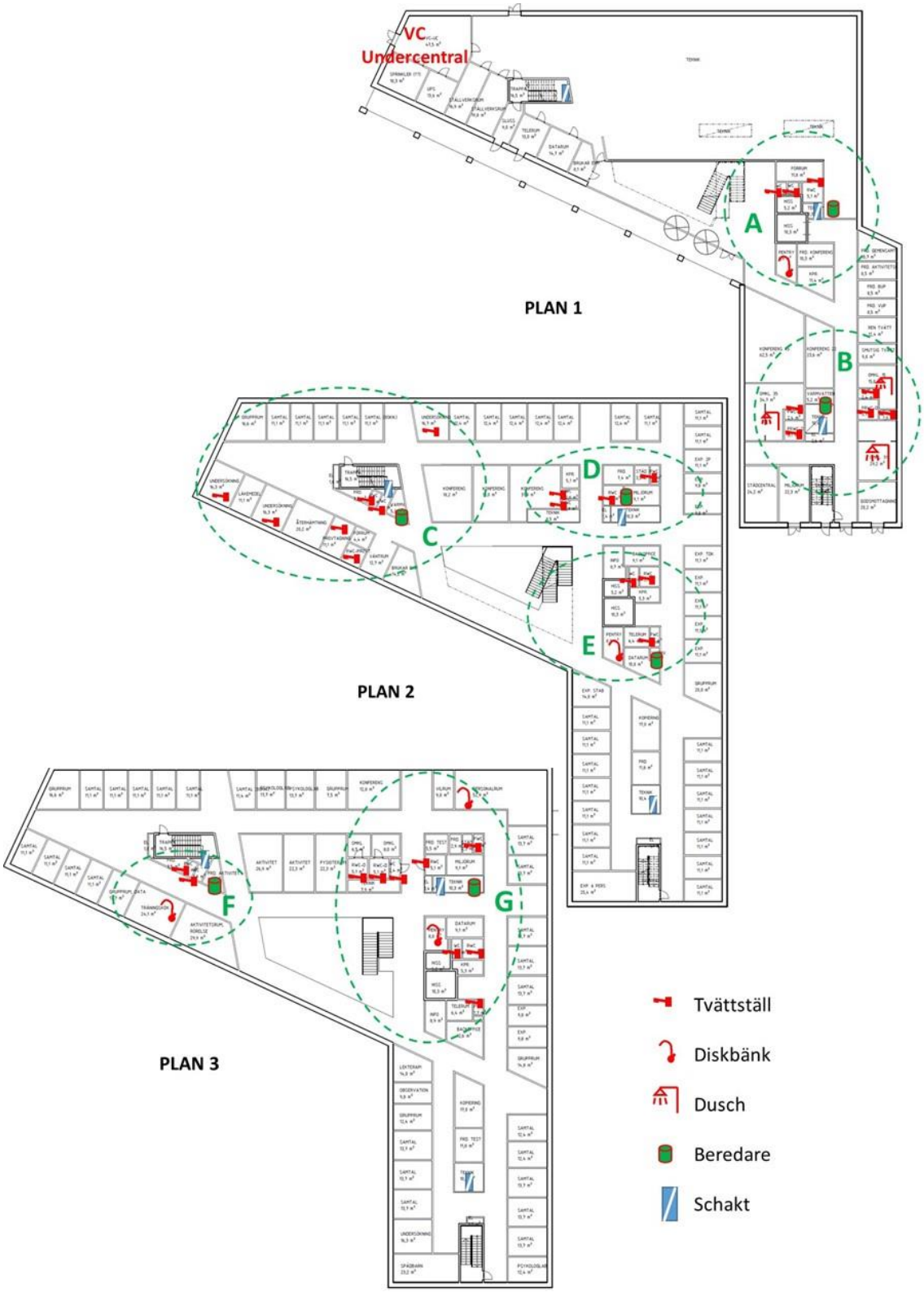


Figur 5: Placering av den nya psykiatrilokalen i Oskarshamns sjukhus.

Från beställarens sida finns två önskemål när det gäller klassning av lokalen:

- Lokalen bör inte klassas i kategorin ”byggnader med elvärme” enligt BBR, d.v.s. att den installerade eleffekten för uppvärmning och varmvattenberedning inte bör överskrida 10 W/m^2 (A_{temp}). Eftersom uppvärmning sker med fjärrvärme innebär det att, om elen används för varmvattenberedning, bör den installerade effekten till detta ändamål vara högst 45 kW i hela lokalen.
- Byggnaden bör byggas på ett sätt som möjliggör att den, i en snarare framtid, kan certifieras enligt Miljöbyggnads standard med betyg ”Silver”. Detta innebär särskilda krav när det gäller legionella: ”riskvärdering genomförs med avseende på tillväxt och spridning av legionella” samt legionellaskydd enligt branschregler ”Säker Vatteninstallation”.

Planlösningen, med planerade tappställen, schakt och tekniska utrymmen som skulle kunna användas för installation av beredare visas i figur 6. Det blir totalt 40 tappställen, varav 32 tvättställ, 5 diskbänkar och 3 duschar.



Figur 6: planlösning med tappställen, möjliga placeringar för beredare och schakt

5.2 Val av lämpliga tappvarmvatten alternativ

Bland alla alternativ som finns för tappvarmvatten, görs ett urval av de lösningarna som anses mest lämpliga. Vidare jämförs de valda alternativen utifrån energibehov, lönsamhet och även praktiska aspekter.

Ej konventionella lösningar har inte valts eftersom Landstinget i Kalmar län gärna vill prioritera robusta, enkla och beprövade lösningar.

Decentraliserade genomströmningsberedare (el) kommer inte heller att tas med eftersom den installerade effekten på elen skulle vara för hög. En enkel genomströmnings-beredare kan ha en eleffekt på över 5 kW. Med tanke på att det kommer att finnas ca 40 tappställen (varav 3 duschar), skulle den installerade effekten ligga över 10W/m2 och därför skulle bygganden klassas som ” ”byggnader med elvärme” enligt BBR, vilket Landstinget i Kalmar län inte önskar.

Användning av frånluftsvärmepumpar för varmvattenberedning är inte heller möjligt i detta fall eftersom lokalen kommer att förses med FTX-ventilation.

De valda alternativen är:

1) Centraliserat VVC-system
2) VVC variant ”rör i rör”
3) Decentraliserade elektriska förrådsberedare

Kriterierna som avgör vilket det lämpligaste alternativet är:

- Lägsta värmeförluster: värmeförlust från det cirkulerande- och det stillastående vattnet.
- Lägre livscykelkostnad: LCC består av investeringskostnad (inköp och installation av tappvarmvattensystem, driftkostnad (energikostnad i form av el eller fjärrvärme) samt underhållskostnad (byte av komponenter).

5.3 Dimensionering av tappvarmvattensystem

Inför energi- och lönsamhetsberäkningarna behövs det en preliminär dimensionering av installationerna som skulle behövas i de olika fallen. Dimensioneringen som visas i denna förstudie är approximativ och kan inte användas som underlag för projektering/installation, utan bara för att jämföra de olika alternativen.

Varmvattenanvändning

Baserad på befintlig statistik i andra egna vårdlokaler uppskattar Landstinget i Kalmar län att varmvattenbehovet i den nya lokalen blir ca 150 m^3 varmvatten (40 ºC vatten) per år, med en dimensionerande dagförbrukning av 680 l varmvatten.

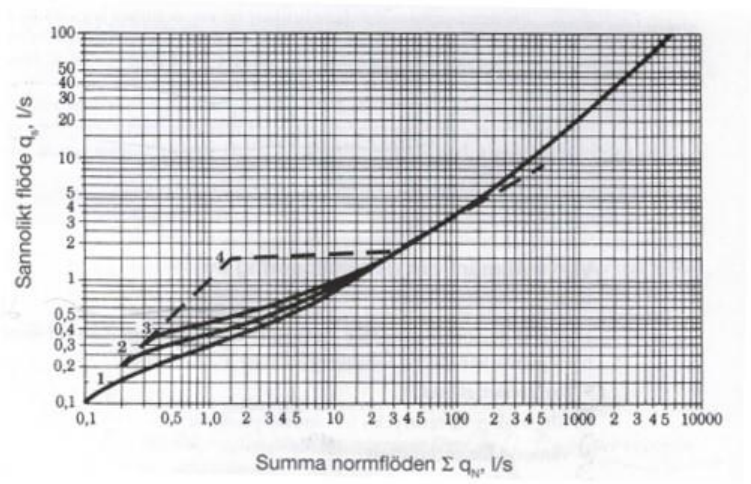
Tappställen har grupperats med hänsyn till närheten till närmaste schakt eller potentiell beredare. De olika zonerna visas i figur 6. Antal tappställen i varje zon och uppskattad varmvattenförbrukning (40 ºC vatten) visas i tabell 1.

	tvättställ	diskbänkar	duschar	summa normflöden[1] (l/s)	l/dygn[2] vv40 °C	faktor[3] 1,5
plan 1 zon A	3	1		0,5	36	72
plan 1 zon B	5		3	1,1	400	600
plan 2 zon C	7			0,7	56	112
plan 2 zon D	4			0,4	32	64
plan 2 zon E	3	1		0,5	36	72
plan 3 zon F	2	1		0,4	28	56
plan 3 zon G	8	2		1,2	88	132
Total	**32**	**5**	**3**	**4,8**	**676**	**1 108**

1) Normflöden: tvättställ 0,1 l/s, köksblandare 0,2 l/s, dusch 0,2 l/s
2) Tvättställ: 8 l/dygn, köksblandare 12 l/dygn, dusch: 120 l/dygn
3) Systemet dimensioneras så att det kan klara en VV användning 50 -100 % högre än förväntat.

Tabell 1: tappställen i varje zon och uppskattad varmvattenförbrukning

Om summan av normflödena är 4,8 l/s, så blir det sannolika flödet (d.v.s. den maximala förväntade flöde) för hela systemet 0,6 l/s (se figur 8)

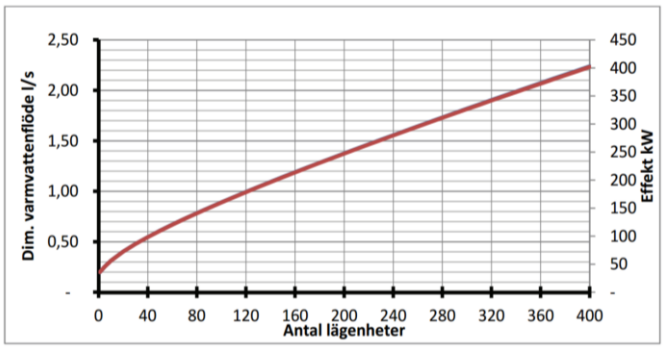


Figur 7: Dimensionering av sannolikt flöde. Källa "Byggvägledning 10 – Vatten och avlopp".

Varmvattenberedning

Beredningen av varmvatten kan ske centraliserat (VVC och rör-i-rör variant) eller decentraliserat (elektriska förrådsberedare).

Vid användning av centraliserad beredning med fjärrvärmeplattvärmeväxlare, kan man dimensionera varmvattenvärmeväxlarens effekt med hjälp av kurvan som visas i figur 8. I vårt fall, med ett sannolikt flöde av 0,6 l/s, behövs det en effekt på 100 kW, som motsvarar ungefär en varmvattenvärmeväxlare till ett flerbostadshus med 40 lägenheter.



Figur 8: dimensionering av varmvattenvärmeväxlare. Källa: F:101 Fjärrvärmecentralen - Utförande och installation. Svensk Fjärrvärme 2014

Vid användning av decentraliserade beredare utgår man från varmvattenanvändningen i respektive zoner som beredarna betjänar. Olika leverantörer och modeller har jämförts. Ett önskemål från beställarens sida var att kunna ställa in en termostattemperatur på minst 75 -80 ºC i tanken, för ökad skydd mot legionella. Andra faktorer som avgör valet av modellen har varit beredarens kapacitet, pris, värmeförluster och material (rostfri tank). För enkelhetens skull har alla modellerna valts från en och samma leverantör, vilket underlättar underhållet.

Två olika storlekar har valts: en 300 l beredare som betjänar zon B (högre varmvattenanvändning p.g.a. av tre duschar på plan 1), samt 6 st 55 l beredare i de andra zonerna. Dessa beredare är lite överdimensionerade (en modell med 35 l tank skulle egentligen räcka) i fall VV-användningen blir större än förväntat. De valda beredarna i varje zon med respektive egenskaper visas i tabell 2.

	Nibe Eminent 55	*Nibe Compact 300*
Max inställningsbar temperatur	75	80
Tankvolym (l)	55	300
Volym VV 40 ºC (termostat 75/80 ºC)	100	564
Effekt (kW)	1 eller 3	3 eller 6
uppvärmningstid till 80ºC (timmar)	4,5/1,5	6,8/3,3
Värmeförluster tank 60ºC (kWh/dygn)[1]	0,76	2,46
Värmeförluster tank 60ºC (kWh/år)	277	898
Värmeförluster tank 75ºC (kWh/år)[2]	347	1 122
Zoner (planlösning)	A,C,D,E,F,G	B

1) Leverantörens värden
2) Uppskattas 25% högre värmeförluster än vid 60 ºC temperaturinställning

Tabell 2: Valda varmvattenberedare

Det finns möjlighet att välja mellan olika effekter. För de mindre beredarna har 3 kW valts och för den stora 6 kW. Den totala installerade effekten blir då 24 kW, vilket är mindre än 45 kW som är gränsvärdet för att den nya vårdlokalen bli klassad som ”eluppvärmd byggnad”.

Varmvattendistribution

Enligt BBR-reglerna bör väntetiden för att få varmvatten i ett tappställe vara max 10 sekunder vid ett flöde av 0,2 l/s. Detta innebär, enligt figuren 2, att ledningslängden mellan schakt (i ett VVC system) eller beredare (i ett decentraliserat system) och tappstället max kan vara:

- Ca 25 meter vid användning av ett rör med 10 mm innerdiameter
- Ca 15 meter vid användning av ett rör med 13 mm innerdiameter
- Ca 10 meter vid användning av ett rör med 16 mm innerdiameter

Med den placeringen av schakt/beredare som visas i planlösningen (figur 8) anses det vara möjligt att uppfylla kravet på väntetid. Den ursprungliga placeringen av vissa rum med tappställen har faktiskt ändrats och anpassats efter väntetidskrav så att rörledningslängden minimeras i så stor utsträckning som möjligt. De ungefärliga rörledningslängderna och diametrar visas i tabell 3 och 4. Val av isolerings tjocklek motiveras i avsnittet 5.4 ”Energiberäkningar”.

	Längd (m)
VVC-system	
Stamledning VV schakt: koppar 22(20) isolering 60mm (NF 4 l/s)	18
Stamledning VVC schakt: koppar 15(13) isolering 40mm	18
Stamledning VV takförlagd: koppar 22(20) isolering 60mm (NF 4 l/s)	75
Stamledning VVC takförlagd: koppar 15(13) isolering 40mm	75
Rör i rör system:	
Stamledning VV schakt: koppar 28 isolering 60mm+ VVC PEX 12	18
Stamledning VV takförlagd: koppar 28 isolering 60mm+ VVC PEX 12	75

Tabell 3: Stamledningar (VV och VVC, bara i centraliserade alternativ)

Som en förenkling antas att fördelningsledningarna ungefär har samma längd i centraliserade och decentraliserade alternativ, eftersom schakt/beredare sitter nära varandra. Inför beräkningarna anses att fördelningsledningar har 15 mm ytterdiameter (13 mm innerdiameter).

	Plan 1 zon A	Plan 1 zon B	Plan 2 zon C	Plan 2 zon D	Plan 2 zon E	Plan 3 zon F	Plan 3 zon G	Total
Längd(m)	15	20	38	15	17	10	45	160

Tabell 4: Fördelningsledningar

Tappvattenarmaturer

Som nämndes tidigare ligger förstudiens fokus på beredning och distribution och berör inte tappvarmvattenarmaturer. Däremot har kostnaden av blandarna inkluderats i LCC-kalkylen för att se hela kostnadsbilden. En grov jämförelse visar att prisskillnaden mellan energieffektiva blandare (klass A eller B) och resten (klass C och sämre) är försumbar. De energieffektiva blandarna har olika funktioner för att minska varmvattenanvändningen: minskat flöde, kallvatten vid spak i rakt fram läge, motstånd i spak vid fullflöde m.m. Med energieffektiva blandare kan varmvattenanvändningen korrigeras till ca -10 % (BEN 1, Boverket).

5.4 Energiberäkningar

Energi för uppvärmning av vatten

Den energin som behövs för att värma upp vattnet från 10 ºC (medeltemperatur på det inkommande kallvatten) till beredningstemperaturen (55 ºC i VVC-system och 75 ºC vid användning av beredare) beräknas enligt:

$$E = \rho \, Cp \, \Delta T \, V$$

ρ (densitet) = 1000 kg/m^3, Cp: specifikt värmekapacitet = 4,18 kJ/ kg ºC, V: volym, $\Delta T = T_{beredning} - T_{kallvatten}$

Volymen av varmvatten som behöver värmas upp till beredningstemperatur beror på beredningstemperaturen. Med tanke på att behovet av 40-gradigt varmvatten är 150 m^3/år blir volymen av 55-gradigt och 75-gradigt varmvatten 100 m^3 respektive 69 m^3. Den energin som behövs för att bereda dessa volymer är 5 225 kWh/år.

Värmeförluster

Värmeförluster förekommer i rörledningar och i beredare. Förluster i rörledningar har beräknats med hjälp av programmet Isodim, utvecklat av isoleringsleverantören Isover.

Olika isoleringstjocklekar har simulerats med isolering av mineralull. De valda isoleringarna är 60 mm för VV-rör samt 40 mm för VV- och fördelningsrör. Anledningen till valet är att värmeförlusterna inte minskar i samma takt efter en viss tjocklek (se exempel i tabell 5), men kostnaden och platsbehov ökar.

Dy (mm)	***Isolering (mm)***	***Värmeförluster (W/m rör)***	***Minskning energiförluster***
22	0	27,3	
22	20	7,2	-74%
22	30	6,1	-78%
22	40	5,4	-80%
22	50	5,0	-82%
22	60	4,7	-83%
22	80	4,2	-85%
22	100	3,9	-86%

Tabell 5: Värmeförluster i ett 22 mm rör vid olika isolerings tjocklekar. Medel TVV= 55 ºC

Värmeförlusterna har beräknats med antagandet att inomhustemperaturen blir 20 ºC och att vatten i rörledningarna i VVC-, VV- och fördelnings-rör har en medeltemperatur på 55 ºC respektive 53 ºC och 35 ºC. I fördelningsrören antas bara 10 timmar om dagen med förluster (dagtid).

	Dy (mm)	Medel Temp	Isolering (mm)	Värmeförlust (W/m rör)	Rörlängd (m)	Total energi (kWh/år)	kWh/ m^2A_{temp}
VV	22	55	60	4,7	93,0	3 829	
VVC	15	53	40	4,3	93,0	3 503	
						7 332	**1,63**
VV (rör-i-rör)	28	55	60	5,2	93,0	**4 236**	**0,94**
Fördelningsrör	15	35	40	2,0	160,00	**1 168**	**0,26**

Tabell 6: Värmeförluster i rörledningar

Beräkningar visar att värmeförluster i fördelningsledningarna blir mycket mindre än i resten av systemet. Beräknade energiförluster per area enhet (kWh/m^2 A_{temp}) stämmer överens med mätningar av VVC-förluster i befintliga lokaler, som visar att, med dagens bästa teknik, kan värmeförluster i VVC-system ligga mellan 1-2 kWh/m^2 A_{temp}

Värmeförlusterna i beredare har uppskattats med hjälp av data från leverantören (se tabell 2), och blir **3 202 kWh/år**, eller **0,7 kWh/m^2 A_{temp}**

Energi till VVC-pump

I de alternativen med varmvattencirkulation (traditionell VVC och rör-i-rör VVC) förekommer också elanvändning till VVC-pumpen: en VVC-pump med en effekt på 300 W och en elanvändning av 2 628 kWh/år.

Total energianvändning

Den totala energianvändningen i de olika alternativen visas i tabellen 7

	enhet	VVC	VVC rör-i-rör	Beredare
Uppvärmning VV	kWh/år	5225	5225	5225
Cirkulationspump	kWh/år	2 628	2 628	-
Värmeförluster stamrör	kWh/ år	7 332	4 236	-
Värmeförluster fördelningsrör	kWh/ år	1 168	1 168	1 168
Värmeförluster beredare	kWh/år	-	-	3 202
Total El	**kWh/år**	**2 628**	**2 628**	**9 595**
Total Fjärrvärme	**kWh/år**	**12 557**	**9 461**	**-**
Total energianvändning	**kWh/år**	**15 185**	**12 089**	**9 595**
	kWh/m^2 A_{temp}	***3,4***	***2,7***	***2,1***

Tabell 7: total energianvändning

Den lägsta energianvändningen förekommer vid decentraliserad beredning. Det är värmeförlusterna i stamrör och energianvändningen till varmvattencirkulation som gör de andra alternativen mer energikrävande.

5.5 Lönsamhetsberäkningar

För att avgöra lönsamheten av de olika alternativen genomförs en LCC analys. Parametrarna som har valts visas i tabell 8. Notera att alla priser är exklusive moms.

Parameter	*Värde*	*Kommentar*
Kalkylränta	4%	Real (dvs utöver inflation). Antagen
Kalkyltid	25 år	Antagen
Inflation	2%	Antagen
Nusummefaktor	16,5	$1-(1+r)^{-n}$ / r . 15,6 vid energikostnader
Elpris	90 öre/kWh	Exclusive moms (1,1 kr/kWh inkl. moms)
Fjärrvärmepris	60 öre/kWh	Exclusive moms (0,8 kr/kWh inkl. moms). Medelpris Sverige 2016. Svensk fjärrvärme.
Energiprisökning	0,5 %	Real (dvs utöver inflation) Antaget

Tabell 8: ekonomiska parametrar vid LCC kalkyl

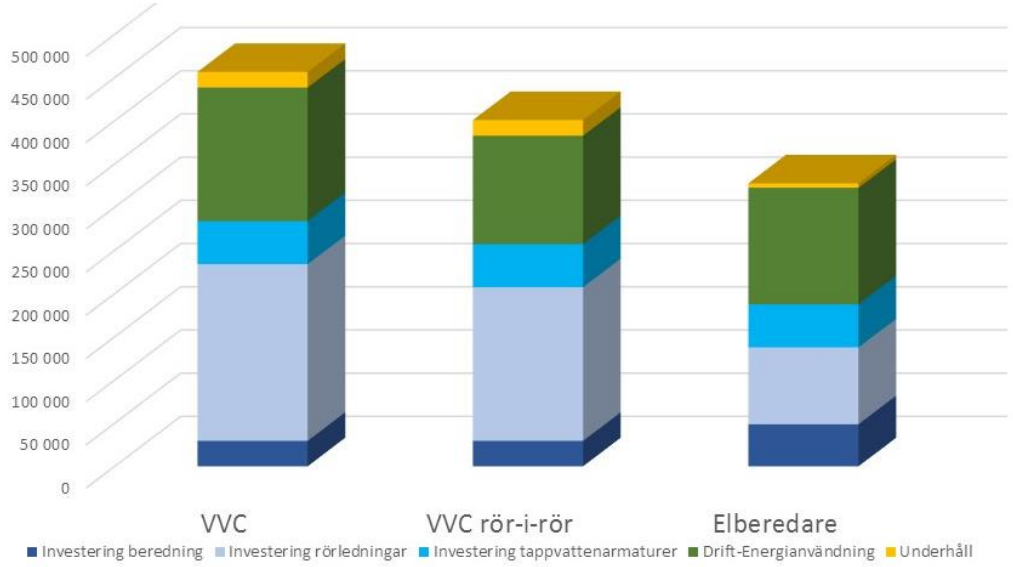
Kostnaderna av de olika alternativ visas nedan:

		VVC	**Rör-i-rör**	**Beredare**
Total VV Beredning[1]	*kr*	*29 484*	*29 484*	*48 700*
Kostnad stamledningar[2]	kr	115 530	88 830	0
Kostnad fördelningsledningar[2]	kr	88 960	88 960	88 960
Total VV Distribution	*kr*	*204 490*	*177 790*	*88 960*
Total Tappvattenarmaturer[3]	*kr*	*49 752*	*49 752*	*49 752*
TOTAL INVESTERINGSKOSTNAD	**kr**	**233 974**	**207 274**	**137 660**
Kostnad elanvändning	kr/år	2 365	2 365	8 636
Kostnad använd fjärrvärme	kr/år	7 534	5 677	0
TOTAL DRIFTKOSTNADER	kr/år	9 899	8 042	8 636
Summa Nuvärde Driftkostnader	**kr (2017)**	**154 650**	**125 633**	**134 904**
TOTAL UNDERHÅLLKOSTNAD[4]	kr/år	24 170	24 170	6 919
Nuvärde Underhållskostnader	**kr (2017)**	**18 063**	**18 063**	**5 170**
TOTAL LCC	**kr (2017)**	**406 687**	**350 969**	**277 735**

1) Växlareenhet FV 150 kW: 98 280 kr. VV uppskattas 30%. Wikells Sektionsfakta VVS 15/16 Nibe Eminent 55: 6 st. x 5 081 kr. Nibe compact 300: 1 st. x 11 213 kr. (Priser exkl.moms)
2) Kopparrör: rör i schakt 22 isol60 : 591 kr/m. Rör i schakt 15 isol40: 419 kr/m. takförlagd 22 isol60: 742 kr/m. takförlagd 15 isol40: 556 kr/m. Rör i schakt 28 isol60 + PEX12: 835 kr/m. Takförlagd 28 isol60 + PEX12: 984 kr/m. Wikells Sektionsfakta VVS 15/16
3) Tvättställsblandare: 32x 1 069 kr/st. Köksblandare 5x 1799 kr/st. Duschblandare : 3 x 2183 kr/st.
4) VVC: Byte av cirkulationspump och injustering efter 15 år. Beredare: byte av elpatron efter 15 år

Tabell 9: kostnader vid LCC kalkyl

Resultatet med de befintliga förutsättningarna i den nya psykiatrilokalen blir att decentraliserad beredning är det mest kostnadseffektiva valet, följt av ”rör-i-rör” och ”traditionell VVC”. Kostnadsfördelningen (se figur 9) visar att det är investeringen i rörledningarna som medför den största kostanden, följt av energikostnaderna (drift).



Figur 9: jämförelse LCC kostnader i olika tappvarmvatten alternativ

En enkel känslighetsanalys har genomförts för att se hur ändringar i varmvattenanvändning samt el- och fjärrvärmepriser kan påverka resultatet. Tabell 10 visar att i alla scenarier förutom i ett (mycket höga elpriser och dubbel så mycket varmvattenanvändning än förväntat) blir decentraliserad beredning den bästa lösningen ur LCC synpunkt.

Scenario ***(El- och fjärrvärmepriser exkl. moms)***	**VVC (kkr)**	**rör-i-rör (kkr)**	**Beredare (kkr)**
Referensfall: 150 m3/år. elpris 0,90 kr/kWh. FV pris 0,61 kr/kWh	**407**	**351**	**278**
Höga elpriser (1,20 kr/kWh)	419	363	**322**
Höga fjärrvärmepriser (0,75 kr/kWh)	436	373	**278**
Låga elpriser (0,7 kr/kWh)	398	343	**248**
Låga fjärrvärmepriser (0,4 kr/kWh)	367	321	**277**
Stor VV användning (300 m3/år)	456	400	**351**
Stor VV användning (300 m3/år) + höga elpriser (1,20 kr/kWh)	468	**412**	421

Tabell 10: Resultat av känslighetsanalys

I nuläget betalar beställaren inga effektavgifter på varken el eller fjärrvärme, därför har dessa faktorer inte varit med i LCC-analysen. Dessutom kan det vara mycket komplext att uppskatta hur toppeffekterna under en tidsperiod/medeleffekten kan variera p.g.a. val av ett eller annat alternativ. Olika kommuner och energibolag använder sig av olika system för att beräkna effektavgifterna vilket ökar komplexiteten.

6. SLUTSATSER OCH NÄSTA STEG

Det finns alternativ till det traditionella VVC-system som kan vara värda att överväga i nya och befintliga lokaler. Val mellan centraliserade och decentraliserade tappvarmvattensystem beror på ett antal faktorer, därför kan man inte generalisera i vilka fall en lösning är lämplig, utan en LCC-analys bör göras för varje lokal.

Vid låg varmvattenanvändning som till exempel vårdlokaler med dagverksamhet, kontor, industriella lokaler och lager, m.m. kan decentraliserad beredning vara en bra lösning. Som det praktiska exemplet i Oskarshamns nya vårdlokal visar, är det planlösningen, d.v.s. placering av tappställen och rörledningarna, samt förväntad varmvattenanvändning i varje del av lokalen avgörande vid val mellan ett decentraliserat eller ett centraliserat alternativ. Vid nybyggnation bör eftersträvas att minimera längden varmvattenrörledningar där möjligt, till exempel genom att placera schakt/beredare nära tappställen eller flytta tappställen. Långa rörledningar innebär större installationskostnader och onödiga värmeförluster.

En del värmeförluster i systemet skulle kunna tillgodoräknas som uppvärmning till lokaler under de kalla månaderna. Däremot måste dessa förluster kompenseras för och kylas ned under ett antal månader. Det är därför i den här förstudien har antagits att det totala bidraget i energibalansen blir noll.

Vid högt varmvattenbehov finns det ”okonventionella” lösningar som börjar sprida sig och som kan ersätta det klassiska VVC-system i befintliga och nya fastigheter.

Rör-i-rör varmvattencirkulation är en lösning som har varit på den svenska marknaden sedan början av 2000-talet men som inte har fått en riktig spridning. Rör-i-rör innebär lägre värmeförluster och lägre installationskostnader än det klassiska VVC-alternativet. Det finns däremot inte uppmätta värden på värmeförluster i någon byggnad, inte heller dokumenterade referensprojekt som visar hur installationen genomförs och hur driften sköts i den här typen av tappvarmvattensystem. Brist på kunskap och referenser kan vara ett hinder för fastighetsägare som överväger detta alternativ. Därför rekommenderas en fördjupad uppföljning och mätning av några rör-i-rör installationer.

3EFlow är ett annat alternativ som kan vara lämpliga i flerbostadshus och även i lokaler. Systemet är i introduktionsfas, med tre-fyra genomförda installationer, och behöver testas i större fastigheter innan det kan bli fullt kommersiellt. Kostnadsbilden är inte klar eftersom komponenterna (speciella ventiler som lösningen behöver) ännu inte tillverkas i serie. Däremot är rörledningarna och tappvarmvattenarmaturerna som används i 3EFlow standard. Rörledningar behöver inte isoleras och kräver ingen cirkulation, därför blir dessa mycket billigare än VVC och rör-i-rör. Värmeförlusterna i stamledningarna skulle sjunka drastiskt, eftersom rören bara fylls när behovet av varmvatten uppstår. Uppföljning av ett/flera 3EFlow system och dokumentering av referenser behövs för att hjälpa utveckla och sprida lösningen.

En sista fråga som kan ställas är om det verkligen behovs varmvatten i alla tappställen i en lokal. Det kan vara intressant att se över byggreglerna och utreda i vilka fall skulle undantag kunna ställas (till ex. handtvättning med varmvatten i vissa typer av lokaler).

REFERENSER OCH INFORMATIONSKÄLLOR

- Boverkets Byggregler BBR 24, avsnitt 6 ”Hygien, hälsa och miljö” samt 9 ”Energihushållning”.
- Boverkets BEN 1–Om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår.
- Vatten och Avlopp. Byggvägledning 10. En handbok i anslutning till Boverkets byggregler. Marko Granroth, Lars Olof Matsson, Sv Byggtjänst AB. 2013
- Energihushållning och värmeisolering. Byggvägledning 8. En handbok i anslutning till Boverkets byggregler. Arne Elmroth. Sv Byggtjänst 2014
- Branschregler Säker Vatteninstallation 2016:1
- Energihandboken. Energieffektiviseringsunionen. 2015
- Tappvarmvatten i flerbostadshus. EFFEKTIV. Daniel Olsson 2003
- Miljöbyggnads bedömningskriterier för nyproduktion. Manual 2.2 . SGBC
- Kartläggning av VVC-förluster i flerbostadshus. Bengt Bergqvist . BeBo. 2014
- Kartläggning av VVC-förluster i kontor och lokaler. Bengt Bergqvist .2016
- Nytt system för att göra varmvatten i lågenergihus. Tobias Hellgren, Berth Olsson. LÅGAN. 2012
- Legionella, risker i VVS-installationer. Göran Stålbom, Rolf Kling. 2002
- Wikells sektionsfakta VVS 15/16
- F:101 Fjärrvärmecentralen - Utförande och installation. Svensk Fjärrvärme 2014
- Energi & Miljö. Nr 2 2014,”Så hanterar byggbolagen VVC-förluster”
- Energi & Miljö. Nr 1 2017, ”Rör i rör kan minska VVC-förlusterna”
- Fastighetstidningen. 2015-01-12. ”Slangen som får fart på cirkulationen”
- VAMEB - Vattenanvändning med energieffektiva blandare. RI.SE https://www.sp.se/sv/index/research/effenergi/ongoing/vameb/sidor/default.aspx