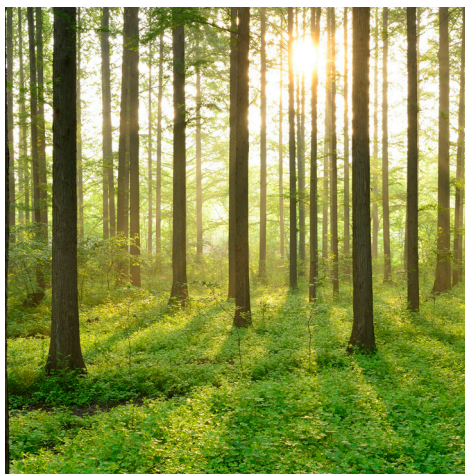


FASTIGHETSANPASSNING FÖR 4GDH

RAPPORT 2018:535



 FUTUREHEAT



Fastighetsanpassning för 4GDH

CILLA DAHLBERG LARSSON

PATRIK SELINDER

HÅKAN WALLETUN

Förord

Projektet *Fastighetsanpassning för 4GDH* har studerat hur husens interna värmesystem behöver anpassas och dimensioneras för att passa framtidens fjärrvärme med låga temperaturnivåer. Det behövs tydliga anvisningar i ett tidigt skede i vid byggnation av byggnader som ska anslutas till 4GDH. Att göra anpassningar i efterhand är troligen allt för kostsamt och skulle underminera hela 4GDH-projekt. Med rätt anpassade värmesystem finns en potencial att 4GDH kan sänka både investeringskostnader och driftkostnader och samtidigt och samtidigt ge kunder ett bättre erbjudande att bli prosument.

Projektet har letts av Cilla Dahlberg Larsson tillsammans med kollegan Patrik Selinder på FVB och Håkan Walletun på W2 Energiteknik. En fokusgrupp som bestått av Magnus Ohlsson (ordförande) Öresundskraft; Ted Edén, Norrenergi; Per Bonnevier, Norrenergi; Shahriar Badiei, Vattenfall Värme AB; Björn Larsson, Mälarenergi AB; Ingemar Andersson, Mälarenergi AB; Patrik Nilsson, E.ON Lokala Energilösningar AB; Henrik Landersjö, E.ON Lokala Energilösningar AB; Lars-Erik Hammarström, Tekniska Verken i Linköping AB och Holger Feurstein, Kraftringen har följt och kvalitetssäkrat projektet.

Projektet ingår i programmet Futureheat vars långsiktiga mål är att bidra till visionen om ett hållbart uppvärmningssystem med framgångsrika företag som utnyttjar nya tekniska möjligheter och där de samhällsinvesteringar som gjorts i fjärrvärme- och fjärrkyla tas till vara på bästa sätt.

Programmet leds av en styrgrupp bestående av Charlotte Tengborg (ordförande), E.ON Lokala Energilösningar AB, Lars Larsson, AB Borlänge Energi; Magnus Ohlsson, Öresundskraft AB; Fabian Levihn, Stockholm exergi; Niklas Lindmark, Gävle Energi AB; Jonas Cognell; Göteborg Energi AB; Lena Olsson Ingvarsson, Mölndal Energi AB; Anna Hindersson, Vattenfall Värme AB; Anders Moritz, Tekniska verken i Linköping AB; Staffan Stymne, Norrenergi; Holger Feurstein, Kraftringen; Joacim Cederwall, Jönköping Energi AB; Maria Karlsson, Skövde Värmeverk AB; Sven Åke Andersson, Södertörns Fjärrvärme AB; Henrik Näsström, Mälarenergi AB och Fredrik Martinsson (adjungerad) Energiforsk.

Suppleanter har bestått av Peter Rosenkvist, Gävle Energi; Johan Brossberg, AB Borlänge Energi; Mats Svarc, Mälarenergi AB; Johan Jansson, Södertörns Fjärrvärme AB och AnnBritt Hansson, Tekniska verken i Linköping AB.



Fredrik Martinsson, programansvarig FutureHeat

Här redovisas resultat och slutsatser från ett projekt inom ett forskningsprogram som drivs av Energiforsk. Det är rapportförfattaren/-författarna som ansvarar för innehållet och publiceringen innebär inte att Energiforsk har tagit ställning till innehållet.

Sammanfattning

Traditionell fjärrvärme kräver relativt höga värmebehov inom ett begränsat geografiskt område för att nå ekonomisk lönsamhet. De flerbostadshus som byggs i framtiden kommer att ha väsentligt lägre värmebehov jämfört med äldre bebyggelse vilket riskerar att resurseffektiv fjärrvärme får lämna över nya värmemarknader till andra uppvärmningslösningar. Den fjärde generationen fjärrvärme, 4GDH, innebär lägre temperaturnivåer vilket förbättrar möjligheten att ansluta nybyggda bostäder genom lägre distributionsförluster, lägre kostnad för ledningar och genom att lågtempererad restvärme lättare kan utnyttjas som värmekällor i fjärrvärmesystem. Denna rapport ska visa på hur 4GDH ska implementeras i nya flerbostadshus med modifierade tekniklösningar och förbättra sannolikheten för att fjärrvärme ska vara ett ekonomiskt realistiskt uppvärmningsalternativ även i framtiden.

Med en lägre temperaturnivå förbättras möjligheten att ansluta även nya byggnader genom att distributionsförlusterna minskar, fler värmekällor med lägre temperatur kan bli aktuella för direktanvändning i fjärrvärmesystem och billigare ledningsteknik kan användas. Men för att detta ska fungera krävs en del tekniska anpassningar i de interna värmesystemen i fastigheterna jämfört med nuvarande konventionell teknik.

De största skillnaderna mellan 4GDH och konventionell fjärrvärme (3GDH) är:

- Varje lägenhet har en egen fjärrvärmecentral. Fjärrvärmenätets ledning dras alltså ända fram till varje lägenhet.
- Ett tredje rör dras till varje fjärrvärmecentral. Detta sköter varmhållningen och garanterar tillräcklig framtemperatur vid fjärrvärmecentralen.
- Varje lägenhetsinnehavare blir således fjärrvärmekund med individuell mätning av värmeförbrukningen.
- Ingen fastighetscentral med varmvattenberedning, alltså ingen VVC-krets.
- Den primära framledningstemperaturen är 50 – 55 °C och returtemperaturen 20 – 25 °C.
- Den relativt låga framledningstemperaturen och kraven på stor avkylning i lägenheternas fjärrvärmecentraler ställer höga krav på korrekt dimensionering av ingående komponenter.
- Fjärrvärmecentralerna för varje lägenhet kräver ingen individuell dimensionering. Det medför att lägenhetscentralerna standardiseras och man kan förvänta sig lägre prisnivå för dessa i framtiden.
- Den relativt låga sekundära framtemperaturen är väl anpassad till golvvärmesystem. Om radiatorer används kan dessa behöva ökas något i storlek jämfört med konventionell teknik för att överföra tillräcklig effekt.

Summary

Traditional district heating requires relatively high heat demand within a limited geographical area to achieve economic profitability. The multi-dwelling buildings built in the future will have significantly lower heat demands compared to older buildings, and therein lies a risk that new heat markets may transfer to other heating solutions. The fourth-generation district heating, 4GDH, implies lower temperature levels, which improves the opportunity to connect newly built homes by lower distribution losses, lower cost of pipelines, and low-temperature residual heat can be more easily utilized as heating sources in district heating systems. The aim of this report is to show how 4GDH can be implemented in new multi-dwelling houses with modified technology solutions and improve the feasibility for district heating to be an economically realistic heating option in the future.

With a lower temperature level, the ability to connect even new buildings improves by reducing distribution losses, more heat sources with lower temperatures may be relevant for direct use in district heating systems, and cheaper management technology can be used. However, for this to work, some technical adjustments are needed in the internal heating systems in the properties compared to current conventional technology.

The main differences between 4GDH and conventional district heating (3GDH) are:

- Each apartment has its own district heating substation. The district heating network's pipes thus connects each apartment.
- A third pipe is connected to each district heating substation. This ensures that a sufficiently high temperature is available at the district heating substation.
- Each apartment owner becomes a district heating customer and the heat consumption will be measured individually.
- No domestic hot water circulation is needed when the hot water is heated close to the end user.
- The primary supply temperature is 50 - 55 ° C and the return temperature 20 – 25 ° C.
- The relatively low supply temperature and the requirements for large cooling in the apartment's district heating substation sets high standards on correct dimensioning of the components.
- The district heating substations for each apartment do not require any individual dimensioning. This means that the apartment substations are standardized, and lower prices can be expected in the future.
- The relatively low secondary future temperatures are well adapted to floor heating systems. If radiators are used, they may need to be slightly increased in size compared with conventional technology to transmit enough heat power.

Innehåll

1	Bakgrund	7
2	Distributionssystemet	8
2.1	Ledningsteknik	9
2.1.1	Temperaturnivå	9
2.2	Fjärrvärmesystemets tekniska krav	10
2.2.1	Dimensionering av servisledning och byggnadsinterna rörledningar	11
2.3	Distributionsförluster	12
2.4	Tryckhöjd för leverans	12
2.5	Sammanfattning	13
3	Fjärrvärmecentralen	14
3.1	Krav på fjärrvärmecentraler	14
3.1.1	Tappvarmvattensystem	15
3.1.2	Värmesystemet	16
3.2	Felfunktioner och störningskänslighet	16
3.3	Värmemätning	17
3.3.1	Placering	17
3.3.2	Dimensionering och mätarstorlek	18
3.4	Utförande av fjärrvärmecentraler	18
3.5	Fjärrvärmecentralens utrustning	18
3.6	Sammanfattning	19
4	Sekundärsystem	20
4.1	Radiatorsystem	20
4.2	Golvvärme	20
4.3	Luftburen värme	20
4.4	Tappvarmvatten	21
4.5	Sammanfattning	21
5	Diskussion och vidare frågeställningar	23
5.1	Försäkring	23
5.2	Arkitektfrågor	23
5.3	Värme till vitvaror	23
5.4	Fjärrkyla	24
6	Referenser	25

1 Bakgrund

De bostäder som planeras att byggas i framtiden kommer att ha väsentligt lägre värmebehov än det nuvarande beståndet. För fjärrvärmebolagen kommer det att bli framför allt ekonomiskt svårt att kunna ansluta dessa med konventionell fjärrvärme då höga kostnader för anslutning kombinerat med låg försäljning och relativt höga distributionsförluster försämrar kalkylen. För att inte helt överlämna framtida bostäder till andra uppvärmningslösningar krävs nya tekniska lösningar.

Framtidens fjärrvärme kommer att hålla betydligt lägre temperaturnivå vilket möjliggör att fler "nya" värmekällor, sådana som idag inte är aktuella för direktanvändning, kommer att bli aktuella för leverans i fjärrvärmesystem. På så sätt kan t.ex. industriell restvärme, solvärmelösningar och värmeåtervinning från datahallar med i dagsläget för låga temperaturnivåer enklare tillvaratas vilket medför ännu bättre miljövärden och lägre primärenergifaktorer för fjärrvärme.

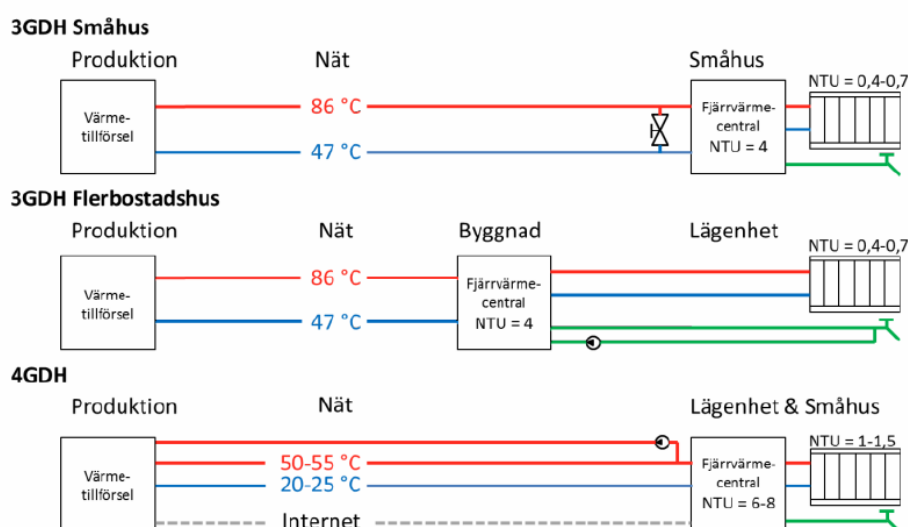
För att kunna leverera fjärrvärme med lägre temperaturnivåer till framtida byggnader krävs anpassningar av husens värmesystem. Denna rapport beskriver hur husens interna värmesystem behöver anpassas och dimensioneras för att säkerställa funktionen.

Tekniklösningen i denna rapport är baserad på den teknik för fjärrvärme som presenterats i Energiforskrapporten 2017:419 Framtida fjärrvärmeteknik av Helge Averbalk och Sven Werner. Tekniken benämns fjärde generationens fjärrvärmeteknik och förkortas 4GDH.

2 Distributionssystemet

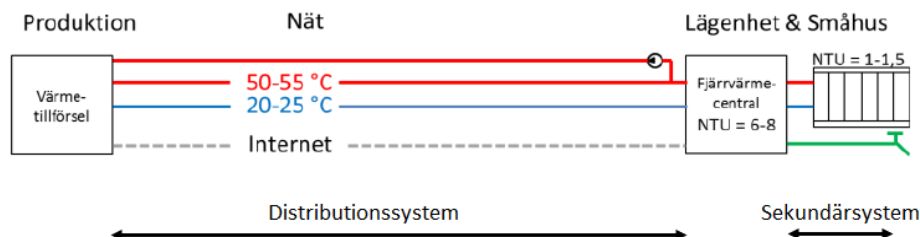
De 4GDH system som först etableras kommer främst att utgöras av större nybyggda flerbostadsområden där husen redan från början anpassas till att kunna försörjas med den lägre temperaturnivån som kommer att erbjudas.

Eftersom fjärrvärmesystems temperaturnivå i princip dimensioneras för att tillfredsställa den kundanslutning som har högst temperaturkrav kommer hela systemet att erbjuda övertemperaturer till andra kunder med lägre temperaturkrav. Med bygget av nya lågenergihus med lägre krav på höga temperaturer möjliggörs användningen av ny teknik. För att fullt ut utnyttja den lägre temperaturnivån i form av lägre värmeförluster och möjlighet till andra rörmaterial krävs att det lokala 4GDH-nätet utformas som ett sekundärt system kopplat till ett konventionellt fjärrvärmenät som förser 4GDH-nätet med värme. Gränsen mellan dessa system kommer sannolikt att bestå av en värmväxlarstation.



Figur 1. Principiell utformning av dagens 3GDH-system med de två vanligaste kopplingslösningarna för bostäder samt teknisk lösning för 4 GDH-system. Källa: Averbalk, Werner: Framtida fjärrvärmeteknik.

Fjärrvärmesystem skiljer sig dock åt avseende temperaturnivåer, tryck, rörmaterial och antal rör vilket medför att definitionen av gränssnittet mellan de eventuellt befintliga systemen och de nya 4GDH kommer att skilja sig åt. Även andra lokala lösningar för värmeleveranser än fjärrvärme kommer att bli aktuellt för att försörja 4GDH-systemen. Hur inkopplingen av ett lokalt 4GDH system ska göras gentemot ett befintligt system kommer därför att behöva definieras olika beroende på hur det befintliga fjärrvärmesystemet är konstruerat. Schematiskt sker denna inkoppling i rutan "Värmetillförsel" i Figur 1.



Figur 2. Schematisk beskrivning av systemets ingående delar. Distributionssystem, sekundärsystem samt fjärrvärmecentral som avskiljer dessa delar.

En fördel med 4GDH kommer att vara den standardisering av tekniken som följer av att fjärrvärmecentralerna för lägenheter och småhus blir i princip identiska i utformningen då dessa dimensioneras för ett enfamiljshushåll. Med de låga värmebehov som finns i NNE (nära-nollenergi) hus behövs ingen separat dimensionering för varje enskild lägenhet eller småhus.

2.1 LEDNINGSTEKNIK

Valet av rörmaterial beror på vilka krav som ställs på maximalt förekommande temperatur och tryck i ledningssystemet. Trycknivån definieras av den externa värmeleverantören och måste beaktas vid val av komponenter i det fastighetsinterna systemet. Med 4GDH kommer temperaturnivån sällan att överstiga 55 °C vilket kan möjliggöra en ökad användning av PEX-rör i fastigheterna förutsatt att de klarar angiven trycknivå.

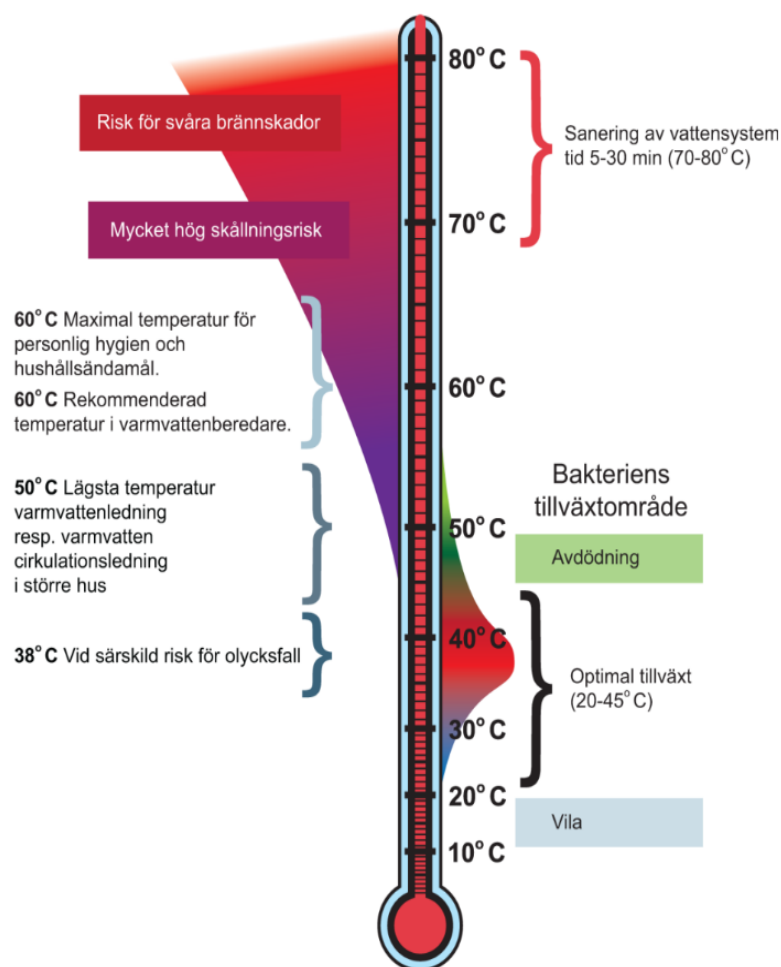
2.1.1 Temperaturnivå

4GDH siktar på temperaturnivåerna 50 - 55 °C i framledningen och omkring 20 °C i returledningen. Dessa temperaturer kommer att vara relativt konstanta oberoende av driftfall och utetemperaturer.

För framledningen är det kraven på tappvarmvattentemperaturen som diktar villkoren för temperaturnivån. Legionellabakterier finns naturligt i små mängder i vattendrag, sjöar och mark. Då temperaturen är under ca 20 °C sker ingen tillväxt, men i temperaturintervallet mellan ca 20 °C och 45 °C förökar sig bakterierna, framför allt mellan 35 °C och 40 °C. För att undvika legionellatillväxt ska man därför undvika att vatten lagras under en längre tidsperiod i temperaturintervallet 20 – 45 °C.

Om man inte kan undvika lagring av tappvarmvatten rekommenderas att temperaturen inte ska understiga 60 °C. Dessa rekommendationer kan dock komma att ändras sedan man upptäckt termofila legionellabakterier som kan föröka sig även i temperaturer över 50 °C (Lesnik R, 2015). Det blir därmed sannolikt att man i rekommendationerna framöver fokuserar mer på att undvika långa uppehållstider för varmvatten än att man förespråkar höga temperaturer för avdödning av bakterier.

Den tekniska lösning som presenteras i denna rapport anger att varje lägenhet i ett flerbostadshus ska ha en egen fjärrvärmecentral. Det ska alltså inte förekomma någon VVC-krets så som är standard i nuvarande bebyggelse. På så sätt kommer varmvattnet som efterfrågas att ha värmts upp bara sekunder innan det används. Risken för legionella i lägenhetens varmvattensystem är därmed i princip obefintlig.



Figur 3. Temperaturområden för legionellabakterien. Illustration: Boverket / Altefur Development.

2.2 FJÄRRVÄRMESYSTEMETS TEKNISKA KRAV

Svenska fjärrvärmesystem är normalt konstruerade för höga tryck och temperaturer. I ett 4GDH system är dock temperaturerna låga vilket också innebär att man kan bygga systemet för relativt låga trycknivåer.

Om systemet dimensioneras enligt kraven för "sekundärsystem" i Tekniska bestämmelser F:101 (se Tabell 1) öppnar det för val av olika material och sammanfogningsmetoder.

Tabell 1. Rekommenderade dimensionerings- och konstruktionsdata för 4GDH-system.

Fjärrvärmesystem	Dimensioneringsdata	Konstruktionsdata
Sekundärsystem/4GDH	$\leq 80\text{ °C}$, 0,60–1,0 MPa differenstryck 0,1 – 0,2 MPa	$\leq 80\text{ °C}$, 0,6–1,0 MPa

Vilket tryck systemet ska dimensioneras för beror på den systemlösning fjärrvärmeleverantören valt. Är systemet hydrauliskt sammankopplat med ett högtryckssystem gäller den tryckklassen. Val av tryckklass görs därför i samarbete med fjärrvärmeleverantören.

Konstruktion och val av komponenter ska alltid godkännas av fjärrvärmeleverantören.

2.2.1 Dimensionering av servisledning och byggnadsinterna rörledningar

Låga differensstemperaturer innebär att dimensionerna på servisledningar och byggnadsinterna rörledningar kommer att vara grövre än för motsvarande effektuttag vid traditionell fjärrvärme. Detta kommer dock till viss del att motverkas av att effektbehovet för uppvärmning förväntas vara lågt i nya byggnader.

Till skillnad mot för traditionell fjärrvärme där effektbehovet för uppvärmning vid DUT normalt är den dimensionerande effekten kommer tappvarmvatteneffekten att ta en större del av den totala dimensionerande effekten.

Om vi förutsätter att effektbehovet för tappvarmvatten till en lägenhet är ca 50 kW och det primära temperaturfallet är 55 - 22 °C så blir fjärrvärmeflödet ca 1,3 m³/h. I ett hus med 10 lägenheter och sammanlagringseffekt enligt F:101 blir det dimensionerande flödet ca 1,95 m³/h.

Antar vi samtidigt att det specifika effektbehovet för uppvärmning i ett nybyggt hus är mellan 20 och 30 W/m² och att den genomsnittliga lägenheten är 80 m², kommer flödesbehovet för uppvärmning att vara 0,8 till 1,2 m³/h.

Både servisledningar och byggnadsinterna ledningar dimensioneras efter samma förutsättningar som "vanliga" inomhusledningar avseende tryckfall och vattenhastighet. Särskild hänsyn bör dock tas till att vattenhastigheten inte blir så hög att missljud uppstår i rörledningar eller andra komponenter.

Då den låga differensstemperaturen gör systemet känsligt för felberäkningar bör dimensionering av rörledningarna utföras noggrant.

Det är fjärrvärmeleverantörens uppgift att säkerställa att servisledningar och byggnadsinterna rörledningar dimensioneras på ett sådant sätt att fullgod leverans kan uppnås vilket innebär att denne ska vara involverad i dimensionering och konstruktion av rörledningarna i fastigheten i ett tidigt skede.

2.3 DISTRIBUTIONSFÖRLUSTER

De interna distributionsförlusterna för primärledningarna internt i byggnaden beror på temperaturdifferens gentemot omgivningen, ledningslängder, dimensioner samt isoleringsstandard. För 4GDH tillkommer det tredje röret jämfört med nuvarande tekniklösningar vilket innebär ytterligare en komponent som bidrar till distributionsförlusterna. Det tredje röret kommer dock att vara väsentligt mindre i dimension vilket medför låga förluster.

Returledningen kommer att ha en temperaturnivå på 20 – 25 °C vilket innebär i princip inga distributionsförluster alls inom byggnaden.

Isoleringsstandarden bör naturligtvis vara god, men av utrymmesskäl kan den behöva minskas för att ledningarna ska få plats i ett begränsat utrymme.

Hur långa ledningarna blir beror naturligtvis hur de dras internt i byggnaden, kan de dras med lodräta stammar till varje lägenhets fjärrvärmecentral kan de totala längderna minimeras.

Inom värmeförsörjning finns en teoretisk optimal isoleringsnivå där kostnaden för isoleringstjocklek relateras till produktionskostnaden för den värmeförlust som uppstår i ledningssystemet. I praktiken används inte indata för bränslepriser när man projekterar ledningsutbyggnad och ska välja mellan enkel- eller twinkulvert eller mellan olika isoleringsserier för fjärrvärmeledningar utan det är mer praktiska hänsyn som tas.

För de interna förlusterna i byggnaden kan i stället en viktig faktor bli att undvika alltför hög värmeavgivning som kan verka besvärande i trappuppgångar (Norrström, 2018) och liknande samt att undvika att stillastående kallvatten som dras i ledningar nära värmeledningarna värms upp.

I de fall tappkallvattenledningar förläggs tillsammans med värmeledningar måste åtgärder tas för att förhindra uppvärmning av tappkallvattnet. Enligt BBR 6:22 ska installationerna i så fall utformas så att tappkallvattnet ska kunna vara stillastående i 8 timmar utan att temperaturen på tappkallvattnet överstiger 24 °C.

Om 4GDH medför att fler lågtempererade spillvärmekällor kan bli aktuella i fjärrvärmesystem kan det innebära att det ekonomiska värdet på distributionsförlusterna blir lägre jämfört med nuvarande konventionella system. Följden kan därmed bli att den teoretiskt optimala isoleringsnivån blir mindre i framtiden. Hur detta kommer att utvecklas är i dagsläget svårt att sätta om, men utvecklingen kan gå mot en acceptans av något högre distributionsförluster.

2.4 TRYCKHÖJD FÖR LEVERANS

Fastighetsägaren måste i samarbete med fjärrvärmeleverantören säkerställa att det tillgängliga statiska trycket i fjärrvärmenätet är tillräckligt högt för att hålla erforderligt tryck i de högst placerade fjärrvärmecentralerna.

I ett konventionellt fjärrvärmesystem är detta oftast ett mindre problem, men i ett 4GDH-system kommer fjärrvärmecentralerna att placeras i höjd med lägenheterna vilket innebär att det statiska trycket kan bli lågt i höga byggnader.

2.5 SAMMANFATTNING

Distributionssystemet avser det lågtemperatursystem som levererar värme fram till lägenheternas fjärrvärmecentraler i 4GDH systemen. De flesta distributionssystem kommer sannolikt att få värme från konventionella fjärrvärmesystem med högre temperaturnivå via växlarstationer då separata nybyggnadsområden blir först med att anpassas till ny teknik och lägre temperaturer. Distributionssystemens tekniska status vad gäller tryck- och temperaturnivåer kommer därmed att definieras av fjärrvärmeleverantören, vilket i sin tur fastställer krav på de ingående komponenterna. Om trycknivån begränsas till PN10 öppnar det upp för ökad användning av PEX-rörsystem.

Med 4GDH teknik saknas den traditionella VVC-kretsen i flerbostadshus. Varmvattnet bereds istället nära tappstället vilket medför att uppehållstiden för uppvärmt vatten är mycket kort. På så sätt undviks risker med legionellatillväxt i varmvattnet.

Låga temperaturdifferenser medför högre flöde vilket kan leda till större dimensioner i distributionssystemet. Men med lägre effektbehov för uppvärmning i nya bostäder kommer varmvattenberedningen att få större utslag vid dimensioneringen av ledningarna.

I höga hus kan det uppstå problem med för lågt statiskt tryck. Detta måste kontrolleras av fjärrvärmeleverantören vid projekteringen av området.

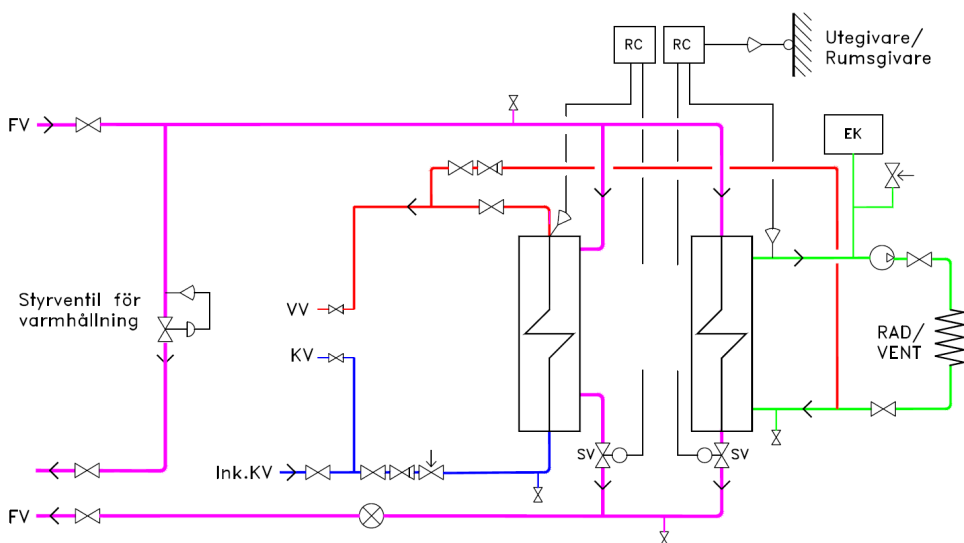
3 Fjärrvärmecentralen

En betydande idé med 4GDH är att varje lägenhet har en egen fjärrvärmecentral, vilken här kallas lägenhetscentral. Denna lösning medför också att fastighetens behov av värme och tappvarmvatten i gemensamhetslokaler måste tillgodoses genom en eller flera separata fjärrvärmecentraler.

3.1 KRAV PÅ FJÄRRVÄRMECENTRALER

Fjärrvärmecentralen ska dimensioneras och väljas i samarbete med fjärrvärmeleverantören. För att underlätta service och hålla kostnaderna på en låg nivå bör standardiserade lösningar sökas i så stor utsträckning som möjligt.

Precis som för fjärrvärmecentraler för småhus så finns det goda skäl för att genomföra en systematisk provning och certifiering av lägenhetscentraler (P-märkning). Framtagen rutin för provningen finns beskriven i Tekniska bestämmelser F:103_7 och kan med modifiering säkerligen tillämpas även för lägenhetscentraler.



Figur 4. Kopplingsprincip för 4GDH fjärrvärmecentral

Filter på framledningen bör placeras vid inkommande fjärrvärme i nära anslutning till servisventiler och där det finns avtappningsmöjlighet till golvbrunn.

Fjärrvärmecentralen ska vara parallellkopplad med separata värmeväxlare för värme- och tappvarmvattensystem enligt Figur 4 samt utrustad enligt F:101. För att förenkla installation och underhåll samt för att hålla kostnaderna på en rimlig nivå kan dock vissa förenklingar göras. Avsteg från F:101 gällande fjärrvärmecentralens utrustning och instrumentering planeras i samarbete med fjärrvärmeleverantören.

Det är även möjligt att lägenhetscentralen ansluts som en sekundärcentral. Något som är vanligt i danska fjärrvärmenät vilka oftast har lägre trycknivåer och systemtemperaturer än svenska fjärrvärmenät. Det innebär då att värmesystemet

ansluts som en shuntgrupp. Exempel på detta finns t ex hos KE Therm och deras MIRA sekundärcentral. Alternativt kan värmesystemet även anslutas utan shunt vid aktuella temperaturnivåer i 4GDH.

Vi föreslår dock en parallellkopplad central i dagsläget, men bedömer att sekundärkopplade centraler kan bl. a. vara en möjlighet att skapa centraler till lägre kostnad.

3.1.1 Tappvarmvattensystem

För reglering av tappvarmvatten är det mycket troligt att tillverkare av lägenhetscentraler inledningsvis kommer att välja liknande tekniska lösningar som används i dagens småhuscentraler. Dvs inte elektrisk reglering utan ofta en termisk självverkande.

Man ska vara medveten om att det är ett utmanande reglerproblem att snabbt kunna värma upp kallvatten från ca 10 °C till ca 50 °C då värmeväxlarna innehåller små vattenvolymer. Erfarenheten från provningarna vid P-märkningen har också bekräftat detta.

Svårigheterna ökar nu i de nya lägenhetscentralerna då ledningslängderna från central till tappställe minskas ytterligare. Det kan röra sig om ett fåtal meter, vilket innebär att ingen "förlåtande" temperaturutjämning hinner ske i ledningarna.

Det bör också påpekas att lägenhetscentraler har en begränsad "effektreserv" för generering av tappvarmvatten då VVC saknas. Även det ökar kravet på en snabb och robust fungerande reglering. Göteborg Energi har som exempel krav att givaren för TVV har maximalt 5 sekunders tidskontant.

I projekt vid Hammarby Sjöstad rapporterades det 2008 om ökad störningskänslighet för tappvarmvattenfunktionen med lägenhetscentraler. Vanligast var problem med backventiler i badkars- och duschblandare som ledde till överströmning av kallvatten till varmvatten. En misstanke var då att lägenhetscentralerna skapade en större tryckskillnad mellan varm- och kallvatten. Felet kan förebyggas med installation av en extra extern backventil.

Vi misstänker att det kan komma att krävas en förbättring av befintliga teknisk-lösningar för att kunna uppnå önskade komfortkrav på t.ex. stabil duschtemperatur. Ett exempel på detta finns i Grohes duschblandare som har extra snabba och precisa duschtermostater.

Värmewäxlare för enskilda lägenheter dimensioneras för en effekt på 50 kW. Värmewäxlare för övriga fastighetsutrymmen dimensioneras för det verkliga behovet enligt anvisningar i F:101.

Tabell 2. Dimensionerande temperaturer för tappvarmvattenväxlare

Fjärrvärme fram	Fjärrvärme retur	Kallvatten	Utgående varmvatten
55 °C	15–20 °C	10 °C	50 °C

3.1.2 Värmesystemet

För uppnå önskad komfort/temperatur i lägenheterna så kommer det att krävas reglersystem som troligen arbetar med både utomhusgivare och rumsgivare. Nybyggda hus är täta, välisolerade och har stor termisk tröghet. Det kommer att vara stora krav på att tillföra värme till lägenheten vid "rätt tidpunkt". Misslyckas man med detta kan det lätt uppstå situationer då lägenhetens och rummens temperatur avviker kraftigt från önskad komfort.

Ett grundförslag skulle kunna vara att försöka hålla en bastemperatur på 18–20 °C med hjälp av golvvärme som är långsamt, stabilt och avger värmen indirekt. För att nå en önskad högre rumstemperatur kan sedan värme tillföras snabbare via radiatorer i olika rum och vid "rätt tidpunkt".

Det bör också utvecklas lösningar för att varje lägenhetscentralers reglering kan använda en gemensam, troligen trådlös lösning, för kontakt med husets utomhusgivare.

Värmeväxlaren ska dimensioneras så att lägenhetens, eller gemensamhetsutrymmets värmeeffektbehov tillgodoses vid DUT/DVUT. Temperaturnivåer föreslås som vägledande enligt Tabell 3.

Tabell 3. Dimensionerande temperaturer för fjärrvärmecentralens värmedel.

	Fjärrvärme fram	Fjärrvärme retur	Värmesystemets framledningstemperatur	Värmesystemets returledningstemperatur
Golvvärme	55 °C	22–27 °C	35–40 °C	20–25 °C
Radiatorer	55 °C	32–37 °C	40–50 °C	30–35 °C
Luftvärme	55 °C	32–37 °C	40–50 °C	30–35 °C

Lägenhetscentralerna dimensioneras för små värmeeffekter vilket innebär att vissa komponenter, till exempel styrventilen kommer att vara mycket liten. Det måste säkerställas att styrventil och ställmotor ger fullgod reglering vid dimensionerande flöde och delflöde.

3.2 FELFUNKTIONER OCH STÖRNINGSKÄNSLIGHET

Låg temperaturdifferens ger generellt höga flöden vilket innebär att fjärrvärmesystemet blir känsligt för fel i fjärrvärmecentralerna. Ett mindre antal fel som medför kortslutningar kan snabbt innebära leveransstörningar då orimligt höga flöden kan uppstå. Det kan direkt jämföras med de distributionsproblem som kan uppstå i dagens fjärrkylsystem.

Fel som vi tror blir vanligt förekommande:

- Ändrade börvärden.
- Felfunktioner i ställdon eller styrventiler
- Problem med eventuell varmhållningsventil i det "tredje röret"

Störningskänsligheten medför att det grundläggande arbetet med driftövervakning, systemeffektivisering och åtgärdande av fel i kundcentraler blir mycket viktigt. På samma sätt som i traditionella fjärrvärmesystem gäller det att snabbast möjligt finna kundcentraler i 4GDH-nätet som skapar störningar för produktion och distribution. Skillnaden är att 4GDH-näten är känsligare och klarar färre felfunktioner.

En noggrann dimensionering av lägenhetscentralernas styrventiler kommer att till viss del vara flödesbegränsande och minska risken för "överflöden". Det finns därför en ökad risk för leveransstörningar om nya fastigheter byggs och schablonmässigt ansluts till 4GDH-nät utan att värmeleverantören kritiskt granskat och godkänt komponentval.

Vi vill uppmärksamma på att skillnaden i flödeskapacitet (kvs-värde) är ca 60 % mellan två ventilstorlekar för många vanliga fabrikat. Det innebär att om alla lägenhetscentraler i en fastighet utrustas med en onödigt stor ventil så ökar risken för överflöden drastiskt.

Det finns även en möjlighet att utrusta lägenhetscentralerna med olika typer av returtemperaturbegränsare. Det är då en extra ventil som aktivt begränsar fjärrvärmeflödet om någon felfunktion uppstår i centralen. En nackdel är att det tillkommer en extra komponent samt att dessa behöver justeras, underhållas och plomberas.

Slutligen finns det även anledning att ta hänsyn till vilken storlek på filter som ska användas. Lägenhetscentralernas styrventiler för värmesystemen kommer att vara små ventiler med låga kvs-värden och ha mycket begränsade öppningar för genomströmning. Det är därför viktigt att säkerställa att eventuell smuts i fjärrvärmesystemet hamnar i avsedda filter och inte i styrventiler.

3.3 VÄRMEMÄTNING

För värmemätning av bostäder i 4GDH-nät så blir den tekniska mätuppgiften i princip oförändrad jämfört med värmemätning för villacentraler i traditionella fjärrvärmesystem. Däremot tillkommer en betydande administrativ hantering av mätare och mätvärden eftersom antalet kundcentraler ökar kraftigt vid lägenhetsmätning.

3.3.1 Placering

Beroende på fysisk utformning av FC kan placeringen av flödesmätare bli kritisk i trånga utrymmen. Men vi bedömer ändå att mätplatsen även i fortsättningen kommer att vara integrerad i respektive FC.

Flera leverantörer av flödesmätare hävdar att det inte längre krävs rekommenderade raksträckor vid mätplatsen. Men i de tekniska bestämmelserna F:101 kvarstår rekommendationen att flödesmätaren ska installeras med raksträckor före och efter. Anledningen är dels att olika mätartyper ska kunna väljas i framtiden, men också att undersökningar (t ex Fjärrsyn 2011:11) har visat att flödesmätarna fortfarande kan vara störningskänsliga och inte alltid klara noggrannhetskravet på ± 2 %.

3.3.2 Dimensionering och mätarstorlek

Vid dimensioneringen förutsätter vi att effektbehovet för tappvarmvatten uppgår till maximalt ca 50 kW som tidigare för småhus, men att fjärrvärmeflödet kommer att öka på grund av lägre framledningstemperatur. Med en framledningstemperatur på 55 °C och en returtemperatur på 12–22 °C fås ett högsta flöde på ca 1,0–1,3 m³/h.

Med en framledningstemperatur på 50 °C och en returtemperatur på 12–22 °C fås ett flöde på ca 1,1–1,6 m³/h.

Till detta ska ett dimensionerande flöde för värmebehovet adderas. I våra antaganden är det maximalt ca 0,15–0,25 m³/h.

Då det är effektbehovet för tappvarmvatten som blir dimensionerande för val av centralens flödesmätare så bör dagens normala mätarsortiment kunna användas med mätare som har qp-värde på 0,6, 1,0 eller 1,5 m³/h. Dessa mätare har idag ofta 110 eller 130 mm som kortast bygglängd och gänganslutning. Vår bedömning är att dessa mätarstorlekar kommer att fungera även vid lägenhetsmätning.

Vilken av dessa tre mätarstorlekar som slutligen ska väljas avgörs av vilka tryckfall över flödesmätarna som kan tillåtas i den aktuella fastigheten.

3.4 UTFÖRANDE AV FJÄRRVÄRMECENTRALER

För att underlätta för service eller mätarbyten ska fjärrvärmecentralen placeras så att den är lätt åtkomlig från trapphus eller liknande allmän lokal. Utrymmet där fjärrvärmecentralen placeras ska dessutom vara stort nog för att tillåta enkel service eller utbyte av komponenter som cirkulationspump eller ventil/ställdon.

Utrymmet där fjärrvärmecentralen placeras ska förses med golvbrunn som har tillräcklig kapacitet att leda bort vatten från ett läckage, alternativt ska vatten ledas bort på annat sätt. Utrymmet bör dessutom utformas eller utrustas så att ett läckage upptäcks snabbt. Detta kan ske genom s.k. skvallerrör som leder ut vattnet så att det upptäcks eller utlöser ett larm.

Andra åtgärder kan vara att rent fysiskt utforma fjärrvärmecentralsrummet så att eventuella läckage leds ut i allmänna utrymmen så att de upptäcks tidigt (jämför med läckageskydd till disk- och tvättmaskiner).

3.5 FJÄRRVÄRMECENTRALENS UTRUSTNING

Att ha en FC per lägenhet ökar drastiskt mängden komponenter i systemet jämfört med att ha en FC per fastighet vilket innebär att antalet felkällor blir fler. Det är därför av stor vikt att installationen gör så att ett fel upptäcks snabbt samt att skadorna av ett fel minimeras.

Om möjligt bör utrustning för fjärrövervakning installeras. Dels för att tidigt upptäcka fel på anläggningen och dels för att underlätta arbete med systemeffektivisering och leveranssäkerhet.

Extra hänsyn bör tas till att vissa mätdata (t.ex. tappvarmvattenförbrukningen) kan ge ingående uppgifter om de boende vilket kan inkräkta på den personliga

integriteten. Av den anledningen kan man eventuellt avstå individuell fjärrövervakning, men då istället ha en övervakning av fastighetens totala uttag på samma sätt som andra flerfamiljshus i fjärrvärmesystemet mäts och loggas.

Komponenter av god kvalité samt metoder för sammanfogning av rördetaljer bör väljas så att läckagerisken minimeras.

Ljud som t.ex. orsakas av höga differenstryck riskerar att upplevas som mer störande då FC ligger nära lägenheten. Extra hänsyn måste tas till detta vid val av komponenter.

3.6 SAMMANFATTNING

Vi bedömer att de grundläggande tekniklösningarna som krävs för drift av fjärrvärmecentraler/lägenhetscentraler i 4GDH finns redan idag för direkt tillämpning. Det finns olika koncept för robusta fjärrvärmecentraler till småhus, lägenhetscentraler eller sekundärcentraler som med mindre anpassningar kan användas.

Av de viktiga parametrarna *energibehov, komfort och låga temperaturnivåer* så framstår komfortbegreppet viktigt att fokusera på. Fastigheter som ansluts i 4GDH har redan definitionsmässigt låga energibehov och drivs vid låga temperaturnivåer.

I avsnitt 3.1.1 har vi diskuterat betydelsen av stabila tappvarmvattentemperaturer samt några problem som kan komma att uppstå. Vi misstänker därför att det kan komma att krävas en förbättring av befintliga tekniklösningar för styr- och reglering av tappvarmvatten. Detta för att kunna uppnå önskade och rimliga komfortkrav som t ex ställs i samband med P-märkning.

Ytterligare förbättringar kan även komma att behövas för att uppnå önskad komfort beträffande inomhustemperatur i olika vistelsezoner. Det gäller i klartext den högst individuella upplevelsen av vad som är "lagom varmt eller kallt". Vi anar därför att det inledningsvis kan krävas mer omsorg i teknikvalet av själva värmesystemet än tidigare i äldre fastigheter.

Men det kommer troligen även att krävas förbättrad styrning av värmetillskott i lägenheten. Reglersystemet måste kunna hantera väderpåverkan och tillförd värme från olika system. Samt vara mycket enkelt att hantera för de boende som normalt bara önskar "stabil inomhustemperatur utan krångel".

4 Sekundärsystem

Med "sekundärsystem" avses nedan det system som distribuerar och fördelar värmen från fjärrvärmecentralen till den enskilda lägenheten eller gemensamhetslokalen.

För att uppnå fullgod funktion vid låga primära systemtemperaturer måste även värmesystemet vara dimensionerat för låg temperatur vilket innebär att de värmeavgivande ytorna måste vara förhållandevis stora.

Då effektbehovet i moderna byggnader förutsätts bli låga finns dock goda möjligheter att tillföra erforderlig värmeeffekt utan att radiatorer och andra värmeapparater blir alltför stora.

Stor vikt måste läggas vid korrekt dimensionering av värmesystemet vid byggnation då det kan vara mycket svårt och kostsamt att åtgärda ett felaktigt dimensionerat system i efterhand.

4.1 RADIATORSYSTEM

Radiatorsystem är en enkel beprövad teknik som har många fördelar. Det är relativt snabbreglerat och lätt att installera till en förhållandevis låg kostnad.

Radiatorsystemen har mindre värmeavgivande yta än golvvärmesystem och kräver därför något högre systemtemperatur.

För att ge goda förutsättningar för varaktigt god funktion bör radiatorsystemet vara tvärörskopplat.

4.2 GOLVVÄRME

Golvvärmesystem är mycket lämpliga för lågtemperatursystem, de kan dock vara trögare i reglering än t.ex. radiatorsystem vilket kan påverka komfort och energiförbrukning.

Golvvärmesystem bör förläggas med slingor och separat reglering i olika rum. Fördelare för golvvärmesystemet placeras med fördel i samma utrymme som fjärrvärmecentralen.

Med golvvärmesystem i hus med flera våningar finns risk att värmen sprids till underliggande lägenheter på ett oönskat sätt, vilket bör tas hänsyn till när byggnaden konstrueras.

4.3 LUFTBUREN VÄRME

I äldre byggnader kan det vara svårt att värma lokaler med tilluft då det krävs hög lufttemperatur och/eller högt tilluftsflöde för att uppnå den värmeeffekt som behövs. Det varma luftflödet har då upplevts som besvärande.

Lågenergihus öppnar upp för att tillföra värme med tilluften (luftburen värme) då det lägre värmebehovet innebär att det går att tillgodose husets värmeförluster med rimliga flöden och temperaturer.

Luftburen värme ger möjlighet till mycket snabb reglering av inomhustemperaturen. Det ställer dock krav på att byggnaden utformas så att temperaturfördelning i rummet blir god och tilluft inte tillförs så att obehag uppstår för de boende.

4.4 TAPPVARMVATTEN

Boverkets krav är att en vattentemperatur på lägst 50 °C kan uppnås efter tappstället. Då den dimensionerande framledningstemperaturen är 50 °C bör tappvarmvattenledningen isoleras väl samt vara så kort som möjligt.

En kort tappvarmvattenledning innebär dessutom att mängden stillastående vatten hålls på ett minimum vilket minskar risken för bakteriell tillväxt. Korta ledningar borgar också för att hålla väntetiden, d.v.s. den tid det tar mellan varmvattenkranen öppnas till dess att varmvattnet kommer fram, på en låg nivå.

4.5 SAMMANFATTNING

I ett värmesystem anpassat till 4GHD ser vi framför allt två utmaningar:

1. Temperaturnivån i värmesystemet kommer att vara lägre än vedertagen standard vilket innebär att de värmeavgivande komponenterna blir mindre effektiva.
2. I ett 4GDH system vill vi kunna sänka fjärrvärmens returtemperatur till en nivå som ligger mycket nära normal rumstemperatur.

För att systemet ska fungera måste de värmeavgivande komponenterna utformas så att den värmeavgivande ytan blir tillräckligt stor för att kunna överföra erforderlig effekt till rummet. Samtidigt ska vattnet som strömmar genom komponenten kunna avge så stor del av sin värme att returtemperaturen blir så nära rumstemperaturen som möjligt.

Vi ser dock att det finns goda möjligheter att klara de utmaningarna om systemet konstrueras och dimensioneras på ett bra sätt.

Det är visserligen så att en radiators värmeeffekt minskar drastiskt med sänkt yttemperatur. Om den dimensionerande temperaturen i ett rum med ca 20 °C sänks från 55 – 45 °C till 45 – 35 °C minskar den avgivna värmeeffekten för en given radiator t.ex. med ca 40 %.

Men radiatorsystem med låga dimensionerande temperaturer är vanligt förekommande redan idag och om vi dessutom väger in att effektbehovet i nybyggnationer förväntas vara lägre än i befintliga byggnader bedömer vi att den utmaningen relativt lätt kan mötas med marginellt utökade radiatorytor.

Att nå en sammanlagd returtemperatur till fjärrvärmenätet på 20 – 25 °C ser vi som en större utmaning. För att returtemperaturen från värmesystemet ska närma sig rumstemperaturen krävs att de värmeavgivande komponenterna har tillräcklig

termisk längd för att kyla vattnet. Det ökar också kraven på att systemet är väl dimensionerat och injusterat.

I ett golvvärmesystem kan den värmeavgivande ytan göras mycket stor vilket innebär det systemet har bra förutsättningar att nå returtemperaturer som närmar sig rumstemperaturen. Ska man nå tillräckligt stora ytor med radiatorer krävs radiatorer som är betydligt större än de radiatorer som används idag vilket kan innebära en viss inredningsmässig utmaning.

Vi bedömer dock att returtemperaturen från värmesystemet sannolikt kommer att vara högre än den returtemperatur till fjärrvärmenätet vi önskar nå under stora delar av året. Men då tillkommer den kylningseffekt vi kommer att få från värmning av tappvarmvatten. Korrekt dimensionerad bör tappvarmvattenväxlarens returtemperatur kunna närma sig kallvattnets.

Då det förväntade energibehovet till tappvarmvatten förväntas vara förhållandevis stort jämfört med värmebehovet kommer kyleffekten från tappvarmvattnet att vara betydande vilket innebär att den önskade returtemperaturen bör gå att uppnå som årsmedeltemperatur.

Lågt effektbehov i kombination med god avkylning kommer sannolikt också att föra med sig att flödet i sekundärsystemet blir lågt, vilket ställer krav på små radiatorventiler för att få bra reglering. Flödet över radiatorerna kommer sannolikt inte att bli märkbart lägre än det flöde vi idag har i s.k. lågflödessystem, vilket innebär att ventiler och andra komponenter finns att tillgå.

Det är därför vår bedömning att det idag finns komponenter på marknaden som direkt, eller med mindre åtgärder kan användas i ett 4GDH system. Det kommer dock att krävas att systemet byggs och dimensioneras med omsorg.

5 Diskussion och vidare frågeställningar

5.1 FÖRSÄKRING

Fjärrvärmebolaget är ansvarigt för skador som kan uppkomma av t.ex. läckage på ledningar för primärvatten som dras in i byggnader. Det handlar om s.k. *strikt ansvar* eller ”ansvar utan skuld”. Fjärrvärmebolaget behöver inte ha agerat oaktsamt eller vårdslöst för att bli skadeståndsskyldigt till exempelvis en fastighetsägare som drabbats av en vattenskada genom läckage på inkommande fjärrvärmeledning.

Vid nuvarande konventionella fjärrvärmeanslutningar av fastigheter är ledningarna för primärvattnet relativt korta, från husvägg till fjärrvärmecentralen, men i fall då t.ex. luftbehandlingsaggregat placerade på övre våningsplan primäransluts kan ledningarna bli längre och dras i utrymmen där fjärrvärmebolaget saknar möjlighet att kontrollera den tekniska statusen på ledningarna.

Vid 4GDH kommer fjärrvärmebolagets ledningar att bli väsentligt längre inuti byggnaderna och dras i byggnadernas interna utrymmen och till de enskilda lägenhetscentralerna som man inte har möjlighet att fullständigt ha överblick över. Därmed kan man anta att en ökad osäkerhet infinner sig och att fjärrvärmebolagen kan behöva se över företagets försäkringar.

4GDH innebär alltså inte någon principiell skillnad i fjärrvärmebolagens ansvar, men kommer att innebära en större osäkerhet att hantera. En stor fördel är dock att konsekvenserna av en skada sannolikt är lägre då det vattenläckage som kan förekomma begränsas i temperatur till 55 °C jämfört med nuvarande förhållanden då primära fjärrvärmeledningar levererar vatten med upp till 100 °C temperatur.

5.2 ARKITEKTFRÅGOR

4GDH innebär att plats för lägenhetscentraler måste beaktas redan i planeringsprocessen. Det innebär att arkitekter och byggherrar måste vara medvetna om dessa förändringar jämfört med konventionellt byggande och ta med detta i ett tidigt skede.

Den lämpligaste placeringen för de lägenhetsvisa fjärrvärmecentralerna bör vara i trapphuset och i direkt anslutning till lägenhetsentrén.

För att minimera risken för legionellatillväxt i tappvarmvattensystemet samt för att öka komforten rekommenderas att tappställen i lägenheten byggs i anslutning till fjärrvärmecentralen.

5.3 VÄRME TILL VITVAROR

Fjärrvärmeanslutna vitvaror diskuterades i branschen för omkring 10 år sedan och tekniska lösningar för inkoppling preciserades (Persson, 2007). I dessa vitvaror installerades en extra värmeväxlare som drevs av relativt höga temperaturer (65 – 70 °C) som därmed ersatte den konventionella elvärmningen. För privatpersoner

verkar det dock i dag inte finnas produkter på marknaden som värms med vattendrivna värmeslingor i stället för el.

För att möjliggöra inkoppling av värmedrivna torktumlare / torkskåp samt disk- och tvättmaskiner krävs att hetvattenslingor dras till tvättrum respektive kök, men då inkopplingsbara vitvaror inte finns att tillgå är det svårt att motivera installation av extra rör för en eventuell framtida installation.

En enklare lösning för diskmaskiner är att koppla dessa enbart till varmvatten vilket görs genom att koppla om flödet i diskbänksblandaren. Detta ger dock en lägre elbesparing jämfört med värmväxlaranslutningen.

Tvättmaskiner för privatpersoner fanns tidigare med både varmvatten- och kallvattenanslutning, men sannolikt var efterfrågan för låg vilket medfört att produktionen har upphört. Om efterfrågan ökar kommer de sannolikt tillbaka och man kan enkelt planera för en sådan lösning genom att dra fram även en tappvarmvattenledning till tvättmaskinen i lägenheterna.

5.4 FJÄRRKYLA

Kylleveranser till flerbostadshus är i dag mycket ovanligt i Sverige, men kan bli aktuellt i framtiden om högre komfortkrav och varmare klimat ökar efterfrågan på kyla även till bostadshus. Allmän kyla kanske inte blir vanligt, men mindre anläggningar placerade i exempelvis sovrum skulle vara möjligt.

4GDH-tekniken är redan till viss del anpassad för central kylleverans i fastigheterna eftersom returledningen i värmesystemet även kan användas som returledning för ett kylsystem. Detta tack vare att returtemperaturen från värme- och kylsystemen är ungefär densamma, men även för att värme- och kylbehoven inte sammanfaller tidsmässigt. För att även leverera kyla krävs därmed bara en extra kylframledning samt det lägenhetsinterna systemet.

6 Referenser

- Akhlaghi, S & Carlsson, S. (2016). *Mot fjärde generationens fjärrvärme*. Examensarbete, Lunds Tekniska Högskola
- Averfalk, H & Werner, S (2017). *Framtida fjärrvärmeteknik*. Energiforsk 2017:419
- Energiföretagen. (2017). *F:101 Fjärrvärmecentralen - Utförande och installation*. Tekniska bestämmelser.
- Energiföretagen. (2017). *Underhållshandboken. Handbok för fjärrvärmeledning*.
- Friskopp, K, Jonsson, S & Östlund, B (2008). *Lägenhetsvisa fjärrvärmecentraler (LFC), Slutrapport för referensprojekt Fruängsgården*.
- Harrysson, C & Welanders, G (2014). *Varför svårt att spara energi i småhus trots att det går?* Örebro Universitet/Karolinska Institutet.
- KE Therm produktblad. *Fjärrvärmecentral småhus Castor och Sekundärcentral MIRA*.
- Persson, T. (2007). *Dishwasher and washing machine heated by a hot water circulation loop*.
- Lesnik R, B. I. (2015). *Legionella species diversity and dynamics from surface reservoir to tap water: from cold adaptation to thermophily*.
- Norrström, J. (u.d.). Bostads AB Mimer, Kvarteret Råseglet.
- Ottosson, U, Wollerstrand, J, Lauenburg, P, Zinko, H, Brand, M (2013). *Nästa generations fjärrvärme*.
- Persson, T. (2007). *Dishwasher and washing machine heated by a hot water circulation loop*.
- Rettig Sverige AB. (2011). *Clever - Purmo - Thermopanel. Handbok för radiatorer i lågtempererade värmesystem*.
- Strandh, S (2017). *Utredning om hur 4:e generationens fjärrvärmeteknik kan implementeras i Borlänge Energis fjärrvärmenät*. Examensarbete, Lunds Tekniska Högskola.
- Svensk Fjärrvärme. (2009). *Tekniska bestämmelser F:103-7 - Certifiering av fjärrvärmecentraler*.
- TA Control (1994). *Reglerhandbok*.
- Wiberg, G & Sandberg, B. *Lågflödesmetoden. Utbildningsmaterial för kurs i injustering*.

FASTIGHETSANPASSNING FÖR 4GDH

Den fjärde generationens fjärrvärme, kallad 4GDH, innebär leverans av värme med en betydligt lägre temperatur än med nuvarande konventionell fjärrvärmeteknik. Med rätt anpassade värmesystem är det möjligt att 4GDH kan sänka både investeringskostnader och driftkostnader och samtidigt erbjuda ett bättre erbjudande för kunden att bli prosument.

Men för att uppfylla komfortkraven krävs att man gör tre väsentliga anpassningar av fastigheternas installationer. Ett tredje rör i distributionsnätet används för varmhållning av framledningen, värmeväxlarna blir längre för att klara komfortkraven när den tillgängliga framtemperaturen är lägre och lägenhetscentraler installeras i flerbostadshus. Det betyder också att det inte behövs någon traditionell VVC-krets på sekundärsidan.

Här beskrivs utformningen av fjärrvärmecentralerna och hur den interna installationen i ett flerbostadshus ska dimensioneras. Det finns också beskrivningar av vilka fel som kan uppkomma och vad som är viktigt att fokusera på. Med en lägre temperaturnivå är marginalerna i dimensioneringsförfarandet mindre vilket medför att det är viktigt att allt görs på rätt sätt från början för att uppnå en korrekt värmeleverans.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se