



Injustering av vattenburen golvvärme i flerbostadshus

Nicklas Selenius

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi- och miljöteknik
Identifikationsnummer:	
Författare:	Nicklas Selenius
Arbetets namn:	Injustering av vattenburen golvvärme i flerbostadshus
Handledare (Arcada):	Kim Skön
Uppdragsgivare:	Insinööritoimisto Aavat Oy
<p>Sammandrag:</p> <p>I största delen av de äldre fastigheterna har det aldrig gjorts en injustering eller injusteringen har gjorts dåligt. I en fastighet där värmesystemet är ojusterat styrs uppvärmningen efter den kallaste bostaden, vilket leder till att vissa bostäder blir alltför varma. Med en injustering strävar man efter att få samma inomhusklimat i varje bostad. På så sätt kan en fastighets medeltemperatur sänkas, vilket sedan i sin tur reducerar fastighetens uppvärmningskostnader. Examensarbetets syfte var att göra en anvisning för hur en injustering av ett vattenburet golvvärmesystem i flerbostadshus utförs. Material för examensarbetet har framtagits i form av information av olika golvvärmetillverkare samt litteratur om vattenburna uppvärmningssystem. I arbetet behandlas de vattenburna golvvärmesystemets komponenter samt vilken uppgift komponenterna har. En grundlig utvärdering av fastigheten och värmesystemet är en viktig del av injusteringsprocessen, och i arbetet behandlas komponenter samt fastighetsrelaterade aspekter som skall beaktas vid en utvärdering. I arbetet framkommer anvisningar om hur värmeeffektbehovet, flödet, tryckförlusten, golvvärmefördelarens förinställning och reglerventilens förinställning beräknas. Planeringen av injusteringsarbetet görs i praktiken med ett planeringsprogram, men i arbetet har framtagits hur beräkningarna görs för hand för att man bättre ska förstå vad planeringsprogrammet räknar ut. I arbetet behandlas hur temperaturmätning och finjustering utförs samt hur värmesystemets värmekurva optimeras. Målet med examensarbetet var att ge såväl en nybörjare som en erfaren inom branschen en anvisning för hur ett vattenburet golvvärmesystem fungerar samt hur en injustering av ett vattenburet golvvärmesystem utförs.</p>	
Nyckelord:	Golvvärme, vattenburen golvvärme, injustering, balansering
Sidantal:	44
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Energi- och miljöteknik
Identification number:	
Author:	Nicklas Selenius
Title:	Injustering av vattenburen golvvärme i flerbostadshus
Supervisor (Arcada):	Kim Skön
Commissioned by:	Insinööritoimisto Aavat Oy
<p>Abstract:</p> <p>In most of the existing multi-storey buildings there has never been done a hydronic balancing of the heating system or it is poorly done. In a building where the heating system is off balance, it is forced to adjust the level of heating according to the coldest apartments, which also leads to overheated apartments. With hydronic balancing the aim is to get equal indoor climate in every apartment. With a balanced heating system it is possible to reduce the average room temperature, which reduces heating costs. The purpose of this thesis was to create an instruction of how to do a hydronic balancing of an underfloor heating system in a multi-storey building. The materials for the thesis was gathered of underfloor heating manufacturers instructions and literature about waterborne heating systems. This thesis is processing the components of underfloor heating system and which function they have in the system. A thorough evaluation of the existing building and the heating system is an important part of the hydronic balancing process, and in the thesis is submitted components and storey related aspects that you should take into account under the evaluation. The thesis is processing how to calculate heating demand, values for valves, how to calculate the flow rate and pressure loss. The planning of hydronic balancing is done with a planning software in real life, but in the thesis is presented how to do the calculations to get a better perspective of what calculations the software is making. In this matter is also presented temperature measurements and balancing are done, and how the heating systems sweep of heat is optimized. The purpose of this thesis was to give a beginner as well as a more experienced in the field an instruction of how to do a hydronic balancing of underfloor heating system in a multi-storey building.</p>	
Keywords:	Underfloor heating, waterborne underfloor heating, balancing, hydronic balancing
Number of pages:	44
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

INNEHÅLL

1	INLEDNING	7
2	Golvvärme	8
2.1	Allmänt om golvvärme	8
2.2	Vattenburen golvvärme	9
2.2.1	Fördelaren	10
2.2.2	Rör	11
2.2.3	Styrning av slingorna	12
3	Planering och dimensionering av ett vattenburet golvvärmesystem	12
3.1	Beräkning av värmeförluster	13
3.2	Placering av golvvärmefördelaren	13
3.3	Val av framledningstemperatur	13
3.4	Val av rörstorlek och monteringsavstånd	14
3.5	Golvvärmeslingornas längd, flöde och tryckförlust	14
3.6	Ventilernas förinställning	14
3.7	Fördelarens anslutningsrör	14
4	Injustering av ett vattenburet golvvärmesystem	15
4.1	Allmänt om injustering av ett vattenburet värmesystem	15
4.1.1	Utnyttjande av trådlösa mätinstrument	16
4.1.2	Problemfall	17
4.2	Utvärdering av värmesystem	17
4.2.1	Komponenter i fjärrvärmerummet	17
4.2.2	Komponenter utanför fjärrvärmerummet	19
4.3	Planering	20
4.3.1	Beräkning av värmeförluster	20
4.3.2	Beräkning av flöde och tryckförlust	24
4.3.3	Förinställningen av slingornas flöde	26
4.3.4	Reglerventilens inställning och värmesystemets balansering	27
4.3.5	Utskriftsversion av ritningarna	32
4.3.6	Dokumentation	33
4.4	Utförandet av injusteringen	34
4.4.1	Förberedandet	34
4.4.2	Byte av komponenter och injustering av värmesystemet	34
4.4.3	Temperaturmätning och finjustering	35
4.4.4	Optimering av värmekurva	36

5	Diskussion	37
	Källor	38
	Bilagor	42

Figurer

Figur 1. Golvvärme värmeöverföring: 70 % strålning, 30 % konvektion [2]	8
Figur 2. Exempel på kopplingschema för en blandningsgrupp för golvvärme.....	10
Figur 3. Golvvärmefördelarens komponenter. [8].....	11
Figur 4. VVS-planerarens uppgifter i planeringsskedet av golvvärme.	12
Figur 5. Temperaturfördelningen mellan obalanserat och balanserat värmesystem. [13]	16
Figur 6. Wehofloor PE-X nomogram för rörens tryckförluster. [9, s.15]	25
Figur 7. IMI Heimeier Dynacon Eclipse fördelarens förinställningsvärde i relation till flödet. [25]	26
Figur 8. Wehofloor golvvärmefördelarnas totala tryckförlust. [9, s.14]	29
Figur 9. TA reglerkurva för STAD ventiler. [26, s.5]	31
Figur 10. Exempel på utskriftsversion av en värmeritning med golvvärme.	33

1 INLEDNING

Injustering av ett vattenburet värmesystem är ett problem som fastighetsägare har kämpat med i decennier. Det är viktigt att värmesystemet är i balans för att en fastighets uppvärmningskostnader skulle kunna skäras ned. Problemet med ett värmesystem som är i obalans är att uppvärmningen alltid går efter den bostad i fastigheten som är kallast, vilket i sig påverkar andra bostäder som sedan blir för varma. I optimala fall när injusteringen har lyckats kan bostädernas medeltemperatur sänkas och på så sätt sparar fastighetsägaren stor del på uppvärmningskostnaderna.

Syftet med detta arbete är att undersöka hur ett vattenburet golvvärmesystem skall injusteras. I jämförelse med vattenburet radiatorsystem finns det inte tillgängliga anvisningar om hur injusteringen av vattenburen golvvärme går till väga. Arbetets mål är att sammanställa injusteringsprocessens alla delar till en enda anvisning.

Arbetet behandlar injustering av vattenburna golvvärmesystem i flerbostadshus. Golvvärme är ett uppvärmningssystem som började användas i flerbostadshus som huvudsakliga uppvärmningsmetod på 1990-talet. Dessa fastigheter kommer så småningom i den åldern att värmesystemets komponenter bör bytas för att upprätthålla systemets funktionalitet/styrbarhet.

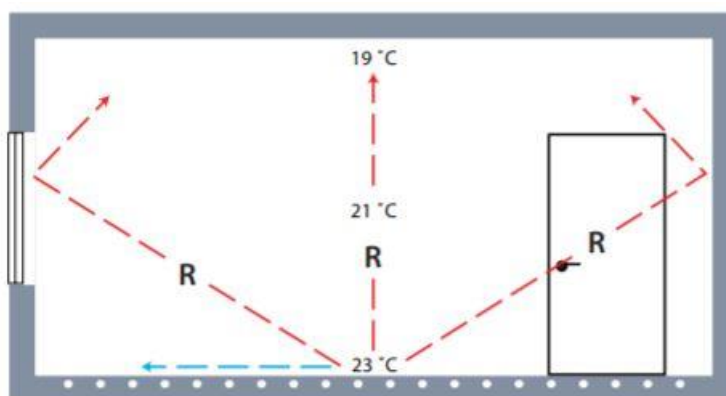
Injusteringen handlar i stort sätt om att förstå byggnadens behov samt att förstå hur värmesystemet fungerar vid olika tillfällen. En byggnad blir som vi också äldre med tiden och därmed försämras till exempel tätningar vid fönster och dörrar som inverkar på värmeförlusterna som i sig inverkar på värmebehovet.

2 GOLVVÄRME

Golvvärme är en uppvärmningsmetod där hela golvet fungerar som ett värmeavgivande element som avger värme genom strålning och konvektion. Detta kapitel behandlar olika metoder för golvvärme samt vattenburna golvvärmens komponenter.

2.1 Allmänt om golvvärme

Golvvärme är en ideal uppvärmningsmetod för bostadsutrymmen. Golvvärme som uppvärmningsmetod i jämförelse med traditionella radiatorer, ökar inte bara komforten, utan ger också en annan aspekt för utrymmets arkitektur. Det finns flera olika varianter av golvvärme, som till exempel vattenburen golvvärme, luftburen golvvärme och värmeavgivande el-slingor. Vad alla dessa har gemensamt är att slingor monteras i golvkonstruktionen över hela utrymmets yta, som sedan avger värme. Värmeöverföringen till rumsluften sker genom strålning och konvektion (Figur 1). Eftersom slingorna monteras under golvet över hela utrymmets yta fås en jämn uppvärmning utan synliga och heta ytor. När värmeavgivande ytan är stor krävs det att golvytan är bara några grader högre än rumstemperaturen och därmed finns det inte en risk för att känna drag längsmed golvytan. För att kompensera de värmeförluster som uppstår vid fönstren monteras golvvärmeslingorna tätare längs med ytterväggen där fönstren ligger. [1, s.1], [2]



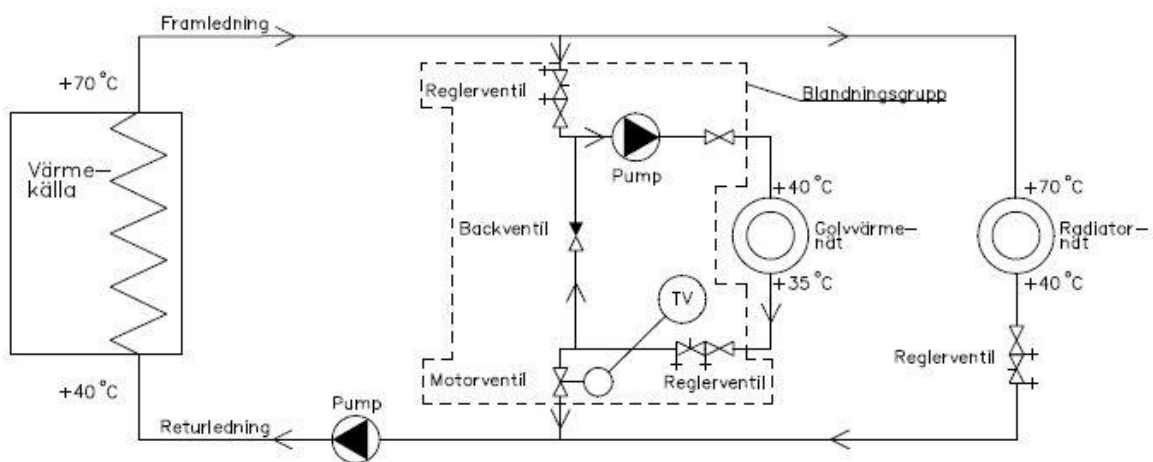
Figur 1. Golvvärme värmeöverföring: 70 % strålning, 30 % konvektion [2]

Golvvärme med el-slingor är från konstruktionsmässig synvinkel en billig lösning och el-slingorna är lätt styrda och har en snabb reaktionstid som ökar komforten. El-slingorna är också en ideal lösning för enstaka små rum när det inte är tekniskt sett möjligt eller lönsamt att montera vattenburen golvvärme. [3]

I ett luftburet golvvärmesystem cirkulerar varm luft i rör gjutna i golvet. Den varma luften värms upp i en uppvärmningsenhet som oftast också gjuts i golvet. Energi till uppvärmningsenheten kan fås såväl med direkt el som med vattenburen värme från värmepump eller fjärrvärme. En av fördelarna med luftburen golvvärme är driftsäkerheten, där eventuella luftläckage inte gör konstruktionen någon skada. [4]

2.2 Vattenburen golvvärme

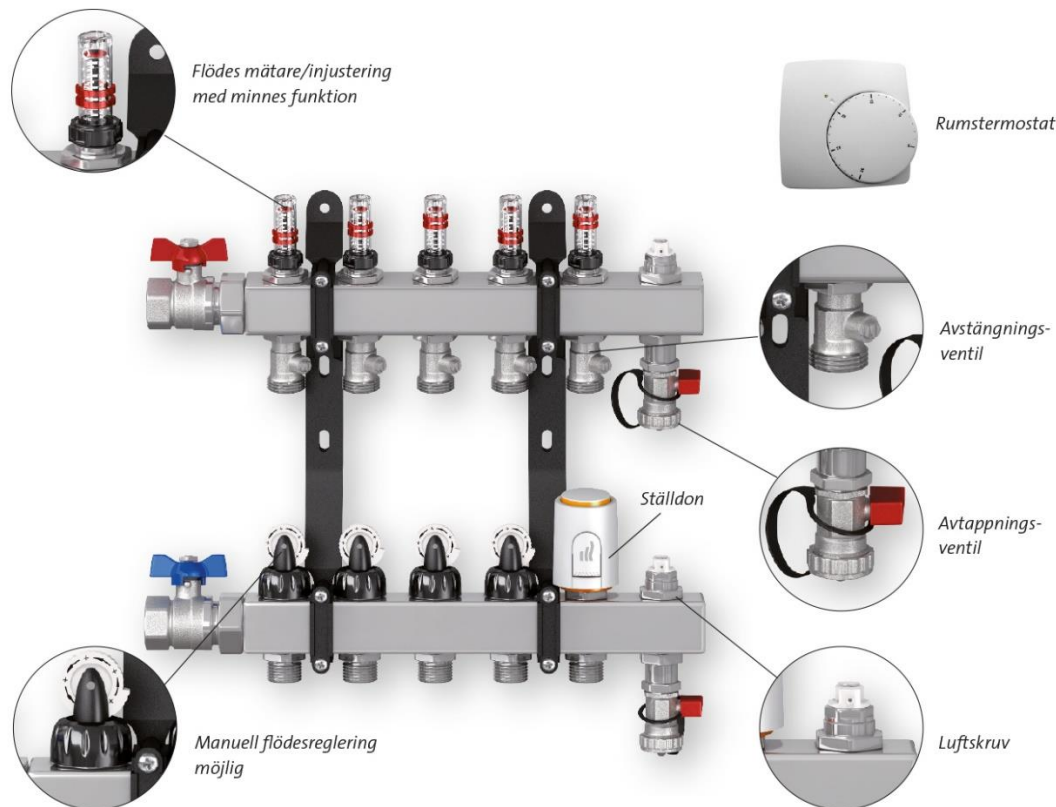
Vattenburen golvvärme är flexibel när det kommer till val av värmekälla. Som värmekälla kan användas olja, ved, jord- och fjärrvärme eller direkt el. Golvvärme är ett låg tempererat värmesystem, där högsta framledningstemperaturen är i regel 45 °C. Golvvärmesystemet kan preliminärt dimensioneras med temperaturerna 35°C-30°C. På grund av sin låga temperatur blandas heta vattnet från värmekällan med returvattnet från fördelningsstockarna i en shunt eller blandningsventil. (Figur 2) visar exempel på ett kopplingsschema där golvvärmesystemet fungerar som ett eget värmesystem med en blandningsgrupp. Med vattenburet golvvärmesystem förs det uppvärmda vattnet från värmekällan till fördelarmodulen varefter det fördelas till önskade rum med hjälp av slingor. Slingorna som monteras i golvet är oftast av plast men kan också förekomma av koppar, speciellt i äldre byggnader . I samband med fördelaren monteras oftast avstängnings- och reglerventil. Cirkulationen av vattnet sker med en cirkulationspump. [5], [6, s.183]



Figur 2. Exempel på kopplingsschema för en blandningsgrupp för golvvärme.

2.2.1 Fördelaren

En modern fördelarinsats innehåller oftast avstängningsventiler, temperaturmätare, flödesreglerare, flödesindikator och en påfyllnings-, avtappnings- och avluftningsenhet. Flödesindikator finns på fördelarens framledningsmodul och flödesregleraren på returledningsmodulen. Det finns fördelare med upp till 12 slingor, men för att undvika långa förflyttningar mellan utrymmen är det rekommenderat att istället ha flera fördelare. Man strävar oftast till att ha en slinga per rum, men i större utrymmen måste man kombinera flera slingor. Samma utrymmets slingor kan styras med en rumstermostat. Figur 3 visar golvvärmefördelarens komponenter. [7, s.4]



Figur 3. Golvvärmefördelarens komponenter. [8]

2.2.2 Rör

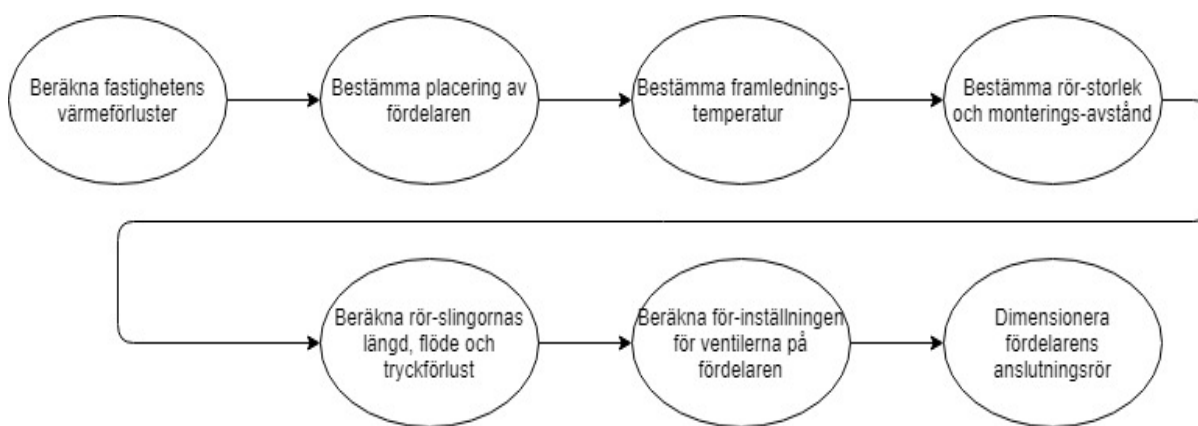
Golvvärmerören kan vara av koppar-, stål-, eller av plaströr. Kopparrören måste vara belägna med ett lager av plast om den gjuts ner i golvet, på grund av risk för korrosion om kopparn kommer i direkt kontakt med betong. Plaströren är populärare på grund av den är betydligt mer monteringsvänlig än kopparrör. Plaströren som används i värmesystem måste ha syrediffusionsspärr. Genom normala plaströr tränger sig syre igenom vilket kan leda till skada av andra komponenter i värmesystemet. Golvvärmerörens storlek beror långt på hur jämn värmeöverföring man vill ha och hur mycket utrymme man har till förfogande för rören. I saneringsprojekt är vanligaste rörstorleken 12mm på grund av utrymmesbrist. I större utrymme som till exempel hallar och varuhus, där värmefördelningen inte är så viktig och slingorna långa, kan storleken 20mm användas. [6, s.183], [9]

2.2.3 Styrning av slingorna

Styrningen av golvvärmefördelarens slingor sker med kabelanslutna termostater, trådlösa rumstermostater eller med manuell styrning. Termostaten monteras på en mellanvägg i vistelsezonen på ca. 1,5 meters höjd från golvytan. Vid montering av termostaten skall beaktas möjliga utomstående värmelaster, som till exempel stark belysning, värmestrålning och gardiner. Termostaten skall vara i kontakt med utrymmets luftflöde, vilket gör placeringen av termostaten invid en mellandörr ypperlig. I våtutrymmen speciellt i flerbostadshus där golvvärme är huvudsakliga uppvärmningsmetoden, rekommenderas det att badrummet förses med en golvtemperaturgivare. Golvtemperaturgivaren gjuts in med golvvärmerören. [9, s.18]

3 PLANERING OCH DIMENSIONERING AV ETT VATTENBURET GOLVVÄRMESYSTEM

VVS-planerarens andel i planering och dimensionering av ett vattenburet golvvärmesystem kan ses i figur 4. [6, s.185]



Figur 4. VVS-planerarens uppgifter i planeringskedet av golvvärme.

3.1 Beräkning av värmeförluster

Planeringsskedet börjar med att räkna ut fastighetens värmeförluster. Värmeförlusterna måste täckas av en motsvarande mängd tillförd värme. Den tillförda värmen från värmesystemet skall täcka transmissionsförluster, ventilationsförluster och förluster till följd av att huset inte är lufttätt. Värmeeffektbehovet beräknas med uppgifter om olika ytors storlek och motsvarande U-värde, om byggnadens ventilationsflöden, byggnadens täthet och inne- och utetemperaturer.

[10]

3.2 Placering av golvvärmefördelaren

Golvvärmefördelaren skall placeras så centralt som möjligt för att undvika långa förflyttningar mellan fördelaren och utrymmet. Om fördelaren har många förgreningar och rören går samma väg till fördelaren uppstår okontrollerad värmeavgivning och man kan vara tvungen att isolera rören. Distributionsrören från fördelaren till det planerade uppvärmningsområdet måste tas i beaktande då man planerar golvvärme, eftersom värmeavgivningen från rören kan delvis eller helt och hållet täcka enstaka rums värmebehov. Golvvärme fördelaren placeras så att man lätt kan komma åt fördelaren, och vid behov skall det också finnas utrymme för underhåll.

För att undvika problem med luft i golvvärmesystemet skall fördelaren alltid placeras högre upp än vad själva golvvärmslingorna. Det rekommenderas att placera fördelaren så att möjliga läckage märks omedelbart. [7, s.4]

3.3 Val av framledningstemperatur

Framledningstemperaturen för ett golvvärmesystem är beroende av värmebehovet, golvmaterialet och golvytans temperatur. Alla golvmaterial isolerar värme på olika sätt. Minst isolerande material är keramiska ytor och golvmattor av plast. Trä, laminat och heltäckande golvmatta isolerar värmen betydligt mer. [11]

3.4 Val av rörstorlek och monteringsavstånd

Rörstorleken och monteringsavståndet beror på golvmaterialet samt av värmebehovet. I till exempel nybyggnation används oftast 17 mm rör. [12] Vid montering av slingorna förs framledningen, den varmaste slingan till ytterväggarna, för att sedan gå inåt i rummet. Ifall ett utrymme exempelvis har stora fönsterytor, monteras slingorna tätare invid ytterväggen där fönstren ligger för att täcka värmeförlusterna fönstren ger. [1, s.1]

3.5 Golvvärmeslingornas längd, flöde och tryckförlust

Golvvärmeslingornas längd beror på monteringsavståndet som valts, flödet beror på värmebehovet och tryckförlusten beror på flödet i valda storleken på röret. Med planeringsprogram som till exempel CADS Hepac Pro, kan slingorna ritas ut och programmet räknar sedan ut längden, flödet och tryckförlusten på slingan.

3.6 Ventilernas förinställning

Förinställningen av slingornas flöde baserar sig rakt på flödet ett utrymme behöver. Med hjälp av planeringsprogram eller beräkning av flödet förhand kan ett kv-värde för golvvärmeslingas ventil bestämmas. Med uträknade Kv-värdet fås sedan ett förinställningsvärde. Golvvärmefördelartillverkarna har olika förinställningar på sina fördelare.

3.7 Fördelarens anslutningsrör

Efter att man räknat ut totalflödet för fördelaren kan man dimensionera fram- och returledning till fördelaren. I småhus är de vanligaste rörstorlekarna 25mm eller 30mm och finns som plaströr inuti skyddsror. I flerbostadshus brukar fram- och returledning oftast vara av stål eller kopparrör.

4 INJUSTERING AV ETT VATTENBURET GOLVVÄRMESYSTEM

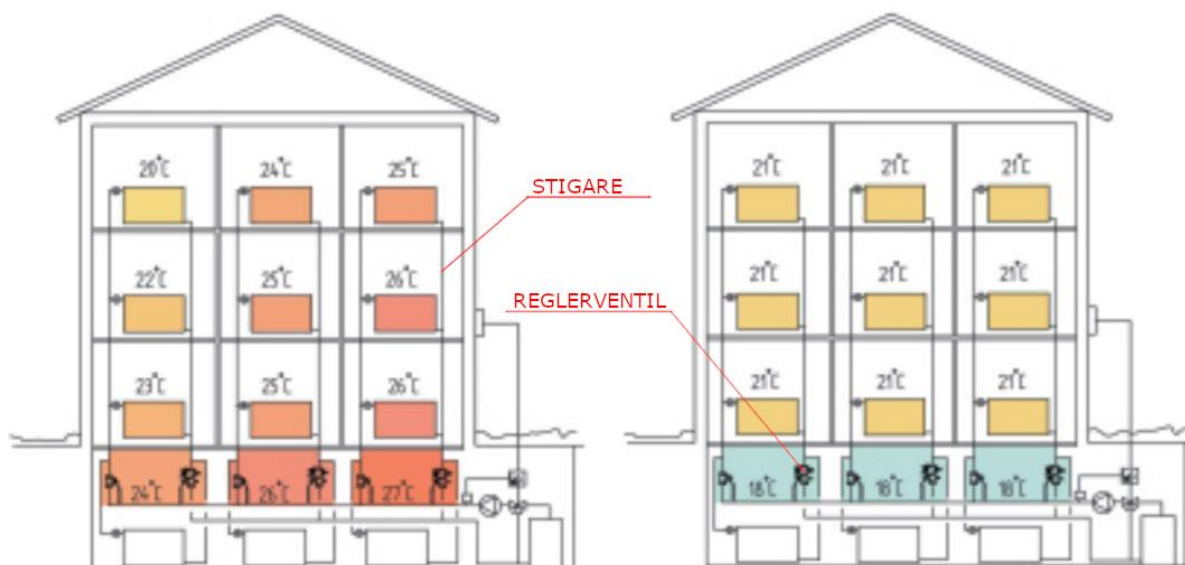
Med en injustering av ett vattenburet golvvärmesystem görs en balansering av värmesystemet som sänker en fastighets energikostnader som går åt för uppvärmningen. I detta kapitel behandlas alla skeden av injusteringsarbetet.

4.1 Allmänt om injustering av ett vattenburet värmesystem

Ett vattenburet värmesystem bör vara injusterat för att uppnå en jämn fördelning av värme i flerbostadshus. När flödet i värmeavgivande elementet inte motsvarar värmebehovet, värms huset upp i obalans och det uppstår skillnader i temperaturen mellan bostäderna. En jämn fördelning av värme sparar energi, eftersom man hamnar med ett ojusterat värmesystem reglera temperaturen i fastigheten enligt de kallaste bostäderna. Det i sig orsakar att temperaturen i en del bostäder stiger för högt och man vädrar för att kyla ner dem. Figur 5 visar temperaturfördelningen i ett ojusterat värmesystem samt det optimala temperaturförhållandet i en fastighet. En grads övertemperatur orsakar ca. 5% ökning av en fastighets uppvärmningskostnader. En lyckad injustering innebär att fastighetens medeltemperatur sänks. [13, s.1-2]

Injusteringen inverkar på trivsel och ger sund inomhusklimat. När övertemperaturen fås bort minskar allergi symtomer samt problem orsakat av torr luft och damm. Genom att få bort undertemperatur minskar bakterier och mögelproblem orsakat av fukt.

I ett värmesystem försöker vattnet alltid ta sig dit det slipper enklast, det vill säga, dit det är minst motstånd. Det vill säga att vattnet tar sig till de värmeavgivare som finns närmast cirkulationspumpen, och därmed minskar flödet i slutändan av systemet om systemet är i obalans. Med en injustering av värmesystemet regleras ventilerna i systemet så att alla stigare har lika stor tryckförlust (figur 5).



Figur 5. Temperaturfördelningen mellan obalanserat och balanserat värmesystem. [13]

4.1.1 Utnyttjande av trådlösa mätinstrument

Utnyttjandet av trådlösa mätinstrument är ett enkelt sätt att följa med hur fastigheten fungerar och mår vid olika väderförhållanden. Mätinstrument installeras antingen i varje bostad för att få exakt data, eller så kan mätinstrumentet installeras i en viss del av bostäderna för att till exempel få veta hur olika byggnader eller byggnadsdelar fungerar i förhållandet till helheten. Det finns flera olika tillverkare av trådlösa mätinstrument, till exempel med SiMAP trådlösa mätinstrumenten kan man mäta temperatur, relativ fuktighet, tryckskillnad och koldioxidhalt. Mätinstrumenten placeras centralt i en bostad i vistelsezonen. Mätinstrumenten är sedan anslutna till en reglerenhet, som kan avläsas och styras via en molntjänst. [14]

Ifall en fastighet färdigt använder sig av mätinstrument underlättas injusteringsarbetet, i och med att problemfallen kan rekognoseras med temperaturmätning. Utvärderingen underlättas genom att färdigt veta till exempel vilka lägenheter som avviker från fastighetens medeltemperatur. Optimeringen av värmekurvan förenklas betydligt eftersom man under höst-, vinter- och vår-tiden kan följa med hur temperaturen i fastigheten förändras.

4.1.2 Problemfall

Avvikelser från medeltemperaturen kan bero på följande saker [6, s.172]:

- Klimatskalets isoleringsförmåga har uppskattats fel vid beräkning av värmeförlusterna
- Byggnadsmanteln har konstruktionsmässigt fel, till exempel fogarna mellan elementen är otäta
- Byggnadsmantelns isoleringsförmåga har reducerats genom åren.
- Luftläckage genom fönster och dörrar på grund av dåliga tätningar.
- Uppvärmningssystemets flöden har beräknats fel

4.2 Utvärdering av värmesystem

En injustering av ett befintligt värmesystem börjar oftast med en utvärdering av värmesystemet. Beställningen görs på grund av en fastighets underhållningscykel, stor temperaturskillnad mellan bostäderna, vid en grundrenovering av fastigheten eller via en boendeenkät för att höra boendens åsikter om temperaturförhållanden. För att en injustering skall lyckas måste alla komponenter som medverkar i värmesystemet vara funktionerande. Under utvärderingen granskas alla komponenter som hör till systemet. [15]

4.2.1 Komponenter i fjärrvärmerummet

Styrventiler

Styrventilens uppgift är att styra fjärrvärmeflödet genom värmeväxlaren. Styrventilen får signal från reglercentralen och styr värmeflödet efter den reglerkurva som valts.

Vid utvärderingen kan styrventilens funktion granskas genom att jämföra reglerkurvans planerade temperatur och den mätta framledningstemperaturen samt hur ventilen reagerar på temperaturförändringarna. [16]

Expansionskärl och säkerhetsutrustning

Vattnets volym ökar när vattnets temperatur stiger. För att förhindra att komponenter i värmesystemet inte går sönder tas volymvariationerna för den termiska expansionen upp i ett expansionskärl. Säkerhetsventiler finns alltid i samband med expansionskärl. Ventilen löser automatiskt ut och släpper ut vatten om trycket i systemet stiger för högt. Vid utvärderingen kan expansionskärls funktion granskas genom att trycka på nålen på påfyllningsventilen för luft. Från ventilen skall det komma luft, och om det kommer vatten har gummimembranet spruckit i kärlet. Förtrycket skall också granskas, i och med att membranet i kärlet inte är helt och hållet diffusionstät. Det är också bra att höra med fastighetsskötaren om trycket brukar hållas konstant i systemet. Om systemets tryck ofta måste höjas, kan det vara ett tecken på att expansionskärl är sönder eller ett läckage i värmesystemet. Om säkerhetsventilen öppnas med jämna mellanrum kan det bero på alltför lågt förtryck eller att expansionskärl är fel dimensionerat. [17],[18]

Cirkulationspump

Cirkulationspumpens uppgift är klara den tryckförlust, flödet och tryckklassen värmesystemet är dimensionerat för. [19]. Det är rekommenderat att byta cirkulationspumpen om den varit i bruk över 15 år. Dagens cirkulationspumpar är energieffektiva vilket gör inbetalningstiden kort. [20]

Temperaturgivare

Temperaturgivaren är en relevant del av uppvärmningssystemet. Temperaturgivare finns på värmesystemets fram- och returledning, utomhus och vid modern stryning finns temperaturgivare också inomhus i bostäderna. Temperaturgivarens noggrannhet kan kollas genom att mäta och jämföra resultaten med ändamålsenliga mätinstrument invid givaren.

Reglercentral

Reglercentralen styr med hjälp av temperaturmätning styrventilerna, som reglerar rätt mängd fjärrvärmevatten genom värmeväxlaren. Reglercentralen ser alltså till att värmesystemets framledningstemperatur hålls vid önskade värdet. Vid utvärderingen kan reglercentralens framtida funktionalitet bedömas, ifall till exempel trådlösa inomhus temperaturgivare kan anslutas till styrenheten.

4.2.2 Komponenter utanför fjärrvärmerummet

Värmerör

Vid en utvärdering av värmesystemet är det uppenbart att kolla själva värmerörens kondition. Värmerören är oftast av stålrör men kan också vara av koppar. Stålrör används ofta för att transportera stora mängder vatten långa raka sträckor och är därför populärare i värmesystem. Stålrör är däremot mer utsatt för att drabbas av korrosion, vilket är bra att kolla under en utvärdering av värmesystemet. [21]

Stamreglerventiler

Stamreglerventilernas uppgift är att begränsa flödet så att varje stigare får rätt mängd vatten. För balanseringen är linjereglerventilerna en av de viktigaste komponenterna i ett värmesystem och därför är det viktigt att kolla ventilernas skick vid en utvärdering. Ventilernas skick kan utvärderas genom att mäta flödet med mätinstrument, samt reglera flödet för att säkerställa att injusteringen kan utföras med ventilerna.

Golvvärmefördelare och radiatorventiler

Golvvärmefördelaren och radiatorventilerna förser värmeavgivande elementen med den mängd vatten det behövs för att värma upp utrymmet. För att en injustering skall lyckas måste golvvärmefördelarens och radiatorernas ventiler vara justerbara.

Termostater

Termostaternas uppgift är att begränsa flödet och stänga flödet till värmeavgivande elementet när temperaturen i ifrågavarande utrymme stiger för högt, på grund av inre värmelaster. Termostaternas noggrannhet försämras med åren och därför brukar termostaterna bytas i samband med ventilbyte. [22]

Ventilationssystem

Ett ventilationssystem sköter fastighetens luftväxling. Luftväxlingen kan ske med självdrag, maskinell frånluftoch med maskinell till- och frånluft. [23] Vid utvärderingen skall luftväxlingsmetoden undersökas, eftersom luftväxlingsmetoden inverkar på värmeeffektbehovet.

4.3 Planering

4.3.1 Beräkning av värmeförluster

Planeringskedet börjar med att göra en modell av existerande fastighet med hjälp av VVS-planeringsprogram som till exempel MagiCAD eller CADS Hepac. Efter att modellen av fastigheten är gjord börjar man med att räkna ut värmeförlusterna för utrymmen. I det här skedet är det bra att kolla fastighetens renoveringshistorik ifall det gjorts en fasadrenovering, fönster och dörrar har bytts ut eller något annat har gjorts som påverkar nya värmeförlustberäkningarna. Om inga ändringar gjorts hittar man befintliga konstruktionernas U-värden på fasad- och detaljritningar. Värmeförlusterna kan räknas ut förhand, med avancerade beräkningsprogram eller så kan man använda sig av till exempel CADS planeringsprogrammets värmeförlustberäkning. Effektbehovet för uppvärmning av en byggnad påverkas i stort sett av värmeförluster genom klimatskalet, läckluft, och förluster genom ventilation. Uppvärmningseffekten kan beräknas med dessa formler;

Den värmeeffekt som behövs för utrymmesuppvärmningssystemet beräknas med hjälp av formeln (1)

$$\Phi_{utrymme} = \Phi_{ledn.} + \Phi_{läckluft} + \Phi_{tilluft} + \Phi_{ers.luft} \quad (1)$$

där

$\Phi_{utrymme}$	värmeeffekt som behövs för utrymmesuppvärmningssystemet, W
$\Phi_{ledn.}$	effektbehov för kompensering av ledningsförluster genom ytterväggar, W
$\Phi_{läckluft}$	värmeeffekt som behövs för uppvärmning av läckluft, W
$\Phi_{tilluft}$	effektbehov för uppvärmning av tilluft inne i byggnaden, W
$\Phi_{ers.luft}$	effektbehov för uppvärmning av ersättande luft inne i byggnaden, W

Effektbehovet för kompensering av ledningsförluster genom byggnadsmanteln beräknas enligt formel (2)

$$\Phi_{ledn.} = \Phi_{ytterv.} + \Phi_{vindsbj.} + \Phi_{bottenbj.} + \Phi_{fönster} + \Phi_{dörr} + \Phi_{annan} + \Phi_{köldbrygga} \quad (2)$$

där

$\Phi_{ledn.}$	effektbehov för kompensering av ledningsförluster genom byggnadsmanteln, W
$\Phi_{ytterv.}$	effektbehov för kompensering av ledningsförluster genom ytterväggar, W
$\Phi_{vindsbj.}$	effektbehov för kompensering av ledningsförluster genom vindsbjälklag, W
$\Phi_{bottenbj.}$	effektbehov för kompensering av ledningsförluster genom bottenbjälklag, W
$\Phi_{fönster}$	effektbehov för kompensering av ledningsförluster genom fönster, W
$\Phi_{dörr}$	effektbehov för kompensering av ledningsförluster genom ytterdörrar, W
Φ_{annan}	effektbehov för kompensering av ledningsförluster till ett utrymme vars temperatur avviker från utetemperaturen, W
$\Phi_{köldbrygga}$	effektbehov för kompensering av ledningsförluster genom köldbryggor, W

Effektbehovet för kompensering av värmeförluster genom byggnadens olika delar beräknas individuellt för varje byggnadsdel med hjälp av formeln (3) och effektbehovet för kompensering av värmeförluster genom köldbryggor beräknas enligt formeln (4).

$$\Phi_l = \sum U_i A_i (T_i - T_{u,dim}) \quad (3)$$

$$\Phi_{köldbryg.} = \sum l_k \Psi_k (T_i - T_{u,dim}) \quad (4)$$

där

Φ_l	effektbehov för kompensering av ledningsförluster genom byggnadsdel, W
$\Phi_{köldbryg.}$	effektbehov för kompensering av ledningsförluster genom köldbryggor, W
U_i	byggnadsdelen i:s värmegenomgångskoefficient, W/ (m ² K)
A_i	byggnadsdelen i:s area, m ²
T_i	innetemperatur, °C
$T_{u,dim}$	dimensionerande utetemperatur, °C
l_k	den linjära köldbryggans längd, m
Ψ_k	tilläggskonduktans från linjär köldbrygga, W/ (m K)

Dimensionerande utetemperaturen väljs utifrån byggnadens läge från väderlekstabellen i bilaga (1).

Läckluftflödet beräknas med formeln (5)

$$q_{v,läckluft} = \frac{q_{50}}{3600 \cdot x} A_{mantel} \quad (5)$$

där

$q_{v,läckluft}$	läckluftsflöde m ³ /s
q_{50}	luftläckagetal för byggnadsmanteln, m ³ / (h m ²)
A_{mantel}	byggnadsmantelns area (bottenbjälklaget medräknat), m ²
x	faktor, som för envåningshus är 35, tvåvåningshus 24, hus med tre eller fyra våningar 20 och för hus med fem eller fler våningar 15, då våningshöjden är ca. 3m. Endast våningar ovanför markytan beaktas.
3600	koefficient med hjälp av vilken luftflödet omvandlas från m ³ /h till m ³ /s

Den värmeeffekt som behövs för uppvärmning av läckluft beräknas enligt formel (6).

$$\Phi_{läckluft} = \rho_l c_{pl} q_{v,läckluft} (T_i - T_{u,dim}) \quad (6)$$

där

$\Phi_{läckluft}$	värmeeffekt som behövs för uppvärmning av läckluft, W
ρ_l	luftens densitet, 1,2 kg/m ³
c_{pl}	luftens specifika värmekapacitet, 1000 J/ (kg K)
$q_{v,läckluft}$	läckluftsflöde, m ³ /s
T_i	innetemperatur, °C
$T_{u,dim}$	dimensionerande utetemperatur, °C

Antaga att en fastighet med golvvärme som huvudsakliga uppvärmningssystem har maskinell till- och frånluft. Den värmeeffekt som behövs för uppvärmning av tilluft beräknas med formeln (7).

$$\Phi_{tilluft} = \rho_l c_{pl} q_{v,tilluft} (T_i - T_{inbläs}) \quad (7)$$

där

$\Phi_{tilluft}$	värmeeffekt som behövs för uppvärmning av tilluft inne i byggnaden, W
ρ_l	luftens densitet, 1,2 kg/m ³
c_{pl}	luftens specifika värmekapacitet, 1000 J/ (kg K)
$q_{v,tilluft}$	tilluftsflöde, m ³ /s
T_i	innetemperatur, °C
$T_{inbläs}$	temperatur på inblåst luft, °C

För en byggnad försedd med ventilationsmaskin beräknas den ersättande luftmängden med formeln (8).

$$q_{v,ers.luft} = q_{v,frånluft} - q_{v,tilluft} \quad (8)$$

Där

$q_{v,ers.luft}$	luftflöde för ersättande luft, m ³ /s
$q_{v,frånluft}$	frånluftsflöde, m ³ /s
$q_{v,tilluft}$	tilluftsflöde, m ³ /s

Den värmeeffekt som behövs för uppvärmning av ersättande luft beräknas enligt formeln (9).

$$\Phi_{ers.luft} = \rho_l c_{pl} q_{v,ers.luft} (T_i - T_{u,dim}) \quad (9)$$

där

$\Phi_{ers.luft}$	värmeeffekt som behövs för uppvärmning av ersättande luft, W
ρ_l	luftens densitet, 1,2 kg/m ³
c_{pl}	luftens specifika värmekapacitet, 1000 J/ (kg K)
$q_{v,ers.luft}$	luftflöde för ersättande luft, m ³ /s
T_i	innetemperatur, °C
$T_{u,dim}$	dimensionerande utetemperatur, °C

Efter att uppvärmningseffekten är uträknad jämförs resultaten med ursprungliga effektberäkningarna som gjorts vid nybyggnationen samt dimensioneringen av golvvärmesystemet. [24]

4.3.2 Beräkning av flöde och tryckförlust

Efter att värmeeffekten är uträknad kan man fortsätta med ritningarna. Golvvärmeslingans flöde baserar sig på värmeeffekten och fram- och returledningens temperatur. Flödet beräknas med formeln (10)

$$q_{slinga} = \frac{\Phi_{utrymme}}{\rho_v c_{pv}(T_f - T_r)} \quad (10)$$

där

q_{slinga}	golvvärmeslingans flöde, dm ³ /s
$\Phi_{utrymme}$	värmeeffekt som behövs för uppvärmning, W
ρ_v	vattnets densitet, 1000 kg/m ³
c_{pv}	vattnets specifika värmekapacitet, 4,2 kJ/ (kg K)
T_f	framledningstemperatur, °C
T_r	returledningstemperatur, °C

Exempel:

- Ett sovrum har en värmeeffekt på 720 W som behövs för uppvärmning
- Temperaturerna för fram- och returledningen har bestämts till 35-40°C

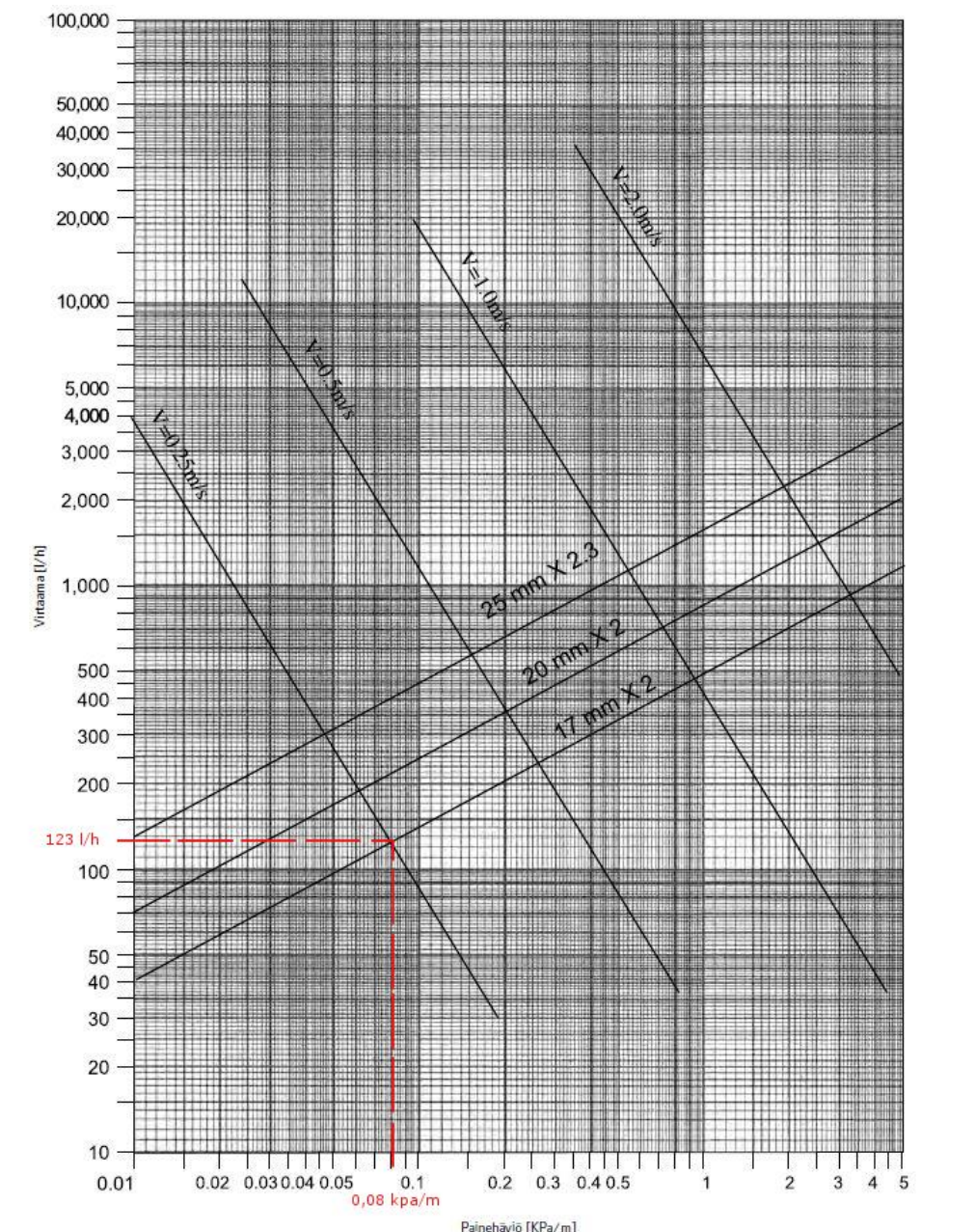
$$\frac{720W}{1000 \cdot 4,2 (40-35)} = 0,0343 \text{ dm}^3/\text{s} \approx 123 \text{ dm}^3/\text{h}$$

När flödet är uträknat för slingorna definieras slingornas tryckförlust. Tryckförlusten är beroende av flödet, rörstorleken och materialet på röret. Oftast har rörtillverkaren egna tabeller för tryckförluster i deras rör. Figur 6 visar Wehofloors PE-X rörens tryckförluster.

I figur 6 visas hur tabellen skall avläsas. Som exempel används flödet vi räknade för sovrummet. Som rör storlek används i detta exempel 17mm x 2 mm. Vertikalaxeln visar

flödet i l/h medan horisontalaxeln visar tryckförlusten i kPa/m. Flödet 123 l/h avläses på vertikalaxeln. Därefter följs tabellen vågrätt mot diagonala linjen för röret 17mm x 2. Vid skärningspunkten av linjen fortsätter man lodrätt ner mot tabellens undre kant där tryckförlusten visas. Resultatet för 17mm rör med flödet 123 l/h blir då 0,08 kPa/m. Om slingans längd skulle exempelvis vara 50 meter skulle tryckförlusten bli $50 \cdot 0,08 = 4$ kPa.

Högsta rekommenderade tryckförlusten för en golvvärmslinga är 25 kPa. [9, s.15]



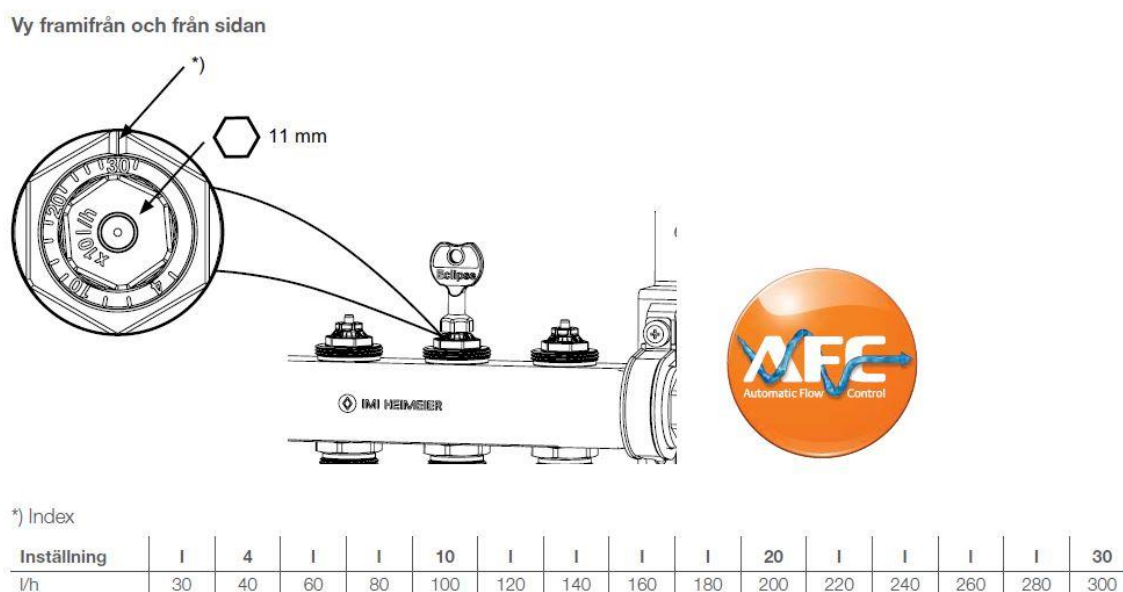
Figur 6. Wehofloor PE-X nomogram för rörens tryckförluster. [9, s.15]

4.3.3 Förinställningen av slingornas flöde

För att få rätt mängd vatten att cirkulera i slingorna för diverse utrymmen görs en förinställning av golvvärmeslingorna. Golvvärmeslingornas förinställning baserar sig alltså på värmeeffekten som behövs för uppvärmning, och flödet för värmeeffekten räknas enligt formel (10). I samband med fördelarna monteras oftast en reglerventil före framledningens fördelare för att reglera totalflödet för fördelarna.

Slingornas förinställning görs oftast på fördelaren som finns på returledningen. Inställningen av rätt flöde är enkelt att granska, eftersom de moderna golvvärmefördelaren har en flödesindikator på framledningsfördelaren.

Figur 7 visar IMI Heimeier Dynacon Eclipse fördelarens förinställning i relation till flödet.



Figur 7. IMI Heimeier Dynacon Eclipse fördelarens förinställningsvärde i relation till flödet. [25]

Som exempel räknade vi att sovrummet hade värmeeffektbehov på 720 W, som gav oss ett flöde på 123 l/h. Med flödet 123 l/h skulle förinställningen för sovrumsslingan på Dynacon Eclipse fördelaren vara 12,3.

4.3.4 Reglerventilens inställning och värmesystemets balansering

När förinställningarna för varje slinga är uträknade, räknas fördelarnas flöde och totala tryckförlust ut för att ge stamreglerventilen ett Kv-värde och därmed ett förinställningsvärde för ventilen. För att räkna totala tryckförlusten för fördelarna summeras slingornas tryckförluster och sedan tilläggs tryckförlusterna som uppstår i fördelaren inklusive ventiler.

Exempel:

- En bostad med två rum och kök har fyra golvvärmslingor, värmeeffektbehovet för samtliga rum är: Sovrum 720 W, vardagsrum 950 W, kök 300 W och badrum 280 W. Slingornas längd för respektive rum har bestämts till 50 m, 68 m, 48 m och 25 m.
- Temperaturerna för fram- och returledningen har bestämts till 40°C-35°C
- Rörstorleken är 17mm x 2

Flödet för slingorna räknas enligt formel (10).

Då fås flöden:

Sovrum:	123 l/h
Vardagsrum:	163 l/h
Kök:	51 l/h
Badrum:	48 l/h

Totala flödet för alla slingor blir 385 l/h.

När slingornas enskilda flöden är uträknade, beräknas slingornas tryckförlust var för sig med hjälp av figur 6.

För 17mm rör fås följande tryckförlust/m för respektive slinga:

Sovrum:	0,08 kPa/m
Vardagsrum:	0,13 kPa/m
Kök:	0,016 kPa/m
Badrum:	0,0145 kPa/m

Tryckförlusten för respektive slinga:

Sovrum: $0,08 \text{ kPa} \cdot 50 \text{ m} = 4 \text{ kPa}$

Vardagsrum: $0,13 \text{ kPa} \cdot 68 \text{ m} = 8,9 \text{ kPa}$

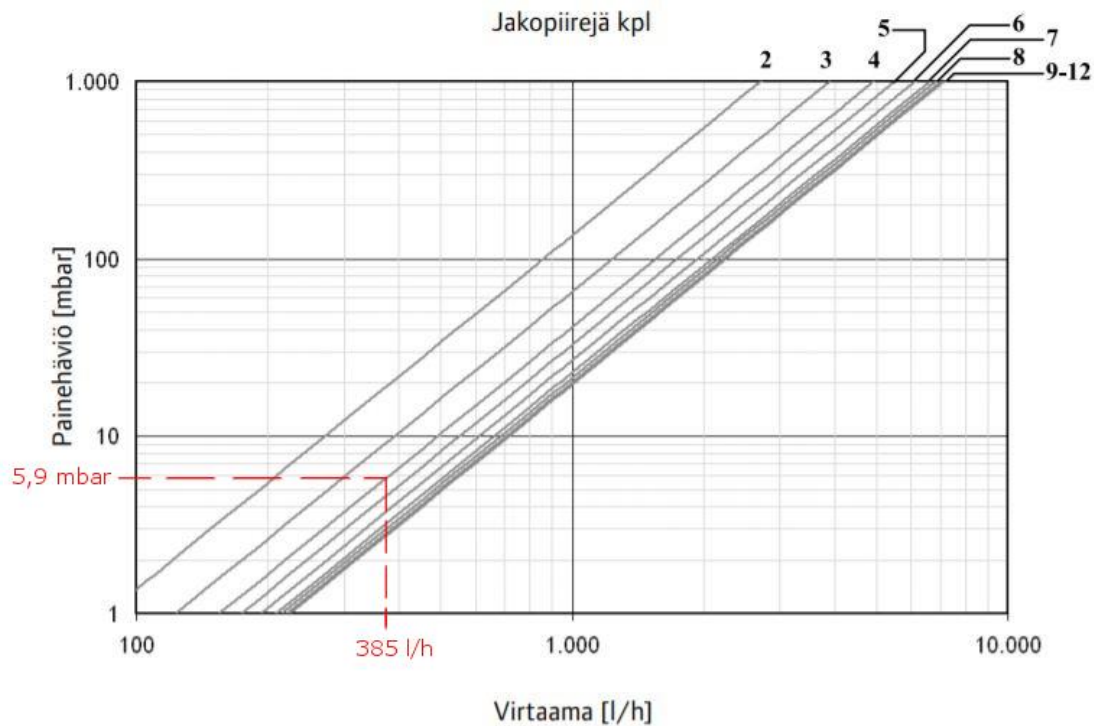
Kök: $0,016 \text{ kPa} \cdot 48 \text{ m} = 0,8 \text{ kPa}$

Badrum: $0,0145 \text{ kPa} \cdot 25 \text{ m} = 0,4 \text{ kPa}$

Totala tryckförlusten för alla slingor blir 14,1 kPa.

Ifall planeringsprogrammet inte räknar med fördelarnas tryckförluster kan fördelarnas totala tryckförlust definieras till exempel med hjälp av figur 8. Figur 8 visar Wehofloor fördelarens totala tryckförlust i förhållande till totalflödet med avseende på mängden slingor.

Totalflödet räknades tidigare till 385 l/h. Vertikalaxeln visar tryckförlusten i mbar medan horisontalaxeln visar flödet i l/h. De numrerade diagonala linjerna är mängden slingor fördelaren är försedd med. Flödet 385 l/h avläses på x-axeln. Från punkten 385 l/h fortsätter man lodrätt upp tills linjen skär den diagonala linjen som är numrerad med en fyra. Från skärningspunkten fortsätter man vågrätt åt vänster till linjen skär y-axeln. Resultatet blir en tryckförlust på 5,9 mbar ~ 6 mbar, vilket är 0,6 kPa



Figur 8. Wehofloor golvvärmefördelarnas totala tryckförlust. [9, s.14]

Fördelarnas tryckförlust summeras med slingornas tryckförlust:

$$14,1 \text{ kPa} + 0,6 \text{ kPa} = 14,7 \text{ kPa}$$

När flödet och totala tryckförlusten för fördelaren är uträknade används dessa värden för att få ett Kv-värde, för stamreglerventilen som monteras i samband med fördelaren. Kv-värdet definierar linjereglerventilens förinställningsvärde som i sin tur reglerar önskad mängd vatten till fördelaren. När man känner till flödet och tryckförlusten kan Kv-värdet antingen avläsas från ventiltillverkarens tabeller eller så kan Kv-värdet räknas ut-med formeln (11). [26, s.3]

$$Kv = 0,01 \cdot \frac{q_v}{\sqrt{\Delta p}} \quad (11)$$

där

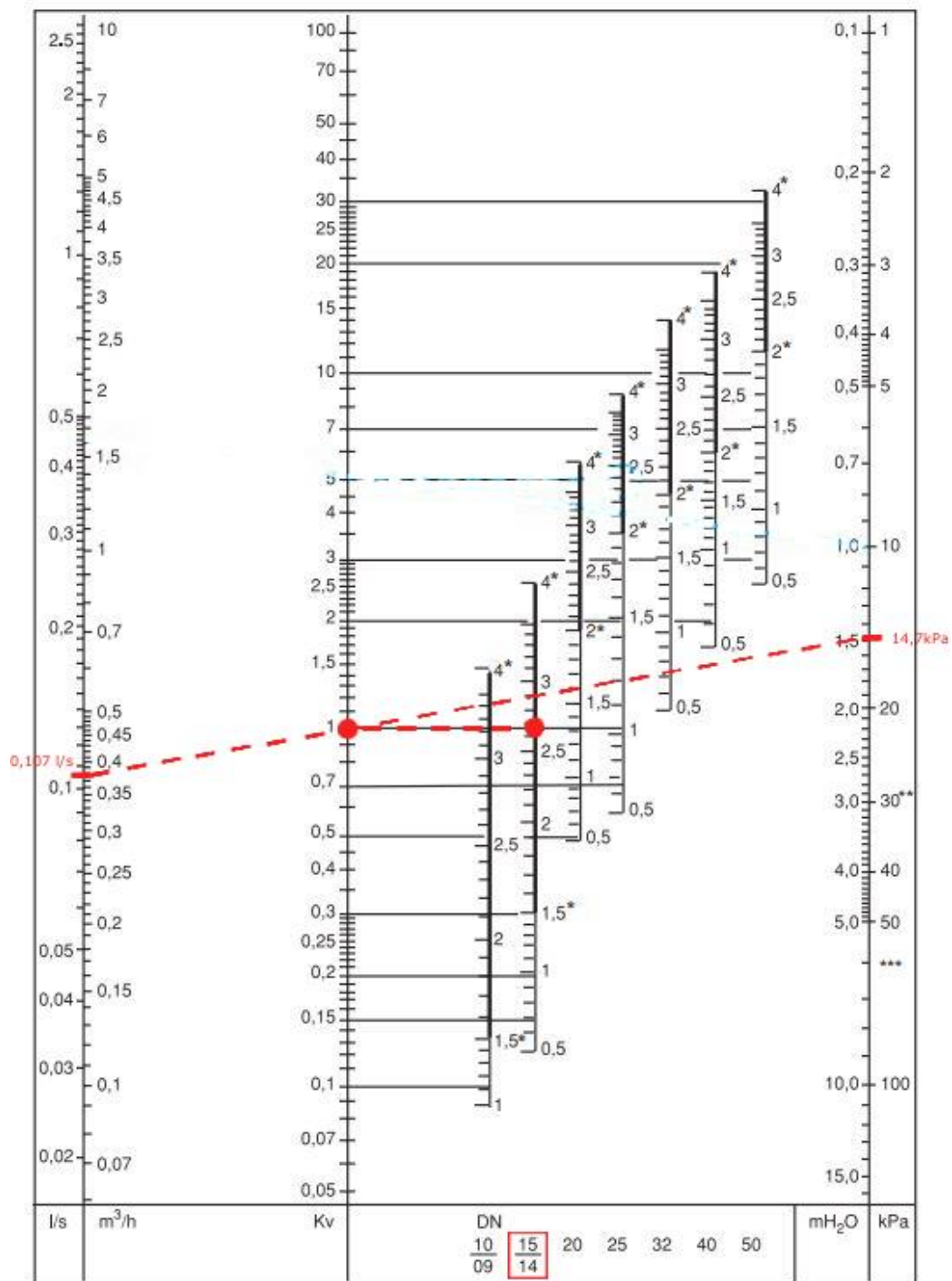
- Kv ventilkapacitet vid den aktuella öppningsgraden, m^3/h
- q_v flöde, dm^3/h
- Δp differenstryck, kPa

I exemplet har vi tidigare räknat ut att flödet är 385 l/h och tryckförlusten är 14,7 kPa. Detta ger ett kv-värde på

$$\frac{385}{\sqrt{14,7}} \cdot 0,01 = 1,004 \sim 1$$

Figur 9 visar TA STAD stamreglerventilernas reglerkurvor. Det uträknade kv-värdet kan nu jämföras med värdet vi skulle få från tabellen. TA:s tabell visar flöden i l/s eller m³/h. 385 l/h = 0,385 m³/h eller ~0,107 l/s. Ett rakt sträck dras mellan tryckförlusten som avläses till höger och flödet som avläses till vänster. I mitten av tabellen finns en skala på Kv-värden. När sträcket mellan tryckförlusten och flödet korsar Kv-värdeskalan markeras korsningspunkten. Från korsningspunkten dras vågrätt en linje till ventilstorleken inom rekommendationsområdet.

För exempelbostaden skulle stamreglerventilen för golvvärmefördelarna av märket TA STAD med storleken DN15 ha inställningsvärde 2.65.



- *) Suos. alue
- ***) 25 db (A)
- ****) 35 db (A)

Figur 9. TA reglerkurva för STAD ventiler. [26, s.5]

Efter att linjereglerventilens förinställning är bestämd kan modellritandet av existerande värmesystem fortsätta. Detta görs till alla fördelare i golvvärmesystemet. Om det i fastigheten finns flera stigare i golvvärmesystemet förses varje stigare med en egen linjereglerventil. Då ritas systemet antingen på ett planeringsprogram eller så summeras flöden tillsammans för att få ett förinställningsvärde för stigarens reglerventil. Tryckförlusterna för stigaren räknas på basis av rör storlek och material. Största tillåtna hastigheten i rör är i praktiken mellan 1,5 - 3,0 m/s. För kopparrör är största tillåtna hastigheten 1,5 m/s på grund av erosionskorrosion. Det är konstaterat att slutresultatet av balanseringen blir bäst om friktionstryckförlust är ≤ 50 Pa/m i stigaren. [6, s.147]

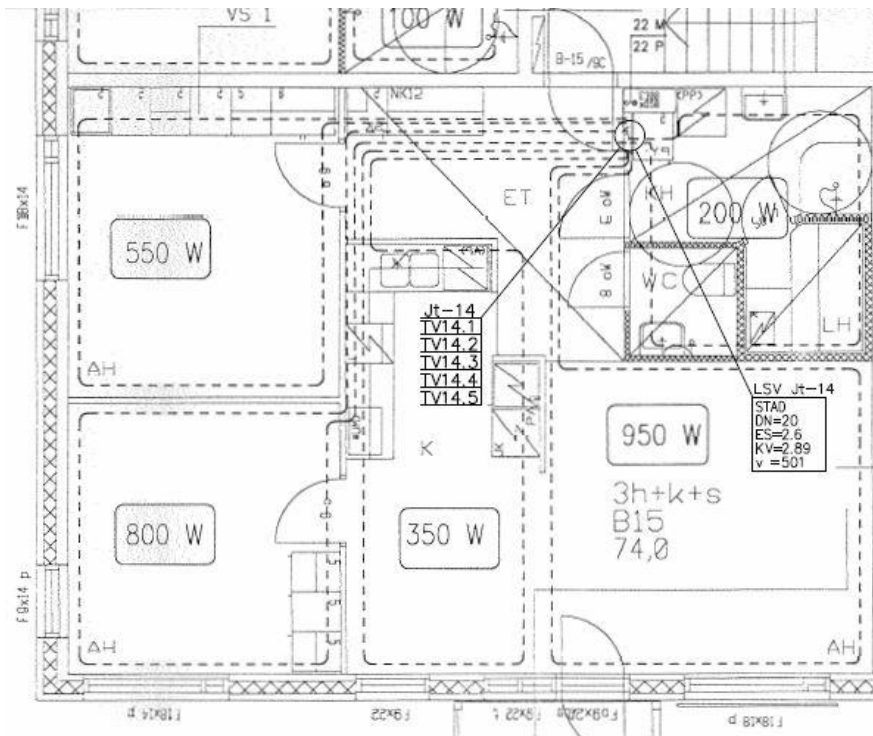
Om golvvärmesystemet är bakom en blandningsgrupp och till exempel allmänna utrymmen är uppvärmda med radiatorer, görs balanseringen av radiatorsystemet skilt för sig eftersom radiatorerna har annan dimensioneringstemperatur. Radiatorsystemet planeras på samma sätt som golvvärmesystemet, genom att först beräkna värmeförlusterna för utrymmet och få en värmeeffekt för uppvärmning. Sedan fås ett flöde med radiatorernas dimensioneringstemperatur och därmed får radiatorventilerna ett förinställningsvärde. Flöden till radiatorerna summeras och förgreningen från stamlinjen förses med reglerventil som får ett förinställningsvärde.

4.3.5 Utskriftsversion av ritningarna

När balanseringen av värmesystemet är gjort och alla ventilers värden är uträknade görs en utskriftsversion av ritningen. För existerande byggnader kan som botten användas ursprungliga värmeritningen, som sedan uppdateras med alla ändringar som gjorts och nya beräknade värden märks in i ritningen. För injustering av golvvärmesystem skall följande saker framkomma på utskriftsversionen av värmeritningen:

- Värmerören: dimension, numrering av stigare, längd, monteringsavstånd, tryckförlust
- Värmeavgivare: värmeeffektbehov, styrningsmetod, förinställningsvärden
- Golvvärmefördelarens numrering, styrningsmetod (handreglage eller termostat)
- Linjereglerventiler: Dimension, förinställningsvärde, Kv-värde, flöde
- Alla ändringsarbeten som avviker från ursprungliga ritningarna.

Figur 10 visar utskriftsversion av en värmeritning för en fastighet där man kommer att utföra en injustering av värmesystemet. I bilden har beskrivits vilken fördelare det är frågan om samt fördelarens ventiler. För att hålla ritningen ren och så läsbar som möjligt kan det göras en skild tabell på fördelarens ventilställningar samt vilka utrymmen ventilen betjänar.



Figur 10. Exempel på utskriftsversion av en värmeritning med golvvärme.

4.3.6 Dokumentation

När planeringen av värmesystemet är klart och ritningarna är utskrivna, görs nödvändig dokumentation för injusteringsarbetet. Till injusteringsdokumentationen hör:

- Arbetsbeskrivning för injustering av värmesystem
- Ventiltabell/komponenttabell
- Injusterings- och mätprotokoll för linjereglerventiler
- Kopplingsschema (om ändringar gjorts till värmeproduktion eller styrning)
- Värmeritningar

Bilaga (2) visar exempel på innehållet i arbetsbeskrivningen för injustering av värmesystem. Bilaga (3) visar exempel på injustering och mätprotokoll för linjereglerventiler.

4.4 Utförandet av injusteringen

4.4.1 Förberedandet

När injusteringen görs i en bebodd fastighet måste invånaren alltid tas i beaktande före processen kan börja. Invånarna meddelas i god tid, oftast två veckor, före arbetet påbörjas. Informationsblanketten skall delas ut till fastighetens alla invånare, eftersom arbetet också utförs i bostäderna, samt hängas upp på informationstavlor i trapphusen. På informationsblanketten skall förekomma följande punkter:

- Vilken sort av ingrepp det är frågan om
- Var i fastigheten arbetet utförs
- När arbetet kommer att utföras, mellan vilka klockslag på dygnet
- Vad arbetet kan medföra för störningar för invånarna
- Informera invånaren om t.ex. huvudnyckel används samt be invånaren vara på plats under arbetet eller att invånaren lämnar möjliga säkerhetslås olåsta under arbetets gång
- Kontaktperson från entreprenörs sidan

4.4.2 Byte av komponenter och injustering av värmesystemet

Oftast medför en injustering av existerande värmesystemet byte av diverse komponenter. Om det inte är frågan om akuta byten av komponenter, görs ingrepp i värmesystemet sommartid eller då det inte påverkar invånarens boende.

Före byte av komponenter måste värmesystemet tömmas på vatten. När systemet är tömt kan överenskomna komponenter bytas. I samband vid byte av golvvärmefördelare, radiatorventiler eller reglerventiler, ställs ventilernas förinställning till de uträknade värden. När alla komponenter är bytta kan värmesystemet fyllas med vatten igen och sedan granska att inga eventuella läckor sker.

En viktig del av påfyllningen är avluftning av systemet, eftersom luften kan ge opålitliga mätresultat vid mätningar av flödet. I samband med injusteringen monteras en automatisk avluftsapparat men systemet avluftas också manuellt vid en påfyllning. För att säkerställa en bra avluftning görs den minst två gånger. Avluftningen görs från värmekällan mot värmeavgivaren, det vill säga man börjar med avluftning av stamlinjerna och sedan avluftas varje stigare var för sig. Trycket i systemet skall hållas vid planerade värden under avluftningen. För att underlätta avluftningen används också en hög temperatur i systemet.

Efter avluftningen mäts flödet för linjereglerventilerna enligt ritningarna och uppmätta värden fylls i mätprotokollet. Mätningarna görs med ändamålsenliga kalibrerade mätinstrument. Efter att mätprotokollet är ifyllt levereras den till planeraren för godkännande.

4.4.3 Temperaturmätning och finjustering

När temperaturen utomhus hålls konstant under -5°C görs en temperaturmätning i fastigheten. Invånarna skall informeras om kommande temperaturmätningar med en informationsblankett. I blanketten skall förutom den information injusteringsblanketten innehåller framkomma:

- Termostaterna kommer avlägsnas
- Invånaren skall undvika vädring av bostaden
- Mellandörrarna skall hållas stängda
- Eventuella extra värmare måste stängas av

Termostaterna kopplas bort och handreglerade ventiler öppnas helt och hållet. Värmesystemets cirkulationspump ställs in på konstant flöde. Efter att alla ventiler är öppnade och pumpen inställd låter man temperaturen jämnas ut i ett dygn.

Temperaturerna mäts vid vistelsezonen med kalibrerade mätinstrument i varje rum skilt för sig och antecknas i mätprotokollet. I mätprotokollet skall anges:

- Mätta utrymmet och utrymmets temperatur

- Utetemperaturen under mätningarna
- Cirkulationspumpens flöde
- Datum då mätningarna utförs
- Mätinstrumentet som använts för mätningarna

Det ifyllda mätprotokollet överges till planeraren som gör eventuella korrigeringar för ventilernas förinställning, det vill säga, ventilernas flöde.

Temperaturmätningarna upprepas två till tre gånger tills önskade inomhustemperatur nås i varje utrymme. Temperaturmätningarna görs ett dygn efter att korrigeringarna är gjorda för att förändringen skall märkas i rumstemperaturen.

Ifall fastigheten använder sig av trådlösa temperaturgivare kan temperaturförändringarna granskas på molntjänsten. På molntjänsten ser man bättre också helheten av bostädernas temperatur, det vill säga vilka som avviker från medeltemperaturen och borde korrigeras.

När utrymmens temperaturer är inom önskade värden och mätprotokollet är godkänt av planeraren kan termostaterna aktiveras.

4.4.4 Optimering av värmekurva

Värmekurvorna är alltid individuella för alla fastigheter. Att hitta den rätta kurvan tidskrävande process, där man samlar data om fram- och returledningens temperaturer, inomhustemperaturer, utomhustemperaturer samt vindhastigheten, utomhusluftens fuktighet och solsken. [27] Genom att dokumentera data och göra små ändringar i taget på värmekurvan fås den energieffektivaste lösningen för fastigheten.

Genom att använda trådlösa mätinstrument kan fastighetens reaktion uppföljas i olika väderförhållanden, vilket förenklar och snabbar upp hittandet av den optimalaste värmekurvan.

I dagens läge finns också företag som specialiserat sig på styrning av en fastighets uppvärmning via molnet. Ett av dessa företagen är Leanheat Oy. Leanheat använder sig av trådlösa mätinstrument som monteras i bostäderna. Deras smartteknologi använder sig av mätinstrumentens data och använder sig bland annat av väderprognosen för att styra fastighetens uppvärmning. Genom samarbete med fjärrvärmeproducenter uppmärksammar teknologin också fjärrvärmeproduktionens toppar. Teknologin samlar hela tiden data och lär sig fastighetens behov. [28]

5 DISKUSSION

En injustering är i sig inget stort ingrepp och resultatet blir bra bara planeringen ända från värmesystemets utvärdering görs grundligt. Ett stort misstag vid injusteringsarbetet är att inte veta fastighetens nuvarande kondition. Vid en utvärdering granskas värmesystemets komponenter, för att garantera systemets funktionalitet och för att få en lyckad injustering. Genom att ta hänsyn till alla aspekter som kan påverka beräkningar hjälper såväl i början av planeringen som i injusteringsarbetet.

Trådlös temperaturmätning i bostäderna är en lösning för att enkelt följa med hur värmesystemet är i balans, och är en optimal lösning för fastigheter vars värmesystem är injusterat. Med ett injusterat värmesystem samt med data från bostäderna kan fastighetens värmekurva enklare optimeras och därmed kan uppvärmningskostnaderna minskas

Det här arbetets syfte var att gå grundligt in på injusteringens gång från utvärdering till mottagningssyn för att ge en blick över hur proceduren går till steg för steg. Arbetet är i sin helhet en anvisning på processens gång, där man behandlar vattenburna golvvärmesystemets komponenter och komponenternas funktion i systemet. Anvisningen är riktad för nybörjare men kan också hjälpa en mer erfaren inom branchen att förstå sig bättre på injusteringsarbetet.

Examensarbetet kunde ha förbättrats genom att ha med ett konkret exempel på en injustering. I exemplet kunde man ha gjort en temperaturanalys för att se hur bra injusteringen lyckades, samt göra en lönsamhetskalkyl där injusteringskonstanderna skulle jämförts med potentiell inbesparing i uppvärmningskostnaderna.

KÄLLOR

- 1 Rakennustieto. *Lattialämmitys*. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK070403.pdf>. Hämtad: 07.04.2019.
- 2 Oy Danfoss Ab. 2011. *Vesikiertoisen lattialämmityksen perusteet*. http://lampo.danfoss.com/PCMPDF/Handbook_Introduction_VGDYA220_hi-res.pdf. Hämtad: 07.04.2019.
- 3 Uponor Oy. *Comfort E-sähköinen lattialämmitys*. https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/lattialammitys_viilennys/comfort-e-fi. Hämtad: 09.04.2019.
- 4 Legalett Ab. 2014. *Ilmakiertoinen Legalett lattialämmitys*. <http://www.linterm.fi/download.aspx?intFileID=436&intLinkedFromObjectID=9459> Hämtad: 07.04.2019.
- 5 Uponor Oy. *Lattialämmitys- ja viilennysratkaisut kerrostaloissa*. <https://www.uponor.fi/UponorInternet/DirectDownload?did=0C7B392F39224963BE3DEC5923B919FB>. Hämtad: 11.04.2019.
- 6 Seppänen, O., 2001. *Rakennusten lämmitys*, 2. päivitetty painos. Suomen LVI-liittory, Helsinki.
- 7 LK-Systems Oy. *Suunnitteluohje*. https://www.lksystems.se/globalassets/inriver/resources/fi.33.b.1_suunnitteluohje.pdf Hämtad: 10.04.2019
- 8 Rettig Group Oy. 2015. *Känn magin med purmos nya golvvärme*. <http://whatsup.purmo.com/se/kann-magin-med-purmos-nya-golvvarme/>. Hämtad 10.05.2019.

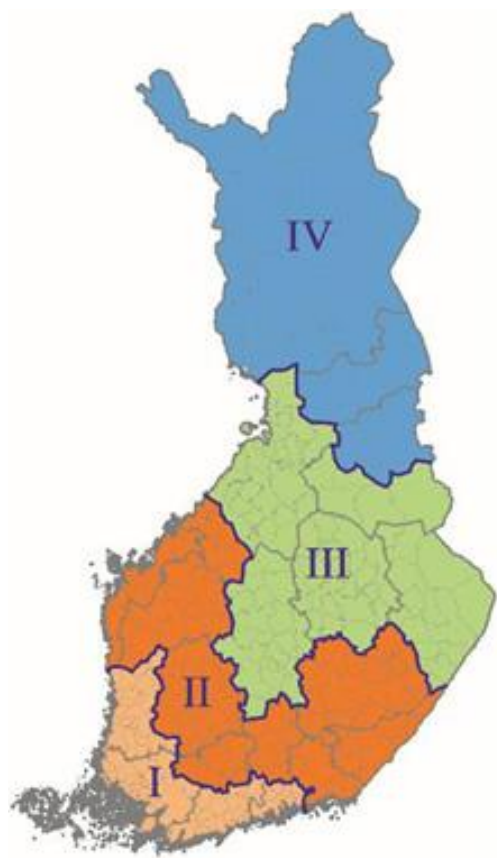
- 9 Uponor Oy. 2014. *Wehofloor lattialämmitysjärjestelmä käsikirja*. <https://www.weho-pex.fi/documents/155143/221843/WehoFloor-asennusohje.pdf/03b3fd9a-3bb5-4d6f-a0c7-389378f17a66>. Hämtad: 07.04.2019
- 10 Lunds Tekniska Högskola. 2004. *Värmebehovsberäkning, kursmaterial Installationsteknik FK*. <http://www.hvac.lth.se/fileadmin/hvac/files/varmebeh.pdf>. Hämtad: 29.04.2019.
- 11 Boverket. 2002. *Grundtips för golvvärme*. https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2002/grundtips_for_golvvarme.pdf Hämtad: 07.04.2019.
- 12 Uponor Oy. *Lattialämmityksen lattiarakenteet*. https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/lattialammitys_viilennys/lattiarakenteet. Hämtad: 21.04.2019.
- 13 Motiva. 2002. *Lämmitysverkoston perussäätö säästää rahaa ja luo terveellisen sisäilmaston*. <http://www.motiva.fi/files/781/perussaato-esite.pdf> . Hämtad: 28.04.2019.
- 14 SiMAP. *Mikä on Simap?* <https://simap.fi/simap-kiinteisto/>. Hämtad: 14.05.2019.
- 15 Ympäristöhallinto. 2018. *Vesikiertoinen lämmitys kerrostalossa*. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Taloyhtiöt/Energiatehokkuus/Energiahukan_vahentaminen/Lammitysjarjestelman_energiatehokas_toiminta/Vesikiertoinen_lammitys_kerrostalossa. Hämtad: 03.05.2019.
- 16 Svensk Fjärrvärme. 2004. *Din fjärrvärmecentral*. https://www.eem.se/globalassets/privat/fjarrvarme/redakund/handbok_fjarrvarmecentral_svensk_fjarrvarme.pdf. Hämtad: 04.05.2019.
- 17 Somatherm Ab. 2017. *Expansionskärl tappar tryck*. <https://somatherm.se/expansionskarl-tappar-tryck/>. Hämtad: 06.05.2019.

- 18 Huoltoaiuvut. *Paisunta-astian huolto*. <https://huoltosivut.fi/paisunta-astian-huolto/>. Hämtad: 06.05.2019.
- 19 Tekniska verken. *Så fungerar din fjärrvärmecentral*. <https://www.tekniskaverken.se/siteassets/tekniska-verken/fjarrvarme/sa-fungerar-din-fjarrvarmecentral---manual.pdf> Hämtad: 06.05.2019.
- 20 Energiporten. *Cirkulationspump-radiator-krets*. <https://www.energiporten.se/energiskolan/varmecentral/cirkulationspump-radiator-krets/>. Hämtad: 30.04.2019.
- 21 Cyklade rörmokaren. *Kopparrör och stålrör*. <https://xn--cykladermokaren-7zb.se/kopparror-och-stalror/>. Hämtad: 07.05.2019.
- 22 Omataloyhtiö. 2017. *Voiko vanhan patteritermostaatin korvata uudella?*. https://www.omataloyhtio.fi/artikkelit/11959/voiko_vanhan_patteritermostaatin_vaihtaa.htm. Hämtad: 08.05.2019.
- 23 Hengitysliitto. *Ilmanvaihtojärjestelmät*. <https://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/ilmanvaihto/ilmanvaihtojarjestelmat>. Hämtad: 10.05.2019
- 24 Miljöministeriet. 2012. *Beräkning av byggnaders energiförbrukning och effektbehov för uppvärmning*. https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/D5r_2012.pdf. Hämtad 21.04.2019.
- 25 Figur. IMI Hydronic Engineering. [https://imihydronic.blob.core.windows.net/resources/Documents/Catalogues/Sweden/PDF_low/Dynacon Eclipse SE_low.pdf](https://imihydronic.blob.core.windows.net/resources/Documents/Catalogues/Sweden/PDF_low/Dynacon_Eclipse_SE_low.pdf) Hämtad: 06.04.2019.
- 26 Figur. IMI TA. *STAD Injusteringsventiler*. https://imihydronic.blob.core.windows.net/resources/Documents/Catalogues/Sweden/PDF_low/STAD_PN25_SE_low.pdf Hämtad 30.04.2019.

- 27 Kiinteistöalan kustannus Oy. *Lämmityksen automaatio*.
https://www.kiinkust.fi/ContentFiles/tuotteet/Talotekniikan%20automaatio/Talotekniikan%20automaatio_naytesivut.pdf. Hämtad 14.05.2019.
- 28 Leanheat Oy. *Leanheatin toiminta pähkinäkuoressa. Luettava yleismateriaali*. Läst: 15.05.2019.

BILAGOR

Bilaga (1) innehåller väderlekstabell över zonindelningen i Finland, samt dimensionerande utetemperaturerna för de olika zonerna.



Zon I -26°C

Zon II -29°C

Zon III -32°C

Zon IV -38°C

Bilaga (2) visar exempel på innehållsförteckningen på injusteringsarbetets arbetsbeskrivning.

Sisällysluettelo

1.	Rakennushanke _____	3
1.1	Rakennuskohteen nimi ja sijainti _____	3
1.2	Tilaaaja _____	3
1.3	LVI-suunnittelija _____	3
2.	Uusittavat laitteet _____	4
2.1	Patteriventtiilit, sulkutulpat ja ilmaruuvit _____	4
2.2	Jakotukit _____	4
2.3	Linjasäätö- ja sulkuventtiilit _____	4
2.4	Shunttipiirit _____	4
3.	Säätö- ja mittaukset _____	4
3.1	Verkoston täyttö _____	4
3.2	Verkoston ilmaus _____	5
3.3	Paine-eromittaukset _____	5
3.4	Mudanerotin tyhjennys _____	5
3.5	Lämmitysjärjestelmän perussäätö _____	5
3.6	Eristyspaksuudet _____	6
3.7	Muut erikoistyöt _____	7
3.8	Venttiileiden merkitseminen _____	7
3.9	Huonelämpötilojen mittauskierros _____	7
3.10	Luovutusmateriaali _____	8
4.	Asennustyöstä yleensä _____	8
4.1	Asennustyöstä ilmoittaminen _____	9

