



Stamlednings- och balanseringskalkylator till värmesystem

Dimensioneringskalkyl av MMA balanseringsventiler samt rördimensionering

Fredrik Grønstrand

Lärdomsprov

Energi- och miljöteknik

2023

Lärdomsprov

Fredrik Grønstrand

Stamledning- och balanseringskalkylator till värmesystem. Dimensionering av MMA balanseringsventiler samt rörsystem

Yrkeshögskolan Arcada: Energi- och miljöteknik, 2023.

Identifikationsnummer:

25410

Uppdragsgivare:

Thermotech Scandinavia Finland Ab Oy

Sammandrag:

En utmaning för mindre företag är att dom måste anlita en VVS konsult för att få dimensioneringar på Stamledningar och balanseringsventiler. Arbetet går ut på att få en dimensioneringskalkyl som dimensionerar den optimala storleken både stam/matarledningar och på MMAs balanseringsventiler. Dimensioneringskalkylen är gjort i Excell, och är begränsad till egna hemshus samt parhus med upp till tio golvvärmefördelar. Det är också förutsatt att det finns en golvvärmeplanering gjord från Thermotech Scandinavia Finland Oy. Utan det givna tryckfall och flöde från golvvärmeplaneraren fungerar inte dimensioneringskalkylen som den ska. Arbetet innehåller både förklaring på hur ett golvvärmesystem fungerar samt vad som beaktas när man dimensionerar ett golvvärmesystem. Dimensioneringskalkylen är noggrant beskriven i arbetet och ger ett noggrant tryckfall på stam/matarledningen, och ett noggrant Kv-värde för balanseringsventilerna. Den beaktar både T-styck, krökar och rörstorlekar som inverkar. Vidare är det två exempel på hur rörmaterial kan påverka dimensioneringen. Det är också gjort ett exempel på vad som händer i ett feldimensionerat system. Resultatet av dimensioneringskalkylen blev lyckad. Den klarar av att dimensionera stam/matarledningar från värmepumpen till alla golvvärmestockarna, samt välja den rätta ventilstorleken med förinställning.

Nyckelord:

Balanseringsventiler, KV-värde, matarledning, tryckfall, dimensioneringskalkyl

Degree Thesis

Fredrik Grønstrand

Supply lines and balancing calculator for heating systems. Design of MMA balancing valves and piping systems.

Arcada University of Applied Sciences: Environmental energy engineering, 2023.

Identification number:

25401

Commissioned by:

Thermotech Scandinavia Finland Ab Oy

Abstract:

The challenge for smaller companies is that they must use a plumbing consultant to get dimensions of trunk lines and balancing valves. The focus of the thesis is to develop a dimensioning calculation in Excel, that determines the optimal size of both supply lines and of MMA's balancing valves. The dimensioning calculation is limited for detached houses and semi-detached houses with up to 10 underfloor heat manifolds. It is required that there is a underfloor heating plan made by Thermotech Scandinavia Finland Oy. Without the required pressure drop and flow from the underfloor heating planner, the dimensioning calculation does not work as it should. The thesis includes both clarification of how an underfloor heating system works and what is considered when dimensioning a floor heating system. The dimensioning calculation is carefully described in the work and gives an accurate pressure drop on the supply line. Furthermore, an accurately KV-value for the balancing valves is provided. The dimensioning program considers both T-pieces, 90° bends and pipe sizes that affects the system. Furthermore, there are two examples of how pipe materials can affect when dimensioning a heating system. There is also an example of what happens in a wrongly sized heating system. The result of the dimensioning calculation was successful. It can dimension supply lines from the heating pump to all the underfloor heating manifolds, as well as choose the right valve size with pre-in-position.

Keywords:

Balancing valves, KV value, supply line, pressure drop, sizing calculation.

Opinnäyte

Fredrik Grønstrand

Tavaratilan johdotus ja tasapainotuslaskin lämmitysjärjestelmille. Linjasäätöventtiilien ja putkistojen suunnittelu.

Ammatt Arcada: Energia- ja ympäristötekniikka, 2023.

Tunnistenumero:

25401

Toimeksiantaja:

Thermotech Scandinavia Finland Ab Oy

Tiivistelmä:

Pienempien yritysten ongelmana on, että niiden on käytettävä LVI-konsulttia saadakseen runkolinjojen ja linjasäätöventtiilien mitat. Tavoitteena on saada mitoituslaskelma, joka mitoittaa optimaalisen koon sekä syöttöjohdon, että MMA: n linjasäätöventtiileihin. Mitoituslaskenta on rajoitettu omakotitaloille ja paritaloille, joissa on lattialämmitysetuja. Lisäksi on olemassa Thermotech Scandinavia Finland Oy:n tekemä lattialämmityssuunnitelma. Ilman vaadittua painehäviötä ja virtausta lattialämmityssuunnittelijasta mitoituslaskenta ei toimi niin kuin pitäisi. Työ sisältää sekä selvennystä siihen, miten lattialämmitysjärjestelmä toimii, että mitä lattialämmitysjärjestelmää mitoitettaessa otetaan huomioon. Mitoituslaskenta on kuvattu huolellisesti työssä ja se antaa huolellisen painehäviön varrelle / syöttöjohdolle ja huolellisen KV-arvon linjasäätöventtiileille. Se ottaa huomioon sekä T-haarat, 90° kulmat että putkikoot, jotka vaikuttavat järjestelmään. Lisäksi on kaksi esimerkkiä siitä, miten putkimateriaalit voivat vaikuttaa mitoitukseen. Siitä tehdään myös esimerkki siitä, mitä tapahtuu väärin mitoitettussa järjestelmässä. Mitoituslaskennan tulos oli onnistunut. Se pystyy mitoittamaan varren / syöttöjohdot lämpöpumpusta kaikkiin lattialämmityspalkkeihin sekä valitsemaan oikean venttiilikoon esiasetuksella.

Avainsanat:

Linjasäätöventtiilit, KV-arvo, syöttöjohto, painehäviö, mitoituslaskelma

INNEHÅLL

Figurer	6
1 Förläring av golvvärmesystem.....	10
1.1 Framledningstemperatur	10
1.1.1 Deltatemperatur (ΔT)	11
1.1.2 Golvvärmefördelare.....	11
1.1.3 Värmeangivning från golvvärmefördelare utrymmet	12
1.2 Matarledning.....	12
2 Vad ska beaktas när golvvärmesystem dimensioneras	13
2.1 Flöde och tryckfall	13
2.1.1 Flödet och tryckfallet i matarledningen och stamledningen	14
2.1.2 Tryckfallet i golvvärmefördelaren och returledningen	15
2.2 KV-värde.....	15
2.3 Delta temperaturens beaktan i dimensionering	16
2.4 R-Värde.....	16
3 Excel dimensioneringskalkyl	17
3.1 Balanseringsventil	17
3.2 Dimensionerande ventil i systemet.....	18
3.3 Dimensionering av MMA ventiler	19
3.3.1 Påverkan i systemet.....	19
3.4 Dimensionering av rör.....	20
3.4.1 Reynoldstal	20
3.4.2 Viskositet och temperatur påverkan	20
3.4.3 Tryckfall per meter	21
4 Exempel dimensionering av golvvärme och balanseringsventiler	21
5 Resultat av dimensioneringskalkylen	23
6 Dimensionering av Stamledning.....	27
6.1 Resultatet av dimensionering med PE-RT	28
6.2 Resultatet av dimensionering med komposit	31
6.3 Resultatet av feldimensionering	34
7 Diskussion.....	35
Källor	37
Bilagor	38
Bilaga 1- Formelsamling.....	38
Bilaga 2- Lätt exempel	39
.....	39
Bilaga 3 – Matarledning exempel med PE-RT.....	42

Bilaga 4 - Matarledningsexempel med komposit44

Figurer

Figur 1. Ett förhållande mellan golvtemperatur och missnöje för dom som vistas på golvet (uppgifter från Ted Blomqvist, dock inte hans figur 2022).....	11
Figur 2. Bild på STVT balanseringsventil från MMA (uppgifter av Purmo hemsida 2022)	18
Figur 3. En skärmbild på att det kommer 2kpa på den dimensionerandeventil (Uppgifter av Henrik Carlsson 2022)	18
Figur 4. Skärmbild på lätt exempel par hus (Uppgifter av Fredrik Grønstrand 2023) ...	21
Figur 5. Skärmbild på golvvärmedimensionering till lätt exempel par hus (uppgifter av Fredrik Grønstrand 2023)	22
Figur 6. Skärmbild på resultatet av balanseringsventiler till lätt exempel på radhus (uppgifter av Fredrik Grønstrand 2023)	23
Figur 7. Skärmbild på ifyllning ställe för flöde och tryckfall information (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)	24
Figur 8. Skärmbild på ifyllning ställe för vilken sorts rörmaterial (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)	24
Figur 9. Skärmbild på ifyllning ställe för ytterdiameter (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)	25
Figur 10. Skärmbild på ifyllning ställe för längden på stamledningssträckor (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)	25
<i>Figur 11. Skärmbild på ifyllning ställe för T-styck och 90 graders krökar (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)</i>	<i>26</i>
Figur 12. Skärmbild på stamledningsstorlekar (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)	27
Figur 13. Skärmbild på stamledning med fördelarstock (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)	28
Figur 14. Skärmbild på flöde och tryckfall uppgifter från Thermotech (uppgifter från Thermotech 2022)	29
Figur 15. Skärmbild på ifyllnad av längder och krökar, samt T-styck i Exceltabellen (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)	29
Figur 16. Skärmbild på resultatet av ventildimensionering samt förinställning av ventilerna (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)	30

Figur 17. Skärmbild på tryckfall av sträckan mellan pumpen och fördelarstocken (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022).....	30
Figur 18. Skärmbild på resultatet av optimala rörstorlekar samt tryckfallet till varje golvvärmefördelare (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)	31
Figur 19. Skärmbild på stamledning med avgreningar (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022).....	31
Figur 20. Skärmbild på ifyllnad av längder och krökar, samt T-styck i Exceltabellen för stamledning med avgreningar (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)	32
Figur 21. Skärmbild på resultatet av ventildimensionering samt förinställning av ventilerna exempel 2 (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)	33
Figur 22. Skärmbild på resultatet av optimala rörstorlekar samt tryckfallet till varje golvvärmefördelare och sträckor mellan T-styck (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)	33
Figur 23. Skärmbild på ifyllnad av rörstorlek (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)	34

INLEDNING

Något som blir alltmer vanligt i ett värmesystem är golvvärme. Golvvärme har många fördelar som till exempel att golvvärme inte behöver hög temperatur på vattnet. Jämfört med radiator som behöver nästans dubbelt så höga vattentemperaturer än golvvärme.

Det gör att egnahemshus sparar energi på att byta ut från radiatorer till golvvärmesystem på grund av att det behövs mindre energi till att värme upp vattnet till ett golvvärmesystem, jämfört med ett radiatorsystem. Det som ofta är utmaning för golvvärmesystem, är att dimensionera och injustera systemet rätt.

Det finns många leverantörer som säljer golvvärmematerial, som inte har MagiCad, till att dimensionera balanseringsventiler och storleken på stamrören för egnahemshus. MagiCAD är ett ritprogram, vart man kan modellera VVS tekniska lösningar. Jag har jobbat över ett år hos Thermotech Scandinavia Finland som golvvärmeplanerare. Där har dom samma problem. Efter diskussion med Thermotechs Vd Jonas Holmström samt med IT och planeringschef Ted Blomqvist, blev vi eniga om att få ett program som kan räkna ut balanseringsventiler samt storleken på stamrören är ett arbete som gynnar Thermotech och mig som examensarbete.

Till examensarbetet tillhör dimensionering av balanseringsventiler, samt storleken på matarledning eller stamledning till ett egnahemshusprojekt. Balanseringsventilerna kommer från MMA som är en del av Purmo gruppen, och görs i Markaryd, Sverige. MMAs ventiler är den ventilproducent som Thermotech använder och säljer. MMAs STV samt eventuellt STVT är dom balanseringsventilertyper som används i det här examensarbete. För tillfället räknar Thermotech ut förinställningsvärden för dessa för hand med hjälp av HR-diagram samt diverse Excel - kalkyler för att få fram information på dimensioner av stam och stråk i värmesystem till egnahemshus. Detta är en arbetsdryg process som Thermotech siktar på att effektivera.

Thermotech vill ha en komplett kalkyl som är enkel och lätt att fylla i på Excel. Kalkylen ska uppfylla följande specifikationer:

- Förinställningsvärde och DN på MMA ventiler, baserat på inmatade värden från golvvärmefördelarna (flöde, tryckfall).
- Dimensionera storlek på stammar och stråk i systemet.

- Beakta tryckfall i krökar, kopplingar, termostatventiler eventuellt annat som kan påverka ett värmesystem.
- Användarvänligt gränssnitt för att fylla i värden.
- Lätt avläsbara sammandrag.
- Tekniska detaljer (input) ska vara på svenska, alla utskrifter åtminstone på svenska.

Verktyget byggs upp i Excel. Fokus ligger på att få ut önskade storlekar på rör och förinställningsvärde samt storlek på MMA ventiler, samt klippa-klistra dem in i CAD-programmet BricsCad. Thermotech använder BricsCad med en egen uppbyggd lisp, som är specialiserad för golvvärmeritningar. Sedan skickas dimensioneringen vidare till kund i samband med offert. Det blir också på lång sikt basen till att förenkla offert systemet "Nemesys" som Thermotech använder. Thermotech ser till att fixa fram det som jag behöver. Teknisk hjälp, samt konsultering i Excel på Thermotechs bekostnad.

Syftet med arbetet är också att få fram ett verktyg för mindre företag och Thermotech, som är lätt använda. Vidare ska verktyget fungera som ett stöd för Thermotech att kunna dimensionera värmesystem till småhus utan att behöva blanda in konsultfirmor.

1 Förklaring av golvvärmesystem

Ett golvvärmesystem är ett slutet vattenburet värmesystem. Det betyder att vattnet cirkulerar i en krets som inte avger eller tillför vatten efter att värmesystemet har fyllts upp. Ett golvvärmesystem är uppbyggt på att varmvatten går från en värmekälla som till exempel värmepump, genom en matarledning som leder till en golvvärmefördelare. Golvvärmefördelaren har som uppgift att fördela det varma vattnet till olika utrymmen, i det som kallas en slinga.

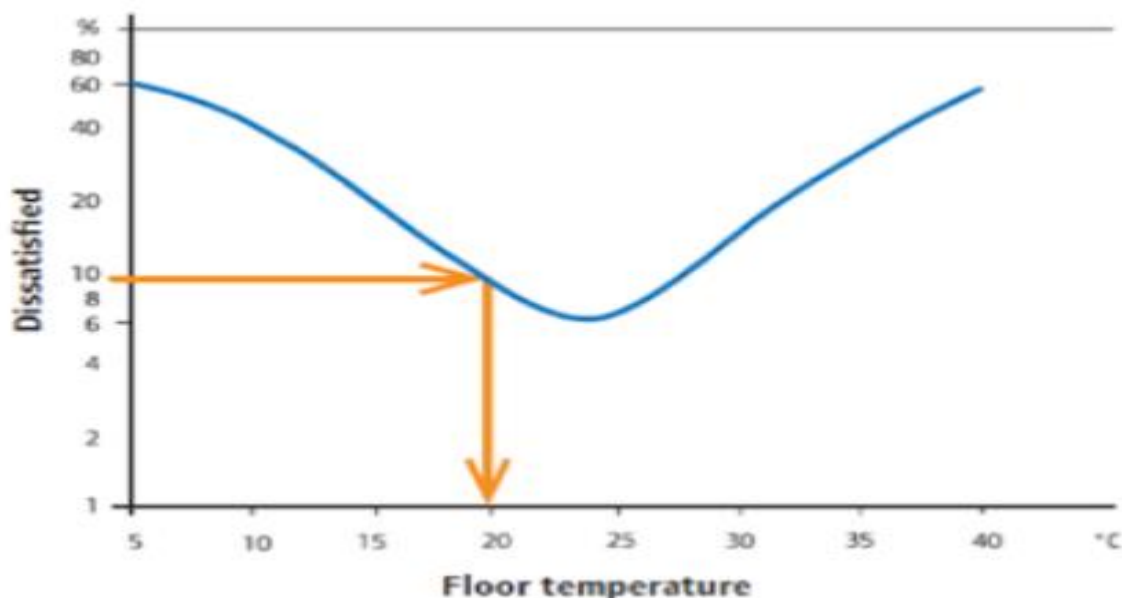
En slinga är benämningen på en avgrening från golvvärmefördelaren till ett utrymme. När vattnet går igenom slingan avger den värme till golvmaterialet. När golvmaterialet värms upp, kommer rummet värms upp på grund av att värme alltid överförs från en varm källa till kallt. När vattnet har gått igenom slingan, har den förlorat värme i vattnet som måste återuppvärmdas till värmesystemets framledningstemperatur. Därför förs vattnet tillbaka till värmekällan för att värmas upp på nytt. Sedan börjar kretsen på nytt.

1.1 Framledningstemperatur

Framledningstemperatur är värmesystemets givna temperatur för att säkerställa att tillräckligt varmt vatten avger värme till bostaden. Framledningstemperatur är en viktig del att ange för ett golvvärmesystem. Det är för att det finns stadgor som tillsäger vilken temperatur golvet får vara innan det känns obekvämt för människorna som ska gå på golvet.

Enligt Thermotech följer dom: "Finska standardiseringsförbundets SFS Ry:s standard SFS EN 1264-2 följer vi för att få begränsningarna för yttemperaturer. I vistelseområden är det max 29°C med undantag baserat på golvmaterialets maximivärmetålighet (trä, parkett, vinyl) 27°C, och i zoner man inte vistas så är det t.om 35°C. Vissa RT-kort begränsar till 30 men det finns inget överenskommet globalt gällande. Sådana zoner räknas från yttervägg 0,6 meter in mot rummet samt förråd, trappuppgångar med mera 23°C räknas som minimitemperatur för golv. Värdena begränsar sig även till hur stor procent av befolkningen upplever en viss golvtemperatur som obehagligt, och därför går man inte över 30°C och under 23°C" (Grönstrand, Intervju med Ted Bloqvist

2022). I figur 1 visas förhållande mellan golvtemperatur och missnöje för dem som vistas på golvet, som Ted förklarade. Figuren är mätt utifrån vilken golvtemperatur människor tycker är bekvämt att gå på. Yttertemperaturen är inte tagit i beaktan för det här fallet. För golvvärmesystem så är 35-40 °C framledningstemperatur det vanligaste.



Figur 1. Ett förhållande mellan golvtemperatur och missnöje för dem som vistas på golvet (uppgifter från Ted Blomqvist, dock inte hans figur 2022)

1.1.1 Deltatemperatur (ΔT)

Deltatemperatur har som symbol ΔT . Deltatemperatur betyder skillnaden mellan två temperaturer. Det är ett begrepp som används ofta i värmesystemsammanhang. Deltatemperaturen anger hur mycket vattentemperaturen sjunker efter att vattnet har avgett värme till bostaden. I ett golvvärmesystem hos Thermotech, så är den vanligaste delta temperaturen 5°C. Det betyder att vattentemperaturen måste värmas upp 5°C i värmekällan när den har gått igenom golvvärmesystemet, för att uppnå den framledningstemperaturen som är uppgett i värmesystemet.

1.1.2 Golvvärmefördelare

En golvvärmefördelare är stock med många uttag. Standard hos Thermotech är golvvärmefördelare från två- till tolv slingor. Det utgör fyra till tjugofyra uttag. Hälften av uttagen är för vattnet som går från pumpen till slingorna. Det kallas tillloppsvatten. Andra

hälften av dom är uttag som tar emot det vattnet som förs tillbaka till värmepumpen. Det kallas returvatten. Innan uttagen finns det avstängningsventiler som kan stoppa tillkommande och returnerande vatten ifall det är läckage.

Enligt Thermotechs hemsida innehåller en standard golvvärmefördelare: ”Golvvärmefördelaren levereras med 17 mm klämringskopplingar för golvvärmerör och vinklade kulventiler DN25 på tillopp och retur, vilka kan bytas ut vid beställning. Fördelaren har integrerade injusterings- och termostatventiler samt tillopps- och returventiler, vilket möjliggör reglering av varje slinga separat. Varje slinga kan styras individuellt via rumstermostat genom att montera ställdon på termostatventilerna” (Thermotech Scandinavia Finland, *Golvvärmefördelare 2 slingor* 2023). Varje komponent spelar roll för att golvvärmesystemet ska fungera.

1.1.3 Värmeangivning från golvvärmefördelare utrymmet

Det som ett golvvärmesystem strävar efter är att uppnå ett turbulent flöde. ”Turbulent flöde kännetecknas av oregelbunden rörelse av partiklar av vätskan., Det finns ingen bestämd frekvens eftersom det finns i vågrörelse. Partiklarna färdas i oregelbundna banor utan observerbart mönster och inga bestämda lager.” (Admin, 2020). Det betyder att vattnet studsar längs med golvvärmeröret i en golvvärmeslinga. På det sättet överförs värmen i vattnet från golvvärmeröret till golvmaterialet enklare.

Ifall flödet är laminärt, finns det risk för att värmen i vattnet glider rakt igenom röret och överförs dåligt till golvmaterialet. Det medför att rummet inte blir tillräckligt uppvärmt. Det är enklare att uppnå turbulent i slingor som är längre, än i kortare slingor. Det är för att det finns möjlighet att skuffa mera vatten i röret.

1.2 Matarledning

En matarledning är benämningen på rör som går från värmekällan till en golvvärmefördelare. Då kan röret antingen direkt från en fördelningsstock nära värmepumpen till enskilda golvvärmefördelare. Då finns det inga avgreningar på röret. Matarledning är

oftast gjord med PE-RT plast rör, som har en fördel att den kan gjutas in i golvet, och kommer upp till golvvärmefördelaren.

En matarledning kan också gå på ett rör som går i en linje från värmepumpen med avgreningar till olika golvvärmefördelare. En matarledning kan ha många olika materialtyper. Dom vanligaste materialen som används är Stål, koppar, komposit eller PE-RT/PE-X (plast) rör.

2 Vad ska beaktas när golvvärmesystem dimensioneras

Det som beaktas i dimensionering system för golvvärme är golvvärmefördelarens samt matarledningens flöde och tryckfall från pumpen till varje golvvärmefördelare. Det är för att dom två faktorerna avgör vilken storlek och injusteringsvärde balanseringsventilerna ska ha. Det avgör också storleken på matarröret eller stamledningen. Andra faktorer som har påverkan på dimensioneringen är krökar och T-styck på vägen till golvvärmefördelarna. I golvvärmesystemet beaktas också R-värde på golvmaterialet. Förklaring på vad R-värdet är, se sida 18.

2.1 Flöde och tryckfall

Flödet som ges av Thermotech är i liter per sekund (l/s). Ett golvvärmesystem bestäms av värmebehovet (W) i bostaden, samt längden på slingan. Desto längre slingan är desto mera vatten måste gå igenom slingan. Det samma gäller för värmebehovet, desto mera värmeeffekt som behövs i rummet, desto högre vattenflöde behövs för att avge tillräcklig värme till golvmaterialet. För att veta det totala flödet som måste gå igenom golvvärmefördelaren, så adderas ihop alla slingors vattenbehov.

Tryckfall betecknas med Δp och har enheten kPa, dvs kilopascal. Tryckfallet bestämmer hur mycket tryck en pump måste trycka för att få vattnet att nå fram till hela värmesystemet. Tryckfallet i golvvärmsystem bestäms av den längsta slingan i varje enskild golvvärmefördelare, samt tryckfallet i matarledningen. Tryckfallet påverkas av olika faktorer som ska beaktas. De viktigaste är längden på matarledningen eller

stamledningen, alla krökar och T-styck på stamledningen, samt trycket i golvvärmefördelaren och returledningen tillbaka till värmekällan. Är det för stort tryck i systemet, finns det en ökad risk för att rör eller andra delar av värmesystemet får korrosionsskador.

Dock så är det sällan. När det kommer till golvvärmesystem, har Thermotech detta att säga om tryckets slitage påverkan: ”I drift orsakar trycket sällan läckage/sprickor p.g.a. övertryck. Värmesystemen provtrycks med vatten i 1,5 bar övertryck, och det är då läckage kan framkomma. Normalt drifttryck för värmesystem överskrider aldrig 50 kPa (0,5 bar) då system får inte dimensioneras över det (Trycklagsdirektivet 2014/68/EU, DN25 rörsystem t.om fördelare faller utanför tryckklassificeringen så länge de inte överskrider 0.5 bar övertryck)” (Grønstrand, Intervju med Ted Bloqvist 2022). Är det för lite tryck i systemet, kommer det inte gå nog vatten i systemet, och bostaden värms inte upp.

2.1.1 Flödet och tryckfallet i matarledningen och stamledningen

En matarledning eller stamledning är sträckan mellan pumpen och golvvärmefördelaren. Enligt (Warfvinge & Dahlblom, Projektering av VVS-installationer 2011 Sida 4:56) ska flödes hastigheten ligga mellan 0.5-0.7 meter per sekund (m/s) och tryckfallet ligga runt 100 Pascal per meter (Pa/m). Det är för att optimera att det inte blir oljud i systemet, minska slitage på rören, samt undvika att det blir luftblåsor som orsakar cirkulationsproblem. Desto större hastighet på rören, desto hastigare kan det uppstå korrosionssangrepp på rören och rördelarna som gör att dom slits ut snabbare. Det leder till att rören måste bytas oftare, som kan vara dyrt. Rördelar av koppar, komposit eller stål är dom materialen som används mest in stamledningar.

En faktor som har en större påverkan på tryckfallen i en stamledning än i matarledning, är krökar och T-styck. Krökar är en benämning på vinkeldelar. Exemplet på vinklar kan vara 90° eller 45°. Dom uppstår på stamledning för att det finns hinder på vägen till en golvvärmefördelare, som måste monteras förbi. Det kan vara en till exempel en bärande betongvägg som inte kan borraras igenom, som gör att man måste sätta fyra 90° krökar för att nå till golvvärmefördelaren. Ett T-styck är benämningen på avgrening. Ett T-

styck används på en stamledning vart det finns flera golvvärmefördelare på samma stamledning. Då avgränsas den på sättet att det sätts ett T-styck som gör att flödet också går vidare till båda golvvärmefördelare. Dessa krökar och t-styck gör att tryckfallet ökar i systemet. Det är för att vid varje vinkel måste det mera tryck till för att flödet ska orka tryckas igenom systemet. Se Bilaga 11.

2.1.2 Tryckfallet i golvvärmefördelaren och returledningen

Tryckfallet i golvvärmefördelaren är angett efter den längsta slingan i golvvärmefördelaren som har det högsta tryckfallet. Golvvärmslingor har inte krökar eller T-styck på sig, därför behövs inte dom komponenter beaktas. Flödet i dom andra slingorna stryps av injusterings- och termostatventilerna så att tryckfallet blir lika i alla slingor. Därmed blir inte tryckfallbehovet större än den slingan med högst tryckfall.

Tryckfallet i returledningen anges av det totala tryckfallet för matarledningen eller stamledningen. Till exempel ifall stamledningen med har ett tryckfall på 2 kPa, kommer returledningen också ha ett tryckfall på 2 kPa.

Det totala tryckfallet i värmesystemet beräknas efter totaltryckfallet i alla delar av värmesystemet. Till exempel stamledningen och returledningen har tryckfall på 2 kPa var, och golvvärmefördelaren har tryckfall på 5 kPa, kommer totala tryckfallet i systemet att var $2 \text{ kPa} + 2 \text{ kPa} + 5 \text{ kPa} = 9 \text{ kPa}$.

2.2 KV-värde

KV-värdet är en flödeskoefficient som är baserat på flöde och tryckfall. KV-värdet är ett sätt att hitta ett exakt värde på injusteringsbehov för ventiler. KV-värdet kommer vara olika vid varje punkt vart en ventil behövs i ett värmesystem med golvvärme. Varje fördelare har olika flöde och tryckfall behov. Därför borde alla delar i värmesystemet beaktas för att KV-värdet ska bli rätt.

2.3 Delta temperaturens beaktan i dimensionering

Delta temperaturen har också betydelse för golvvärmedimensioneringen. Det strävas efter att hålla en deltatemperatur på 5°C. Speciellt i större objekt som höghus eller radhus. Det är för att golvvärmen ska hålla systemtemperaturen till dom andra komponenterna i hela värmesystemet, som kan innehålla både radiatorer, golvvärme med mera. Ifall deltatemperaturen sjunker, kommer energiförbrukningen vara mindre än planerat, vilket låter bra. Dock, kan det skapa störningar i övriga värmekomponenter. Därför är det viktigare för flera VVS planerare att hålla den systemdeltatemperatur som är satt. Dock, kan det skapa att vattnet i golvvärmesystemet blir laminärt. För att uppnå turbulent flöde på alla fördelare, kan det hända att deltatemperaturen på vissa golvvärmefördelare bli mindre än deltatemperaturen 5°C.

För mindre objekt som egnahemshus, påverkar deltatemperaturen mindre än på större objekt. Så länge deltatemperaturen inte överskrider den systemdeltatemperatur som är satt. Det är viktigare att uppnå ett turbulent flöde för att huset ska uppnå tillräckligt med värme. Ifall systemdeltatemperaturen överskrids, kommer huset använda mera energi än planerat. Därför är det viktigt att hålla den systemdeltatemperaturen eller en mindre systemdeltatemperatur.

2.4 R-Värde

Enligt (Recticel Insulation, 2023) är R-värdet: ”R-värdet anger ett materialskikts värmeisoleringsförmåga, vilket ofta anges som isolerings värde för tvåglasfönster, väggar, golv och tak. R-värdet är ett materialskikts värmebeständighet och anges i m²K/W. Ju större R-värde, desto högre beständighet i värmepassagen och desto bättre isoleringsförmåga. Beräkningen av R-värdet beror på materialen i strukturen som ska kontrolleras. Materialets tjocklek, i meter, delas med λ -värdet (värmeledningskoefficienten). Ju högre värde, desto bättre isolering. Dubbla skikt ger även dubbelt värmemotstånd. Formeln är $R = d/\lambda$ där $R =$ värmemotstånd i m² K/W och $d =$ materialets tjocklek i meter. $\lambda =$ värmeledningskoefficient i W/mK”.

I ett golvvärmesystem, beaktas R-värdet på golvmaterialet. Det beaktas för att det finns olika golvmaterial, som har olika värmangivningar. R-värdet påverkar temperaturen i golvet, och vilken framledningstemperatur som behövs, för att uppnå rätt värme till bostaden. Det påverkar också flödet och tryckfallet, samt monterings sättet. Montering sättet påverkas, på det sättet att avstånden mellan golvvärmerören blir tätare eller längre ifrån varandra.

3 Excel dimensioneringskalkyl

Excel-dimensioneringskalkylens avsikt är att dimensionera rätt balanseringsventil, samt förinställningsvärde till golvvärmefördelarna. Balanseringsventilerna är från MMA, som är den ventilproducent som Thermotech använder. Dessutom är avsikten att dimensionera matarledningen eller stamledning beroende på kundens önskan. Det som ingår i att dimensionera matarledningen eller stamledningen är storleken på röret. Det framgår också tryckfall i varje del av systemet samt hur många krökar och T-stycken som ingår. I dimensioneringskalkylen finns det möjlighet för fyra olika matarlednings- eller stamlednings material. Stål, koppar, komposit och PE-RT (plast) rör.

3.1 Balanseringsventil

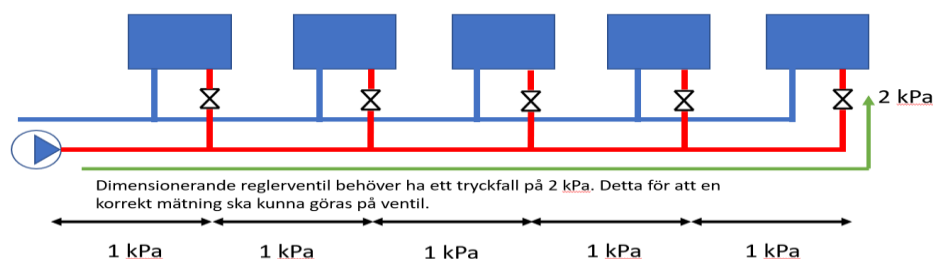
En balanseringsventil är en ventil som balanserar hur mycket flöde som går igen en viss del av värmesystemet. Det finns oftast en balanseringsventil för varje golvvärmefördelare, samt på varje höghus en balanseringsventil för varje våningsavgrening. En balanseringsventils uppgift är få rätt mängd flöde mot tryckfall att gå igenom den avgreningen så att varje del av värmesystemet får den rätta mängden vatten/värme till värmeutrymmen. En MMA balanseringsventil har varvantal 10. Vart det börjar med varv 1,1 och går helt upp till 10,0. Det betyder att det finns upp till 100 varvinställningar som ventilen kan justeras till. Det betyder att öppningen på en balanseringsventil kommer variera stort från en varvinställning till en annan.



Figur 2. Bild på STVT balanseringsventil från MMA (uppgifter av Purmo hemsida 2022)

3.2 Dimensionerande ventil i systemet

Den dimensionerande ventilen i systemet avgör balanseringsbehovet för dom andra balanseringsventilerna som behövs i systemet. Som i exemplet är det sju golvvärmefördelare. Därför behövs sju balanseringsventiler. Den dimensionerande ventilen avgörs av den golvvärmefördelaren som har högst tryckfall. Det är för att det tryckbehovet räcker till för resterande systemet. Den dimensionerande ventilen avgör också balanseringsbehovet för dom andra golvvärmefördelarnas balanseringsventiler. Ifall fel ventil väljs till dimensionerande ventil, kommer hela värmesystemet vara i obalans. Det betyder att det finns en eller flera golvvärmefördelare kommer ha för mycket flöde och värme, medan andra golvvärmefördelare kommer att ha för lite flöde och värme. Den dimensionerande ventilen har enligt MMA ett extra tryckfall på 2 kPa.



Figur 3. En skärmbild på att det kommer 2kpa på den dimensionerandeventil (Uppgifter av Henrik Carlsson 2022)

3.3 Dimensionering av MMA ventiler

Det som beaktas när MMA ventilerna dimensioneras är tryckfallet i stamledningen eller matarledningen, samt golvvärmefördelarens tryckfall och flöde. Flödet till golvvärmefördelarna hålls efter flödesbehovet, dock kommer tryckfallet att öka när tryckfallet i stamledningen samt alla krökar och T-styck beaktas. Det gör att KV-värdet för ventilen ändras och därmed kan det bli en helt annan ventil, med annat förinställningsvärde. Ett förinställningsvärde är inställning som görs på ventilen, innan ventilen levereras till kunden. Det gör att det blir lättare för kunden att balansera systemet, med intill 90% noggrannhet. Det är för under montering kan det uppstå avvikelser från planeringen. När förinställningsvärdet är rätt, underlättar det balanseringsjobbet för montörerna. Förinställningsvärdet av MMA ventilerna avges från KV-värde tabellen (Evobalance rev.4.pdf) och STVT instruktionsmanual som hittas på Purmos hemsida. Tabellerna är insatta i programmet i Excel. Tabellen är begränsad till en minimumsvarvinställning för att enligt MMA borde ventilerna vara mer än 3 varv öppna. Tabellen söker sig också till den ventil som har närmast förinställningen 6,5 varv öppen enligt KV-värdet. Det är för att säkerställa att inte samlas föroreningar från vattnet och täppa ventilen. Tabellen visar vilken ventilstorlek och vilken förinställning som passar bäst för den avgreningen.

3.3.1 Påverkan i systemet

Ifall injusteringen är fel på ventilen kommer flödet antingen blir för lite eller för stor. Det kommer påverka alla andra golvvärmefördelare också. Ifall flödet blir för lite på ena ventilen, kommer flödet vara för mycket på en eller flera andra ventiler i systemet. Ifall det blir för mycket flöde så kommer det slita på ventilen, samt att det blir en annan golvvärmefördelare som får för lite vattenflöde. Därför är det viktigt att få KV-värdet rätt, så att alla golvvärmefördelare får rätt flöde. Det som händer när flödet blir för lite, är att det inte kommer tillräckligt med varmvatten i slyngan. När det inte kommer nog varmvatten i slyngan, kommer inte rummet bli tillräckligt varmt enligt behovet som systemet är dimensionerad efter.

3.4 Dimensionering av rör

Dimensionering av rör bestäms av många faktorer. Flödet genom röret, ytter- och innerdiameter på röret, viskositeten på vattnet, Reynolds talet samt framledningstemperaturen avgör vilket Pa/m det blir. Det totala tryckfallet i varje rörsträcka avgörs av hur lång sträckan är, samt av hur många krökar, samt T-styck som är på enskilda sträckor.

3.4.1 Reynoldstal

Reynoldstal är den faktorn som bestämmer om flödet är laminärt eller turbulent. Reynoldstalet har en formel som bestämmer när flödet blir turbulent. ”Om Reynoldstalet är mindre än 2000, är flödet laminärt. Om det är större än 3500 är flödet turbulent. Flöden med Reynolds-tal mellan 2000 och 3500 kallas ibland övergångsflöden.” (Admin, 2020). Hos Thermotech har dom bestämt att flödet blir turbulent på värdet 2000 och över (Grønstrand, F. (2022) “Intervju med Ted Bloqvist del 2”). Därför är Reynoldstalet med på beräkningen, för att säkerställa att flödet är turbulent. De faktorer som påverkar Reynoldstalet är flödet, viskositeten och innerdiametern på röret. Viskositet betyder tjockleken på vattnet. Desto högre temperaturen är, desto närmare en gas är vattnet, som betyder att vattnet är tunnare. Det gör att det kan gå igenom mera flöde i röret. Desto lägre temperatur, desto högre är viskositeten.

3.4.2 Viskositet och temperatur påverkan

Viskositeten påverkar också Reynoldstalet som har viskositet som en parameter. ”viskositet är en vätskeegenskap som mäter vätskans motståndskraft mot deformation på grund av skjuvkraft. Viskositet är den inre friktionen av en vätska som gör det motstå flödande förbi en fast yta eller andra skikt av vätskan. Viskositet kan också anses vara ett mått på motståndet hos en vätska till flytande.” (Admin, 2020).

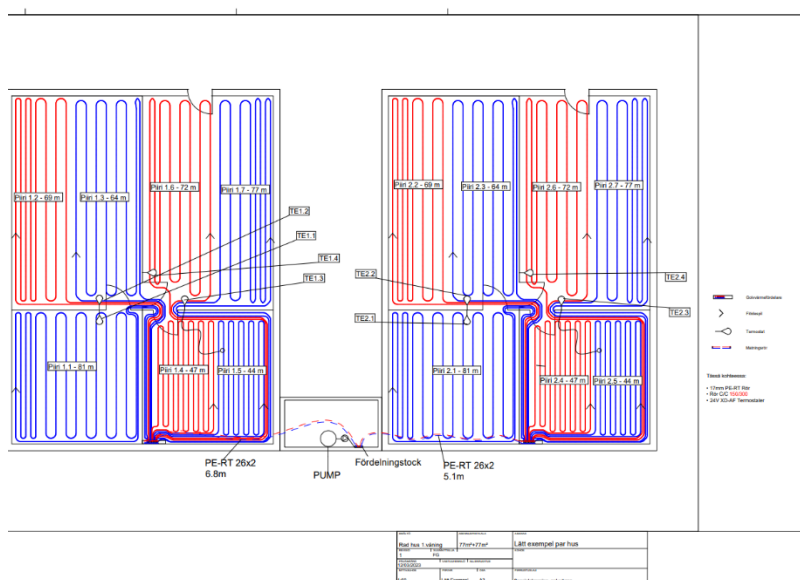
När viskositeten är hög, sjunker Reynoldstalet, vilket betyder ifall viskositeten är hög, kommer Reynoldstalet att sjunka. Det är för att när det är högre temperatur, är vattnet närmare en gas, som betyder att vattnet är tunnare. Det gör att det kan gå igenom mera flöde i röret. Desto lägre temperatur, desto högre är viskositeten på vattnet, vilket gör flödet förflyttar sig långsammare i röret.

3.4.3 Tryckfall per meter

För att få ett noggrant Kv-värde till dom olika fördelarna, så är det viktigt att ha lämpligt tryckfall i matarledningen. Även fast det är 100 Pascal per meter (Pa/m) som gäller i dimensioneringen, så är det oftast inte möjligt att få exakt 100 Pa/m på grund av olika standardstorlekar på rören. Därför söker kalkylen sig den storlek som har närmast 100 Pa/m. Det betyder att storleken kommer ändra för varje golvvärmefördelare som passerar. Det är för att flödet och tryckbehovet sjunker vid varje golvvärme som passeras. Dock för att upprätthålla nära 100 Pa/m, kommer rördimensionen att minska på vägen. Då upprätthålls både flödes hastigheten och trycket i matarledningen.

4 Exempel dimensionering av golvvärme och balanseringsventiler

För att illustrera hur dimensioneringsprocessen görs, gjorde jag ett exempel på ett par hus. Parhuset har båda 77m² golvvärmeyta och ser identiska ut. Dom har framlednings-temperatur på 35°C och systemdeltatemperatur på 5°C.



Figur 4. Skärmbild på lätt exempel par hus (Uppgifter av Fredrik Grönstrand 2023)

Golvvärmedimensioneringen uppfyller alla kriterier med turbulent flöde. För 17mm rör som är använt i det här exemplet, är minimumflödet som garanterar turbulent flöde enligt egen arbetserfarenhet. Radhuset är dimensionerat efter 50 W/m², så att

effektbehovet är lika i det här fallet. Dimensioneringen har en liten skillnad i slingornas deltatemperatur för att få fram en dimensionerande ventil. Det som finns med på ritningen är också matarledningarna till golvvärmefördelarna. Dom är utmärkta med PE-RT 26x2, där längden en väg är utmärkt under med 5,1 respektive 6,8 meter.

Huoniot että huoneiden tehontarpeet ovat rakennuksen oletusten mukaisesti jos ei erillistä laskelmaa ole toimitettu suunnitteluvaiheessa.
Lattialämmityksen maksimilattiatiloteho on 69 W/m² (sisälämpötila 21°C-lattialämpötila 27°C (EN ISO 7730)).
Jos mitteröiden teho yltää 69 W/m² suosittelemme lisälämmityksen asentamista, tai selvitystä lattiarakenteen kyvystä kestää korkeita lämpötiloja

LLJT-1													
Asennuspinta-ala		78 m ²	Mit.lattiarakenne		80 tbt/ 80 betong				Painehäviö jakotukissa		7.3 kPa		
Virtaus		0.184 l/s	Menoveden lämpötila		35 °C				Painehäviö syöttöputkessa		0.0 kPa		
Teho		3870 W							Painehäviö yhteensä		7.3 kPa		
Piirien pituus yht.		454.0 m							Venttiili täysin auki		5.5 Kierr.		
Piiri Nr.	TE Nr.	Huone	P.ala m ²	Huone l.tila °C	Lattia l.tila °C	Teho W/m ²	Teho W	Putkikoko mm	Pituus m	dT °C	Virtaus l/s	P.häviö kPa	Kierr.
Piiri 1.1	TE1.1	—	15.1	21	25.3	50	755	17*2.0	81	5.5	0.033	7.3	5.5
Piiri 1.2	TE1.2	—	11.9	21	25.3	50	595	17*2.0	69	5.0	0.028	4.8	3.0
Piiri 1.3	TE1.2	—	12.7	21	25.3	50	635	17*2.0	64	5.0	0.030	5.1	3.25
Piiri 1.4	TE1.3	—	6.1	22	26.3	50	305	17*2.0	47	5.0	0.015	0.7	2.0
Piiri 1.5	TE1.3	—	5.4	22	26.3	50	270	17*2.0	44	4.2	0.015	0.7	2.0
Piiri 1.6	TE1.4	—	13.7	21	25.3	50	685	17*2.0	72	5.0	0.033	6.5	4.0
Piiri 1.7	TE1.4	—	12.5	21	25.3	50	625	17*2.0	77	5.0	0.030	5.9	3.5
Syöttöputki			Nopeus m/s	Teho W/m ²	Teho W	Putkikoko mm	Pituus x1 - m	dT °C	Virtaus l/s	P.häviö kPa	Kierr.		
			0.59	50.0	3870	20.0	0.0	5.0	0.184	0.0	-		

LLJT-2													
Asennuspinta-ala		77 m ²	Mit.lattiarakenne		80 tbt/ 80 betong				Painehäviö jakotukissa		8.1 kPa		
Virtaus		0.186 l/s	Menoveden lämpötila		35 °C				Painehäviö syöttöputkessa		0.0 kPa		
Teho		3870 W							Painehäviö yhteensä		8.1 kPa		
Piirien pituus yht.		454.0 m							Venttiili täysin auki		5.5 Kierr.		
Piiri Nr.	TE Nr.	Huone	P.ala m ²	Huone l.tila °C	Lattia l.tila °C	Teho W/m ²	Teho W	Putkikoko mm	Pituus m	dT °C	Virtaus l/s	P.häviö kPa	Kierr.
Piiri 2.1	TE2.1	—	15.1	21	25.3	50	755	17*2.0	81	5.2	0.035	8.1	5.5
Piiri 2.2	TE2.2	—	11.9	21	25.3	50	595	17*2.0	69	5.0	0.028	4.8	3.0
Piiri 2.3	TE2.2	—	12.7	21	25.3	50	635	17*2.0	64	5.0	0.030	5.1	3.0
Piiri 2.4	TE2.3	—	6.1	22	26.3	50	305	17*2.0	47	5.0	0.015	0.7	1.75
Piiri 2.5	TE2.3	—	5.4	22	26.3	50	270	17*2.0	44	4.2	0.015	0.7	2.0
Piiri 2.6	TE2.4	—	13.7	21	25.3	50	685	17*2.0	72	5.0	0.033	6.5	3.5
Piiri 2.7	TE2.4	—	12.5	21	25.3	50	625	17*2.0	77	5.0	0.030	5.9	3.25
Syöttöputki			Nopeus m/s	Teho W/m ²	Teho W	Putkikoko mm	Pituus x1 - m	dT °C	Virtaus l/s	P.häviö kPa	Kierr.		
			0.59	50.0	3870	20.0	0.0	5.0	0.186	0.0	-		

Figur 5. Skärmbild på golvvärmedimensionering till lätt exempel par hus (uppgifter av Fredrik Grönstrand 2023)

För att dimensionera balanseringsventilerna, användes dimensioneringskalkylatorn. Resultatet blev ganska intressant. Även fast dom har både nästans samma flöde och tryckfall, så blev ventilstorlekarna ganska olika. Det är för att KV-värde blev ganska olika när den dimensionerande ventilen fick 2kpa extra tryckfall. Därför blev totaltrycket för den ventilen 16 kPa, som LLJT-1 som är förkortningen på lattialämmitys jakotukki, (golvvärmefördelare på finska) ska dimensioneras mot. Därmed blev balanseringsbehovet för LLJT-1 på 2 kpa. Det tryckbehovet som redan finns där, räknas bort. Det betyder

att golvvärmefördelarens tryckfall räknades bort (7,3 kpa), sedan räknades matarledningens tryckfall bort (6,3 kpa).

Därmed blev räknestycket följande: $16 \text{ kpa} - 7,3 \text{ kpa} - 6,3 \text{ kpa} = 2,0 \text{ kpa}$. Det gör att KV-värdet räknas med 0,184 l/s och 2,0 kpa som ventilen ska avvakta. Medan för den dimensionerande ventilen ska KV-värdet avvakta 0,186 l/s och 16,0 kpa.

Det resulterade i KV-värde 4,65 för LLJT-1. Vilket tillsäger att den optimala ventilen är av storleken DN25 och injusteringsvärde på 6,6. LLJT-2 fick KV-värde 1,67. Vilket tillsäger att den optimala ventilen är DN 10 och injusteringsvärde 6,9.

Andra faktorer som spelade in var 90° vinklarna som ger ett extra tryckfall. Hela processen finns på Youtube under namnet ”MMA balanserings Excell Förklaring” (Grønstrand, 2023).

1		LLJT-2	LLJT-1
2	I/s	0,186	0,184
3	Tryck (kPa)	8,1	7,3
4	Tryck över ventil	2	2,0
5	Temperatur	35	
6	LLJT-2	5,9	X
7	LLJT-1	X	6,7
8	X	X	X
9	X	X	X
10	X	X	X
11	X	X	X
12	X	X	X
13	X	X	X
14	X	X	X
15	X	X	X
16	Totala Tryck	16,0	16,0
17	Dim. Tryck	16,0	2,0
18	KV-Värde	1,67	4,64
19	DN	DN 10	DN 25
20	Förins. Värde	6,9	6,6
21	LLJT-X	LLJT-2	LLJT-1
22	DN Rör	26	26

Figur 6. Skärmbild på resultatet av balanseringsventiler till lätt exempel på radhus (uppgifter av Fredrik Grønstrand 2023)

5 Resultat av dimensioneringskalkylen

För att förklara hur resultat blev har jag gjort en guide punktvis för hur man ska fylla i Excel tabellen: Det som är viktigt är att alla gröna fält fyller man i, medan alla röda fält ska man inte fylla i. Dom grå/orangea fälten är fält vart man kan välja rör storlek och rörmaterial.

1. Planera och dimensioner golvvärmeritningen.
2. Hitta dimensionerande ventil. Den dimensionerande ventilen ska alltid vara den med högts tryckfall oberoende av flödet. Det är för att den bestämmer det minimala trycket som behövs för systemet.
3. När den dimensionerande ventilen är hittad börjar man sätta in flöden och tryckfallet i alla fördelarna från närmast pumpen till längst ifrån pumpen (med undantag av den dimensionerande ventilen). (Se Figur 7).
4. Fyll i framledningstemperatur i fältet ”temperatur”. Det behövs bara fyllas i en gång.

Framledningstemperaturen är förinställd på 35 grader.

	A	B	C	D	E	F
1		Dim.ventil	ventil x	ventil x	ventil x	ventil x
2	I/s	0	0	0	0	0
3	Tryck (kPa)	0	0	0	0	0
4	Tryck över ventil	2	2.0	2.0	2.0	2.0
5	Temperatur	35				

Figur 7. Skärmbild på ifyllning ställe för flöde och tryckfall information (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)

5. När basinformationen från golvvärmeplaneringen är klar, ska spalten ”Typ av rör” fyllas i. Under ”Typ av rör” väljs rörmaterial. Antigen komposit, koppar, PE-RT eller stål rör. Det är viktigt att veta vilken sorts material som går till vilken fördelare. Till exempel kan första fördelaren ha plaströr (PE-RT och PEX går under samma kategori), och andra fördelaren koppar. Då klickar man i för varje olika sträcka antingen till fördelaren eller mellan fördelarna vilket material det är. (Se figur 3).

Typ av rör	Yt
Komposit	▼
Komposit	
PE_RT	
Koppar	
Stål	
Komposit	

Figur 8. Skärmbild på ifyllning ställe för vilken sorts rörmaterial (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)

6. Sedan ska spalten ”ytterdiameter” fyllas i. Ifall kunden vill veta vilken dimension som är optimal till den fördelaren eller dimensionera upp hela systemet så

ska spalten vara tom. Ifall systemet redan är installerat och kunden vill dimensionera tryckfallet i systemet till fördelaren, så klickas i storleken för den information givit. Det måste till för att få dimensioneringen i systemet rätt. Det vanligaste för Termotechs del är att man har PE-RT och storlek 26. Därför är basinställningen på PERT och blank, så som på bilden i Figur 4.

Typ av rör	Ytterdiameter
PE_RT	
PE_RT	

Figur 9. Skärmbild på ifyllning ställe för ytterdiameter (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)

7. Sedan fylls i spalten ”sträcka”. Där fylls vilken golvvärmefördelare det är, och ersätter det numret från ”x” till det numret som passar. Viktigt att man följer samma ordning som när man fyller i basinformation. Alltid närmast pumpen till längst ifrån pumpen, förutom den dimensionerande ventilen.

Sträcka	Längden (m)
Pump till avgrening	0,9
GVF-2	8,8
GVF-1	7,4
GVF-3	8
GVF-4	2,5
GVF-5	1
GVF-6	9,9
GVF-7	0,2
X	0
X	0
X	0
från T-styck 1.våning till T-styck källare	5
från T-styck 1.våning till T-styck 2.våning	5,9
Från T-styck avgrening till T-styck fördelar GVF-4 och 2.våning	1,3
Från T-styck avgrening till T-styck fördelar GVF-5 och Källare	1
X	0
X	0
X	0
X	0
X	0

Figur 10. Skärmbild på ifyllning ställe för längden på stamledningssträckor (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)

8. Sedan fylls längden för sträckorna från avgreningen till golvvärmefördelaren. Det är märkt till vilken ”LLJT-X”. Det betyder den sträcken som är från närmaste T-stycket till GVF. Sträckan mellan T-stycken är den sträcken som går från ett T-styck till ett annat.

9. När längden är ifylld, ska man fylla hur många 90 graders krökar som finns på den sträckan. Oftast är det ungefär 1-2 krökar till varje fördelare. Var dock observant på att det kan finnas krökar på linjen också. Då räknar man 0,5 90 graders krök för varje 45 graders krök. 0,33 för 30 graders krök och 0.1 för varje 15 graders krök. Det har inte så stor påverkan på systemet, men är bra att känna till ifall det kommer en massa krökar på vägen. (Se figur 6).

Sträcka	Längden (m)	Flöde	Pa/m	90 graders krök	T-styck flöde rakt	T-styck flöde avgrening
Pump till avgrening	0,9	0,60	545	1	0	0
GVF-2	8,8	0,15	48	4	0	1
GVF-1	7,4	0,11	93	4	0	0
GVF-3	8	0,07	135	4	1	0
GVF-4	2,5	0,12	110	3	0	1
GVF-5	1	0,05	101	0	0	0
GVF-6	9,9	0,04	76	4	1	0
GVF-7	0,2	0,06	98	0	0	0
X	0	0,00	0	0	0	0
X	0	0,00	0	0	0	0
X	0	0,00	0	0	0	0
från T-styck 1.våning till T-styck källare	5	0,26	124	1	0	0
från T-styck 1.våning till T-styck 2.våning	5,9	0,10	81	2	0	0
Från T-styck avgrening till T-styck fördelar GVF-4 och 2.våning	1,3	0,22	97	0	0	0
Från T-styck avgrening till T-styck fördelar GVF-5 och Källare	1	0,30	166	0	0	0
X	0	0,26	130	0	0	0
X	0	0,20	83	0	0	0
X	0	0,20	83	0	0	0
X	0	0,20	83	0	0	0
X	0	0,20	83	0	0	0

Figur 11. Skärmbild på ifyllning ställe för T-styck och 90 graders krökar (uppgifter från Fredrik Grönstrand 2022)

10. När krökarna är ifylld, ska vilken sorts T-styck det är som avgrenar till fördelaren fyllas i. Det är inte möjligt att fylla i denna information på stamlinjen. Därför är sträckan mellan T-styck x-x är markerad med röd och 0. Det är för att ett T-styck inte kan ha en öppen ända. Man ska fylla i T-styck rakt när största delen av flödet går vidare i systemet, och inte till fördelaren.

Som till exempel när GVF-1 behöver 0.2 l/s och GVF-2 behöver 0.3 l/s, så går det 0.5 l/s igenom T-stycket. Då går mesta delen till GVF-2. Dock om det är omvänt att GVF-1 behöver 0.3 l/s och GVF-2 behöver 0.2 l/s ska man fylla i ”T-styck flödeavgrening”. Oftast är det bara ett T-stycke pr. avgrening. Igen är det viktigt att påpeka att fylla i dom gröna fälten.

11. När det är gjort så är allt som behöver fyllas i färdigt. Då går man tillbaka tillöversikten längst till vänster. Där ser man totala tryckbehovet och färdigt uträknat KV-värde samt ventilstorlek och förinställningsvärde. Därefter fyller man i vilken GVF-X som hör till vilken ventil. Se ett färdigt exempel nedanför med PE-RT 26 mm till avgrening med 32mm som stamledning.

12. Ifall hela systemet dimensioneras upp och kunden vill veta vilken dimension till systemet alla rörsträckor i systemet. Då bestäms rörstorleken på samma ställe som på bilden under. Viktigt att observera att detta fungerar endast ifall ”Ytterdiameter” fliken är tom. De sträckor med X är sträckor som inte finns i systemet. Eftersom de inte har något tryckfall, kommer automatiskt den minsta storleken till den sortens rörmaterial.

	Sträcka	DN
35		
36	Pump till avgrening	50
37	GVF-2	32
38	GVF-1	26
39	GVF-3	26
40	GVF-4	26
41	GVF-5	20
42	GVF-6	20
43	GVF-7	20
44	X	16
45	X	16
46	X	16
47	n T-styck 1.våning till T-styck källare	32
48	n T-styck 1.våning till T-styck 2.våning	26
49	vgrening till T-styck fördelar GVF-4 och 2.våning	32
50	avgrening till T-styck fördelar GVF-5 och Källare	32

Figur 12. Skärmbild på stamledningsstorlekar (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)

6 Dimensionering av Stamledning

För att visa hur dimensioneringskalkylen används på olika sätt har jag tagit ett exempel från ett av Thermotechs parhusprojekt. Golvvärmeritningen och dimensioneringen är inte tillgängliga på grund av personvårsvillkoren till Thermotech. Dock är bottenritningen, samt flöde och tryckfallet i fördelarna givet av Thermotech. Projektet har en färdig golvvärmeritning med flöde och tryckfall för varje fördelare. Parhuset har tre våningar, vart matarledningen är dragit med PE-RT rör som Thermotech levererar. Matarledningen till källarvåningen går i golvplattan mellan källaren och första våningen. Matarledningen till första våningen går i golvet. Till övre våningen går matarledningen i golvet till WC utrymmet, sedan fortsätter den i väggen upp till övre våningen, vart matarledningen går i golvet upp till golvvärmefördelarna.

golvvärmefördelarnas flöde och tryckfall, samt framledningstemperaturen enligt Thermotechs uppgifter som syns på bilden under.

	GVF-2	GVF-1	GVF-3	GVF-4	GVF-5	GVF-6	GVF-7
I/s	0,15	0,107	0,072	0,124	0,046	0,039	0,06
Tryck (kPa)	6,3	5,4	1,9	2	0,7	1,8	5,5
Tryck över ventil	2	2,3	6,4	6,3	9,1	5,6	4,6
Temperatur	35						

Figur 14. Skärmbild på flöde och tryckfall uppgifter från Thermotech (uppgifter från Thermotech 2022)

Sedan valde jag att rörmaterialet PE-RT, samt valde att programmet ska dimensionera den optimala rördimensionen till PE-RT storlekarna. Därefter fyllde jag i alla rörlängder. Först från pumpen till fördelningstocken, vilket är utmärkt med "Pump till avgrening i dimensioneringskalkylen. Därefter alla rörlängder från fördelningstocken till golvvärmefördelarna. Jag behöver räkna längden en gång, eftersom dimensioneringskalkylen dubblar trycket i mataledningen på grund av att det finns både matarledning till och från golvvärmefördelarna. Dom är utmärkta med rött för tilloppsvattnet och blått för returvattnet. Till följande fyllde jag in alla 90 graders krökar som är på varje enskild matarledning. Det behövdes inte fyllas i något i T-styck spalterna, eftersom det inte finns några T-stycken på systemet.

Typ av rör	Ytterdiameter	Sträcka	Längden (m)	Flöde	Pa/m	90 graders krök	T-styck flöde rakt	T-styck flöde avgrening	Totala
PE_RT		Pump till avgrening	0,3	0,60	545	3	0	0	
PE_RT		GVF-2	11	0,15	48	6	0	0	
PE_RT		GVF-1	10,7	0,11	93	6	0	0	
PE_RT		GVF-3	6	0,07	135	2	0	0	
PE_RT		GVF-4	3,2	0,12	110	2	0	0	
PE_RT		GVF-5	1	0,05	101	2	0	0	
PE_RT		GVF-6	16,1	0,04	76	6	0	0	
PE_RT		GVF-7	6,6	0,06	98	4	0	0	
PE_RT		X	0	0,00	0	0	0	0	
PE_RT		X	0	0,00	0	0	0	0	
PE_RT		X	0	0,00	0	0	0	0	
PE_RT		X	0	0,49	386	0	0	0	
PE_RT		X	0	0,42	292	0	0	0	
PE_RT		X	0	0,30	158	0	0	0	
PE_RT		X	0	0,25	118	0	0	0	
PE_RT		X	0	0,21	87	0	0	0	
PE_RT		X	0	0,15	48	0	0	0	
PE_RT		X	0	0,15	48	0	0	0	
PE_RT		X	0	0,15	48	0	0	0	
PE_RT		X	0	0,15	48	0	0	0	
PE_RT		X	0	0,15	48	0	0	0	

Figur 15. Skärmbild på ifyllnad av längder och krökar, samt T-styck i Exceltabellen (uppgifter från Fredrik Grönstrand 2022)

När alla infon var ifyllt så fick jag fram resultatet, som visade att det behövs DN 10 ventil till 6/7 golvvärmefördelare. Golvvärmefördelare 1 behöver DN20. Det är på grund av att KV-värdet till golvvärmefördelare 1, blev högre än dom andra som gjorde att ventilstorleken, blev högre än dom andras. Det påverkades av att storleken på

matarledningen optimerades efter så nära 100 Pa/m. Där visade det sig att dom golvvärme fördelarna med lägre flöde och tryckfall, har mindre dimension än de med högre flöde. Orsaken till att det finns två olika DN rör 20, är att det finns PE-RT rör som har olika tjocklekar på röret, som inverkar på både tryckfallet och flödes hastigheten.

	GVF-2	GVF-1	GVF-3	GVF-4	GVF-5	GVF-6	GVF-7	X	X	X
l/s	0,15	0,107	0,072	0,124	0,046	0,039	0,06	0	0	0
Tryck (kPa)	6,3	5,4	1,9	2	0,7	1,8	5,5	0	0	0
Tryck över ventil	2	2,3	6,4	6,3	9,1	5,6	4,6	8,6	10,1	10,1
Temperatur	35									
GVF-2	3,1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
GVF-1	X	3,6	X	X	X	X	X	X	X	X
GVF-3	X	X	3,1	X	X	X	X	X	X	X
GVF-4	X	X	X	3,1	X	X	X	X	X	X
GVF-5	X	X	X	X	1,6	X	X	X	X	X
GVF-6	X	X	X	X	X	4,0	X	X	X	X
GVF-7	X	X	X	X	X	X	1,3	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	2,8	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,3	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,3
Totala Tryck	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4
Dim. Tryck	11,4	2,3	6,4	6,3	9,1	5,6	4,6	8,6	10,1	10,1
KV-Värde	1,60	2,52	1,02	1,78	0,55	0,60	1,01	0,00	0,00	0,00
DN	DN 10	DN 20	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10	STVT15	STVT15	STVT15
Förins. Värde	6,8	6,5	6,1	7	4,7	4,8	6	0,1	0,1	0,1
LLJT-X	GVF-2	GVF-1	GVF-3	GVF-4	GVF-5	GVF-6	GVF-7	X	X	X
DN Rör	32	26	20 x 2	25	20	20	20 x 2	20	20	20

Figur 16. Skärmbild på resultatet av ventildimensionering samt förinställning av ventilerna (uppgifter från Fredrik Grönstrand 2022)

Det som inte fanns med på bilden över var dimensioneringen på matarröret från pumpen till fördelningstocken. Resultatet blev den största dimensionen som erbjuds av Thermo-tech, vilket var DN 32. Det är inte en optimal storlek för att tryckfallet i den biten av röret blev mer än fem gånger så högt.

Sträcka	Längden (m)	Flöde	Pa/m
Pump till avgrening	0,3	0,60	545

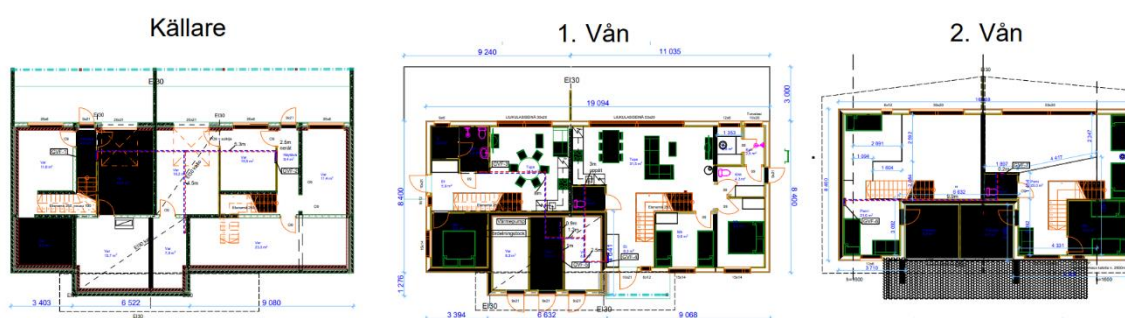
Figur 17. Skärmbild på tryckfall av sträckan mellan pumpen och fördelningstocken (uppgifter från Fredrik Grönstrand 2022)

	Delta kPa rör	
GVF-1	3,6	
GVF-3	3,1	
GVF-2	3,1	
GVF-4	3,1	
GVF-5	1,6	
GVF-6	4,0	
GVF-7	1,3	
X	2,8	
X	1,3	
X	1,3	
Sträcka		DN
Pump till avgrening		32
GVF-2		32
GVF-1		26
GVF-3		20 x 2
GVF-4		25
GVF-5		20
GVF-6		20
GVF-7		20 x 2

Figur 18. Skärmbild på resultatet av optimala rörstorlekar samt tryckfallet till varje golvvärmefördelare (uppgifter från Fredrik Grönstrand 2022)

6.2 Resultatet av dimensionering med komposit

Det som skiljer sig från dimensionering av PE-RT exemplet, är att matarledningen har en tilloppsledning och en returledning som går rakt från värmepumpen från golvvärmefördelarna. Därför finns det många avgreningar och krökar på systemet, för att binda ihop stamledningen. För att dimensionera stamledning måste rörsträckorna mellan varje förgrening beaktas. Det är för att flödet sjunker och fördelas till dom olika golvvärmefördelarna, vid varje T-styck som flödet passerar. För att upprätthålla trycket, kommer storleken på samröret att minska- desto mindre flödet blir i stamledningen.



Figur 19. Skärmbild på stamledning med avgreningar (uppgifter från Fredrik Grönstrand 2022)

När jag dimensionerade stamledningen, ritade jag upp stamledningsnätet i BricsCad. Jag höll samma basinformation givet av flöde och tryckfall, givet av Thermotech. I det här exemplet valde jag komposit, som är det stamledningsmaterial Thermotech

levererar. Jag ville igen att dimensioneringskalkylen, väljer den rörstorlek som ger närmast 100 Pa/m. Det som blev att ändra var längderna och på vilken plats, metrarna sätts in på.

För göra det enklare för mig, satte jag in den längden mellan T-styckets avgrening till fördelaren. Det är för att få rätt flöde i tryckfallsberäkningen. Till exempel vid GVF-1, satte jag in 7,4 meter för att det är längden från närmaste T-styck till fördelaren. Hade jag satt dit mera meter, hade jag beräknat med tryckfall som är innan T-stycket. Därefter gjorde jag om namnen mellan T-stycken, för att tydliggöra vilken sträcka som beräknas. De sträckorna beräknas skilt för att få noggrannare tryckfallsberäkning, som påverkar KV-värdet. Det som också beaktas är 90 graders krökarna och T-stycken. T-stycken har två olika sektioner som ska fyllas i med. Den ena sektionen är ”T-styck flöde rakt”, och den andra är ”T-styck flöde avgrening”. Det betyder att ifall T-stycket har mera flödet som går förbi T-stycket, så ska ”T-styck flöde rakt” fyllas i, annars ska ”T-styck flöde avgrening” fyllas i. Det ska fyllas i exakt lika många T-styck som är planerat i systemet. Systemet har i det här exemplet 6 T-styck.

1	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	Typ av rör	Ytterdiameter	Sträcka	Längden (m)	Flöde	Pa/m	90 graders krök	T-styck flöde rakt	T-styck flöde avgrening	Totala
2	Komposit		Pump till avgrening	0,9	0,60	56	1	1	0	
3	Komposit		LLJT-2	8,8	0,15	48	4	0	1	
4	Komposit		LLJT-1	7,4	0,11	93	4	0	0	
5	Komposit		LLJT-3	8	0,07	47	4	1	0	
6	Komposit		LLJT-4	2,5	0,12	121	3	0	1	
7	Komposit		LLJT-5	1	0,05	83	0	1	0	
8	Komposit		LLJT-6	9,9	0,04	63	4	1	0	
9	Komposit		LLJT-7	0,2	0,06	133	0	0	0	
10	Komposit		X	0	0,00	0	0	0	0	
11	Komposit		X	0	0,00	0	0	0	0	
12	Komposit		X	0	0,00	0	0	0	0	
13	Komposit		från T-styck 1, vånning till T-styck källare	5	0,26	124	1	0	0	
14	Komposit		från T-styck 1, vånning till T-styck 2, vånning	5,9	0,10	81	2	0	0	
15	Komposit		Från T-styck avgrening till T-styck fördelar GVF-4 och 2, vånning	1,3	0,22	97	0	0	0	
16	Komposit		Från T-styck avgrening till T-styck fördelar GVF-5 och Källare	1	0,30	166	0	0	0	
17	Komposit		X	0	0,26	130	0	0	0	
18	Komposit		X	0	0,20	83	0	0	0	
19	Komposit		X	0	0,20	83	0	0	0	
20	Komposit		X	0	0,20	83	0	0	0	
21	Komposit		X	0	0,20	83	0	0	0	
22										
23										
24			Totalt	51,0	0,598	79				
25			Genomsnittstryck							
26										

Figur 20. Skärmbild på ifyllnad av längder och krökar, samt T-styck i Exceltabellen för stamledning med avgreningar (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)

Resultatet blev liknande som i PE-RT exemplet, dock var förinställningsvärdet och systemtryckfallet lite annorlunda. Storlekensresultat var också liknande. Där visade det sig att golvvärmefördelarna med lägre flöde och tryckfall, har mindre dimension än de med högre flöde. Stamledningen från pumpen till första avgreningen hade en mer optimal storlek, där tryckfallet var mycket närmare 100 Pa/m än i matarledningssystemet.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	LUT-2	LUT-1	LUT-3	LUT-4	LUT-5	LUT-6	LUT-7	X	X	X	Typ av rör	Ytterdiameter	Sträcka
2	0,15	0,107	0,072	0,124	0,046	0,039	0,06	0	0	0	Komposit		Pump till avg
3	6,3	5,4	1,9	2	0,7	1,8	5,5	0	0	0	Komposit		LUT-2
4	2	2,4	8,3	6,8	9,8	6,5	4,2	8,1	8,1	8,1	Komposit		LUT-1
5	35										Komposit		LUT-3
6	LUT-2	3,0	X	X	X	X	X	X	X	X	Komposit		LUT-4
7	LUT-1	X	3,4	X	X	X	X	X	X	X	Komposit		LUT-5
8	LUT-3	X	X	1,1	X	X	X	X	X	X	Komposit		LUT-6
9	LUT-4	X	X	X	2,4	X	X	X	X	X	Komposit		LUT-7
10	LUT-5	X	X	X	X	0,8	X	X	X	X	Komposit		X
11	LUT-6	X	X	X	X	X	3,0	X	X	X	Komposit		X
12	LUT-7	X	X	X	X	X	X	1,6	X	X	Komposit		X
13	X	X	X	X	X	X	X	X	3,2	X	Komposit		från T-styck 1.våning ti
14	X	X	X	X	X	X	X	X	X	3,1	Komposit		från T-styck 1.våning ti
15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Komposit		Från T-styck avgrening till T-styck f
16	Totala Tryck	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	Komposit		Från T-styck avgrening till T-styck
17	Dim. Tryck	11,3	2,4	8,3	6,8	9,8	6,5	4,2	8,1	8,1	Komposit		X
18	KV-Värde	1,61	2,48	0,90	1,71	0,53	0,55	1,05	0,00	0,00	Komposit		X
19	DN	DN10	DN20	DN10	DN10	DN10	DN10	DN10	STVT15	STVT15	Komposit		X
20	Förins. Värde	6,8	6,4	5,7	7	4,6	4,7	6,1	0,1	0,1	Komposit		X
21	LUT-X	LUT-2	LUT-1	LUT-3	LUT-4	LUT-5	LUT-6	LUT-7	X	X	Komposit		X
22	DN Rör	32	26	26	26	20	20	20	16	16			

Figur 21. Skärmbild på resultatet av ventildimensionering samt förinställning av ventilerna exempel 2 (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)

	A	B	C
35	Sträcka		DN
36	Pump till avgrening		50
37	LUT-2		32
38	LUT-1		26
39	LUT-3		26
40	LUT-4		26
41	LUT-5		20
42	LUT-6		20
43	LUT-7		20
44	X		16
45	X		16
46	X		16
47	från T-styck 1.våning till T-styck källare		32
48	från T-styck 1.våning till T-styck 2.våning		26
49	avgrening till T-styck fördelar GVF-4 och 2.våning		32
50	avgrening till T-styck fördelar GVF-5 och Källare		32

Figur 22. Skärmbild på resultatet av optimala rörstorlekar samt tryckfallet till varje golvvärmefördelare och sträckor mellan T-styck (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)

6.3 Resultatet av feldimensionering

Det som kan uppstå är att systemet är feldimensionerat. Det kan till exempel hända att det är lättare på företaget att skicka en storlek innan dimensioneringen är klar. Det är på grund av tidspress och kunden vill ha det direkt. Därför har jag gjort ett exempel på vad som händer när företaget har skickat 26mm komposit till alla rördelar på matarledningen. Då gjorde jag exakt samma beräkning som till stamledningsexemplet, dock valde jag 26mm till alla rördelar i spalten ”Ytterdiameter”.

	LUT-2	LUT-1	LUT-3	LUT-4	LUT-5	LUT-6	LUT-7	X	X	X	Typ av rör	Ytterdiameter	
l/s	0,15	0,107	0,072	0,124	0,046	0,039	0,06	0	0	0	Komposit	26	Sträcka
Tryck (kPa)	6,3	5,4	1,9	2	0,7	1,8	5,5	0	0	0	Komposit	26	Pump till avg
Tryck över ventil	2	5,2	15,1	13,1	16,0	13,8	10,5	10,2	10,2	10,2	Komposit	26	LUT-2
Temperatur	35										Komposit	26	LUT-1
LUT-2	16,0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Komposit	26	LUT-3
LUT-1	X	13,8	X	X	X	X	X	X	X	X	Komposit	26	LUT-4
LUT-3	X	X	7,3	X	X	X	X	X	X	X	Komposit	26	LUT-5
LUT-4	X	X	X	9,3	X	X	X	X	X	X	Komposit	26	LUT-6
LUT-5	X	X	X	X	7,7	X	X	X	X	X	Komposit	26	LUT-7
LUT-6	X	X	X	X	X	8,7	X	X	X	X	Komposit	26	X
LUT-7	X	X	X	X	X	X	8,4	X	X	X	Komposit	26	X
X	X	X	X	X	X	X	X	14,1	X	X	Komposit	26	från T-styck 1.våning ti
X	X	X	X	X	X	X	X	X	14,1	X	Komposit	26	från T-styck 1.våning till
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	14,1	Komposit	26	Från T-styck avgrening till T-styck f
Totala Tryck	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	Komposit	26	X
Dim. Tryck	24,3	5,2	15,1	13,1	16,0	13,8	10,5	10,2	10,2	10,2	Komposit	26	X
KV-Värde	1,09	1,69	0,67	1,23	0,41	0,38	0,67	0,00	0,00	0,00	Komposit	26	X
DN	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10	STV15	STV15	STV15	Komposit	26	X
Förhåll. Värde	0,2	6,9	9	6,4	4,1	3,7	9	0,1	0,1	0,1	Komposit	26	X
DN Rör	LUT-2	LUT-1	LUT-3	LUT-4	LUT-5	LUT-6	LUT-7	X	X	X	Komposit	26	X
	26	26	26	26	26	26	26	16	16	16			

Figur 23. Skärmbild på ifyllnad av rörstorlek (uppgifter från Fredrik Grønstrand 2022)

Det som hände var att det totala tryckbehovet ökade med 13 kPa. Vidare visade det sig att GVF-1 ans ventilstorlek minskade. Det var för att KV-värde sjönk. Det som är problemet med dimensioneringen är att systemets tryckbehov har ökat. Det kan vara ett problem ifall pumpen är feldimensionerad. Det kan göra att pumpens arbetskapacitet överskrids, så pumpen inte orkar förflytta flödet tillräckligt långt, för att ge nog flöde till golvvärmefördelaren. Ifall pumpens arbetskapacitet är rätt, kan det ökade tryckfallet påverka pumpens mängd, så att den jobbar hårdare över tid, som gör att pumpen går sönder snabbare. En annan sak som påverkar feldimensionering är att flödes hastigheten ökar. Det kan göra kompositröret slits ut snabbare, och kan få risken för läckage tidigare än förväntad levnadstid.

7 Diskussion

Resultatet på dimensioneringskalkylen var jag nöjd med. Jag fick fram ett bra verktyg som ger ut noggranna Kv-värden, samt den optimala storleken för matarledningar och stamledningar. Kalkylen ger också ut dom ventiler som är bäst anpassad enligt Kv-värde och närmast 6,5 varv öppen. Det var viktigt för Thermotech, för att dom inte hade ett verktyg för balanseringsventiler tidigare. Det är per dags datum (23.4.2023), ett verktyg som används aktivt av Thermotech.

Det en svaghet med kalkylen när det kommer till matarledningar. Det kan uppstå problem när det kommer flera T-styck som inte är i linje. Alltså när T-stycken går ned och upp till olika våningar. Då kan det hända att kalkylen räknar med flera golvvärmefördelare än det som behövs, och det uppstår ett dimensioneringsfel. Därför måste den som använder verktyget alltid kolla igenom dom cellerna i Excel som täcker längderna mellan T-styck noggrant. Det är väldigt sällan detta gäller för 1.våningars hus. Så länge T-stycken ligger efter varandra, och att det börjas närmast pumpen.

För dom fallen med matarledning med fördelningsstock, kommer kalkylen alltid räkna rätt, eftersom den räknar bara med det flödet som behövs till golvvärmefördelaren och längden på matarledningen. T-stycken beaktas inte, eftersom dom inte finns med i sådana sortens dragningar.

Jag fick med det mesta av vad som beaktas i ett värmesystem. Det som inte jag tog med som kan eventuellt påverka tryckfallet är kopplingar, alltså muttrar. Det andra jag inte tog med var friktionsvärdet i rörmaterialen. Orsaken för att jag inte tog med dom två, var för att dom hade så mikroskopiska betydelse på tryckfallet systemet, så jag ansåg att det inte var värt att komplicera beräkningarna, och att jag kom till ett resultat som är reellt.

Dimensioneringskalkylen kan vara ett bra startverktyg också för personer som finreglerar stora system. När dom är på bygget och ska finreglera systemet kan dom ta upp verktyget, slå in det flödet och tryckfall som mätaren ger, och hitta det reella förinställningsvärdet för balanseringsventilen snabbt. Det finns också möjligheten att utveckla

verktyget vidare för att ta reda på vilket flöde eller tryckfall som balanseringsventilen har. Det beroende på tre faktorer: flöde, tryckfall och Kv-värde. Finns två av dom tre värden, går det att räkna ut det tredje värdet. För mig är det kul att få vara med att utveckla något som förhoppningsvis mindre företag kan använda sig av, samt utvecklas till något branschen har nytta av.

Källor

- Admin. (14 september 2020). *laminärt och Turbulent flöde*. Laminärt och Turbulent flöde / Ingenjörsbibliotek. Hämtad Mars 12, 2023, from <https://agencebeable2.com/sv/laminart-och-turbulent-flode/#:~:text=Turbulent%20fl%C3%B6de%20k%C3%A4nnetecknas%20av%20oregelbunden%20r%C3%B6relse%20av%20partiklar,banor%20utan%20observerbart%20m%C3%B6nster%20och%20inga%20best%C3%A4mda%20lager>.
- Carlsson, H. (2022). Henrik Carlsson. Markaryd; Sverige.
- Fredrik Grønstrand. (2023). *Radhus exempel Mma ventil. Radhus exempel MMA ventiler*. Hämtad 12 mars, 2023.
- Grønstrand, F. (16 december 2022). Intervju med Ted Bloqvist del 2. personal.
- Grønstrand, F. (16 december 2022). Intervju med Ted Bloqvist. personal.
- Grønstrand, F. (november 2022). T-styck och 90° krök. Helsingfors; Finland.
- Grønstrand, F. (3 oktober 2022). KV-system dimensioneringsmodell 3.10.22. Helsingfors; Finland.
- Grønstrand, F. (2023, april 8). *MMA balanserings Excell Förklaring*. YouTube. Hämtad 8 april, 2023, from <https://www.youtube.com/watch?v=ecObdW9znug>
- Purmo. (inget datum). *Balanseringsventil STV invändigt Gängad*. Statiska balanseringsventiler. Hämtad 28 augusti, 2022, from <https://www.purmo.com/sv-se/produkter/styrning-och-reglering/reglering/balanseringsventiler/statiska-balanseringsventiler/balanseringsventil-stv-invandigt-gangad>
- Sweden. (Juli 2020). evobalance, Balanseringsventil. Markaryd.
- Sweden. (inget datum). Installationsmanual STVT15 STVTI15. Markaryd.
- Thermotech Scandinavia. (inget datum). Golvvärmefördelare 2 slingor. Hämtad 24 januari, 2023, from <https://www.thermotech.se/produkter/foerdelare-och-shuntar/golvvaermefoerdelare/golvvaermefoerdelare/golvvaermefoerdelare-2-slingor/>
- Vad är r-värde och Hur Beräknas Det? Recticel Insulation. (inget datum). Hämtad 15 december, 2022, from <https://www.recticelinsulation.com/sv/vad-ar-r-varde-och-hur-beraknas-det>
- Warfvinge, C., & Dahlblom, M. (2011). *Projektering av Vvs-installationer*. Studentlitteratur.

Bilagor

Bilaga 1- Formelsamling

Formelsamling:

$$KV_{\text{värde}} = \frac{\sqrt{q^2 * 100}}{p}$$

q= Flöde i liter per timme

p= Tryckfall

$$\text{Hastighet i röret} = \left(\frac{d}{2}\right) * \left(\frac{d}{2}\right) * \pi / 1000$$

d= Innerdiameter på röret

π = Pi, Förhållande mellan en cirkels omkrets och diameter.

$$\text{Viskositet} = \mu / p$$

μ = Den dynamiska koefficienten

p= Densiteten i den valda vätskan

$$\text{Reynoldstal} = \frac{pVD}{\mu}$$

μ = Flödesviskositeten i kg/(m.s)

p= Flödesdensitet i kg/m³

V= Flödesviskositet i m/s

D= Rörinnerdiameter i m

$$\text{Laminärt flöde } Re > 2000 = \frac{pVD}{\mu} = \frac{uDh}{v} = \frac{QDh}{vA}$$

DH= längden på röret i m

Q= Flödesvolym I m³/s

A= Rörets innerareal m²

u= Flödeshastighet I m/s

μ = Flödesviskositeten i kg/(m.s)

v= Viskositet $v = \mu / p$ (m²/s)

p= Flödesdensitet i kg/m³

$$\text{Turbulent flöde } Re < 2000 = \frac{pVD}{\mu} = \frac{uDh}{v} = \frac{QDh}{vA}$$

DH= längden på röret i m

Q= Flödesvolym I m³/s

A= Rörets innerareal m²

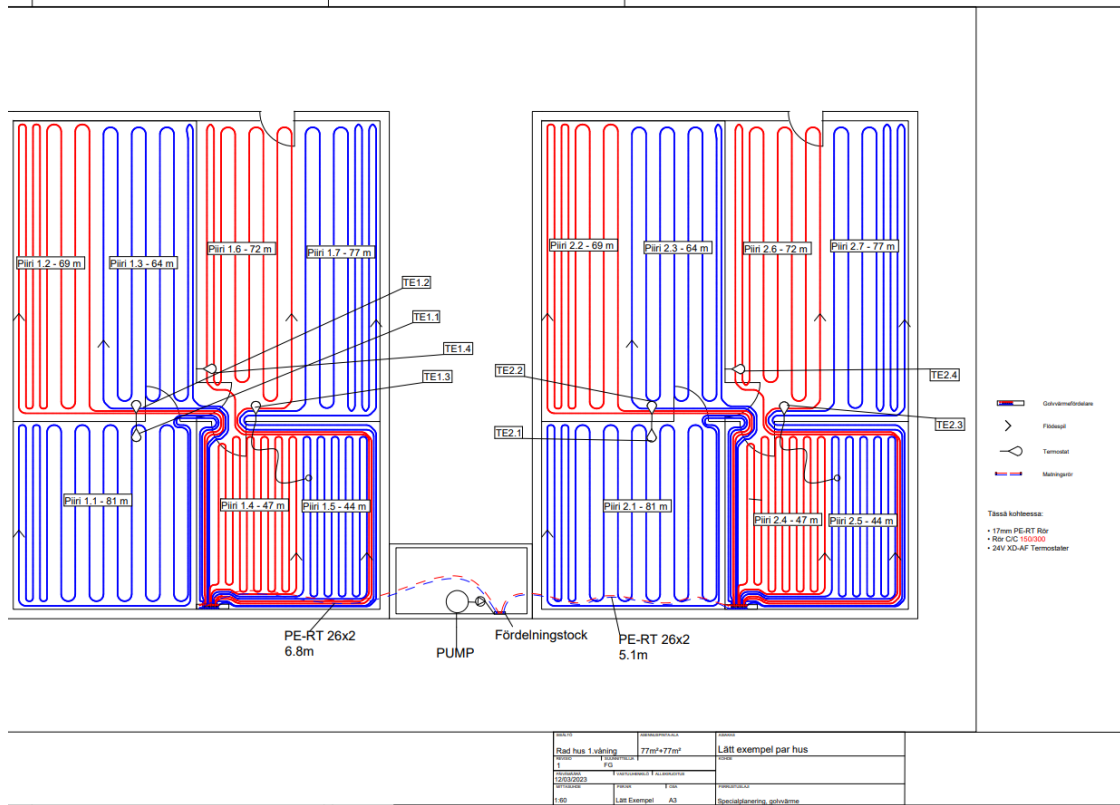
u= Flödeshastighet I m/s

μ = Flödesviskositeten i kg/(m.s)

v= Viskositet $v = \mu / p$ (m²/s)

p= Flödesdensitet i kg/m³

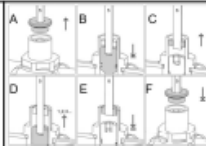
Bilaga 2- Lätt exempel



Huomioi että huoneiden tehontarpeet ovat rakennuksen oletusten mukaisesti jos ei erillistä laskelmaa ole toimitettu suunnitteluvaiheessa.
Lattialämmityksen maksimimitoitusteho on 69 W/m² (sisäilma 21°C-lattiapinta 27°C (EN ISO 7730)).
Jos mitoituksen teho ylittää 69 W/m² suosittelemme lisälämmityksen asentamista, tai selvitystä lattiarakenteen kyvystä kestää korkeita lämpötiloja

LLJT-1													
Asennuspinta-ala	78	m ²	Mit.lattiarakenne	80	tb/ 80	betong					Painehäviö jakotukissa	7.3	kPa
Virtaus	0.184	l/s	Menoveden lämpötila	35	°C						Painehäviö syöttöputkessa	0.0	kPa
Teho	3870	W									Painehäviö yhteensä	7.3	kPa
Piirien pitys yht.	454.0	m									Venttiili täysin auki	5.5	Kierr.
Piiri Nr.	TE Nr.	Huone	P.ala m ²	Huone l.tila °C	Lattia l.tila °C	Teho W/m ²	Teho W	Putkikoko mm	Pituus m	dT °C	Virtaus l/s	P.häviö kPa	Kierr.
Piiri 1.1	TE1.1	—	15.1	21	25.3	50	755	17*2.0	81	5.5	0.033	7.3	5.5
Piiri 1.2	TE1.2	—	11.9	21	25.3	50	595	17*2.0	69	5.0	0.028	4.8	3.0
Piiri 1.3	TE1.2	—	12.7	21	25.3	50	635	17*2.0	64	5.0	0.030	5.1	3.25
Piiri 1.4	TE1.3	—	6.1	22	26.3	50	305	17*2.0	47	5.0	0.015	0.7	2.0
Piiri 1.5	TE1.3	—	5.4	22	26.3	50	270	17*2.0	44	4.2	0.015	0.7	2.0
Piiri 1.6	TE1.4	—	13.7	21	25.3	50	685	17*2.0	72	5.0	0.033	6.5	4.0
Piiri 1.7	TE1.4	—	12.5	21	25.3	50	625	17*2.0	77	5.0	0.030	5.9	3.5
Syöttöputki				Nopeus m/s	Teho W/m ²	Teho W	Putkikoko mm	Pituus x1 - m	dT °C	Virtaus l/s	P.häviö kPa	Kierr.	
				0.59	50.0	3870	20.0	0.0	5.0	0.184	0.0	-	

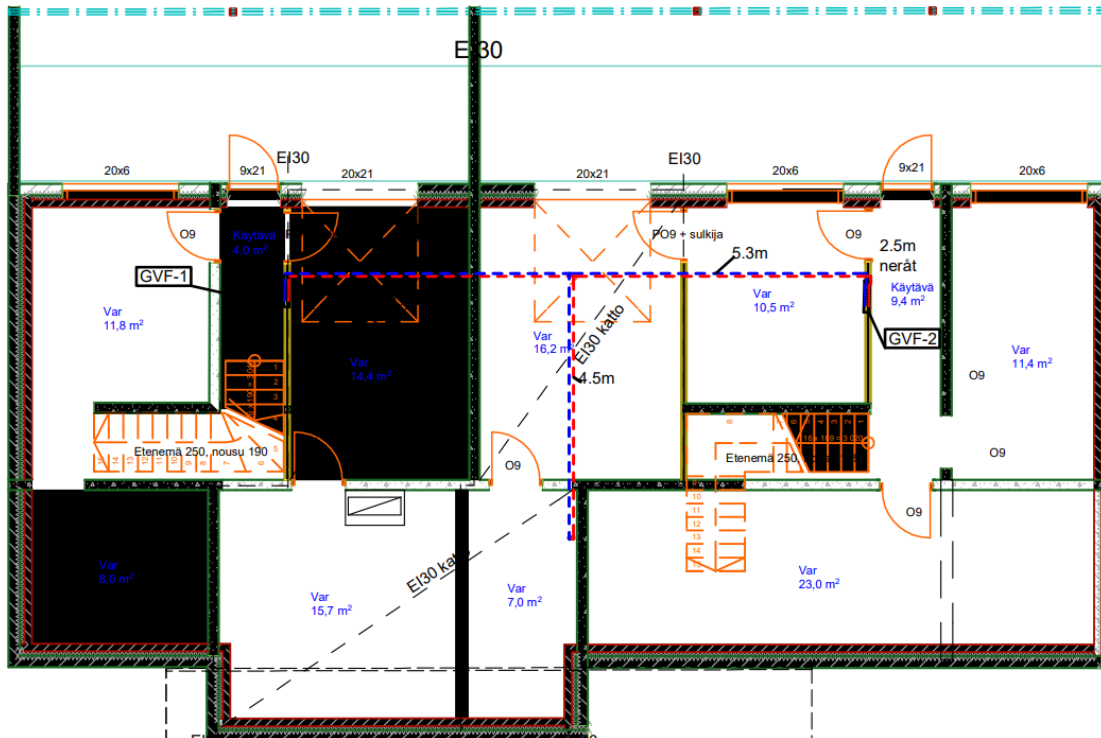
LLJT-2													
Asennuspinta-ala	77	m ²	Mit.lattiarakenne	80	tb/ 80	betong					Painehäviö jakotukissa	8.1	kPa
Virtaus	0.186	l/s	Menoveden lämpötila	35	°C						Painehäviö syöttöputkessa	0.0	kPa
Teho	3870	W									Painehäviö yhteensä	8.1	kPa
Piirien pitys yht.	454.0	m									Venttiili täysin auki	5.5	Kierr.
Piiri Nr.	TE Nr.	Huone	P.ala m ²	Huone l.tila °C	Lattia l.tila °C	Teho W/m ²	Teho W	Putkikoko mm	Pituus m	dT °C	Virtaus l/s	P.häviö kPa	Kierr.
Piiri 2.1	TE2.1	—	15.1	21	25.3	50	755	17*2.0	81	5.2	0.035	8.1	5.5
Piiri 2.2	TE2.2	—	11.9	21	25.3	50	595	17*2.0	69	5.0	0.028	4.8	3.0
Piiri 2.3	TE2.2	—	12.7	21	25.3	50	635	17*2.0	64	5.0	0.030	5.1	3.0
Piiri 2.4	TE2.3	—	6.1	22	26.3	50	305	17*2.0	47	5.0	0.015	0.7	1.75
Piiri 2.5	TE2.3	—	5.4	22	26.3	50	270	17*2.0	44	4.2	0.015	0.7	2.0
Piiri 2.6	TE2.4	—	13.7	21	25.3	50	685	17*2.0	72	5.0	0.033	6.5	3.5
Piiri 2.7	TE2.4	—	12.5	21	25.3	50	625	17*2.0	77	5.0	0.030	5.9	3.25
Syöttöputki				Nopeus m/s	Teho W/m ²	Teho W	Putkikoko mm	Pituus x1 - m	dT °C	Virtaus l/s	P.häviö kPa	Kierr.	
				0.59	50.0	3870	20.0	0.0	5.0	0.186	0.0	-	



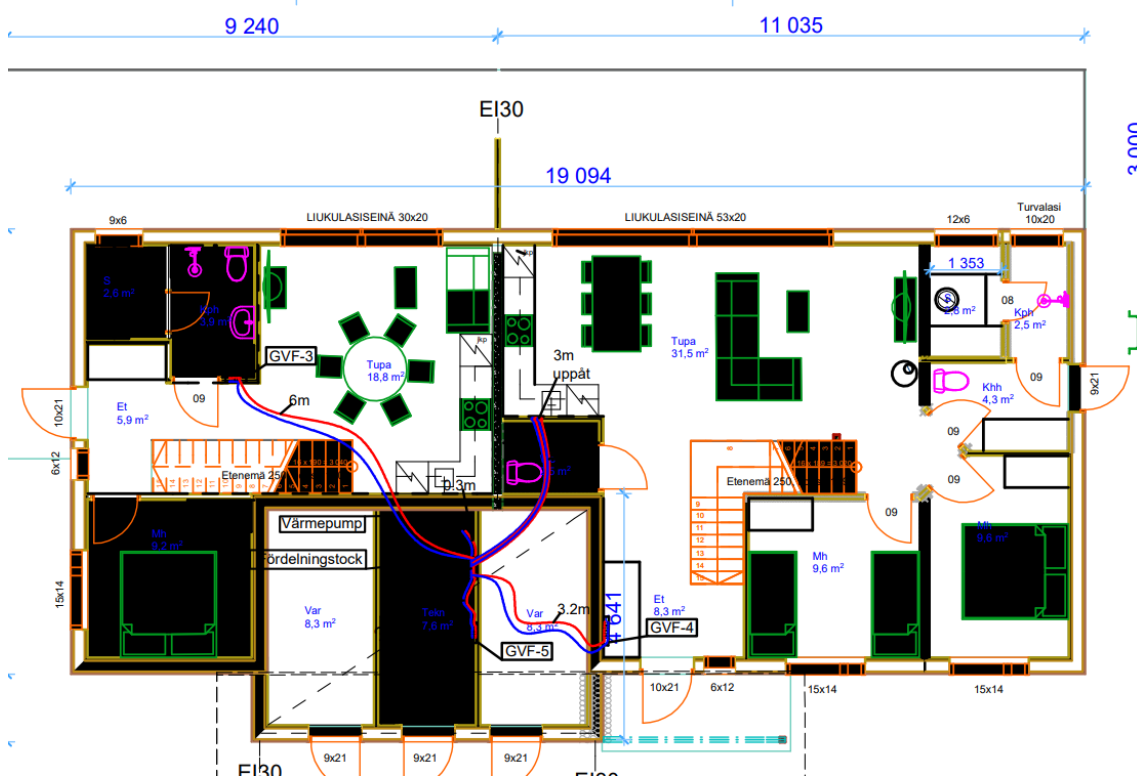
- Iroita säätöventtiilin suojakuppi 5 mm kuusiokoloavaimella.
- Sulje venttiili myötäpäivään 5 mm kuusiokoloavaimella.
- Avaa muovinen lukkorengas vastapäivään 6 mm kuusiokoloavaimella. **ÄLÄ poista muovirengasta kokonaan!**
- Avaa venttiiliä vastapäivään tämän laskelman arvojen mukaisesti.
- Sulje lukkorengas myötäpäivään 6 mm kuusiokoloavaimella.
- Aseta suojakuppi takaisin 5 mm kuusiokoloavaimella.

Bilaga 3 – Matarledning exempel med PE-RT

Källare



1. Vån



Källare

