

Veiledning

NS-EN 1264, del 1 til 5

P-794, februar 2020



Veiledning for vannbåren gulvvarme i boliger og næringsbygg

ISBN: 978-82-7202-794-9

Opphavsrettsbeskyttet dokument

Med mindre annet er angitt, kan ingen del av dette dokumentet reproduseres eller brukes i noen form eller på noen måte uten at skriftlig tillatelse er innhentet på forhånd. Dette inkluderer kopiering og elektronisk bruk, som publisering på internett eller et intranett. Enhver gjengivelse som strider mot dette, kan føre til beslagleggelse, erstatningsansvar og/eller rettslig forfølgelse. Forespørsel om gjengivelse rettes til Standard Online AS.

Innhold

Forord	iv
Orientering.....	v
1 Aktuelle standarder.....	1
2 Termisk komfort.....	1
3 Slik fungerer vannbåren gulvvarme.....	2
4 Fordeler med vannbåren gulvvarme	3
5 Utfordringer med vannbåren gulvvarme	4
6 Varmeeffektbehov og effektregulering av gulvvarme	5
6.1 Varmebehovet	5
6.2 Temperaturbegrensninger for tregulv.....	5
6.3 Varmeeffektregulering.....	5
6.4 Effektreguleringsmetode for sentraliserte desentraliserte varmeanlegg.....	8
6.5 Selvregulering.....	8
7 Gulvoppbygninger.....	9
7.1 Rørtyper og dimensjoner.....	10
7.2 Våte gulvvarmeløsninger.....	11
7.3 Tørre gulvvarmeløsninger	22
8 Leggemønster og leggetegning	27
9 Plassering av fordelerskap og vannskadesikring.....	32
10 Hvordan få det varmere på våtrom.....	33
11 Dimensjonering og prosjektering av vannbåren gulvvarme.....	34
11.1 Beregning av midlere vanntemperatur.....	34
11.2 Temperaturdifferanse, sirkulert vannmengde og trykktap	37
11.3 Maksimal rørlengde for hver kurs fra gitt trykktap.....	38
11.4 Beregning av maksimalt gulvareal og vannmengde per kurs	39
11.5 Leggetegning og kursskjema	39
12 Vannbehandling.....	40
13 Igangkjøring, innregulering og overlevering av gulvvarmeanlegg.....	40
13.1 Tetthetsprøving.....	40
13.2 Oppfylling og utlufting	41
13.3 Innregulering og igangkjøring.....	41
13.4 Merking	42
13.5 Dokumentasjon og overlevering.....	42
Litteratur	43

Forord

Denne veiledningen er utgitt av Standard Norge og er utarbeidet på oppdrag fra av komité SN/K 033 Bygningers varmeanlegg. Veiledningen er ment som et hjelpemiddel for bruk av standardene NS-EN 1264 Vannbaserte overflateintegrerte varme og kjølesystemer, del 1-5 og de informative referanser i kapittel 1 *Aktuelle standarder*.

Orientering

Veiledningen er utviklet og finansiert av gulvvarmeleverandørene:

Armaturjonsson



ABK-Qviller



Canes



LK Systems



Roth Norge



SGP-Armatec



TECE Norge



Uponor



Veiledningen er koordinert og har faglig støtte av:

**Novap – Norsk
Varmepumpeforening**



Rørentreprenørene Norge



Innholdet i veiledningen er produsentnøytralt og utviklet av eksterne fagpersoner som ikke har tilknytning til leverandørene.

Tekstforfatter: David Zijdemans, Zijdemans Consult AS.
Tekst og innhold: Hilde Kari Nylund, Tydelig.
Grafisk design: Flaget AS (Nina Wedde Rossvik), David Zijdemans og leverandørene.

I denne veiledningen finner du produsentnøytral informasjon om:

- Tidseffektiv og riktig installasjonsmetode.
- Kostnadseffektiv installasjon.
- Optimal drift og komfort.

Målgruppen er særlig de som utfører, planlegger og prosjekterer vannbåren gulvvarme i bolig- og næringsbygg. Eier du bolig og planlegger å installere vannbåren gulvvarme, kan du også ha nytte av å lese denne veiledningen.

Veiledningen beskriver løsninger som følger krav i forskrifter, og gir også anbefalinger i samsvar med bransjestandarder og normer.

Veiledning for vannbåren gulvvarme i boliger og næringsbygg

Veiledning til NS-EN 1264, del 1-5:2008-2011

1 Aktuelle standarder

Veiledningen henviser til følgende aktuelle informative standarder:

- NS-EN 1264 Vannbaserte overflateintegrerte varme og kjølesystemer, Del 1-5.
- NS-EN ISO 7730 Ergonomi i termisk miljø - Analytisk bestemmelse og tolkning av termisk velbefinnende ved kalkulering av PMV- og PPD-indeks og lokal termisk komfort.
- NS-EN 15251 Inneklimaparametere for dimensjonering og vurdering av bygningers energiytelse inkludert inneluftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustikk. Med veileder.
- NS-EN 12828 Varmesystemer i bygninger - Utforming av vannbaserte varmesystemer.
- NS-EN 12831 Varmesystemer i bygninger - Metode for beregning av dimensjonerende effektbehov.
- NS 3031 Varmeisolering - Beregning av bygningers energi- og effektbehov til oppvarming og ventilasjon.
- NS 3032 Bygningers energi- og effektbudsjett.
- NS-EN 12098 Regulering av varmeanlegg, Del 1 og 2.
- NS-EN 12170 Varmesystemer i bygninger. Retningslinjer for utarbeidelse av dokumentasjon vedrørende drift, vedlikehold og bruk. Varmesystemer som krever en kvalifisert driftsoperatør.

2 Termisk komfort

Vi mennesker har veldig ulike meninger om hva som er behagelig innetemperatur. Det avhenger av mange ting; hvordan vi er kledd inne, aktivitetsnivå, kroppens metabolisme, sinnstilstanden vår – og kanskje aller mest vane.

Hvordan vi opplever termisk komfort, avhenger uansett av:

- Lufttemperaturen og hvordan den endrer seg vertikalt i rommet,
- Termisk stråling (strålingsvarme),
- Lufthastighet,
- Og luftfuktighet.

For eksempel liker vi ikke å være kalde på bena, varme i hodet, puste inn tørr luft eller kjenne kald trekk. Hvordan vi opplever innetemperatur, påvirkes i betydelig grad av termisk stråling. Det er for eksempel varmen du kjenner på kroppen ute i sola på vinteren, eller varmen fra en terrassevarmer. Hvis strålingsvarmen er høy, kan vi oppleve temperaturen som behagelig selv om lufttemperaturen er lav.

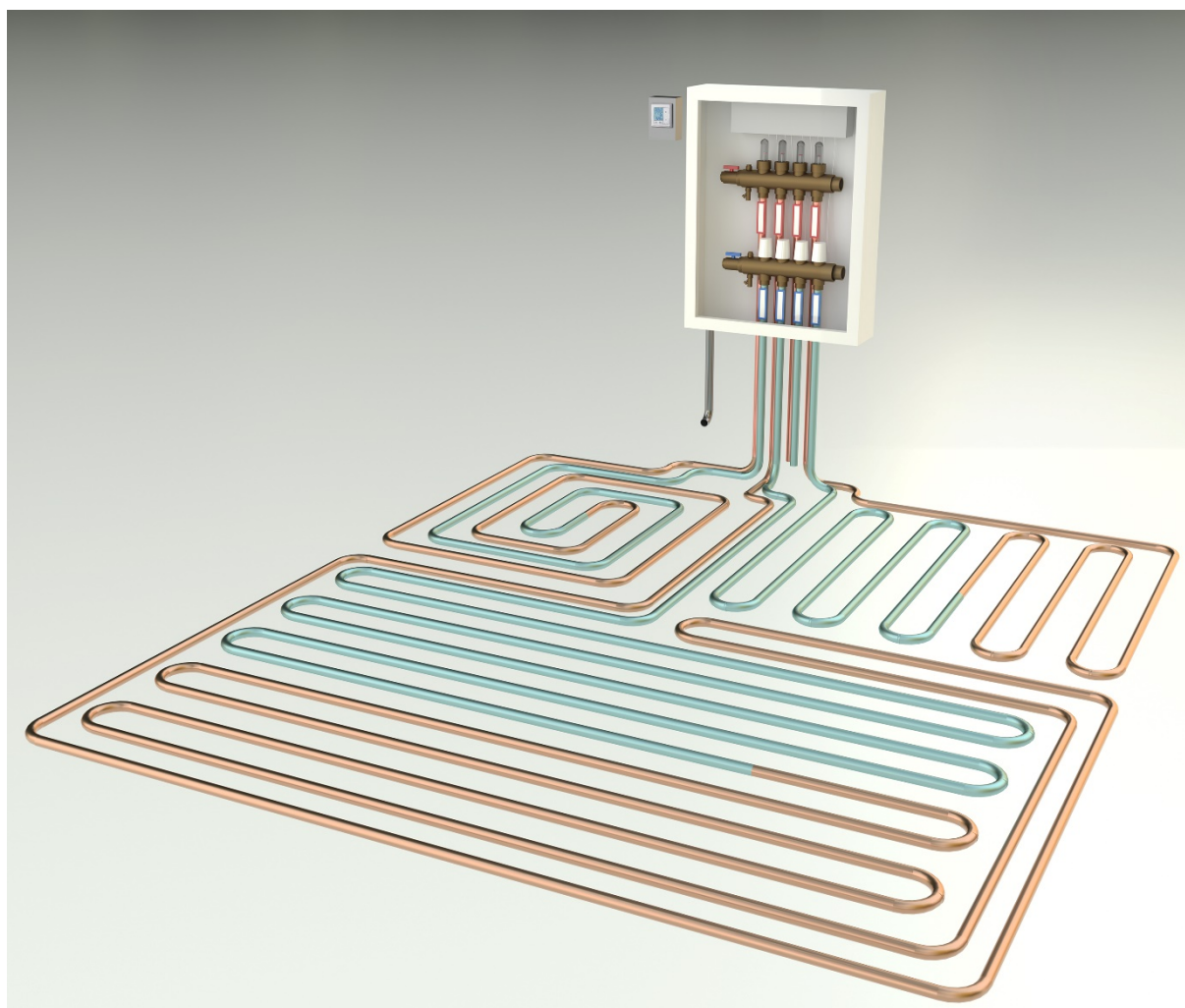
Uansett hvilken innetemperatur vi foretrekker, så trives vi best når det er varmest nede ved bena og kaldest i hodehøyde, og når strålingsvarmen er høy i forhold til lufttemperaturen.

Derfor gir ofte gulvvarme overlegen termisk komfort sammenlignet med alternativer som radiatorer, konvektorer, eller panelovner. Med gulvvarme får vi varmen tilført nede ved bena, og strålingsandelen er veldig høy (ca. 60 %).

Anbefalt innetemperatur for boliger og kontorer er minimum 21 °C om vinteren¹. Energiberegninger for nye boliger forutsetter vanligvis 21 °C. I denne veiledningen anbefaler vi likevel at varmeanlegg dimensjoneres for å kunne holde innetemperaturen til hvert fall 23 °C.

I våtrom som bad handler behovet om termisk komfort. Det vil si at vi ønsker mye høyere gulvtemperatur enn i andre rom. 28 °C eller høyere gulvtemperatur på bad er ofte ønskelig.

3 Slik fungerer vannbåren gulvvarme



Figur 1 – Illustrasjon av vannbåren gulvvarme med rør, fordelerskap og termostat.

Vannbåren gulvvarme avgir varme til et rom via rør fylt med vann som ligger under gulvoverflaten. Dette vannet sirkuleres i en lukket krets, og kan varmes opp med mange ulike energikilder – som elektrisitet, varmepumpe, fjernvarme, solvarme eller bioenergi. Du kan også bytte energikilde etter hvert, for eksempel hvis du vil installere varmepumpe eller vedkjel om strømmen blir veldig dyr. Den muligheten har du ikke med elektriske varmekabler eller varmefolie (direkte elektrisk oppvarming).

¹ Ifølge NS-EN 15251 (kat 1) som veiledningen til byggt teknisk forskrift henviser til.

Et vannbårent gulvvarmeanlegg har **fordelerstokk** som samler rørsøyfer fra ulike rom. Fordelerstokk kan plasseres åpent på teknisk rom med sluk, eller inne i et **fordelerskap** eller andre hensiktsmessige steder i bygget.

Hvor mye varme som leveres i ulike rom, reguleres fortrinnsvis ved å endre temperaturen på vannet og eventuelt også vannmengden som sirkulerer. Til å regulere pådraget som endrer vannmengden bruker vi en romtermostat. Termostaten gir beskjed til reguleringsventilen for en rørsøyfe om den skal åpnes eller lukkes. (Det skjer vanligvis via termoelektriske aktuatorer, som får signal fra en kontrollenhet). Vanligvis føler termostaten på lufttemperaturen i rommet, men i våtrom kan du bruke temperaturføler plassert i gulvet. I større rom eller temperatursoner kan én termostat styre flere kurser samtidig.

Hver kurs på en fordelerstokk har ofte en mengdeindikator som viser hvor stor vannsirkulasjonen er med åpen aktuator.

Vannet i vannkretsen kan tilsettes en frostvæske som senker frysepunktet. Frostsikre løsninger kan for eksempel være aktuelt i fritidsboliger med varierende bruk.

Et vannbårent gulvvarmeanlegg er en del av et komplett vannbårent varmeanlegg som sørger for at vannet holdes rent, sirkulerer og har riktig temperatur. For mindre anlegg kan enkelte (eller alle) av komponentene i varmeanlegget plasseres inne i fordelerskapet.

4 Fordeler med vannbåren gulvvarme

Vannbåren varme er en energifleksibel oppvarmingsløsning som kan veksle mellom mange ulike energikilder, og som kan installeres både i eksisterende bygg og i nybygg.

Vannbåren gulvvarme er den vannbårne oppvarmingsløsningen som:

- Gir høyest termisk komfort.
- Gir størst møbleringsfrihet.
- Klarer seg med lavest vanntemperatur for å gi ønsket komfort, og gir derfor de beste driftsforholdene for en lavtemperert energikilde som varmepumpe og solvarme.
- Har høyest selvregulerende egenskaper. Avgitt varmeeffekt avtar med økende romtemperatur og motsatt.
- Har høyest evne til energilagring, slik at det kan lagres energi til tider på døgnet hvor energikostnaden er høyere.
- Gir en bolig høyest verdiøkning og gjør den mer attraktiv på markedet.
- Er «usynlig» og den mest hærverksikre oppvarmingsløsningen i offentlige bygg og institusjoner.

Vannbåren gulvvarme er en tryggere løsning enn elektriske gulvvarme som varmekabler eller folie.

Sammenlignet med direkte elektrisk gulvvarme som varmekabler eller folie, vil vannbåren gulvvarme være en tryggere løsning. Den gir mindre fare for å få sprekker i parkett og tregulv, eller svimerker på gulvbelegg. Elektrisk gulvvarme har som oftest høyere effekt, og denne effekten er like høy under tepper, møbler og andre ting som isolerer. Der slipper ikke varmen ut i rommet, temperaturen blir høy, og da kan sprekker lett oppstå. Med vannbåren gulvvarme vil ikke varmen «hope seg opp» under tepper og andre ting som isolerer, fordi høyeste gulvtemperatur er begrenset av vanntemperaturen som kun er noen få grader over romtemperaturen.

Les mer om vannbaserte varmepumper på <https://www.varmepumpeinfo.no/>.

5 utfordringer med vannbåren gulvvarme

Utfordringer med vannbåren gulvvarme handler i hovedsak om uheldig valg av installasjonsmetode og drift, og gir problemer med romtemperaturregulering og høye installasjonskostnader.

Romtemperaturregulering

Den største utfordringen med vannbåren gulvvarme er å holde innnetemperaturen stabil når intern varmetilførsel varierer. Det gjelder spesielt hvis et rom brått får mye varme fra «interne» kilder (internvarme), for eksempel hvis det raskt fylles av mange folk eller hvis sola stråler sterkt inn. Problemet med å holde temperaturen stabil skyldes enten at vanntemperaturen er innstilt for høyt (les mer i kap. 6.3 Varmeeffektregulering»), eller at gulvvarmerørene er uheldig installert. En uheldig installasjon kan være:

- Kombinasjonen av for høy vanntemperatur og et gulv som har stor termisk treghet, eksempelvis en betongplate. Gulvet vil da avgi varme i lang tid etter at termostaten sørget for å stanse sirkulasjonen. Det vil i tillegg ta lang tid å varme opp et kaldt rom. Unntaket er rom med jevn effektbelastning som badegulv.
- Uheldig materialvalg slik at det blir stor varmemotstand fra vannet til gulvoveflaten. Da må vanntemperaturen heves for å oppnå nødvendig varmeeffekt, noe som igjen øker lagret energimengde i gulvet og reduserer evnen til rask regulering. Varmemotstanden påvirkes av varmeledning mellom og gjennom ulike materialer, samt tykkelsen. Vi må derfor bruke materialer med god varmeledningsevne, og avstanden til gulvoverflaten må være minst mulig.

Kaldras

Når romluft blir kjølt ned av en kald overflate som et vindu, blir luften tyngre og faller ned mot gulvet. Dersom denne luftstrømmen blir kraftig nok, oppleves den som kald trekk, og kalles for kaldras. I nye bygg har vinduene så god isolasjonsevne at kaldras normalt ikke er et problem. Unntaket er høye vinduer som går fra gulv til tak, og terrassedører i glass. Gulvvarme er ikke den beste metoden for å stoppe store kaldras, da er eksempelvis konvektorer bedre. Ved å legge gulvvarmerør ekstra tett og med det varmeste tilførselsvannet (turledning) mot yttervegg, kan gulvvarme bremse kald luft og hindre mindre kaldras. Les mer om leggemønster i kap. 8 *Leggemønster og leggetegning*.

Kostnader

Installasjonskostnadene for vannbåren gulvvarme varierer svært mye, og det blir ofte ansett som en kostbar installasjon. Prisene varierer helt fra betydelig billigere enn elektriske varmekabler, og opp til flere tusen kroner per kvadratmeter.

Variasjonen skyldes at det finnes mange ulike løsninger for å legge vannbåren gulvvarme. Materialkostnadene for de ulike løsningene varierer mye, men tidsbruken for selve installasjonen varierer enda mer. Hvilken løsning som er best, avhenger av hvordan gulvet i et rom eller en bygning er bygget opp.

Dersom vannbåren gulvvarme blir kostbart, er den vanligste årsaken feil valg av gulvvarmeløsning. I kap. 7 *Gulvoppbygninger* er de vanligste løsningene vist og forklart.

6 Varmeeffektbehov og effektregulering av gulvvarme

6.1 Varmebehovet

Varmeeffektbehov til romvarme den kaldeste vinterdagen varierer mye ut fra hvor vi er i landet, hvor godt isolert bygget er og hvordan ventilasjonsvarmetapet gjenvinnes. En nytt bygg kan ha et dimensjonerende varmeeffektbehov på 20 til 30 W/m², mens behovet for et eldre bygg med lite isolasjon kan være 70 til 80 W/m². Et gulv avgir ca. 10 W/m² varmeeffekt for hver grad forskjell i temperatur mellom overflaten på gulvet og lufttemperaturen.

Det vil si at på den kaldeste vinterdagen må gulvets overflate være:

- 2 til 3 grader varmere enn rommet i nyere bygg.
- 7 til 8 grader varmere enn rommet i eldre bygg.

Dersom vi ønsker 21 °C inne, må altså gulvets overflate være henholdsvis 23-24 °C og 28-29 °C.

6.2 Temperaturbegrensninger for tregulv

Vær oppmerksom på at parkettleverandører ofte oppgir en høyest tillatt temperatur for når garanti mot sprekkdannelse og skade gjelder. En vanlig begrensning er 26 til 28°C. Sjekk om dette gjelder for overflatetemperaturen (ikke på undersiden).

- Med 21 °C romtemperatur blir høyeste mulige varmeeffekt fra gulvvarme 50-60 W/m².
- Med 23 °C romtemperatur blir høyeste mulige varmeeffekt 30-40 W/m².

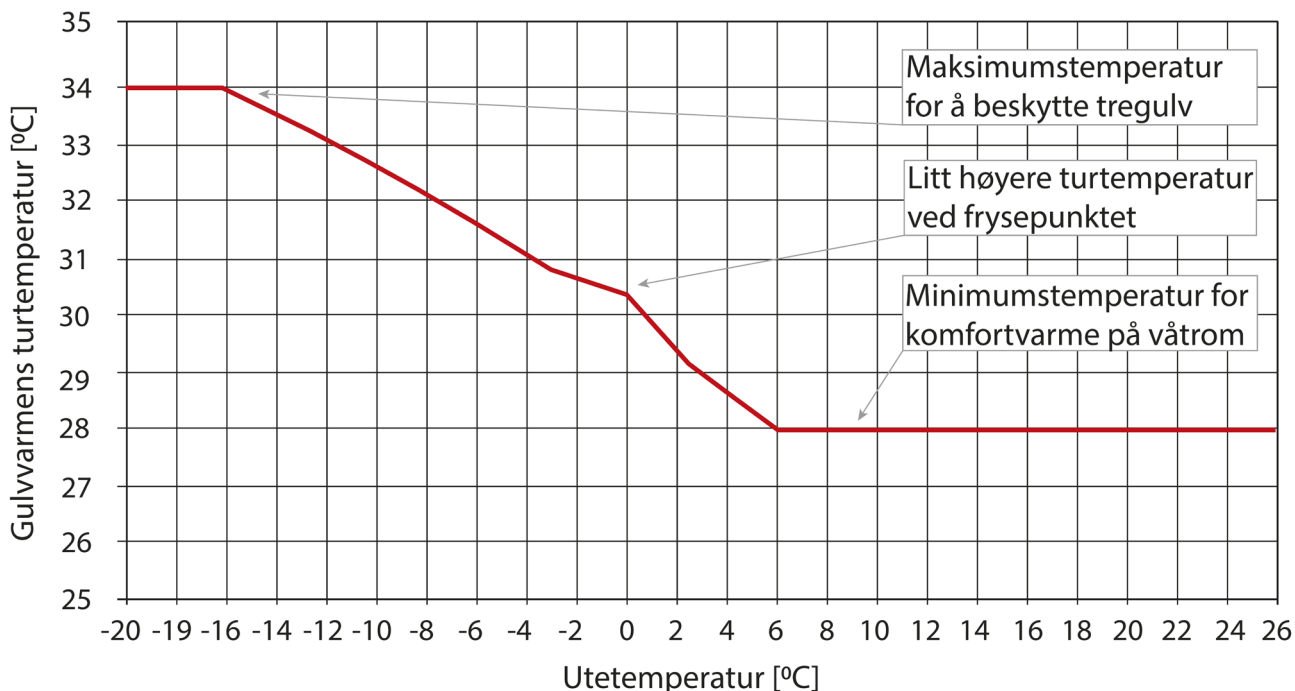
Denne effektbegrensningen gjelder selve parketten, og det har ikke noe å si om du bruker vannbåren eller direkte elektrisk gulvvarme.

6.3 Varmeeffektregulering

Et vannbårent gulvvarmeanlegg tilfører varmeeffekt til et rom ved å endre vanntemperaturen, eller ved å endre mengden vann som sirkulerer gjennom rørene. Dette kalles **temperatur- og mengderegulering**. Du bør fortrinnsvis velge temperaturregulering, mens mengderegulering kan være et fint supplement som gir økt komfort. Det er fordi temperaturen kan reguleres på romnivå og pådraget kan reguleres raskere hvis internvarmen endres plutselig.

Den vanligste formen for temperaturregulering kalles **utekompensert turtemperatur**. Det vil si at vanntemperatur ut i gulvene bestemmes av utetemperaturen. Hvilken temperatur gulvvarmen bør ha for ulike utetemperaturer, beskrives av en **utekompenseringskurve**. Slike kurver er unike for hvert bygg, og skal innjusteres riktig den første fyringssesongen.

Du kan for eksempel legge en knekk i kurven rundt frysepunktet, en minimumstemperatur for å beholde varme på våtrom (må kombineres med mengderegulering), og en maksimumstemperatur for å beskytte parkettgulv. Figuren under viser et eksempel på en slik utekompenseringskurve hvor dimensjonerende utetemperatur er -20 °C.



Figur 2 - Eksempel på utekompenseringskurve for gulvvarmens turtemperatur

Vanligvis beskriver utekompenseringskurven turtemperatur (tilførsel), men det er også mulig å bruke returtemperatur hvis anlegget **ikke** har mengderegulering.

Det er også mulig å regulere vanntemperaturen ut fra romtemperatur. Dette er lite brukt som eneste metode for bolig- og næringsbygg. I eneboliger kombineres den ofte med en utekompenseringskurve som parallellforskyves, for eksempel ut fra en romtemperaturføler i stuen. Når temperaturen i stuen avviker fra ønsket temperatur, parallellforskyves utekompenseringskurven vertikalt deretter.

Temperaturregulering

Du bør fortrinnsvis velge temperaturregulering fordi det gir:

1. Mer stabil gulvtemperatur med mindre pendling.
2. Mindre fare for sprekkdannelse i parkett og tregulv.
3. Mindre fare for at det blir for varmt hvis internvarmen øker plutselig.
4. Bedre evne til selvregulering.
5. Høyere besparelse hvis varmepumpe er energikilde.
6. Mindre fare for biologisk vekst og sedimentering på rørveggen, fordi sirkulert vannmengde er større. Det gir renere rør og bedre vannkvalitet. Les mer om vannkvalitet i kap. 12.

Mengderegulering

Å regulere varmeeffekten med mengderegulering vil si at en ventil justerer vannmengden ut fra avviket mellom målt temperatur og ønsket temperatur. Målt temperatur kan være lufttemperaturen eller selve gulvtemperaturen (overflate eller nedstøpt). For oppholdsrom er det vanligst å regulere etter lufttemperaturen. På våtrom som bad vil det å regulere etter selve gulvtemperaturen gi den beste komforten. En vanlig forenkling for enkeltboliger er å ha konstant sirkulasjon i badegulvet.

Mengderegulering vil sammen med temperaturregulering gi:

- Mulighet for lokal romtemperaturregulering (varmere/kaldere i enkelte soner eller rom).
- Kortere responstid som gir redusert fare for at det blir for varmt hvis internvarmen i et rom øker plutselig.



Figur 3 – Illustrasjon av fordelerskap med overløp som inneholder fordelerstokk, aktuatorer og kontrollenhet.

Funksjon og komponenter for mengderegulering

En termostat i rommet eller i valgt temperatursone føler på luft- og/eller gulvtemperaturen, og sender et signal trådløst eller via ledning til en kontrollenhet. Dette signalet kan styre av/på eller endre pådraget trinnløst. Kontrollenheten, som er plassert i nærheten av fordelerstokken, sender et strømsignal til ett eller flere termoelektriske elementer (aktuatorer), som videre åpner eller lukker ventilen. Én termostat kan styre flere aktuatorer dersom én temperatursone har flere kurser.

Fra en aktuator får spenning, tar det 2 til 4 minutter før ventilen har endret posisjon fra helt stengt til helt åpen eller motsatt. Denne reguleringstiden skal være kortest mulig. Spesielt stenetiden er kritisk for å hindre at det blir for varmt i et rom når internvarmen øker plutselig.

Dette strømsignalet kan være av/på, pulserende like-/vekselstrøm, eller likestrøm med ulik spenning (f. eks 0-10 Volt).

Et termoelektrisk element er enkelt forklart en vokspatron med en motstandstråd. Når den varmes opp, vil vokspatronen utvide seg og skape bevegelse som overføres til ventilen. Ved pulserende eller endring av spenning, kan aktuatoren stå stabilt i alle posisjoner mellom åpent og stengt. Dette kalles dellaststyring og vil gi økt temperaturforskjell mellom tur- og returrør. Dette kan så gi ujevn gulvtemperatur, avhengig av leggemønster.

6.4 Effektreguleringsmetode for sentraliserte desentraliserte varmeanlegg

Et sentralisert vannbårent varmeanlegg vil si at vannet varmes opp i en varmesentral etter en utekompenseringskurve, og varmen distribueres med vannet ut i hele bygget. En slik løsning brukes i alle typer bygg. Desentraliserte varmeanlegg er mest brukt i leilighetsbygg, og med slike anlegg har hver leilighet egen varmekilde. Det vil si at hver leilighet kan ha egen utekompenseringskurve. De vanligste energikildene for desentraliserte anlegg er elektrisitet, varmepumpe eller fjernvarme.

Egnet effektreguleringsmetode:

1. Sentraliserte anlegg hvor hele bygget får samme vanntemperatur, skal ha lokal mengderegulering i tillegg til temperaturregulering med utekompenseringskurve. Alternativt kan hver sone (leilighet) ha egen temperaturregulering.
2. Større sentraliserte varmeanlegg deles gjerne opp i ulike soner, eksempelvis sørvendt og nordvendt fasade, og har egen utekompenseringskurve for hver sone. Da må du i tillegg ha lokal mengderegulering.
3. Desentraliserte gulvvarmeanlegg og eneboliger kan ha kun temperaturregulering. Lokal mengderegulering kan velges som supplement for enda bedre regulering, eller for å kunne tilføre varme kun til våtrom i sommerhalvåret.

6.5 Selvregulering

Selvregulering handler kort forklart om at:

- Avgitt varmeeffekt avtar når romtemperaturen stiger.
- Avgitt varmeeffekt øker når romtemperaturen synker.

Alle gulvvarmeanlegg har en grad av selvregulering, og jo mer selvregulering, jo mer stabil blir romtemperaturen. Vi oppnår mer selvregulering når temperaturforskjellen mellom vannet og gulvoverflaten reduseres, og når varmeeffektbehovet er lavere.

Det vil si at det er enklere å øke graden av selvregulering i nyere bygg som er bedre isolert.

For å redusere temperaturforskjellen mellom vannet og gulvoverflaten må rørene ligge tett og nær gulvoverflaten, og vi må bruke materialer med god varmeledningsevne. Nedstøpte løsninger er best (les mer i kap 7.2 *Våte gulvvarmeløsninger*). Vanntemperaturen bør være utekompensert.

Selvregulerende gulvvarmeanlegg

Vannbåren gulvvarme er den eneste oppvarmingsmetoden som kan utnytte selvregulering fullt ut. Med full selvregulering er det ikke behov for mengderegulering. Full selvregulering vil si at vannet er i konstant sirkulasjon, og det eneste som eventuelt forandrer seg, er vanntemperaturen. Forutsetningene for å få det til, er ved dimensjonerende forhold:

1. Varmemotstanden fra vannet og til gulvoverflaten bør ikke være høyere enn ca. 2 grader forskjell.
2. Høyeste varmeeffektbehov bør ikke være høyere enn ca. 20-25 W/m² ved dimensjonerende forhold.

Eksempel på full selvregulering:

Et næringsbygg bygget etter TEK 17 har et netto varmeeffektbehov (internvarme fratrukket) på 20 W/m^2 ved dimensjonerende utetemperatur. Gulvet er slipt betong og gulvvarmerør er støpt ned med en innbyrdes avstand på 15 cm. Temperaturtapet på grunn av varmemotstanden fra vannet og til gulvoverflaten blir 1,0 grad (Se Figur 6 - *Eksempel på leggetegning med isolerte transportetapper for å redusere utilsiktet oppvarming.*). Temperaturdifferansen mellom midlere vanntemperatur og romluften blir da 3,0 grader. Altså vil $21 \text{ }^\circ\text{C}$ romtemperatur kreve $24 \text{ }^\circ\text{C}$ midlere vanntemperatur for at gulvet skal avgi 20 W/m^2 varme. Plutselig øker internvarmen på grunn av solinnstråling eller at et møterom fylles med mennesker, slik at romtemperaturen begynner å stige. Avgitt varmeeffekt avtar med økende romtemperatur, dersom romtemperaturen fortsetter å stige høyere enn $24 \text{ }^\circ\text{C}$, vil gulvet ha en kjøleende effekt.

Utekompensert tur- eller returtemperatur er ikke en forutsetning for å oppnå full selvregulering, men gjør det betydelig enklere å oppnå det. Gulvets kjøleende effekt kan økes ved å avkjøle vannet. Utekompenseringskurven bør da regulere vannets temperatur lavere enn romtemperaturen jo varmere det blir ute. Ved gulvkjøling er det viktig at rom med komfortvarmebehov, som baderom, kobles utenom.

Termisk aktive dekker (TABS)

Vanligvis ønsker vi minst mulig termisk masse i gulvvarmeanlegg for å unngå treg respons. Med full selvregulering er det en fordel med stor termisk masse, fordi den kan lagre mer varme når internvarmen er høyere enn varmebehovet. Slike systemer kalles termisk aktive (betong) dekker (TABS). Vanntemperaturreguleringen er ofte noe enklere med termisk aktive dekker, eksempelvis kun sommer- eller vinterdrift.

Ulempen med selvregulerende anlegg er at en ikke får individuell romtemperaturregulering når alle rom får samme vanntemperatur i gulvet. Dette er en løsning som sjelden brukes i boligbygg, men i arbeids- og publikumsbygg.

7 Gulvoppbygninger

De vanligste metodene for å bygge opp vannbåren varme deles opp i to kategorier: våte og tørre. Med **våte** metoder støpes rørene ned i en type sementbasert masse, og med **tørre** ligger rørene integrert i gulvkonstruksjonen.

Når vi velger gulvoppbygging, er det viktig å holde installasjonskostnadene lavest mulig og sørge for at kunden opplever best mulig termisk komfort. Derfor forsøker vi å oppnå:

1. Lave materialkostnader.
2. Kort montasjetid.
3. Lite varmemotstand fra sirkulerende vann til gulvoverflaten.
4. Jevn gulvtemperatur.
5. Høyere gulvtemperatur på steder utsatt for kaldras.
6. Høyere gulvtemperatur i våtrom på grunn av termisk komfort.
7. Best mulig reguleringsegenskaper.

Overgulv

Det synlige gulvet vi går på kalles overgulv. Det kan for eksempel være parkett, laminat, gulvbelegg eller fliser. Overgulvet bør ha minst mulig isolerende effekt. Eksempelvis bør massive tregulv ikke være tykkere enn 30 mm når det skal være gulvvarme.

Overgulvet kan være fastlimt i undergulvet eller flytende. Flytende gulv brukes vanligvis til parkett og laminat, og vil si at det kan bevege seg når temperatur eller luftfuktighet endrer seg. Flytende overgulv har som oftest et glidesjikt, og eventuelt et avrettende sjikt for å ta opp ujevnheter. Med vannbåren gulvvarme er det viktig at slike glide- og avrettende sjikt har minst mulig isolerende effekt. Det vil si at de må være tynnast mulig og ha høyest mulig varmeledningsevne. Eksempler på aktuelle glidesjikt kan være plastfilm eller ullpapp.

7.1 Rørtyper og dimensjoner

Til gulvvarme brukes plastrør av typen PE-RT- eller PEX-rør. De finnes i ulike kvaliteter og oppbygginger som blant annet påvirker fleksibiliteten.

Plastrør til varmeanlegg har høy kvalitet, lang levetid, lavt trykktap, leveres i ulike trykklasser og tåler kontinuerlig 70 °C vanntemperatur. En ulempe er at PE-RT og PEX ikke er diffusjonstette. Det vil si at luftmolekyler vil trenge gjennom rørveggen og inn i vannet. Luft skaper problemer i et lukket vannbårent varmeanlegg og er uønsket. Derfor har alle PE-RT- og PEX-rør beregnet for varmeanlegg et diffusjonstett lag. Det kan være lagt på utsiden av røret, eller som et beskyttet midtre lag. Rør med diffusjonstetting på utsiden anbefales kun for nedstøping, og de må behandles med varsomhet.

«Flerlagsrør» er en samlebetegnelse på plastrør hvor ett av lagene er av aluminium. Det kan eksempelvis være Alu-PEX eller Alu-PE-RT. Dette aluminiumslaget gjør rørene stivere og fungerer også som diffusjonstetting. Flerlagsrør brukes også som gulvvarmerør. Siden de er stivere, trengs det noe mindre innfesting og faren for at de flyter opp under støping er mindre.

Det finnes mange ulike dimensjoner av PE-RT- og PEX rør til gulvvarme. Det er veldig viktig at du bruker rørdimensjon som passer til koblingsmetoden ment til fordelerstokken. Vi anbefaler sterkt at du konsekvent bruker komponenter fra én leverandør. Tabell 1 – *Eksempler på brukte rørdimensjoner i Norge* viser de mest brukte dimensjonene for rør til gulvvarme. Minste bøyeradius er ca. fem ganger rørdiameteren, men kan variere noe mellom leverandørene og er derfor kun veiledende.

Tabell 1 – Eksempler på brukte rørdimensjoner i Norge

Utvendig diameter (mm)	Innvendig diameter (mm)	Minste bøyeradius (mm)
8,0	6,0	40
9,9	7,7	50
10,5	7,9	52
12	8,0/8,4/8,6	60
14	10,0	70
15	10,0	75
16	12,0/12,4	75-80
17	13,0	85
18	12,0/14,0	90
20	16,0	100

7.2 Våte gulvvarmeløsninger

Når gulvvarmerør er støpt ned i betong eller avrettingsmasse (kalles også «sparkel»), beskrives det som en våt gulvvarmeløsning.

Å støpe ned rør gir ofte den beste varmeledningen, men også størst termiske treghet på grunn av støpemassen. Derfor må du tilstrebe å bruke minst mulig støpemasse (se unntak under). Støpens tykkelse bestemmes som oftest av type støpemasse og krav til overdekning og mekanisk styrke. Støpen er ofte armert med armeringsnett i metall eller glassfiber. Avrettingsmasse har ofte innblandet gips- eller fiberarmering. Det kan også brukes metallspen i støpen, noe som også vil forbedre varmeledningsevnen. Betong har ofte bedre varmeledning enn avrettingsmasse, mens avrettingsmassen er vanligvis tynnere og gir dermed mindre temperaturtap.

Velg alltid en avrettingsmasse med så høy varmeledningsevne som mulig, og minimum 0,6 W/(m·K).

Overdekning er avstanden fra toppen av røret til toppen av støpen. Stor overdekning gir god varmespredning og jevn gulvtemperatur, men tykk støp gir også stor termisk treghet. Derfor må støpen og dermed også overdekningen være minst mulig, og rørene legges så tett at gulvoveflaten har jevn temperatur. Følg alltid leverandørens krav til overdekning.

Et utgangspunkt er minimum 10 mm hvis du bruker avrettingsmasse, og 20 mm hvis du bruker betong. Hvordan betongen behandles (glattning og sliping) avgjør hvor stor overdekningen må være for ikke å skade rørene.

I noen unntakstilfeller kan eller skal du velge termisk trege gulv (med stor overdekning):

1. Våtrom skal ofte ha stabil gulvtemperatur, og da er det vanligvis ikke noen ulempe med stor termisk treghet.
2. Selvregulerende gulvvarmeanlegg (stor termisk treghet er ikke kritisk).
3. Anlegg med termisk aktive dekker (TABS) har fordel av stor termisk masse for å jevne ut effektbehov over døgnet.

c-c avstand

Rørenes innbyrdes avstand kalles c-c avstand (fra senter til senter rør). c-c avstanden skal være så lav at overflatetemperaturen er jevn nok, det vil si at du ikke skal kunne merke temperaturforskjeller med føttene. Mindre rørdiameter og flislagte gulv krever lavere c-c avstand. For eksempel blir gulvtemperaturen jevn nok for nyere bygg med 15–17 mm rør, 10 mm overdekning og:

- c-c avstand på 15-20 cm for flislagt gulv.
- c-c avstand på 20-25 cm for parkett.

Påstøp er et gulv som er støpt på et bærende underlag som betongdekker og trebjelkelag, men også på mykere underlag som lecauler. En påstøp kan være fra et par millimeter tykk og opp til 100 mm, avhengig av formålet med påstøpen.

Påstøp i våtrom hvor det er ønskelig å lage fall mot sluk, kan du bruke såkalt jordfuktet mørtel. Det vil si mindre andel vann. Det finnes også avrettingsmasser som tåler fuktighet, er beregnet for våtrom og som du kan støpe fall med. De blandes tørrere og inneholder større partikler. Generelt anbefaler vi å legge membranen på toppen av påstøpen. Det beskytter mot nedfukting og minimaliserer risiko for alkaliskelutfellinger.

Flere faktorer påvirker hvor tykk en påstøp må være for å ha nødvendig mekanisk styrke. Type bygg (bruksklasse) og underlag påvirker mest. Du kan bruke en type armering som hjelpemiddel for å oppnå ønsket styrke ved en gitt tykkelse.

Tabellen under er et forenklet utgangspunkt for å velge støpetykkelser når du bruker fiberarmert avrettingsmasse. Denne tabellen gjelder for lastklasse A som brukes til boliger (2kN/(5x5 cm)) punktlast og 2 kN nyttelast). Det er korrigert for svekkelse i styrke ved bruk av 14-17 mm rør og at det skal kunne legges småformat fliser på alle gulv. Bruker du mindre rørdiameter, parkett eller ekstra armering, kan du redusere støpetykkelsen. Det finnes eksempelvis leverandørgodkjente løsninger med kun 15 mm støpetykkelser. Tabellen er derfor kun veiledende – følg alltid leverandørens krav til støpetykkelser.

Tabell 2 – Veiledende støpetykkelser

Undergulv	Støpetykkelse (mm)
Selvbærende og stabilt sponplategulv med lite svikt.	30-35
Trinnlydsplate på betonggulv.	30-40
Selvbærende eldre tregulv med mye svikt (med stålarmert K131).	40
Fiberduk og armeringsnett (K131) over lecakuler.	35-40
Fiberduk, armeringsnett (K131) og trinnlydsplate over lecakuler.	35-40

Innfesting

Gulvvarmerør må festes slik at de ligger i ro ved legging, og tett nok til at de ikke flyter opp ved støping. Støpemassen bør kunne flyte rundt hele rørets omkrets for å gi best mulig varmeoverføring.

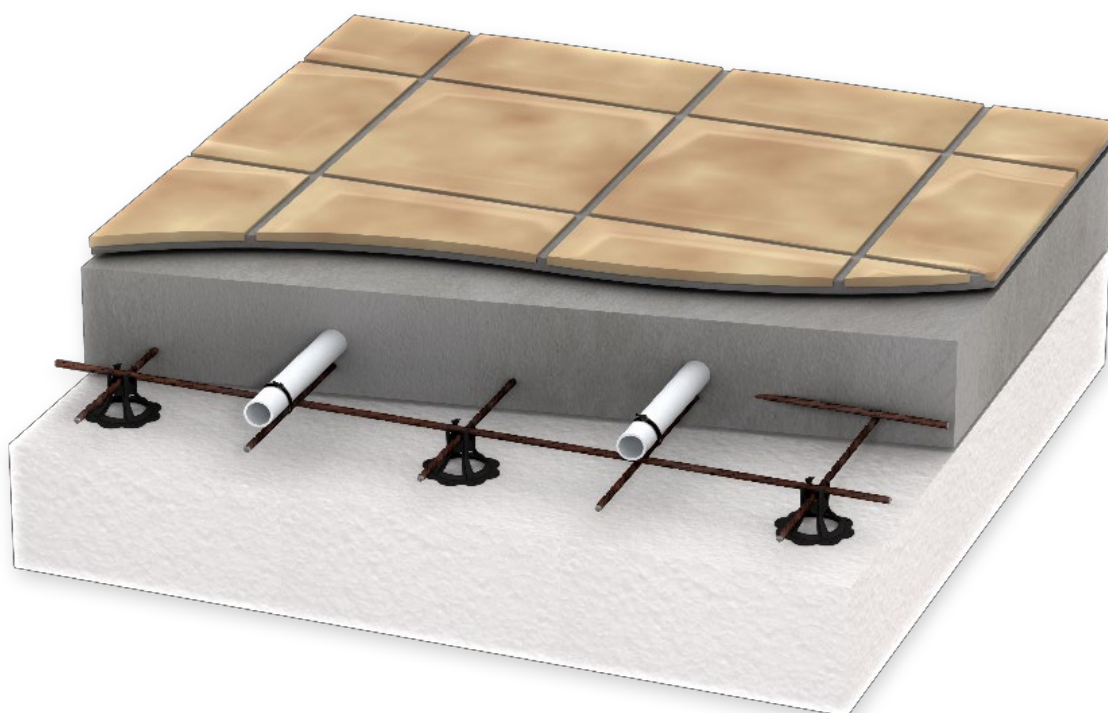
Vanlige festemetoder:

- Kramper/stifter som holder røret fast direkte i underlaget. Underlaget kan være trinnlydsmatte, isolasjon (EPS/XPS), tremateriale eller betong.
- Festeskinner er plastskinner med klammer som holder røret fast. Festeskinnen festes til de fleste typer underlag med lim, klips, skruer og annet.
- Festet til armeringsnett. Vi anbefaler ikke å feste rørene med bindingstråd, siden denne kan skade røret eller utvendig diffusjonstett lag. Du bør feste rørene med egnede festeklips eller plaststrips til armeringsnett.
- Knotteplate i plast hvor du fester rørene fast mellom knottene. Knotteplaten kan legges på alle bærende underlag.
- Systemplate i EPS med knotter som holder røret på plass. Systemplater legges på alle bærende underlag.

Eksempler på løsninger

Det finnes veldig mange metoder for å legge vannbårne gulvvarmerør, og kombinasjoner av ulike innfestingsmetoder på ulike underlag. Her presenterer vi noen vanlige metoder vurdert på en skala fra én til seks, ut fra tre kriterier: materialkostnader, tidsbruk og regulerbarhet. For tidsbruk og materialkostnader inkluderer sammenligningen de våte løsningene også. Vurderingen har tatt hensyn til merkostnad og ekstra tidsbruk sammenlignet med billigste og raskeste metode, og at laveste vanlige støpetykkelse brukes (ofte avrettingsmasse). Vi har ikke tatt hensyn til ulik reise- og riggtid eller gulvets størrelse når tidsbruken er vurdert.

1. Rør festet til armeringsnett i betongplate

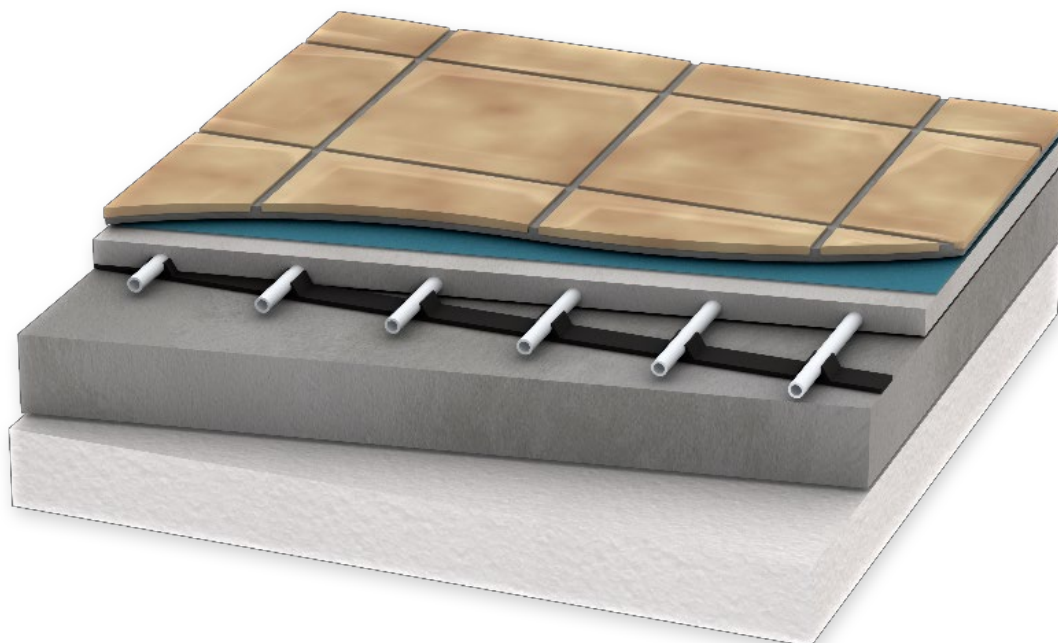


Dette er en mye brukt metode når betongplate støpes på mark. Betongtykkelsen er typisk 50-100 mm for boliger, og tykkere for industri og næringsbygg. Rørene støpes inn i betong med fasthetsklasse C20/35. Isolasjonen er i henhold til forskriftskrav (TEK), men minimum 200 mm og er av typen EPS eller XPS med trykkfasthet på minimum 80 kPa. Rørene er festet til armeringsnett.

Vi anbefaler ikke å feste rørene med bindingstråd, siden denne kan skade røret eller utvendig diffusjonstett lag. Du bør feste rørene med egnede festeklips eller plaststrips. Vanlig rørdiameter er 15-20 mm. Varmefordelingen er bra og du må ikke ha mer enn 30 cm c-c avstanden. Dette er en velegnet løsning der stor termisk treghet ikke er en ulempe. Innfestingen av rør er tidkrevende og må planlegges godt.



2. Rør festet på festeskinne i betongplate

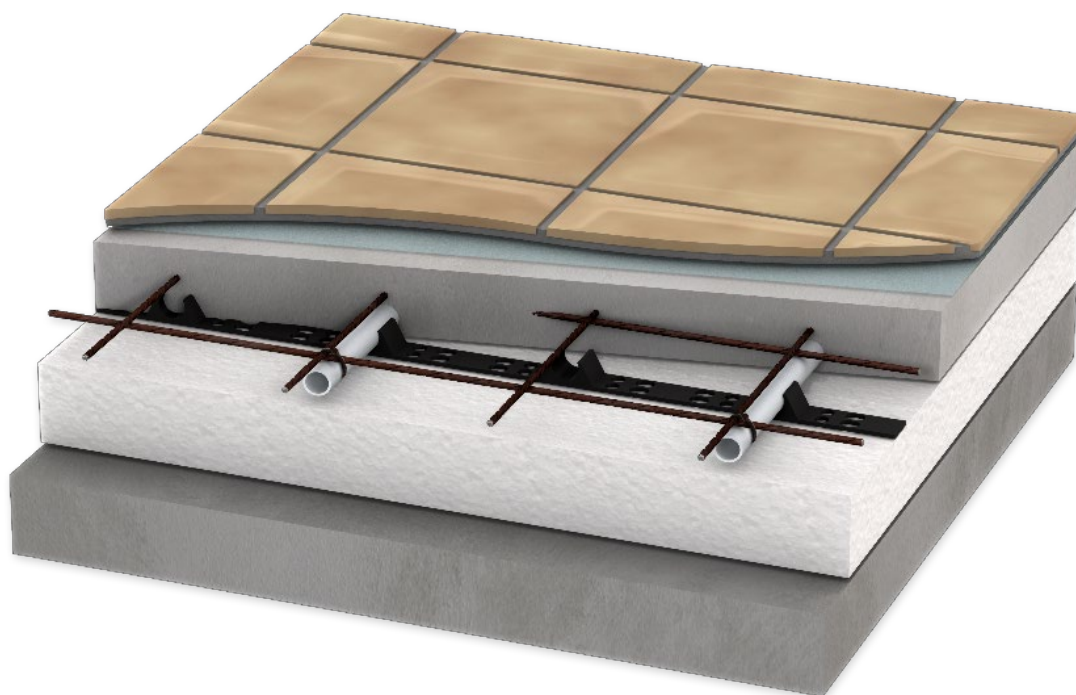


Festeskinner skytes fast (eventuelt med ekspansjonsbolter) i betongplate på mark eller i etasjeskille i betong. Dette kan være en grovstøp som likevel må avrettes. Påstøpen er vanligvis avrettingsmasse som akkurat dekker rørene. Varme vil ledes ned i betongen, og det er derfor viktig med isolasjon under. Å plassere festeskinner krever noe planlegging. De skal plasseres med en innbyrdes avstand på maksimalt 50-100 cm. Fest rørene ekstra godt i vendinger slik at de ikke flyter opp.

Vanlig rørdiameter er 12-20 mm. Varmefordelingen er bra og du bør ikke ha mer enn 30 cm c-c avstand. Dette er en velegnet løsning der stor termisk treghet ikke er en ulempe.



3. Rør festet på festeskinne i isolasjon



Trykk festeskinner ned i isolasjonen og fest dem med klips. Det kan også være trinnlydsplater, og tykkelsen bør være minimum 25 mm for at klipsene skal sitte. Med tynnere isolasjon må du feste skinnene i underliggende bærende dekke. Påstøpen kan være betong eller avrettingsmasse.

Å plassere festeskinner krever noe planlegging. De skal plasseres med en innbyrdes avstand på maksimalt 50-100 cm. Fest rørene ekstra godt i vendinger slik at de ikke flyter opp. Vanlig rørdiameter er 12-20 mm. Varmefordelingen er bra og c-c avstanden bør ikke overstige 20-25 cm.



4.Rør festet på festeskinne på tregulv



Dette er en egnet metode både for nybygg og for rehabilitering med skjeve gulv. Ved fare for utett gulv, legg først på en fiberduk (eventuelt tynn isolasjonsmatte) over tregulvet. Nye/tette sponplategulv grunnes før støping. Festeskinner skrur, spikrer eller limer du fast i tregulvet, som kan være sponplate, heltre eller gammel parkett. Påstøpen er fiberarmert avrettingsmasse, og ved mye gulvsvikt kan du armere ytterligere for å unngå tykk støp. Å plassere festeskinner krever noe planlegging. De skal plasseres med en innbyrdes avstand på maksimalt 50-100 cm. Fest rørene ekstra godt i vendinger slik at de ikke flyter opp. Vanlig rørdiameter er 12-20 mm. Varmefordelingen er bra og c-c avstanden bør ikke overstige 20-25 cm. Bruker du 12 mm rør og stabilt undergulv, kan støpetykkelsen være helt ned mot 15 mm. Ved så lav overstøp og liten rørdiameter, bør c-c avstanden være 5-10 cm for å få god varmfordeling. På grunn av liten masse blir det meget god regulerbarhet med kort responstid.



5.Rør festet på systemplate



Systemplate i folietrukket EPS i typisk 50-100 mm tykkelse som legges på selvbærende gulv. Rørene trykkes så ned mellom knottene som holder dem på plass. Påstøpen kan være avrettingsmasse eller betong. Utformingen av knottene avgjør valgmulighetene til leggemønster og c-c avstand, men vanligvis er det en veldig fleksibel løsning. Vanlig rørdiameter er 15-20 mm. Varmefordelingen er bra og c-c avstanden bør ikke overstige 20 cm med avrettingsmasse, eller 30 cm ved tykkere betong



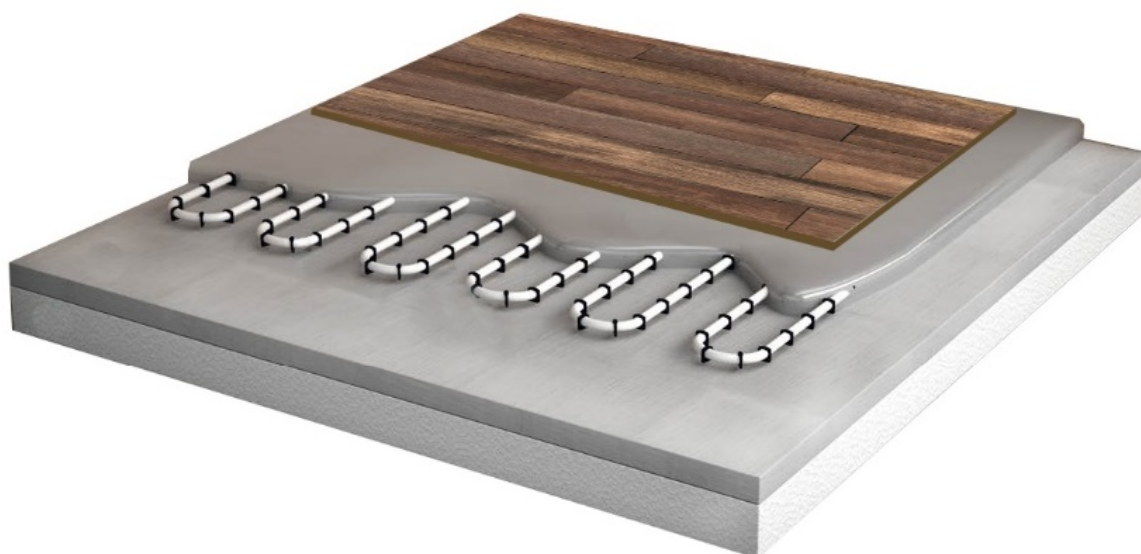
6. Rør festet på knotteplate



Dette er en egnet metode både for nybygg og ved rehabilitering og ved skjeve gulv. Knotteplaten kan limes eller stiftes fast i underlaget som vanligvis er av tre, og kan være tett slik av avrettingsmasse ikke flyter gjennom. Knodeplate brukes vanligvis der ekstremt lav byggehøyde er ønskelig. Da bruker du 8-12 mm rør og påstøpens tykkelse er ned mot 15 mm ved stabilt undergulv. Ved så lav overstøp og liten rørdiameter, bør du ha 5-10 cm c-c avstand for å få god varmefordeling. På grunn av liten masse blir det meget god regulerbarhet med kort responstid.



7. Rør festet med kramper til trinnlydsmatte eller isolasjon



Kramper i plast trykkes manuelt eller ved hjelp av en krampestokk ned i underlaget, som er trinnlydsplate, monteringsplate eller isolasjonsplate. For trinnlyd- og monteringsplater under ca. 25 mm bruker du spesialkramper med dobbel mothake. Disse kan brukes til ned mot 10 mm plater. I isolasjon brukes vanligvis lange kramper/klammer (50-70 mm) som kan være formet som en plastspiker med mothaker som presses ned i isolasjonen. Det er da fornuftig å plassere en eventuell radonsperre i et mellomliggende isolasjonslag slik at ikke denne punkteres. Dette har blitt en utbredt metode og er nok den raskeste og rimeligste måten å legge vannbåren varme på, når gulvet likevel skal ha trinnlydsmatte (kostnad til trinnlydsmatte ikke medregnet i vurdering). Påstøpen er vanligvis avrettingsmasse, men det kan også brukes betong. Det brukes vanligvis 15-20 mm rør og med c-c avstand 10-25 cm.



8. Rør festet med kramper til trinnlydsmatte på delvis bærende gulv.



Dette er en lignende metode som beskrevet som punkt 7. Forskjellen er at du støper litt tykkere, spesielt der det skal legges fliser, og at trinnlydsmatte er minimum 25 mm tykk.

Denne metoden brukes på nybygg hvor gulv skal føres opp for å flukte med andre plan som inngangspartier, balkonger og lignende. Et bærende betongbasert dekke føres opp eller fylles med lecakuler eller annen tilsvarende trykkfast fyllmasse (skumbetong) som planeres ut. I rom hvor det skal etableres fall, kan fyllhøyden være lavere. Legg fiberduk, armeringsnett og trinnlydsmatte over lecakulene. Deretter fester du gulvvarmerør med kramper på trinnlydsmatte og støper så fiberarmert avrettingsmasse. Det vanligste er 15-20 mm rør med c-c avstand 15-25 cm.



9. Rør stiftet til tregulv



Dette er en egnet metode både for nybygg og for rehabilitering med skjeve gulv. Ved fare for utett gulv, legger du først på en fiberduk (evt. tynn isolasjonsmatte) over tregulvet. Nye/tette sponplategulv grunnes før støping. Fest rør rett på tregulvet (fiberduken) med kramper utført som stifter ned i tregulvet med krampestokk. Alternativt kan du bruke spikerklammer. Påstøpen er fiberarmert avrettingsmasse. Vanlig rørdiameter er 15-20 mm, men er byggehøyde kritisk, kan du bruke mindre rørdiameter og eventuelt ekstra armering hvis det er mye svikt i gulvet. Varmefordelingen er bra. Juster c-c avstanden etter rørdiameter, men bruk maksimalt 25 cm.



7.3 Tørre gulvvarmeløsninger

Med tørre gulvvarmeløsninger mener vi at rørene ikke støpes ned, men legges som en del av selve gulvkonstruksjonen. For bedre varmeoverføring og varmfordeling bruker vi som oftest aluminiumsplater. Når aluminiumsplatene har et spor som rørene presses ned i, kalles de varmfordelingsplater. Varmefordelingsplater skal ha minimum 10 mm avstand mellom hverandre og må ikke overlappe på grunn av faren for knirk. Samtidig bør de dekke minimum 80 % av gulvarealet.

Tørre gulvvarmeløsninger brukes normalt ikke på våtrom, selv om det finnes løsninger hvor fliser kan legges direkte på. Ulempen med tørre gulvvarmeløsninger er i hovedsak større varmemotstand, som resulterer i høyere vanntemperatur og videre reduserer evnen til selvregulering. Fordelene med tørre gulvvarmeløsninger er lav vekt, ofte lavere byggehøyde enn våte løsninger og kortere responstid enn tykke, våte gulvvarmeløsninger.

C-c-avstand, rørdiameter og leggemønster er ofte gitt av løsningen og produktene man velger. Det vanligste er 12-20 mm rør med en c-c avstand på 15-30 cm. Det er viktig å følge leverandørens monteringsanvisning.

Eksempler på løsninger

Valg av løsning påvirkes også av type energikilde og krav til regulerbarhet. Med en lavtemperert energikilde som varmepumpe, må du etterstrebe og holde vanntemperaturen så lav som mulig. For et godt resultat er det da avgjørende at du plasserer rørene nærmest mulig gulvoverflaten, og at overliggende material er tynnest mulig og har så høy varmeledningsevne som mulig. Eksempelvis vil ullpapp gi en varmemotstand tilsvarende 0,1 K, mens en 2 mm skummatte gir 1,5 K motstand ved en effekt på 30 W/m².

Flere av produktene på markedet er kombinerte løsninger som også ivaretar krav til trinnlydsdemping. De ulike leverandørene har ofte særegne produkter. Her viser vi eksempler på de mest brukte løsningene. De vurderes på en skala fra én til seks, etter kriteriene materialkostnader, tidsbruk og varmemotstand. For tidsbruk og materialkostnader inkluderer sammenligningen de våte løsningene også. Da er ekstra tid og materialkostnader i forbindelse med gulvvarmeinstallasjonen vurdert. Med varmemotstand menes den termiske motstanden fra midlere vanntemperatur til romtemperatur.

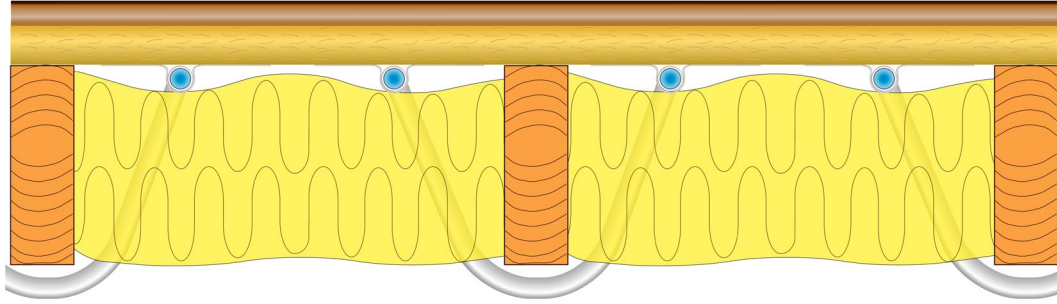
1. Rør i spaltegulv på trebjelkelag



Denne løsningen brukes vanligvis i nye bygg. Trebord med åpning mellom (spalt) festes på tvers av trebjelkelag eller eventuelt annet bærende dekke. I åpningene stifter du fast varmfordelingsplater som bør dekke minimum 80 % av gulvflaten. Rørene legges i varmfordelingsplatene. Over varmfordelingsplatene legges et flytende gulv, eksempelvis gulvspen/parkett. Du må ikke legge trinnlydsmatte eller annet godt isolerende material over varmfordelingsplatene. En ulempe med denne løsningen kan være økt byggehøyde. Alternativt kan du legge trebordene (eller en kassettløsning) på langs og nedfelt i bjelkelaget. Parkett kan legges direkte på varmfordelingsplatene (med glidesjikt), men det kan da være fare for knirk. Du kan eventuelt bruke en trykkfordelingsplate mellom parkett og spaltegulv. Vanlig rørdiameter er 16-20 mm og med c-c avstand 30 cm. Varmemotstand er vurdert for gulvspen og parkett.



2. Undermontert rør i trebjelkelag



Dette er en løsning som brukes til å montere gulvvarmerør i eksisterende bygg, og anbefales ikke for nybygg. Varmefordelingsplater med rør festes fra undersiden av gulvet, stiftes opp i bærende gulv og deretter isoleres gulvet fra undersiden. Det vil si at gulvet må være tilgjengelig fra etasjen under.

Vanlig rørdiameter er 16-20 mm og med c-c avstand 30 cm. Varmemotstanden er vurdert for tregulv.



3. Rør i gulvsponplate på trebjelkelag



Dette er tradisjonelt sett den mest brukte løsningen. Gulvsponplater med ferdige spor for varmemfordelingsplater monteres normalt på trebjelkelag, men kan også legges på annet bærende gulv. Du monterer platene slik at sporene går på tvers av trebjelkelaget, og ikke svekker platens styrke. I vendinger og andre steder som mangler spor, freser du spor etter at platene er montert. Det finnes mindre plater med vendespor. Monter varmemfordelingsplater i sporene, og de bør dekke minimum 80 % av gulvarealet. Legg flytende gulv direkte på (med glidesjikt). Gulvbelegg trenger et jevner underlag, eksempelvis 10 mm stabil trebasert plate. Fordelen med denne løsningen er at den ikke øker byggehøyden, mens ulempen primært er tidkrevende montasje. Vanlig rørdiameter er 16-20 mm og c-c avstand 20-30 cm.



4. Rør i gulvvarme- eller trinnlydsplate

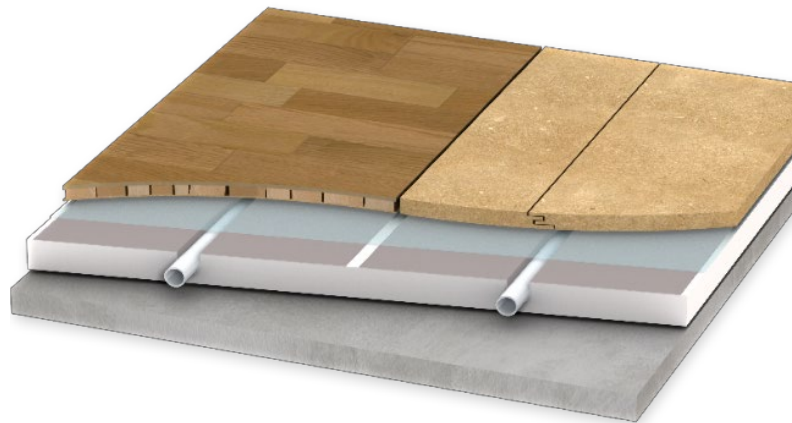
Denne metoden brukes både til nybygg og for ettermontering. Platene legges på et bærende gulv som må være jevnt i henhold til leverandørens krav. Platene finnes i to ulike kategorier; med og uten trinnlydsdempende egenskaper.

1. Trinnlydsplater

Disse platene er i trefiber eller annet spesielt lyd-dempende materiale. De kan være fra 14 mm og tykkere, avhengig av lydkrav og materialegenskaper.

2. Gulvvarmeplater

Andre plater uten spesielle lyd-dempende egenskaper leveres i andre materialer som plast eller EPS/XPS. Disse kalles også sporplater, og finnes i tykkelser fra 100 mm og ned til kun 1 mm tykkere enn rørdiameteren.



Gulvvarme- og trinnlydsplater leveres vanligvis også i varianter med vende- og tilførselsspor. Noen plater kan du legge flytende, mens andre limes fast til underlaget. Platene leveres enten klare til at varmfordelingsplater kan monteres, eller med hele overflaten dekket av en fastlimt aluminiumsfolie eller aluminiumsplate. Flytende gulv (min. 14 mm) kan du legge direkte på (med glidesjikt), mens gulvbelegg trenger et jevner underlag, eksempelvis 10 mm stabil trebasert plate.

Enkelte plater med høy styrke kan det flislegges på (ikke våtrom). Det brukes vanligvis 10-20 mm rør med 12,5-30 cm c-c avstand.



8 Leggemønster og leggetegning

Med leggemønster mener vi hvordan rørene er ført sett fra et fugleperspektiv. Figur 4 – *Illustrasjon av fordelerskap med overløp som inneholder fordelerstokk, aktuatorer og kontrollenhet.* viser seks prinsipielle leggemønster.

Når vi velger leggemønster, prøver vi å oppnå følgende:

1. Generelt jevn overflatetemperatur.
2. Høyere overflatetemperatur på våtrom.
3. Høyere temperatur mot yttervegger.
4. Høyere temperatur for å bremse kaldras hvor dette kan oppstå.
5. Minst mulig varmesmitte fra turrør til returrør.
6. Unngå utilsiktet oppvarming.
7. Minst mulig varmetap til uoppvarmede rom.
8. Unngå å krysse rør når byggehøyde er kritisk.
9. Rask montasjetid.

Metodene for å oppnå dette er:

For å oppnå høyere gulvtemperatur i enkelte rom som våtrom, bruker vi først og fremst tettere c-c avstand. Se nærmere beskrivelse i kap. 10 «Hvordan få det varmere på våtrom».

Dersom en del av et gulv skal høyere temperatur, fører vi det varmeste vannet (turrøret) dit først og velger i tillegg tettere c-c avstand der. Dette kalles randsoner og brukes typisk der kaldras kan oppstå.

Tur- og returrør fra fordelerstokk og frem til det rommet hvor varmen skal avgis kalles «tilførselsrør» eller «transportetappe».

«Utilsiktet oppvarming» vil si at transportetapper avgir varme til rom som ikke har et varmebehov. Dette kan også være varme fra fordelerskapet. Konsekvensen kan være energitap eller overtemperatur som videre kan gi et kjølebehov. For gulvvarme er dette et typisk problem for våtrom, som ofte har et helårs komfortvarmebehov. Da kan transportetapper føre til at det blir for varmt i rom de går gjennom.

Byggteknisk forskrift (TEK17) §14-3 beskriver blant annet isolasjon. Tilhørende veileder henviser til standardene NS-EN 12828:2012+A1:2014 og DS452:2013 hvor det står at rør som fører til utilsiktet oppvarming bør isoleres.

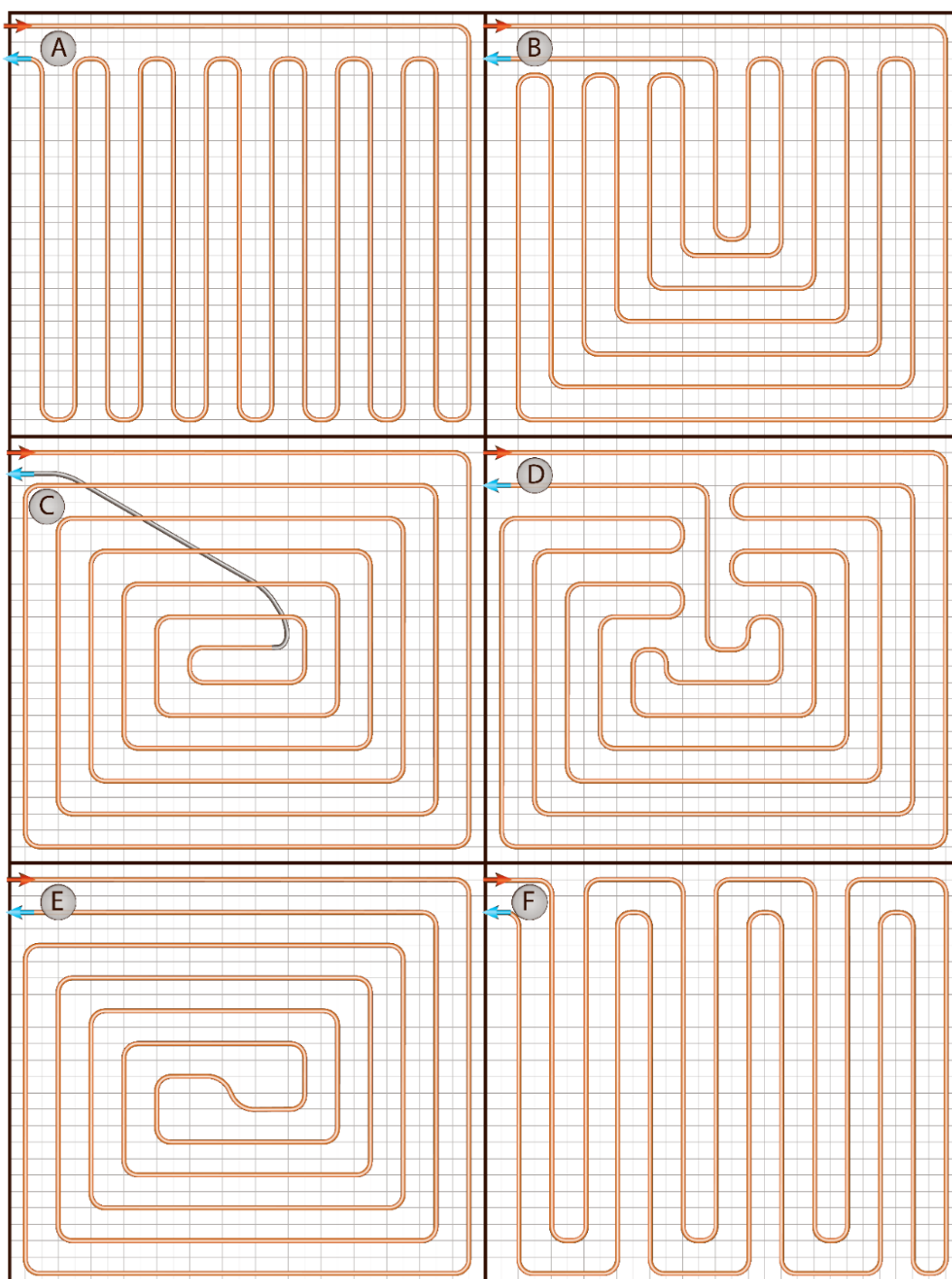
Denne veiledningen anbefaler følgende tiltak for å unngå utilsiktet oppvarming:

1. Transportetapper til rom med helårs varmebehov som eksempelvis bad- og vaskerom må isoleres.
2. Transportetapper skal ikke føres gjennom soverom uten å isoleres.
3. Transportetapper gjennom uoppvarmede rom skal isoleres.
4. Fordelerskap bør ikke plasseres mot en soveromsvegg.
5. Hold transportetapper kortest mulig ved å plassere fordelerskap sentralt.
6. Isolerte transportetapper må ikke legges i deler av et gulv som det er forventet at skal være varme når det er et varmebehov om vinteren. De bør da fortrinnsvis legges langs vegger og i soner vi ikke setter foten, men ikke under vinduer og dører hvor det kan være kaldras.

Leverandørene har ulike isolasjonstyper for rør. En enkel metode er å bruke en isolasjonsteip etter at rørene er lagt, men før støping. Da må du kun brukes isolasjonsteip som leverandøren har godkjent (med lim som ikke skader rørene).

For våte løsninger er det en fare for at returrøret varmes opp av turrøret. Det er uønskelig, spesielt for lavtemperatur energikilder, og fordi det reduserer regulerbarheten for varmeanlegget. Slik varmesmitte kan oppstå dersom rørene ligger tett i transportetapper, eller hvis du bruker et leggemønster hvor tur- og returrør ligger annenhver. Du kan unngå det ved ikke å bruke leggemønster E og F i figuren, og å isolere rør som ligger tett i transportetapper.

Dersom rør føres gjennom uoppvarmede rom eller krysser byggets isolasjon (klimaskjermen), skal de isoleres i henhold til NS-EN 12828:2012+A1:2014 eller DS 452:2013.



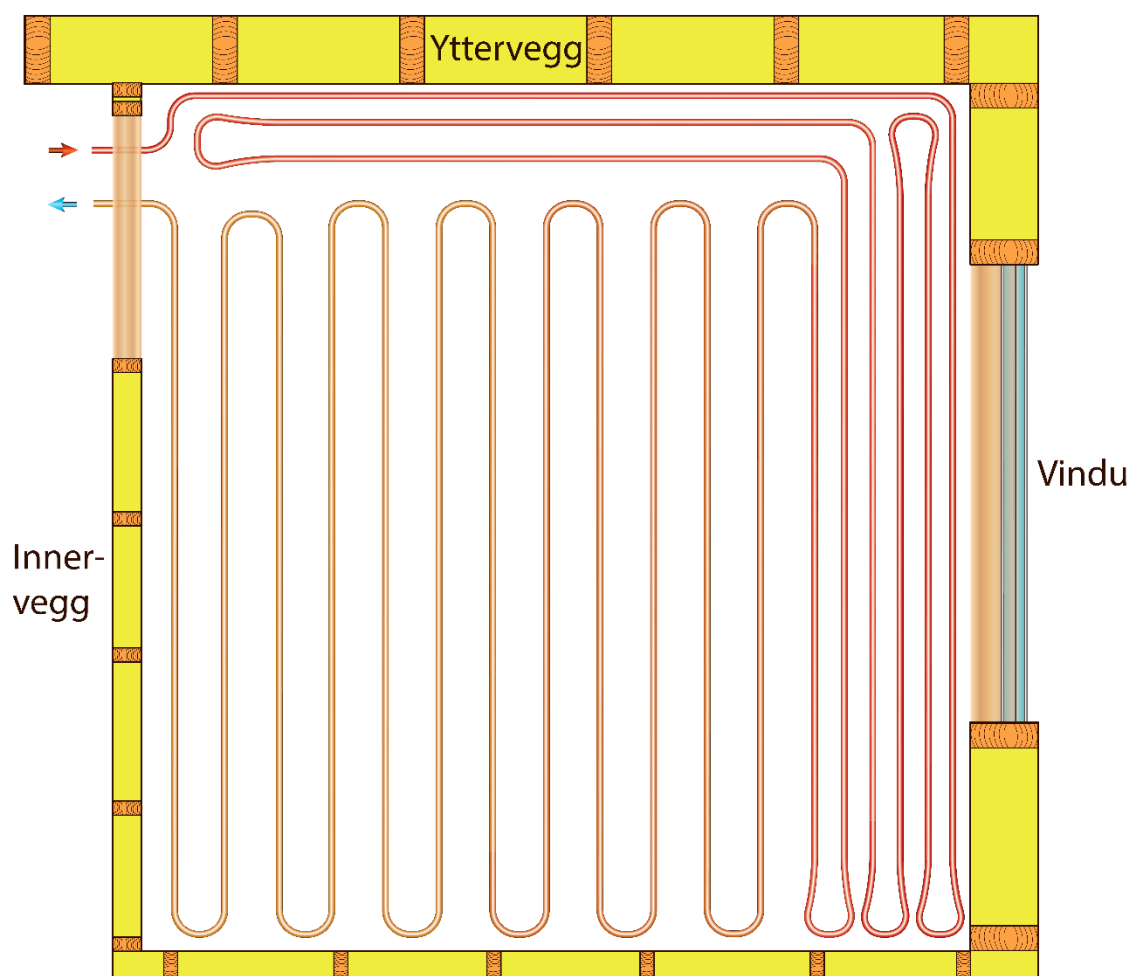
Figur 4 - Eksempler på ulike leggemønster.

Kommentar til leggemønster A til F:

- **Leggemønster A** er den mest brukte løsningen og brukes både til tørre og våte gulvvarmeløsninger. C-c avstanden begrenses delvis av bøyeradiusen til røret, men ved å legge tettere i vendingene, er det mulig å oppnå 10 cm c-c avstand for nedstøpte 15-16 mm rør. For golv med høye effektbehov (typisk over 50 W/m²) er ulempen med dette mønsteret litt avtagende golvtemperatur fra tur- til returside av kursen. Dette problemet kan du redusere ved å bruke kortere kurser og økt vannsirkulasjon, som gir mindre temperaturforskjell mellom tur og retur.
- **Leggemønster B til F** brukes mest til våte gulvvarmeløsninger hvor en kan velge mønster fritt.
- **Leggemønster B-D** vil gi høyest temperatur ut mot (ytter)veggene og avtagende inn mot midten. Leggemønster C er det mønsteret som gir størst fleksibilitet med tanke på valg av c-c avstand helt uavhengig av rørdiameter. Utfordringen med dette mønsteret er hvordan returrøret føres tilbake igjen, fordi det må krysse andre rør eller føres i etasjeskiller/isolasjon.
- **Leggemønster E og F** har størst fare for varmesmitte fra tur- til returøret.

For et bygg med mange kurser kan du bruke ulike kombinasjoner av leggemønster og endre c-c avstanden etter behov.

Eksempel på leggemønster for et rom med to yttervegger og høyt vindu hvor det er fare for kaldras:



Figur 5 - Eksempel på leggemønster i et rom med to yttervegger og høyt vindu.

Andre hensyn å ta:

- Rør bør ikke plasseres nærmere sluk enn 100 mm for å unngå uttørking.
- Det er ikke vanlig å legge gulvvarmerør steder hvor en ikke går eller oppholder seg. Det kan være under kjøkkeninnredning, plassbygde skap eller i innvendige boder.
- På våtrom legger du rør i hele gulvet, også under dusjkabinett og luftede badekar, for å bidra til å tørke opp eventuelt vannsøl, men øk da gjerne c-c avstand noe. Legg ikke rør under gulvmonterte toalett.
- Dersom det skal boltes fast gulvsviller i et gulv med gulvvarmerør, må du sikre at det ikke bores i rørene. Det gjøre du enten ved å sørge for at overdekningen er mer enn boredybden, at rørene krysser under dørsvill eller ved å merke gulvet godt det rørene krysser gulvsviller.
- Hold transportetapper kortest mulig ved å plassere fordelerskap sentralt.
- Fordelerskap skal fortrinnsvis plasseres i nærheten våtrom, men ikke i yttervegg eller i vegg mot soverom.

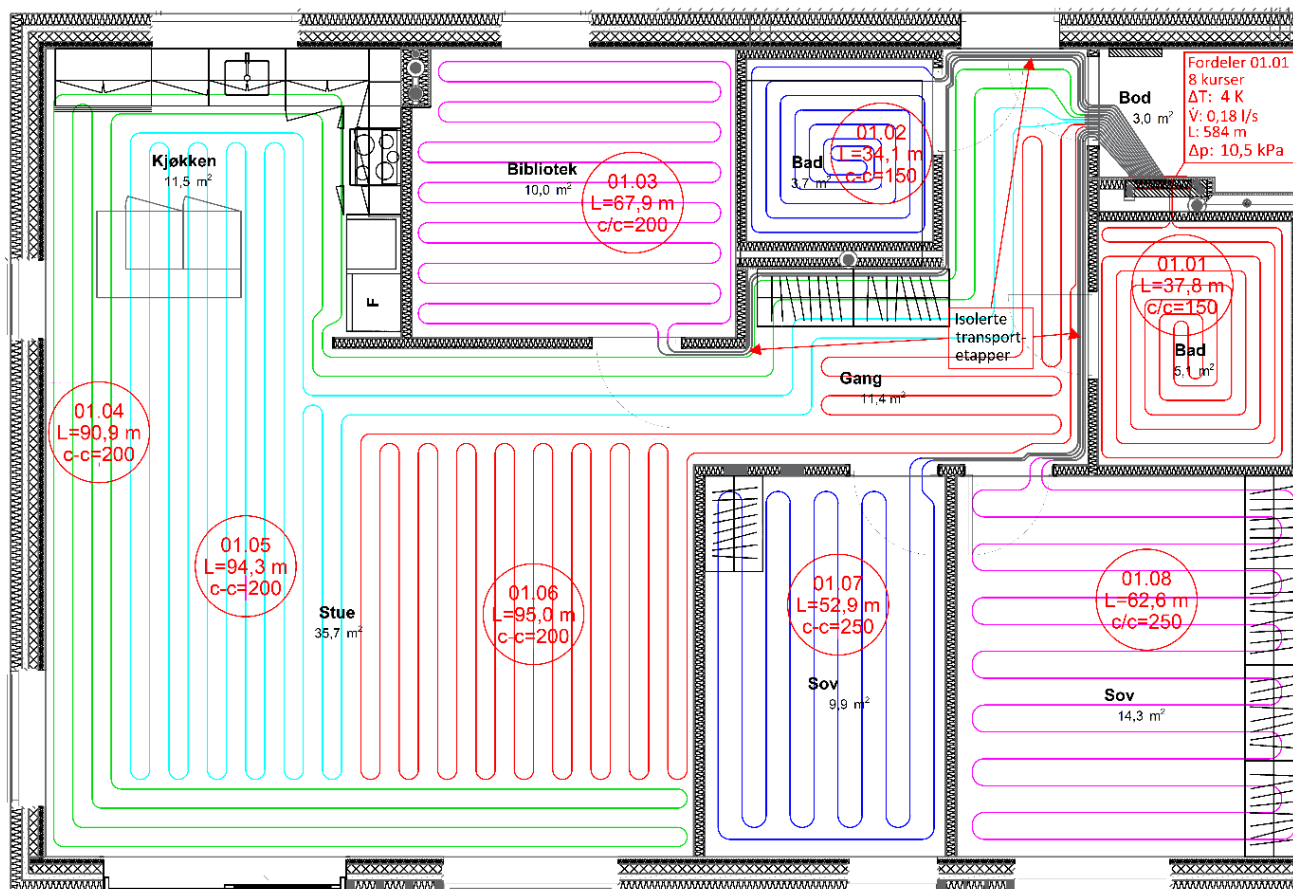
Temperatursoner kan bestå av flere kurser, men de styres fra en felles termostat. En temperaturzone kan dekke flere rom, men generelt fraråder vi det. Et eksempel på unntak er kjøkken åpent mot en stue, det kan for eksempel være én temperaturzone.

Det å slå sammen rom til felles temperaturzone skal du kun gjøre i samråd med kunden, og du må sørge for at kunden godkjenner forslaget.

Leggetegning

Når det lages en tegning som viser leggemønster for alle kurser i én etasje, kalles denne for «leggetegning». Leggetegningen er det montøren følger. Før leggetegning utarbeides, skal maksimum rørlengde beregnes ut fra trykktapsberegning. Se mer om dette i kap. 11 «Dimensjonering og prosjektering av vannbåren gulvvarme».

Eksempel på leggetegning for en leilighet:



Figur 6 - Eksempel på leggetegning med isolerte transportetapper for å redusere utilsiktet oppvarming.

Kommentar til leggetegning:

- Alle transportetapper gjennom bod er isolert.
- Transportetappe frem til bad er isolert for å redusere utilsiktet oppvarming.
- Transportetapper som ligger tett frem til soverom er isolert på grunn av varmesmitte.
- Soverom, som vanligvis har lavest temperatur, har størst c-c avstand.
- Begge badene har tettere c-c avstand.
- Det er ikke lagt rør under kjøkkeninnredning, men kjøkkenøy.
- Det er lagt rør i hele badegulvene.

9 Plassering av fordelerskap og vannskadesikring

Fordelerstokk kan monteres inne i et skap av plast eller metall for å gi en pen og skjult montasje. Dette skapet kalles fordelerskap og hver kurs føres inn fra bunnen eller toppen i skapet. Fordelerskapet kan også inneholde andre komponenter som kontrollenheten, sirkulasjonspumpe, ekspansjonskar, platevarmeveksler eller shuntventil. Fordelerskap monteres som oftest i vegg, men kan også plasseres over himling.

Fordelerskapet kan være utført med åpen bunn eller som et vannskadesikkert skap med tett og vanntett bunn. Bruker du vanntett skap, må du føre et overløpsrør med fall fra skapet og til våtrom. Noen vanntette skap har en ekstra sprutsikringsplate bak døren. Det finnes også såkalte kombiskap som også inneholder fordelersstokk til kaldt og varmt forbruksvann. Kombiskap må alltid være utført som vannskadesikre.

Slik plasseres fordelerskap

1. Fordelerskapets dør skal være tilgjengelig og må ikke skjules bak innredninger og lite flyttbare møbler.
2. Dersom rørene skal føres fra gulvet og direkte opp i skapet, bør du montere skapet slik at bunnen er minimum 0,5 meter over gulvet. Det forenkler rørmontasjen.
3. Fordelerskap bør ikke plasseres i en vegg mot soverom. Du bør unngå dette for å hindre uønsket varmesmitte, og for å hindre sjenerende lyd dersom det er sirkulasjonspumpe i skapet.
4. Fordelerskapet bør plasseres mest mulig sentralt for å gi kortest mulig transportetapper og minst mulig utilsiktet oppvarming.

Vannskadesikring

Byggteknisk forskrift og dens veileder stiller ikke direkte krav til at lukkede vannbårne varmesystemer skal ha vanntette fordelerskap med overløp til sluk eller våtrom. Oppstår det lekkasje inne i fordelerskapet, vil lekket vannmengde tilsvare vannmengden i ekspansjonskaret. For et desentralisert anlegg i en bolig vil det utgjøre anslagsvis 2-5 liter. Dersom fordelerskapet er plassert lavere enn gulvvarmerørene og det slippes luft inn i forbindelse med lekkasjen, kan vannmengdene bli betydelig større. Vanninnholdet i 16 mm rør med c-c avstand 150 mm er for eksempel 1,0 l/m².

I denne veiledningen anbefaler vi følgende:

1. Du kan bruke åpne fordelerskap for desentraliserte varmeanlegg når fordelerskapet kun er tilkoblet én boenhet og plassert høyere enn gulvvarmerørene.
2. Du bør bruke vanntett skap med overløp til våtrom eller annen type drenering i sentrale varmeanlegg med mer enn én boenhet, og for alle anlegg hvor gulvvarmerørene er plassert høyere enn fordelerskapet. Der hvor overløp ikke er teknisk mulig, kan det brukes fuktalarm i vanntett skap ved begrensede vannmengder. Dersom varmeanlegget har automatisk vannpåfylling, må skapet være vanntett og ha overløp til våtrom eller annen type drenering.

Bruker du fuktalarm eller åpne fordelerskap, skal du informere byggherre og kunde om dette før installasjonen.

10 Hvordan få det varmere på våtrom

Et våtrom har i prinsipp ikke et «romvarmebehov» som er proporsjonalt med forskjellen mellom inne- og utetemperatur. Et våtrom, og da spesielt badetrom hvor en går barfot, har et «komfortvarmebehov». Lufttemperatur på 24 til 26 °C er ofte ønskelig. Har badegulvet fliser, er ønsket overflatetemperatur ofte i området 27 til 30 °C. For gulvbelegg oppleves som oftest en overflatetemperatur på 25 til 29 °C som komfortabel.

Gulvarmerør bør plasseres minst 100 mm unna sluk for å unngå uttørking. Rørene kan legges under dusjkabinett og luftede badekar for å tørke opp eventuell fukt, men da gjerne med noe høyere c-c avstand. Ikke legg rør under gulvmonterte toalett.

Regulering

Termostat på badetrom kan med fordel regulere selve gulvtemperaturen fremfor lufttemperaturen. Det gjøres enten med en gulvføler eller infrarød overflatemåling. Velger du gulvføler, må du ikke feste sensoren på et rør, men mest mulig midt mellom to rør. Temperaturføleren tres da i et K-rør som er ført fra termostat og ned i gulvet før støping.

Desentrale gulvvarmeanlegg kan forenkles med konstant sirkulasjon. Gulvtemperaturen reguleres da med vanntemperaturen. Med utekompensert turtemperatur vil badegulvet bli varmere på vinteren.

For å sikre komforttemperatur på badetrom i sommerhalvåret, bruker vi en minimumstemperatur. Da må andre kurser være mengderegulert med termostat slik at ikke andre rom blir for varme.

Figur 2 – *Eksempel på utekompenseringskurve for gulvvarmens turtemperatur* viser et eksempel på utekompenseringskurve med minimumstemperatur.

Utførelse

For å få best mulig regulerbarhet i hele gulvvarmeanlegget og sørge for at lavtempererte energikilder er mest mulig effektive, ønsker vi så lav vanntemperatur som mulig. Samtidig må komfortvarmebehovet ivaretas. Her er noen praktiske tips som vil bidra til å redusere vanntemperatur og øke overflatetemperatur på våtrom (enkelte tips er overlappende):

1. Legg rørene så tett som mulig. Gjerne ned til 50 og 125 mm c-c avstand.
2. Legg kortere kurser og øk vannsirkulasjonen slik at trykktapet forblir uendret. På den måten vil temperaturforskjellen (ΔT) mellom tur og retur bli lavere, -helst ned mot 2 grader. Da blir retur- og dermed midlere vanntemperatur høyere.
3. Øk rørdiameteren og bruk gjerne leggemønster «C» vist i Figur 4 – *Illustrasjon av fordelerskap med overløp som inneholder fordelerstokk, aktuatorer og kontrollenhet*. Dette er en annen måte å øke vannsirkulasjonen på uten å øke trykktapet. Som i tips 2, vil temperaturforskjellen (ΔT) mellom tur og retur bli lavere – helst ned mot 2 grader. Da blir retur- og dermed midlere vanntemperatur høyere.
4. Unngå spalte under døren for ventilasjonsluft, da det vil kjøle ned gulvet ved døren. Ventilasjonsluften må føres inn gjennom egen overluftsventil i vegg eller dør, eller gjennom spalte over døren. Det må være størst mulig avstand mellom avtrekksventil og lufttilførsel på bad for å unngå at luften kortslutter.
5. For enkelte varmeanlegg kan det være mulig å seriekoble våtrom med resterende kurser. På den måten vil det varmeste vannet forsynes våtrom, og retur derfra vil fungere som turtemperatur til resterende kurser. Designer du en slik løsning, må du sørge for å opprettholde sirkulasjon gjennom kurser med varmebehov selv om andre kurser stenger.

11 Dimensjonering og prosjektering av vannbåren gulvvarme

Følgende rekkefølge kan benyttes når du dimensjonerer og prosjekterer vannbåren gulvvarme:

1. Beregn midlere vanntemperatur ved dimensjonerende utetemperatur (DUT) for hver temperatursone. Her velges gulvoppbygging, midlere c-c avstand og rørdimensjon. Midlere vanntemperatur er gjennomsnittet mellom tur- og returløp.
2. Velg en fornuftig temperaturredifferanse (ΔT).
3. Beregn nødvendig sirkulert vannmengde.
4. Beregn trykktap per meter rør.
5. Beregn maksimal rørlengde for hver kurs ut fra gitt trykktap.
6. Beregn maksimalt gulvareal og vannmengde per kurs ut fra maksimal rørlengde og c-c avstand.
7. Utarbeid leggetegning.
8. Beregn rørlengde og vannmengde per kurs.

Ved et slikt arbeid kan du oppleve å måtte gå tilbake og endre noen forutsetninger for å finne en så kostnadseffektiv løsning som mulig. Det kan eksempelvis være rørdimensjon, c-c avstand eller temperaturredifferanse.

I denne veiledningen presenterer vi forenklete dimensjoneringsverktøy i form av enkle diagrammer. Disse må betraktes som veiledende. For kvalitetssikring og nøyaktige beregninger må du sjekke med den enkelte leverandøren. Spesielt for å beregne midlere vanntemperatur for tørre gulvvarmeløsninger har leverandørene spesifikke dimensjoneringsverdier for sine produkter.

11.1 Beregning av midlere vanntemperatur

Når gulvoppbygging, rørdimensjon og c-c avstand er valgt, kan du beregne nødvendig midlere vanntemperatur ut fra høyeste effektbehov og ønsket romtemperatur. Til det trenger du varmemotstanden (temperaturtapet) fra vannet til romluften. Den kan deles opp i fire temperaturredifferanser:

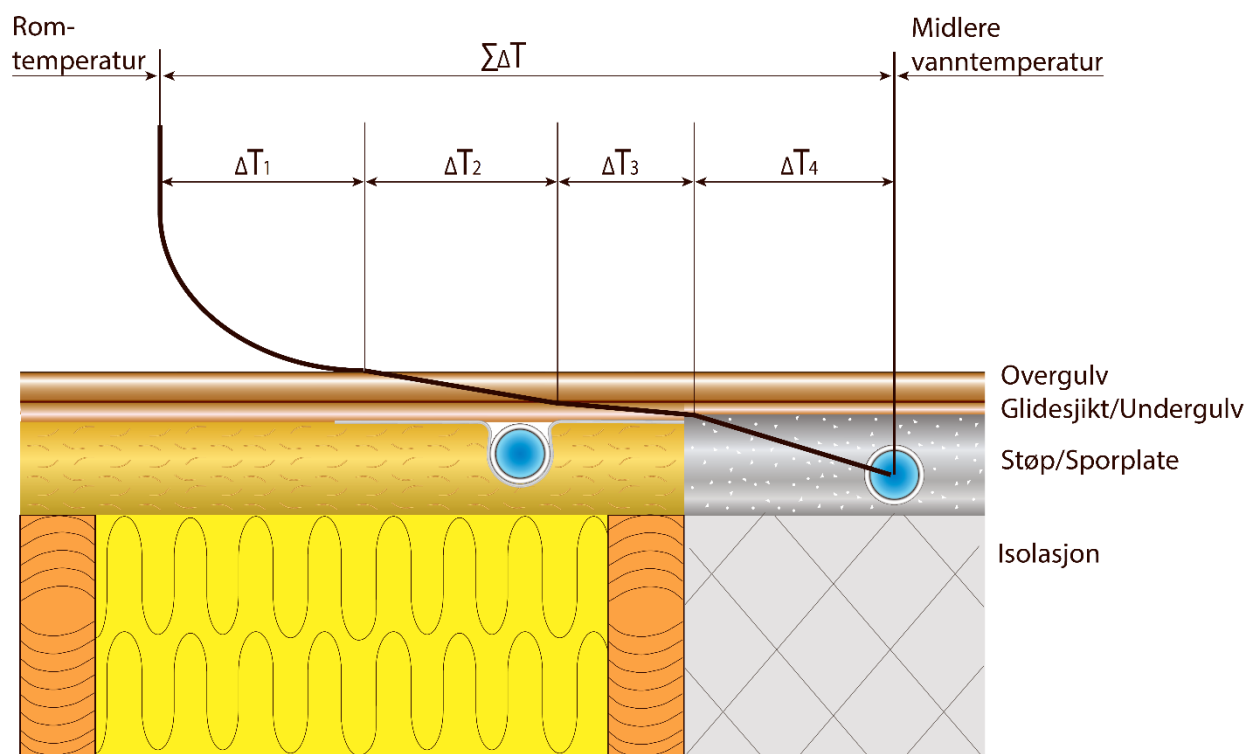
ΔT_1 : Konveksjon og termisk stråling mellom gulvoveflaten og romluften.

ΔT_2 : Overgulv. Det kan eksempelvis være laminat, parkett, heltregulv eller fliser. For fliser tas flislimet med i tykkelsen.

ΔT_3 : Glidesjikt/undergulv. Det kan eksempelvis være skummatte for å avrette mindre ujevnheter under flytende gulv som parkett og laminat. Det kan være trykkfordelingsplate for mekanisk styrke, og for å unngå knirk over et spaltegulv med varmemfordelingsplater. For fliser er denne motstanden null.

ΔT_4 : Støp/Sporplate. For våte gulvvarmeløsninger brukes betong eller avrettingsmasse. For tørre gulvvarmeløsninger kan det være sponplater, eller andre type plater med spor for rør og varmemfordeling. Varmemotstanden gjennom selve rørvæggen skal også inkluderes i dette leddet.

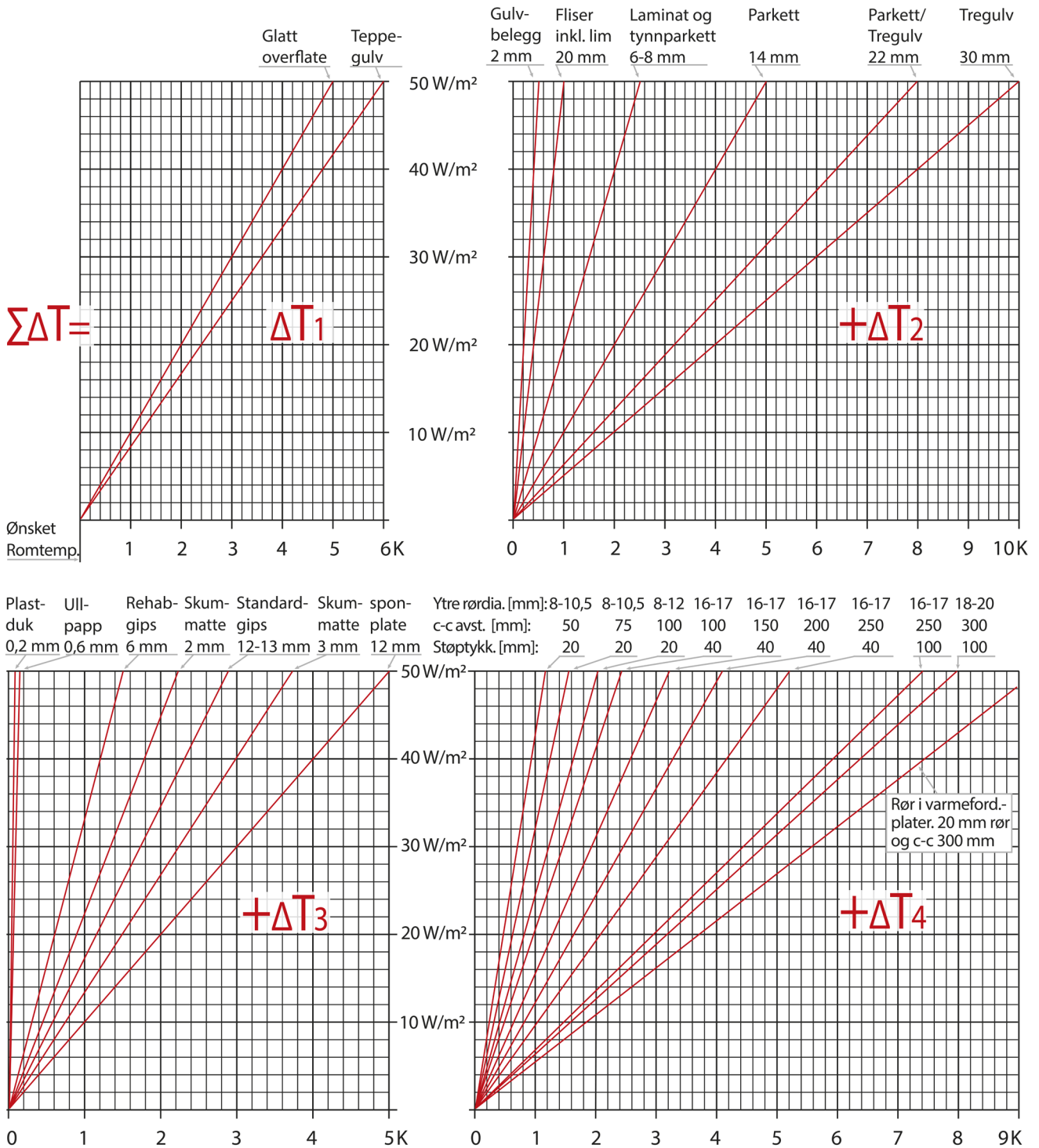
Figur 7 - Illustrasjon av de fire varmemotstandene fra vannet til romluften. illustrer disse fire temperaturredifferansene, og summen av dem ($\Sigma \Delta T$) er altså den totale varmemotstanden fra vannet til romtemperaturen.



Figur 7 - Illustrasjon av de fire varmemotstandene fra vannet til romluften.

Figur 8 - Diagram for å beregne nødvendig midlere vanntemperatur for utvalgte gulvoppbygginger. viser disse fire temperaturdifferansene for utvalgte gulvoppbygginger. Den vertikale akse er effektbehovet og de horisontale er temperaturdifferansen for hvert element. Noen forutsetninger for diagrammet:

- 30 cm isolasjon under gulvet.
- Brukes varmefordelingsplater, dekker de 80 % av gulvarealet.
- Avrettingsmasse (flytsparkel) har en konduktivitet lik betong på $1,3 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. For andre konduktiviteter kan ΔT_4 justeres tilsvarende.
- Parkett, tregulv (heltre) og laminat har samme konduktivitet.
- Løse tepper er ikke medregnet.
- Skummatte klemmes sammen på 10 % av arealet.



Figur 8 - Diagram for å beregne nødvendig midlere vanntemperatur for utvalgte gulvoppbygninger.

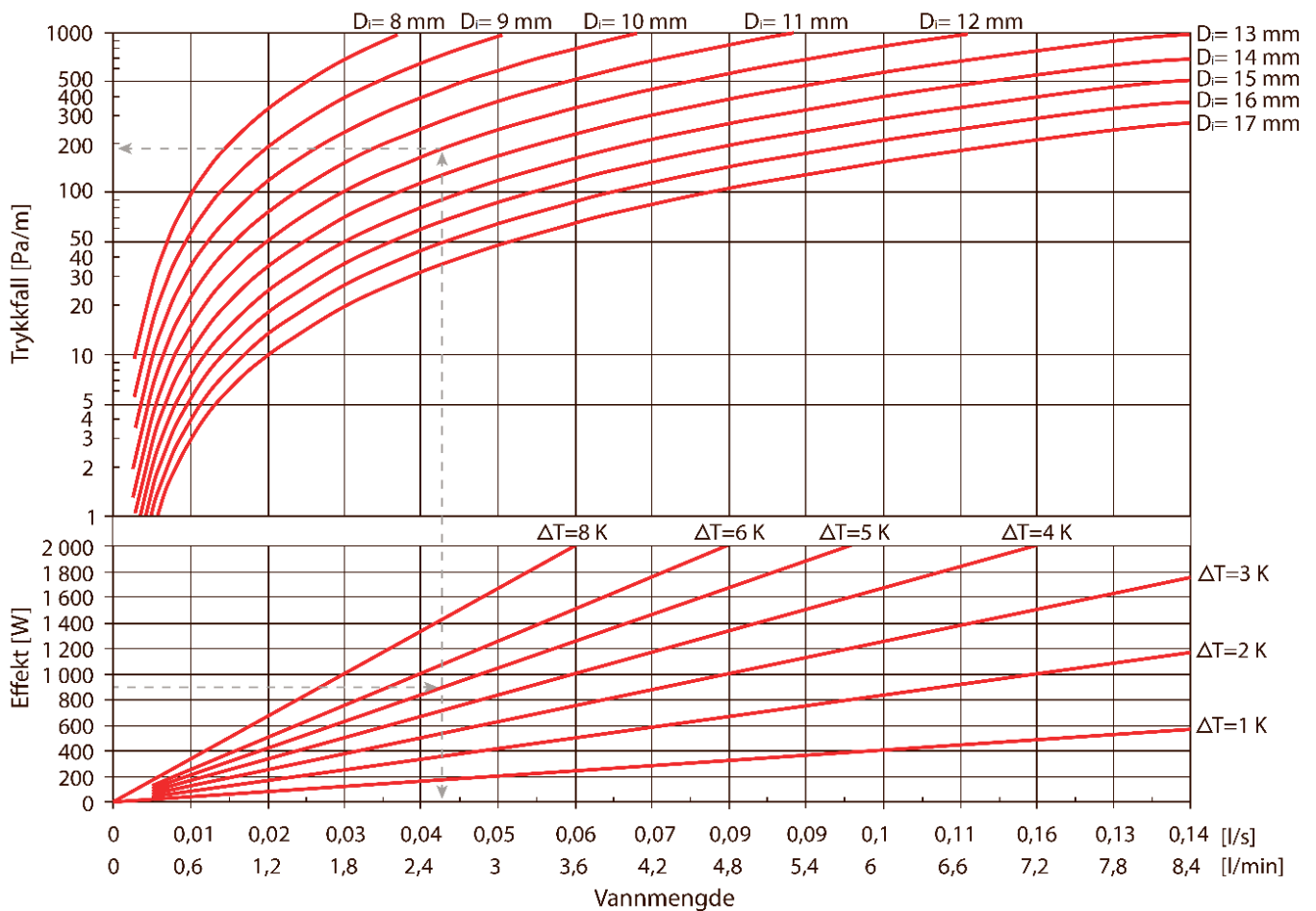
Regneeksempel:

Dimensjonerende effekt er 30 W/m². 14 mm parkett på gulvet med ullpapp under. 16 mm rør nedstøpt i 40 mm tykk avrettingsmasse med c-c 200 mm.

Løsning: Trekk en horisontal linje gjennom alle fire diagrammene for 30 W/m², og les av temperaturredifferansene. Vi får da $\sum\Delta T = 3+3+0,1+2,4 = 8,5$ K. Dersom vi ønsker en romtemperatur på 23 °C, må altså midlere vanntemperatur være 23+8,5 = 31,5 °C. Parkettens overflatetemperatur blir 23+3= 26 °C, som da vurderes som akseptabelt.

Dokumentet er levert av Standard Norge til Armaturljønsson Sponsor for P-794 etter særskilt avtale med Standard Norge 2020-02-26

11.2 Temperaturdifferanse, sirkulert vannmengde og trykktap



Figur 9 - Diagram som viser sammenhengen mellom effekt, temperaturdifferanse, vannmengde og trykktap per meter rør ved gitt indre rørdiameter.

Regneeksempel (fortsetter):

En stue på 30 m² har et dimensjonerende effektbehov på 30 W/m². Effektbehovet blir da 900 Watt. Vi ønsker en temperaturdifferanse (ΔT) mellom tur og retur på 5 K, og vi skal bruke 16 mm rør med 2 mm veggtykkelse ($D_i=12$ mm).

Dersom vi forutsetter midlere vanntemperatur på 31,5 °C fra forrige oppgave, blir tur/retur-temperaturene 34/29 °C.

Løsning: Se den stiplede grå linjen i diagrammet i *Figur 9 - Diagram som viser sammenhengen mellom effekt, temperaturdifferanse, vannmengde og trykktap per meter rør ved gitt indre rørdiameter*. Den er trukket fra 900 Watt til den treffer $\Delta T=5$ K. Derfra trekker du en vertikal linje, slik at vannmengden kan leses av fra horisontal akse til 2,6 l/min. Der hvor den vertikale linjen krysser linjen for indre rørdiameter på 12 mm, trekker du en linje til venstre for å lese av trykktapet. Her ble det ca. 190 Pa/m.

11.3 Maksimal rørlengde for hver kurs fra gitt trykktap

Det er flere grunner til at trykktapet i vannbårne gulvvarmeanlegg ikke må være for høyt. En av dem er at aktuatorer (termoelektriske element) kun klarer å stenge en viss trykkdifferanse – ofte 35-40 kPa. Bli trykkdifferansen høyere enn dette, vil ventilene slippe noe vann gjennom, som gir uønsket oppvarming og sløsing med energi.

Vi anbefaler at trykktapet i gulvvarmerørene ikke skal overstige 20 kPa. Dette blir altså trykktapet i den lengste kursen (eventuelt baderomskurs med lavere ΔT). I tillegg kommer trykktap i selve fordelerstokken. Her vises det til den enkelte leverandør.

Regneeksempel (fortsetter):

Maksimal rørlengde per kurs blir da $20000 \text{ [Pa]} / 190 \text{ [Pa/m]} = 105 \text{ meter}$.

I disse 105 meterne inngår også transportetapper fra varmesonen og bort til fordelerstokk. Dersom transportetappene er ukjent, kan du forutsette at ca. 10 % går med til dette. Det kan da antas maksimum 95 meter rør for hver kurs.

Som veiledende verdier for maksimal rørlengde kan du bruke følgende tabell for $\Delta T=5K$:

Tabell 3 - Veiledende lengste rørlengde per kurs ved $\Delta T=5K$

Rørdimensjon (mm)	Lengste rørlengde (mm)
8-12	60
14-15	80
16-17	100
18-20	120

Lengde på hver kurs avhenger også av senteravstand og effektbehov.

11.4 Beregning av maksimalt gulvareal og vannmengde per kurs

Dette gjøres ut fra maksimum rørlengde og c-c avstand. Rørlengde beregnes ved å dividere gulvarealet på c-c avstanden. I tillegg kommer transportetapper. Alternativt kan Tabell 4 - *Rørlengde per m² ved ulike c-c avstander*. brukes. Tabellen viser hvor mange meter rør som trengs per kvadratmeter for ulike c-c avstander.

Tabell 4 - Rørlengde per m² ved ulike c-c avstander.

C-c avstand (mm)	Rørlengde (m/m ²)
50	20,0
75	13,3
100	10,0
125	8,0
150	6,7
200	5,0
250	4,0
300	3,3

Regneeksempel (fortsetter):

Rørene legges med en c-c avstand på 200 mm. Ut fra Figur 4 går det da 5 meter rør per kvadratmeter. Én kurs kan dermed dekke opptil $95/5 = 19 \text{ m}^2$ gulvflate.

Stuen på 30 m^2 trenger dermed to kurser. Hver kurs blir $15 \cdot 5 = 75$ meter pluss transportetapper.

Vannmengden for hele stuen er fra diagrammet i Figur 9, 2,6 l/min og 1,3 per kurs. Med halvert vannmengde per kurs reduseres trykktapet til 60 Pa/m.

11.5 Leggetegning og kursskjema

Når maksimalt areal per kurs er kjent ved gitt c-c avstand, kan du utarbeide leggetegninger. Som oftest vil du bruke ulike c-c avstander ut fra romtype, kaldras og randsoner. Maksimalt areal for ulike c-c avstander kan beregnes, men det kan bli tungvint dersom du bruker flere ulike c-c avstander i samme rom. Da kan det være mer hensiktsmessig å sørge for at maksimal rørlengde ikke overstiges. I regneeksemplet over var det 105 meter.

På leggetegningen skal du merke alle kursene. I kursskjema skal du liste opp alle kursene, og du skal oppgi minimum rørlengde og vannmengde for hver kurs. I tillegg kan du oppgi trykktap og dimensjonerende temperaturer.

12 Vannbehandling

Vannet som varmeanlegget fylles med, inneholder normalt 10 % oppløst luft. Vann med «oppløst luft» er klart og fint uten luftbobler. Oksygenet i luften i vannet skaper korrosjon og bakteriell vekst. For vannbåren gulvvarme med lite eller ikke noe sort stål, er bakteriell vekst den største utfordringen. Bakteriell vekst gjør vannet brunt, og det dannes biologisk film (biofilm) på innsiden av rørene. Denne biofilmen er meget uheldig fordi den isolerer veldig godt, og den vil også øke trykktapet. Konsekvensen blir redusert varmeeffekt, som blir ytterligere forsterket fordi vannmengden reduseres.

Derfor er det viktig å fjerne luft fra vannet i varmeanlegget. Luft frigjøres fra vannet i form av mikrobobler enten ved at det varmes opp eller ved at trykket senkes til lavere enn atmosfærisk trykk.

En mikrobobleutskiller er en komponent som vil fange opp og slippe ut mikrobobler. Den fjerner ikke oppløst luft, og må derfor kun benyttes ved lave trykk.

En vakuumpuffer, enten som en midlertidig eller permanent installasjon, er en effektiv måte å fjerne oppløst luft på i hele varmeanlegget.

I tillegg til å fjerne luft, bør du sørge for at vannet er basisk med pH mellom 9 og 10. Det kan da tilsettes en pH-regulator. Høy pH-verdi hemmer både bakterievekst og korrosjon. Det finnes også ulike typer desinfeksjonsmiddel på markedet som vil redusere bakterievekst. Både pH-regulator og desinfeksjonsmiddel har en begrenset virkningstid hvis varmeanlegget jevnlig etterfylles med luftrikt vann.

Dersom varmeanlegget inneholder komponenter i stål, anbefaler vi å montere et magnetittfilter. Et magnetittfilter er ganske enkelt en magnet som er plassert i vannstrømmen som effektivt vil fange opp alle magnetiske partikler, og samtidig ikke vil øke trykktapet.

13 Igangkjøring, innregulering og overlevering av gulvvarmeanlegg.

13.1 Tetthetsprøving

Byggteknisk forskrift (TEK) § 15-2 Sentralvarmeinstallasjon krever at: (1) *Sentralvarmeanlegg skal være tett ved det trykket som maksimalt kan oppstå.*

Veiledningen utdyper dette ved «*Kravet om at en sentralvarmeinstallasjon skal være tett kan dokumenteres ved tetthetsprøving.*»

Tetthetsprøving består av lekkasjeprøving og trykkprøving. Begge prøvemetoder skal normalt gjennomføres, men for små og oversiktlige anlegg kan det holde å gjennomføre kun trykkprøving.

Lekkasjepøving utføres med luft eller annen egnet gass. Fyll anlegget med et lite overtrykk. Eventuelle lekkasjer påviser du ved å såpevaske skjøter eller ved å teste med detektor og egnet gass. Bruk et trykk på maksimalt 12,5 % av sikkerhetsventilenes åpningstrykk. Åpner eksempelvis sikkerhetsventilen ved 4 bar, skal du bruke 0,5 bar prøvetrykk.

Trykkprøving skal utføres med vann eller en annen væske (for eksempelvis en frostsikker væske). Bruk prøvetrykk som er 1,3 ganger høyeste driftstrykk. Prøvetrykket må være minst 1 bar over høyeste driftstrykk, men ikke høyere enn rørenes trykkklasse.

Er eksempelvis høyeste normale driftstrykk 3 bar, skal prøvetrykket være 4 bar. Prøvetid for trykkprøving skal være minst 2 timer med absolutt tetthet.

13.2 Oppfylling og utlufting

Fyll opp anlegget med vann av god kvalitet. Med det mener vi lite partikler, organiske forbindelser, metaller eller salter. Vanligvis er kvaliteten god nok på vann fra offentlige vannverk, men vær på vakt hvis du bruker brønnvann. Ved oppfylling og utlufting av gulvvarmekursene kan du følge denne prosedyren:

- Fyll alltid kursene fra tursiden.
- Åpne en av kursene og spyl gjennom til det ikke kommer mer luft ut.
- Steng så kursen, åpne neste og gjenta prosedyren for denne kursen.
- Fortsett til alle kursene er gjennomspylt og frie for luftbobler.
- I stedet for å spyle med nettvann, kan du bruke pumpekar.
- Bland inn kjemikalier (desinfeksjonsmiddel, pH-regulator og/eller inhibitor).
- Fjern oppløst luft med eksempelvis vakuumløfter.

13.3 Innregulering og igangkjøring

Når et anlegg innreguleres, vil du sørge for å få den vannmengden som er beregnet, slik at hver kurs gir riktig varmeeffekt. Hvis ikke, vil typisk de korte kursene få for stor sirkulasjon og de lange for liten. Innreguleringsjobben er derfor meget viktig for å få et velfungerende gulvvarmeanlegg.

Følg alltid leverandørens anvisninger når du innregulerer. Her beskriver vi to ulike forenklete metoder for å innregulere gulvvarmekursene. Innregulering utenfor fordelerstokk behandles ikke i denne veiledningen. Dette finner du i Varmenormen.

Før innregulering kan starte, må all luft være fjernet, og sil renses.

1. Forinnstillingsmetoden

Denne metoden må du bruke når fordelerstokken ikke har vannmengdemålere, eller det ikke er mulig å måle vannmengden. Basert på rørlengde og vannmengde oppgir leverandøren hvilken posisjon ventilen skal stå innstilt på for hver kurs. Leverandøren kan også oppgi antall runder eller hvor mye ventilen skal skrues fra helt åpen stilling. Ventilen for den kursen som har høyest trykktap skal da stå helt åpen. Alle kursene er da utbalansert i forhold til hverandre. For at vannmengden skal bli riktig, må fordelerstokkens trykkdifferanse mellom tur og retur være i henhold til hva leverandøren oppgir.

2. Proporsjonalmetoden

Denne metoden kan du bruke når vannmengden i hver kurs er målbar eller vises med vannmengdemålere. Metoden baserer seg på å oppnå det samme forholdstallet mellom ønsket og virkelig vannmengde. Når dette forholdstallet er likt for alle kursene, er de utbalansert i forhold til hverandre og prosentvis endring er lik for alle.

Her beskrives en forenklet metode for innreguleringsprosedyre etter proporsjonalmetoden:

- Still alle kursene helt åpne. Ta eventuelt av aktuatorer.
- Juster den totale vannmengden enten ved felles innreguleringsventil eller egen pumpe, slik at vannmengdemålerne er innenfor sitt måleområde (ofte en skala fra 0 til 5 l/min).
- Den kursen med lavest vannmengde i forhold til prosjekttert (forholdstallet), kalles referansekursen, og skal alltid være helt åpen. Dette er vanligvis den lengste kursen, men det kan også være en kurs til våtrom som skal ha lavere ΔT .

- Begynn å strupe den kursen som har størst avvik i forholdstallet. Du vil da se at de andre kursene får økt vannmengde.
- Fortsett å strupe kursen med høyest avvik inntil avviket er tilnærmet likt for alle kursene. Det er mulig du må justere litt på hovedvannmengden underveis for å holde vannmengdene innenfor skalaen. Husk at referansekursen ikke skal strupes.
- Når alle kursene er balansert i forhold til hverandre justeres hovedvannmengden med innreguleringsventil eller pumpens løftehøyde slik at alle kursene viser riktig vannmengde. Avviket skal ikke være mer enn 15 % fra prosjektert.
- Vannmengde føres inn i innreguleringsprotokollen du skal legge ved FDV-dokumentasjonen for anlegget.

13.4 Merking

Alle kurser, både tur og retur, må du merke med kursnummer i henhold til kursskjema og leggetegning. Leverandørene har ofte egnede skilt som klippes på hvert rør ved fordelerstokken.

13.5 Dokumentasjon og overlevering

Ved overlevering skal kunden ha komplett FDV-dokumentasjon i henhold til Varmenormens beskrivelse i kapittel 11.2. For gulvvarmeanlegg kan denne dokumentasjonen inneholde:

- Kontrollskjema
- Leggetegning
- Trykktestrapport
- Kursskjema
- Innreguleringsprotokoll

Ved overlevering må du gi kunden nødvendig informasjon om hvordan det vannbårne varmeanlegget brukes. For gulvvarmeanlegg kan det være:

- Bruk av termostat
- Batteribytte for termostat
- Justere utekompenseringskurve
- Laveste og høyeste driftstrykk
- Nødvendig serviceintervall og dens innhold.

Litteratur

Standarder

- [1] NS-EN 1264 Vannbaserte overflateintegrerte varme og kjølesystemer, Del 1-5.
- [2] NS-EN ISO 7730 Ergonomi i termisk miljø - Analytisk bestemmelse og tolkning av termisk velbefinnende ved kalkulering av PMV- og PPD-indeks og lokal termisk komfort.
- [3] NS-EN 15251 Inneklimaparametere for dimensjonering og vurdering av bygningers energiytelse inkludert inneluftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustikk. Med veileder.
- [4] NS-EN 12828 Varmesystemer i bygninger - Utforming av vannbaserte varmesystemer.
- [5] NS-EN 12831 Varmesystemer i bygninger - Metode for beregning av dimensjonerende effektbehov.
- [6] NS 3031 Varmeisolering - Beregning av bygningers energi- og effektbehov til oppvarming og ventilasjon.
- [7] NS 3032 Bygningers energi- og effektbudsjett.
- [8] NS-EN 12098 Regulering av varmeanlegg, Del 1 og 2.
- [9] NS-EN 12170 Varmesystemer i bygninger. Retningslinjer for utarbeidelse av dokumentasjon vedrørende drift, vedlikehold og bruk. Varmesystemer som krever en kvalifisert driftsoperatør.

Lover og forskrifter

- [10] Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven).
- [11] Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning.
- [12] Byggesaksforskriften (SAK10) med veiledning

Bransjenormer

- [13] VVS-bransjens Varmenorm, 2017.
- [14] Byggebransjens våtromsnorm.

Annen litteratur

- [15] Prenøk, Kompetansebiblioteket.
- [16] Ventøk. Kompetansebiblioteket
- [17] Zijdemans David, Vannbaserte oppvarmings- og kjølesystemer, 2014.
- [18] Rørhåndboka 2019, Rørentreprenørene

Denne veiledning er utarbeidet som et supplement til standarden NS-EN 1264 Vannbaserte overflateintegreerte varme- og kjølesystemer, som er utgitt i fem deler i 2008 til 2011.

Norsk Standard fastsettes av Standard Norge, og selges av Standard Online AS.

Standard Online AS er standardiseringens salgsselskap, og tilbyr Norsk Standard og andre publikasjoner i relasjon til norske og internasjonale standarder. Norsk Standard, elektrotekniske standarder, internasjonale og andre lands standarder kan kjøpes hos Standard Online AS.

Standard Norge kan gi opplysninger om innholdet og svare på faglige spørsmål.

For sidebilde: iStock

Standard Norge
Postboks 242
1326 Lysaker

Telefon 67 83 86 00

info@standard.no
www.standard.no

Standard Online AS
Postboks 252
1326 Lysaker

Telefon 67 83 87 00

salg@standard.no
www.standard.no

Besøksadresse:

Mustads vei 1
0283 Oslo