Innhold

Innledning 7
1. Hva skjer i energimarkedene framover? 9
2. Flere veier mot samme mål 16
   2.1. Tiltak som ikke koster penger 16
      2.1.1. Innetemperaturen 17
      2.1.2. Klærne 17
      2.1.3. Varmtvannsforbruket 17
      2.1.4. Vaskemaskinen 19
      2.1.5. Oppvaskmaskinen 19
      2.1.6. Klestørken 20
         2.1.6.1. Et eksempel på lufting innover i en leilighet 21
      2.1.7. Demp trekken 23
      2.1.8. Demp stråling og konveksjon 24
      2.1.9. Når du lufter ut 24
         2.1.10. Kjøp strøm når den er billig 26
   2.2. Veldig billige tiltak 26
      2.2.1. Plasseringen av varmekilder 26
      2.2.2. Tidsstyring 27
      2.2.3. Temperaturstyring 29
      2.2.4. Avfuktere 29
      2.2.5. Å tette for trekken 31
      2.2.6. Om å varme opp hele huset 33
      2.2.7. Har du tilgang på rimelig ved? 34
      2.2.8. Ikke glem å bruke kroppen 34
3. Litt teori 36
   3.1. Først litt om myter og sannheter 36
      3.1.1. "Hi-tech er framtida" eller "Automasjon er alltid effektivt" 36
      3.1.2. "Å ta hensyn til miljø og klima koster for mye" 38
      3.1.3. "Spar på strøm til lys og apparater, spesielt om vinteren" 40
   3.2. Om energitransport 45
      3.2.1. Litt om kuldebroer 51
      3.2.2. Litt om varmetap i vannrør 52
   3.3. Konveksjon ved vinduer 53
4. Vindjakka og genseren 55
5. Om å hente tilbake energi som går ut 57
   5.1. Varmegjenvinning fra lufta som går ut av huset 58
      5.1.1. Sentral balansert ventilasjon med energigjenvinner og kanaler 58

5.1.2. Kanalløs balansert ventilasjon med energigjenvinner 59
5.1.2.1. Parvist samarbeidende vifteelementer 60
5.1.2.2. Romventilatorer med to vifter i samme enhet 62
5.1.3. Ubalansert ventilasjon med energigjenvinning 63
5.1.3.1. Avtrekksvarmepumpe 63
5.1.3.2. Vekslende luftstrøm med energigjenvinning 63
5.2. Varmegjenvinning fra vannet som renner ut 64
5.2.1. Teknologier for gråvannsgjenvinnere 65
5.2.1.1. Passiv, momentan varmeveksling 66
5.2.1.2. Passiv gjenvinner med forsinket varmeveksling 68
5.2.1.3. Gråvannsgjenvinnere for dusj 70
6. Energi rett ut av det blå 71
6.1. Hjemmelaget strøm 71
6.1.1. Solceller 74
6.1.2. Vindmøller 80
6.1.3. Små vannkraftverk 80
6.1.4. Lager for egenprodusert strøm 82
6.2. Egen varmeproduksjon 83
6.2.1. Vedfyring generelt 84
6.2.2. Bio-ovn med vannkappe 85
6.2.3. Solfangere 86
6.2.4. Varmepumper 93
6.2.5. Varmelager 97
6.2.5.1. Temperatursjikting 101
6.2.5.2. Hva med varmepumpe i energiforsyningen? 104
6.3. Litt om solvinkelen 105
7. Det geniale ved vannbårne energisystemer 107
7.1. Momentan varmeveksing fra gråvann 108
7.2. Systemer med varmelager 111
8. Om å bygge hus energifornuftig 116
8.1. Om vinduer 116
8.2. Fordelingen av isolasjon 118
8.2.1. Taket 119
8.2.2. Kjelleren 121
8.2.3. Ytterveggene 124
8.2.4. Dampsperre eller fuktbremse? 125
8.3. Solenergi i tak og vegger 127
8.4. Legg opp et vannbårent system 128
8.5. Golvvarme er effektivt 128
8.6. Badets plassering 129

8.7. Plassering av maskiner 129
8.7.1. Maskiner og støy 130
8.8. Plassering av en varmtvannsbereder 131
8.8.1. Smarte varmtvannsberedere 131
8.9. Svalsoner 131
8.10. Formen på bygget 132
8.11. Noe nytt å tenke på: Skjerpede EU-krav i framtida 133
9. Forklaring av noen tekniske begreper 135
9.1. Om energi, effekt og arbeid 135
9.1.1. Virkningsgrad 136
9.1.2. Litt om begreper i bruk ved energimerking 137
9.2. Energitetthet 140
9.3. Varmekapasitet 141
9.4. Varme i bevegelse 142
9.5. Energimerket 145
9.5.1. Energikarakteren 145
9.5.2. Oppvarmingskarakteren 146
9.6. Lekkasjetall 147
9.7. Vanlige misforståelser og nødvendige presiseringer 148
10. Økonomiske beregninger 150
10.1. Et regneeksempel for en liten oppgradering 154
10.2. Lønnsomhet og finansiell risiko ved diverse installasjoner 158
10.2.1. Balansert ventilasjon 159
10.2.2. Gråvannsgjenvinner 160
10.2.3. Solcelleanlegg 160
10.2.4. Solfangere 162
10.2.5. Vedovn med vannkappe 163
10.2.6. Luft/luft-varmepumpe 167
10.2.7. Luft/vann-varmepumpe 167
10.2.8. Vann/vann-varmepumpe 168
10.2.9. Berg/vann-varmepumpe 170
10.2.10. Vannbårne systemer med flere kilder og lagertank 170
10.2.11. Oppsummering, evaluering av teknologier 174
11. Faren for Legionella 177
11.1. Litt om Legionella-bakterien 177
11.2. Hvor farlig er Legionella? 178
11.3. Tiltak for å forebygge Legionella-vekst i gjenvinningsanlegg 179
12. Pass på kullosen 181
13. Kilder til videre fordypning 184

Energikilder utenfra
Fra sola
- varme via vegger og vinduer
- varme via solfangere
- strømproduksjon (solceller)
Fra husets omgivelser
- direkte via lufting/ventilasjon
- indirekte via varmepumpe (luft, vann, jord)
Fra andre anlegg og bygg (fjernvarme)
Fra felles kraftnett (elektrisk strøm)
Fra innkjøpte brensler (ved, olje m.m.)
Fra annen egenproduksjon (vind, vann m.m.)
Varmeproduksjon inne i huset
Maskiner, apparater og dingser
Belysning
Fyring med brensler (ved, olje m.m.)
Fyring med elektriske ovner
Menneske- og dyrekropper
Varme som går ut av huset
Varmestråling
Varmeledning (ved kontakt med omgivelsene)
Grävann og kloakk
Luftlekkasjer
Bevisst utlufting
Gjenvinning av varme fra ventilasjon og grävann

3.2. Om energitransport

Figuren på forrige side viser energistrømmen gjennom et hus (varmetransmisjonen). Den er der hele tida, men vil variere i styrke etter

1. *årstidene*, som ingen kan gjøre noe med
2. *været og klimaet*, som vi kan gjøre noe med om vi klarer å bli enige om internasjonale tiltak
3. *byggets kvaliteter*, som vi kan gjøre noe med om privatøkonomien tillater det
4. *beboernes vaner*, det problemet som er billigst å endre, men som i mange tilfeller kan være temmelig komplisert å forholde seg til

Punkt 1 og 2 på lista er utenfor saksområdet for denne boka. Punkt 4 står det om i avsnitt 2.1. Fra nå av vil det handle mest om punkt 3.

Mange kilder kan gi energi til huset: Solstråler, elektrisk strøm, diverse brensler, fjernvarme fra søppelforbrenning eller industrianlegg. Varmepumper kan bruke energi fra bakken under eller rundt huset, utelufta, sjøen, en dam i nærheten, til og med en septiktank for den saks skyld.

Inne i huset brukes energi til matlaging, husholdningsmaskiner, lys, lek og hobbyer, og dessuten temperaturregulering (oppvarming *eller* nedkjøling). Det viser seg at det aller meste av denne tilførte energien blir til varme på et eller annet tidspunkt, også mye av den som allerede har vært brukt til noe annet først.[31] Energiflyten *ut av huset* vil vi bremse så den går saktest mulig, men den lar seg aldri stoppe helt. Derfor er vindtetting og isolasjon i byggets ytre flater så viktige for energiøkonomien.

Energigjenvinnere i boliger har en litt annen strategi. De henter varme tilbake "i siste liten" før den slipper ut, med en gråvannsgjenvinner i et avløpsrør, en varmegjenvinner i et balansert ventilasjonssystem o.s.v.

31 En bilmotor blir varm fordi den er lite effektiv. Delene i den skrangler, gnisses mot hverandre og utvikler varme på samme måte som når du slår på en spiker med en hammer, eller da steinaldermennesker slo to steiner mot hverandre for å tenne et bål.

3.2.2. Litt om varmetap i vannrør

Som nevnt i avsnitt 3.1.3., så trenger ikke rørene til varmtvannet å utgjøre noe netto energitap for boligen i fyringssesongen. Men vi kan godt tenke oss tilfeller der dette varmetapet kan være et problem:

- ✔ Når fyringssesongen er kort, vil overskuddsvarmen ikke komme til nytte.
- ✔ Hvis det er lang avstand til varmtvannsberederen, må man tappe vann lenge før det endelig kommer noe varmt. Da blir varmtvannsforbruket høyere enn nødvendig.
- ✔ Hvis rør med varmt vann må gå gjennom rom som vi normalt ikke vil bruke energi på å varme opp, vil overskuddsvarmen ikke komme til nytte.

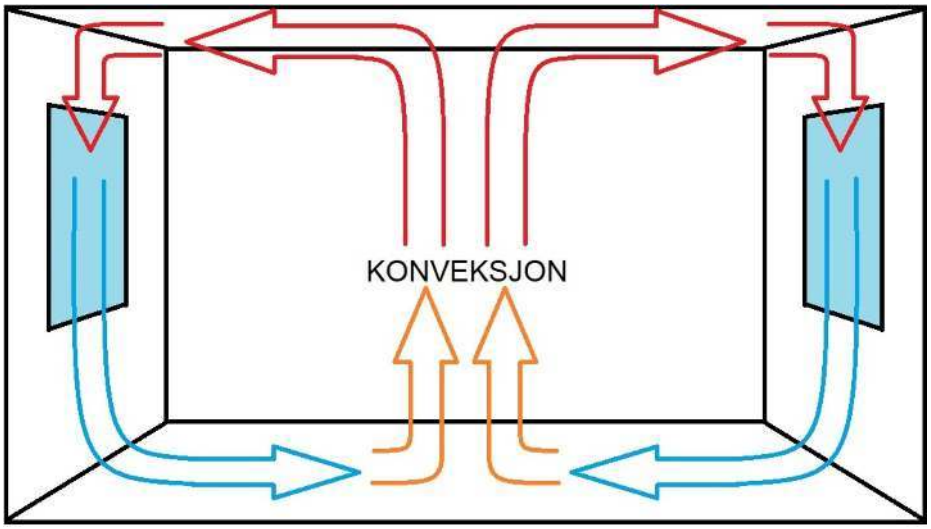
Flyttes varmtvannsberederen nærmere tappestedet, reduseres problemet. Det går også an å ha en kraftig varmekilde som varmer røret i samme øyeblikk som vannet tappes, nokså nær blandebatteriet. Slik direkteoppvarming reduserer også Legionella-problemet (mer om dette siden).

I varme land er "instant heating" ikke uvanlig, da med gass som energikilde. Varmetapet er lavt, og dermed også det totale energiforbruket, men forbruket er høyt mens oppvarmingen står på. Mye energi skal overføres til vannet på meget kort tid, så effekten er gjerne mellom 10 og 20 kW. Ved elektrisk oppvarming som hos oss, vil det måtte gå mye strøm i ledningene (40 - 90 A). Hovedsikringer inn til en bolig er gjerne på rundt 50 A. Om alle i et boligområde dusjer like mye som nå, samtidig om morgenen ved så høy effekt som 10 - 20 kW, kan det bli problemer med energiforsyningen.

Varmtvannsberedere på et par hundre liter i de tusen hjem tjener som et stort bufferlager i energidistribusjonen. Et vannbårent varmesystem med akkumulatortank, eventuelt ekstra stor bereder som varmelager, gir eieren enda mer lagerkapasitet. Plassering sentralt i boligen gjør at spillvarmen vil kunne komme til nytte.

3.3. Konveksjon ved vinduer

Vinduer er så godt som alltid "det svake leddet" når man prøver å bremse varmetransporten gjennom en vegg. Et moderne 3-lags-vindu isolerer omtrent som en gammel tømmervegg. Uansett hvor gode vinduer man har, så lekker de sannsynligvis mer varme enn veggen rundt, selv om denne er av gammel standard og ikke spesielt godt isolert.[36]



Konveksjon ved vinduer er derfor et vanlig fenomen. Hvis vinduet er høyt (noen går gjerne fra tak til golv) vil lufta som legger seg inntil den relativt kalde glassflaten, få ganske god fart nedover etter hvert som den avkjøles mer og mer og blir tyngre og tyngre. Undertrykket som dannes oppe ved taket vil suge fram varmluft som ligger oppe ved himlingen litt lenger inne. Så er det denne lufta sin tur å komme inntil det kjølige glasset, bli tyngre og falle ned mot golvet. Der nede skyves den innover i rommet av den nye kaldlufta som kommer bak, og blir der etter hvert varmet opp så den blir

36 TEK17 (byggeforskriftene av 2017) krever vinduer og ytterdører med U-verdi på 0,8 W/(m²K) eller lavere. Nokså middelmådige vegger har lavere varmetap enn dette, og slik vil det normalt være uansett glasskvalitet i vinduene.

lettere og stiger mot himlingen igjen. På denne måten oppstår en prosess som er selvforsterkende, en evig runddans av luft mellom rommet og vinduet. Det kalles "kaldras" eller "kulderas" fordi kald luft raser nedover.

Dette kan minne om trekk som man ellers får ved utette vegger, eventuelt slurvete montering av vinduer og dører. Da skapes av og til misforståelser, og uberettiget mistanke om dårlig utført monteringsarbeid kan oppstå når det egentlig er glassene som har skylda.



Jo større vinduene er, jo mer energi spares ved å velge ekstra gode glass. Hvis man har gamle vinduer med gode karmer, kan man vurdere å bytte bare glassene istedenfor alt sammen. Mye arbeid blir spart da, og litt materialer også, men sjekk tetningslistene om det er lukkevinduer.

Siden arbeidskostnader, transport av gamle og nye vinduer, ut- og innvendig listing, stillaser m.m. utgjør en stor del av totalinvesteringen i nye vinduer, vil prisdifferansen mellom middelmådige og ypperlige vindusglass bli relativt liten i forhold til alt det andre man uansett må betale for når man vil bytte ut vinduer i et hus.

4. Vindjakka og genseren

Noen blander sammen begrepene "vindtetting" og "isolasjon". Man hører av og til at "huset trenger å isoleres, for det trekker så mye gjennom veggene". Sannheten er at god isolasjon med lav U-verdi i seg selv hjelper lite om vinden blåser vekk den varme lufta vi prøver å holde på.

Vindsperra utenpå isolasjonen og dampsperra (evt. fuktbremsen, se avsnitt 8.2.4) som ligger innenfor isolasjonen mot de varme rommene, er to membraner som demper trekk gjennom bygget når det blåser. Trekken er et resultat av trykkforskjellen mellom le- og losida av bygget.

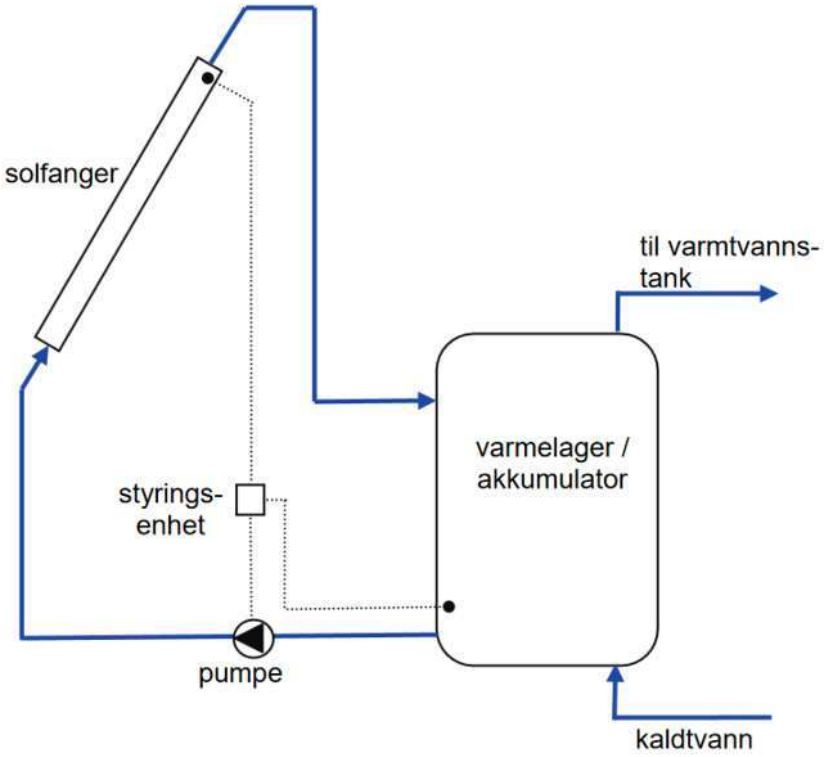
Den innerste membranen skal i tillegg hindre fuktig luft i å trenge ut av varm sone utenom de stedene vi har bestemt (ventilasjonskanaler). Varm luft kan som vi har vært inne på inneholde mye fuktighet. Hvis den får sive inn i veggen, blir den avkjølt og kan kondensere. Sopp vil så kunne dannes i det fuktige, lunkne miljøet, og råte vil kunne bli et problem.

Den ytre membranen skal kunne "puste", altså være diffusjonsåpen (la fuktighet i dampform passere), i motsetning til dampsperra. Hvis ikke, vil fuktighet som av en eller annen grunn har kommet seg inn i veggen, ikke slippe ut igjen. Hvis det var regnvær i byggeperioden, ble da bygget tørket ut skikkelig før veggene ble kledd igjen? Fuktskader kan oppstå i sånne tilfeller om veggen er for tett, og treet begynner å surne. Selv om vindsperra (altså den membranen som ligger mellom isolasjonen og utemiljøet) må kunne puste, så må den likevel være så tett at vanndråper ikke får komme inn. Dette er litt av en balansegang, men teknologien har kommet langt.

Duken/membranen/vindsperra må tåle fukt over lang tid uten å råtne. Riktignok har den kledning utenpå (med litt lufting imellom), men vindsperra skal selv kunne holde regnet ute, akkurat som ei god jakke.

Men du blir ikke god og varm av ei jakke i uværet, samme hvor tett den er. Det ekstra luftlaget hjelper jo, men varm blir du ikke uten videre. En tjukk

f.eks. en varmeveksler i en bereder (og inn igjen lenger nede i tanken). Eventuelt kan berederen være en egen tank inni varmelageret. I så fall har man en *dobbelmantlet* bereder.



Et areal på 4–6 m² med solfangere, med en akkumulatortank på 300 liter (se avsnitt 6.2.5. og kapittel 7) vil kunne levere varme nok til å dekke omtrent halvparten av det årlige energibehovet for varmtvann i en liten familie. Det er viktig å ikke ha for store paneler i forhold til varmelager og forbruk, ellers kan anlegget koke ved overproduksjon. På beste soldag må all varme som solfangerne gir, kunne lagres og/eller brukes mens den produseres, ellers må varmen ledes bort. Da må overskuddet enten sløses bort, eller så må energi brukes til nedkjøling. Et drainback-system vil kunne redde situasjonen ved å tappe ut vannet fra solfangerne før det koker. Generelt må vannet som går inn i solfangerne være kaldest mulig og ha god gjennomstrømming, så blir effekten størst, og fare for koking minst.

På spesielt varme dager, eller når forbruket av energi fra varmelageret er for lavt til å ta unna produksjonen, kan overskuddsenergi ledes ned i grunnen via en rørsløyfe om dette gir tilstrekkelig kjøling. Hvis huset da har jord/vann-varmepumpe, vil denne varmen som er "pløyd ned" i bakken kunne gi økt effekt til varmepumpa siden. Selve grunnen under huset blir da brukt som varmelager.

Varme som ledes under huset, vil også redusere forskjellen i temperatur mellom golvet og grunnen, og dermed redusere varmetapet og til en viss grad behovet for energi til romoppvarming i kjelleren.

6.2.4. Varmepumper

Har du kjent hvor varmt det kan være på baksida av et kjøleskap? I bruksanvisningen står det som regel at du må ha en viss avstand mellom kjøleskapet, vegg bak og hyller over, så luft kan passere. Denne varme lufta gir et lite bidrag til oppvarming av boligen din. Den har "stjålet" varmen fra matvarene dine inne i kjøleskapet og flyttet den ut i rommet skapet står i.

Om du da kjøler ned lufta utenfor huset istedenfor den som er inne i kjøleskapet, så har du ei luft/luft-varmepumpe. Fortsatt er det boligen din som tar imot varmen, akkurat som i tilfellet med kjøleskapet. Ei vifte på varmepumpas innedel sprer oppvarmet luft rundt i rommet.

Det fantastiske med varmepumper, er de gir mer enn de får. Bryter dette med prinsippet om at energi bare går over i nye former, og at summen av energi er konstant? Nei, fordi i tillegg til den elektriske energien du gir dem, henter/pumper de inn enda mer energi utenfra, i form av varme. Da er det ikke så bra om mye forsvinner på veien inn i huset, som termografiet til høyre nedenfor kan tyde på. Lys gul farge forteller om høy temperatur, relativt til omgivelsene. Selve varmepumpa er mørk blå fordi lufta kjøles ned inni den, før energien fra lufta pumpes inn i huset.

COP (Coeffiicient of Performance, på norsk "varmefaktor") forteller hvor mye varme du får fra ei varmepumpe i forhold til hvor mye strøm den bruker. COP på 4 betyr at for hver kWh strøm du bruker i pumpa, så gir den 4 kWh varme, eller at du får 1 kW varmeeffekt av å bruke 250 W strøm. Denne faktoren varierer med temperaturen på utelufta (varmekilden) og hvor høy temperatur som skal leveres inne i huset.





Utgangspunktet når man måler COP for ei luft/luft-varmepumpe[70] er ifølge standarden 20°C inne og 7°C ute. Når det er mye kaldere ute enn dette, blir den mindre effektiv. Kald luft inneholder jo mindre varme, så det er mindre energi å hente der. Ei varmepumpe som er bra under visse klimaforhold, kan være dårligere under andre forhold. Man bør altså lete etter en som takler klimaet der man bor. Ikke for stor, ikke for liten, men en som virker optimalt under typiske værforhold på stedet.

SCOP (Seasonal Coefficient of Performance, på norsk "årsvarmefaktor") er da mest relevant å se på, for den tar hensyn til at forutsetningene varierer i løpet av et år. Den utledes av ulike COP-verdier gjennom året, blir teoretisk beregnet ut fra fabrikkdata, i et perfekt anlegg under idéelle forhold. I

70 "Luft/luft-varmepumpe" skrives også "luft-til-luft-varmepumpe". Varmekilden står foran skråstreken, og mediet varmen distribueres videre med, står til høyre.

praksis blir samme SCOP derfor vanskelig å oppnå i virkeligheten, men siden den er standardisert er denne størrelsen det beste alternativet for sammenlikning når man skal vurdere ulike modeller opp mot hverandre.

Væsker som f.eks. vann kan også brukes som energikilde, ikke bare luft. Her er de typene av varmepumper som er mest i bruk i boliger:

- *Luft/luft*-varmepumper er billigst og har tidligere vært minst effektive, men har gått gjennom en rivende utvikling og har nå SCOP som er på høyde med dyrere teknologier. De er egnet for boliger som ikke har vannbåren varme, og har forventet levetid på 12-15 år.

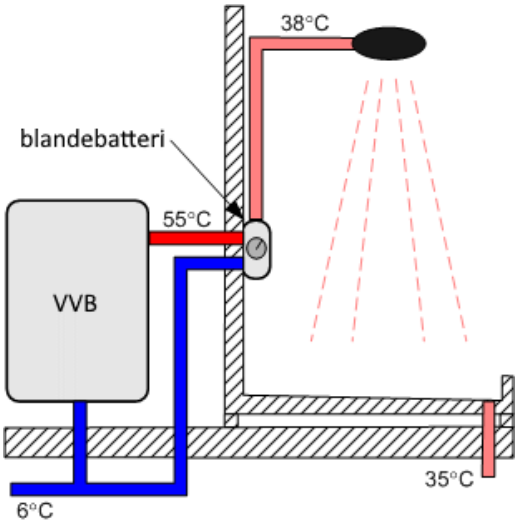
- *Luft/vann*-varmepumper bruker også uteluft til varmekilde, men leverer energi til et væskebasert/vannbårent distribusjonssystem, som kan brukes til å varme opp tappevann og/eller rommene i huset. Levetida er 12-15 år, og de er dyrere enn luft/luft.

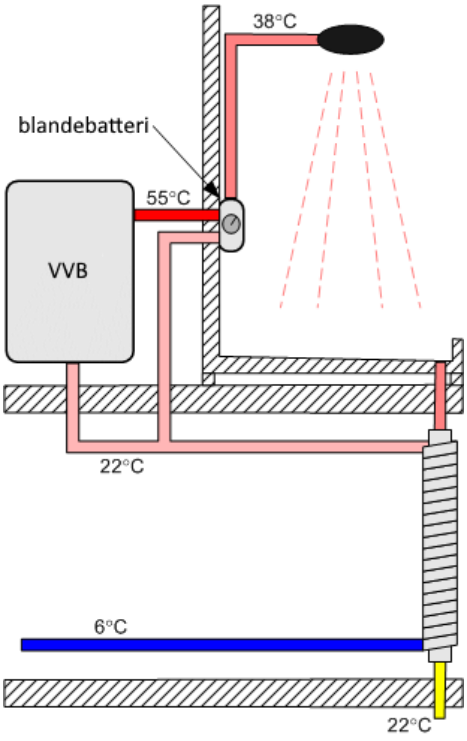
- *Væske/vann*- eller *vann/vann*-varmepumper henter energi fra for eksempel en dam, innsjø eller sjøvann, og gir varme til et vannbasert system på samme måte som luft/vann-varmepumpene også gjør. Men vann/vann-teknologien er dyrere. Man må blant annet legge rør fra varmekilden til varmepumpa, som er litt mer effektiv enn de foregående, og forventes å vare i 20 år. Siden varmekilden ikke er luft er den nokså stabil med jevnt høyere temperatur. På bunnen av et vatn er det vanligvis noen plussgrader selv om vinteren, siden vann har høyest tetthet ved 4°C. Sjøen er også en god varmekilde.

- *Berg/vann*- og *jord/vann*-varmepumper er egentlig også væske/vann-varmepumper som dem som er nevnt i forrige punkt. De er dyrere investeringer, blant annet må det bores en eller flere energibrønner ned i grunnen. Disse kan være nokså dype, typisk 70-200 meter. Massene der nede kjøles ned, og varmen går til et vannbårent system i boligen. Man skal ikke langt under bakken før det er plussgrader året rundt, så her er det mye energi. I Vardø er frostfri dybde 1,6

7.1. Momentan varmeveksling fra gråvann

Til høyre er en skjematisk framstilling av et boligdusjanlegg uten gråvannsgjenvinning,[80] Utgangspunktet er at det kalde vannet som skal til dusjen kommer rett inn fra gata uten å bli forvarmet.





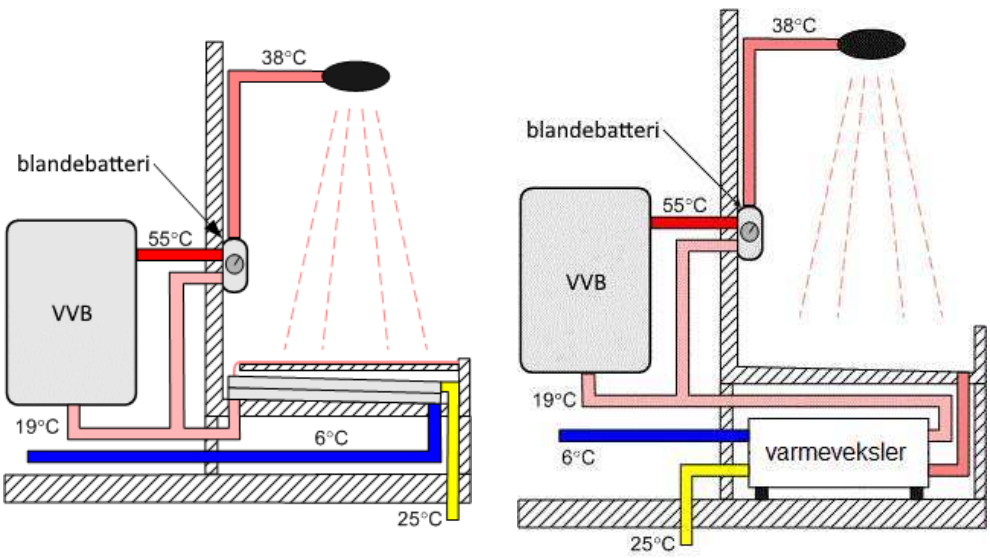
I avsnitt 5.2.1.1 ble det beskrevet en momentangjenvinner. Montert i systemet ovenfor, kan det bli slik som i figuren til venstre. Det lunkne vannet fra sluken i dusjgolvet avgir varme til det kalde vannet som går inn både til varmtvannsberederen og dusjens blandebatteri. Siden vannet går to steder, blir volumet av vann som passerer gjenvinneren per tidsenhet, nokså høy, og gjenvinneren blir tilsvarende effektiv.

80 Kilde til illustrasjonene i dette avsnittet er Meander Heat Recovery (https://www.meanderhr.com/introduksjon/)

Når kaldt vann som går inn i blandebatteriet er temperert istedenfor kaldt, brukes mindre varmt vann for å spe det ut. Vil noen ta seg en kald dusj (noen vil jo det også), blir avløpsvannet kaldt sånn at varmeveksling ikke oppstår, og innløpet til blandebatteriet blir kaldt, slik man da vil ha det.

Nedenfor vises to andre alternativer, som på samme måten som i tilfellet ovenfor, forvarmer både det kalde vannet som skal inn til blandebatteriet og det som går til varmtvannsberederen (VVB). Løsningen til venstre har varmeveksler som er integrert i selve dusjgolvet/ trauet, mens den til høyre har en separat varmeveksler under dusjen.

Disse to løsningene er ikke like effektive som den over. Horisontale varmevekslere er nemlig generelt mindre effektive enn vertikale, som fordeler en tynn, varm vannfilm over hele rørets omkrets, istedenfor at vannet ligger mot bare den ene sida (bunnen) i et horisontalt rør.



Prosjekt: Vannbårent system med tre varmekilder

Totalinvestering	450 000	kr
Strømpris år 1	1,50	kr/kWh
Årlig effektreduksjon	1,30%	
Årlig prisstigning	4,00%	
Antatt produksjon i år 1	23 100	kWh
Levetid:	46,4	år
Rentekrav/ avkastningskrav:	3,0%	per år

Rentekrav:	Ingen	3,0%		46	år levetid og
Tilbakebetalingstid:	11	13	år	1,3%	effekttap per år gir
Nåverdi etter 46,4 år:	2 595 660	955 071	kr	54,5%	effekt i år 46,4

Her produseres det så mye energi at det gir millionoverskudd. Internrenta blir 9,1 %. Investeringen er større, men ganske lønnsom om veden er gratis.

For å ha et så kraftig anlegg, må man ha et ganske stort hus. Dessuten kan vedovnen sette den dyre varmepumpa ut av spill så den blir "arbeidsledig", evt. også om varmelageret ikke er godt nok temperatursjiktet, eller andre forhold gjør bidragsyterne lite effektive. Kapasiteten i anlegget utnyttes ikke da, lønnsomheten uteblir, man har overinvestert.

Ei vanlig luft/luft-varmepumpe er meget effektiv om høsten og våren når temperaturene ikke er veldig lave. Hvis vi tar bort berg/vann-varmepumpa og heller legger til ei vanlig luft/luft-varmepumpe, blir kalkylen slik:

Enhet	kr	år
Komponent	Investering	Levetid
Luft/luft-varmepumpe	25 000	12
Solfangeranlegg	40 000	30
Varmelager	40 000	40
Vedovn med vannkappe	50 000	30
Sum investering	**155 000**	
Levetid, veid gjennomsnitt:		**29,7**

Prosjekt: Vannbårent system, to bidragsytere + luft/luft-varmepumpe

Totalinvestering	155 000	kr
Strømpris år 1	1,50	kr/kWh
Årlig effektreduksjon	2,00%	
Årlig prisstigning	4,00%	
Antatt produksjon i år 1	15 100	kWh
Levetid:	29,7	år
Rentekrav/ avkastningskrav:	3,0%	per år

Rentekrav:	Ingen	3,0%		30	år levetid og
Tilbakebetalingstid:	6	7	år	2,0%	effekttap per år gir
Nåverdi etter 29,7 år:	713 124	390 333	kr	54,9%	effekt i år 29,7

Nå er internrenta hele 13,9 %, og anlegget betaler seg selv etter 6 år om man ikke stiller noe krav om avkastning. Her er det altså tatt med ei varmepumpe som ikke benytter seg av det vannbårne systemet, men overlater dette til solfangerne og vedovnen.

Faren for "rivalisering" mellom ulike bidragsytere er minimalt her, for varmekildene går ikke i veien for hverandre, men fyller hverandre ut (er komplementære). Om vinteren er varmepumpa mindre effektiv hvis utelufta er kaldere, og sola står lavt og gir solfangerne noe mindre energi enn om sommeren. Men da er det bare å fyre med ved til å varme opp rom og tappevann.

Et solcelleanlegg vil ha nokså gode driftsforhold om våren og høsten, når det likevel er så kaldt at ei luft/luft-varmepumpe vil ha det travelt. Her er det antakelig smart å overføre noe av investeringen man ellers hadde tenkt å bruke på berg/vann-varmepumpa, for å skaffe seg et solcelleanlegg som kan levere billig strøm til luft/luft-varmepumpa. Hvis vedovnen med vannkappe brukes om vinteren, blir det ikke særlig høye årlige fyringsutgifter i huset.