

Forenklet og kostnadseffektiv vannbåren varme skreddersydd til passivhus-leiligheter

Tor Helge Dokka, SINTEF Byggforsk, 7465 Trondheim, Norge
Leif Amdahl, Norsk VVS forening, Postboks 2843 Tøyen, 0608 OSLO

Problemstilling

I flere større leilighetsprosjekter de siste årene har det blitt en konflikt mellom det å bygge lavenergiboliger eller passivhus, og samtidig ha et vannbårent oppvarmingsanlegg [Thyholt 2006]. Utbyggere og entreprenører framholder ofte at ekstrakostnadene ved bygge med lavt varmebehov samtidig med å benytte vannbårene oppvarmingsanlegg ikke er regningssvarende.

I en passivhus-leilighet med meget lavt og variabelt varmebehov vil også et konvensjonelt vannbårent varmeanlegg, for eksempel med gulvvarme i de fleste gulv, være meget vanskelig å regulere nøyaktig. Tregheten i et gulvvarmesystem vil kunne føre til periodevis overoppvarming, og lite energieffektiv drift. Gulvvarme i leiligheter der det er lite isolasjon under varmesjiktet, slik det ofte er i etasjeskillere i leiligheter, vil også kunne føre til at mye av varmen tilføres leilighetene under, med tilhørende dårlig systemvirkingsgrad for varmeanlegget. Ved bruk av vannbårene radiatorer unngår man mye av disse ulempene.



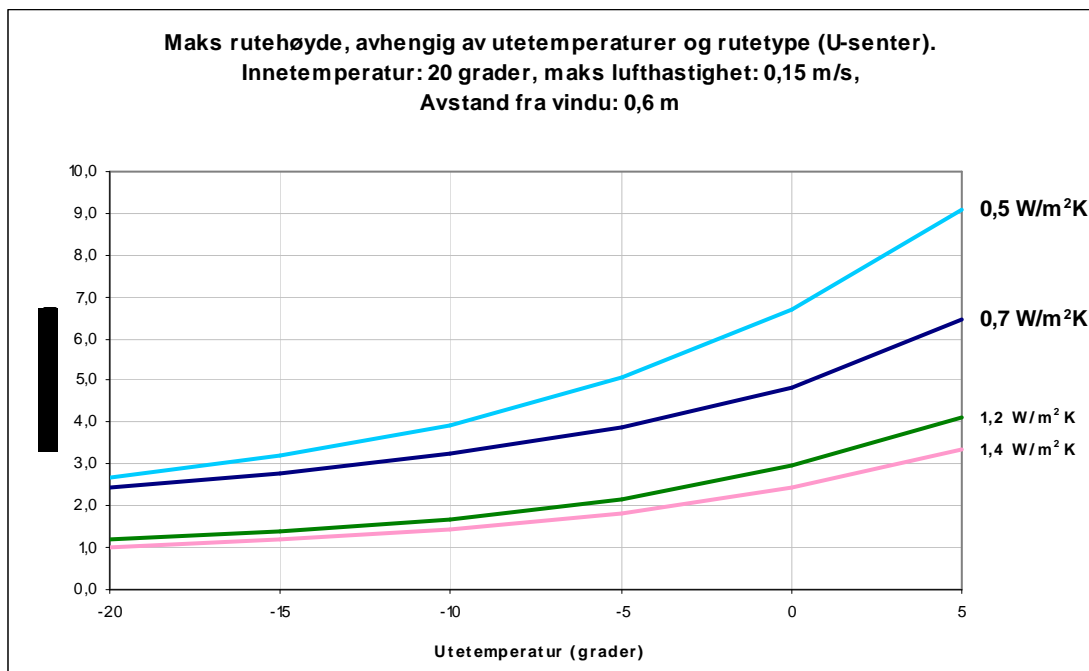
Figur 1: Konvensjonell vannbåren gulvvarme i oppholdsrom, brukes i mange leilighetsprosjekter i dag.

Forutsetning for forenkling av varmesystem

Det er mulig med en betydelig forenkling av varmeanlegget i leilighetsprosjekter, men dette forutsetter en rekke tiltak på klimaskjermen og ventilasjonsanlegget:

- Balansert ventilasjon med temperert innblåsning (ikke lavere enn 15-16 °C). Avtrekksventilasjon eller naturlig ventilasjon der kald uteluft trekkes inn gjennom ventiler i klimaskjermen vil kreve distribuerte oppvarmingsenheter i de fleste rom for å oppnå god komfort. Varmetapet ved avtrekks- eller naturlig ventilasjon fører også til et stort varmetap som må kompenseres med betydelig oppvarmingseffekt.
- Kraftig reduksjon av infiltrasjon (luftlekkasjer) gjennom utettheter i klimaskjermen. Infiltrasjon kan både føre til trekkproblemer og et betydelig forhøyet oppvarmingsbehov, som begge er uforenelig med forenkling av oppvarmingsanlegget.
- Redusert transmisjon- og kuldebrotap. Det er meget viktig at ytterkonstruksjoner (vegg, gulv, tak) er meget godt isolert, og at kuldebroer er tilnærmet eliminert. Dette vil gi høye overflatetemperaturer (ingen kalde gulv) som er en forutsetning for å unngå distribuerte oppvarmingsenheter i hvert rom, og ved yttervegg (perimeteroppvarming).
- Superisolerte vinduer, glassfelt og balkongdører. Et vanlig komfortproblem i mange boliger er kaldras fra vinduer og store glassflater. Dette kan unngås ved å plassere oppvarmingsenheter under vinduer/glassflater (konvensjonell løsning), eller ved å bruke veldig godt isolerte vinduer/glassflater.

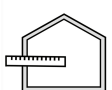

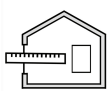
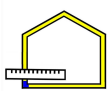
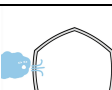
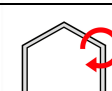
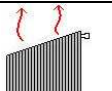
Ved forenkling av varmeanlegget, er man derfor nødt til å bruke godt isolerte glassflater. Figur 2 angir maksimal høyde på vindusrute som funksjon av U-verdi på rute og utetemperatur, for å unngå kaldrasproblemer (over 0.15 m/s).



Figur 2: Maksimal høyde på vindusrute/glassflate som funksjon av U-verdi rute og utetemperaturen. Basert på [Heiselberg 1994]. Figur: Marit Thyholt.

Samlet gir dette overflatetemperaturen nære lufttemperaturen, ingen kaldrasproblemer og ingen trekkproblemer pga. infiltrasjon og ventilasjon. I tillegg fører det til en jevn temperatur i hele leiligheten, selv uten oppvarmingsenheter i hvert rom. Tabell 1 angir anbefalte spesifikasjoner for å kunne forenkle varmeanlegget. Ved å bygge etter passivhus-spesifikasjoner [Andresen 2008] vil spesifikasjonene i tabell 1 være automatisk oppfylt.

Tabell 1: Anbefalte krav for å kunne forenkle varmesystemet i leilighetsprosjekter.

	Spesifikasjon	Krav
	Maksimal U-verdi yttervegg og yttertak	0.15 W/m ² K
	Maksimal U-verdi gulv	0.12 W/m ² K
	Maksimal U-verdi vinduer	0.90 W/m ² K
	Maksimal U-verdi glassrute (midtfelt)	0.60 W/m ² K
	Normert kuldebroverdi ihht. NS3031	0.02 W/m ² K
	Maksimal lineær kuldebroverdi	0.05 W/mK
	Luftlekkasjer, maksimalt lekkasjetall ved 50 Pa.	0.60 oms/t
	Balansert ventilasjon, minimum innblåsningstemperatur	15 °C
	Oppvarmingsbehov, maksimalt effektbehov	15 W/m ²

Forenklet varmesystem

Radiator som dekker varmebehovet

Med tiltak som beskrevet over der man kan unngå oppvarmingsenheter i hvert rom, og også under vinduer eller i perimetersoner (langs yttervegg), har man mulighet til å dekke hele varmebehovet i leiligheten med en sentral plassert radiator. Dette vil være tilstrekkelig for leiligheter opp til 90-100 m² på et plan. For større leiligheter eller leiligheter over flere plan, kan man fortsatt gjøre betydelige forenklinger, men man må trolig ha flere radiatorer.

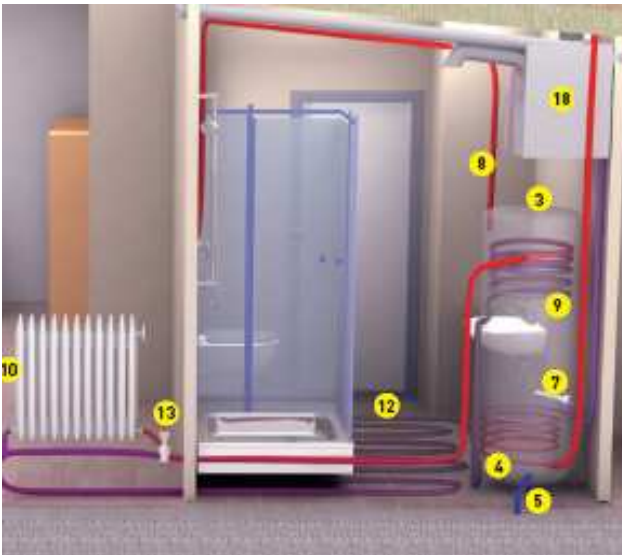
Komfortvarme på bad

I de aller fleste norske leilighetsprosjekter er det et komfortkrav med gulvarme på bad. I mange leilighetsprosjekter som har vannbåren varme, blir det allikevel brukt elektriske varmekabler for å unngå å ha to temperaturnivåer: et for gulvvarme i bad (30 -35 °C) og et for radiatorsystemet (60-90 °C). Med nye gulvvarmerør som nå er på markedet (se figur 3) er det mulig å bruke samme temperaturnivå (60-65 °C) på både radiator og gulvvarme, og dermed forenkle varmesystemet. Disse varmerørene er *litt* isolert slik at overflatetemperaturen på baderomsgulvet blir den samme selv med turtemperatur på 60-65 °C, som om man brukte vanlig gulvvarmerør (type PEX) med turtemperaturer på 30-35 °C.



Figur 3: Gulvvarmerør med isolerende kappe som kan brukes med turtemperatur opp til 70 °C. Bilde: www.rotex.com.au.

En naturlig plassering av radiator er da på utsiden av baderomsvegg, mot stue eller entre (som er åpen mot stue/andre oppholdsrom), se figur 4. Dette gir et enkelt, kompakt og meget kostnadseffektivt varmeanlegg med meget korte rørstrekk. Med et temperaturnivå på 60-70 °C som er vanlig temperaturnivå for varmt tappevann, er det også mulig å bruke en enkeltmantlet bereder som illustrert i figur 4. Dette gir ytterligere en besparelse, da man kan bruke samme temperaturnivå på både radiator, gulvvarme og varmt tappevann. Et annet viktig grep for å bringe kostnadene ned ved slike løsninger, er å redusere antall komponenter som bygges inn i anlegget. En kommer fort dit at det ene drar det andre med seg. Eksempelvis nevnes ekspansjonssystemet. Dersom man velger lukket ekspansjonskar, må det installeres sikkerhetsventiler, i tillegg til selve karet. Videre må systemet tilknyttes vannledningsnettet for oppfylling og etterfylling. Dette krever sluseventil og kikkran. Hver for seg små beløp, men i sum nok til å forrykke økonomien i løsningen.



Figur 4: Viser radiator og gulvvarme, sammenkoblet i samme varmesløyfe, med plassering av radiator på yttersiden av baderomsvegg mot stue. Illustrasjon: Tor Åsmund Evjen.

Løsning i Løvåshagen prosjektet

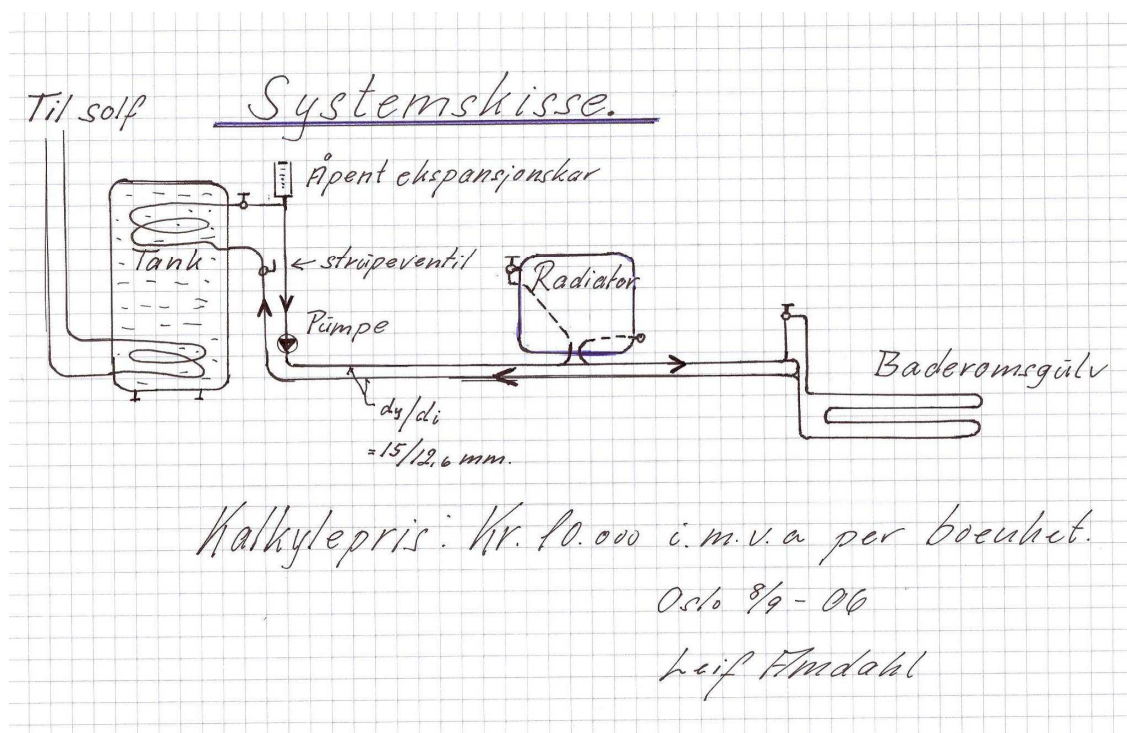
I forbindelse med leilighetsprosjektet Løvåshagen i Bergen med 28 passivhus-leiligheter [Dokka 2008] er det anvendt en ny type vannbårent oppvarmingsanlegg basert på tankegangen beskrevet over. Anlegget er skreddersydd det lave oppvarmingsbehovet i leilighetene.

På grunn av meget godt isolerte konstruksjoner, superisolerte vinduer, og eliminerte kuldebroer og luftlekkasjer, er det ikke behov for oppvarmingskilder under vinduer eller på yttervegger.

For passivhusene i Løvåshagen er det derfor tilpasset et kompakt vannbårent anlegg med vannbåren gulvvarme på bad og en radiator på yttersiden av baderomsveggen (vender mot entre/stue). Radiatoren er dimensjonert slik at den dekker varmebehovet i alle andre rom i leiligheten, og har en installert effekt på mellom 900 og 1300 W. Gulvvarmesløyfen og radiatorsløyfen er koblet i serie (ett rørs-system), og har samme temperaturnivå (55-60 °C) for å forenkle systemet. For å unngå høye overflatetemperaturer på badegulvet benyttes en isolert type vannrør i baderomsgulvet. Både radiator og baderomsvarme styres av termostatventiler. En optimalisert

akkumulator/bereder på 300 liter, som plasseres på bad i hver leilighet, er også utviklet for prosjektet. Denne maksimerer energiopptak fra solfangere på tak, samt gir optimal drift av det vannbårne oppvarmingsanlegget.

Det vannbårne oppvarmingssystemet er kostnadsberegnet til å være kun litt dyrere enn et elektrisk oppvarmingssystem med panelovn og elektriske varmekabler.



Figur 5: Systemskisse av varmesystemet i Løvåshagen-prosjektet. Illustrasjon: Leif Amdahl.

Referanser

- [Thyholt 2006] Thyholt, M. (2006), Varmeforsyning til lavenergiboliger i områder med fjernvarmekonsesjon. Analyser av CO₂-utslipp og forsyningssikkerhet for elektrisitet. PhD-avhandling, NTNU
- [Heiselberg 1994] Heiselberg P., "Draught risk from cold vertical surfaces", Building and Environment, 29, pp. 297 – 301, 1994
- [Andresen 2008] Andresen I, Dokka TH, Lexow T, "New Norwegian Standard for Low Energy and Passive Houses" Paper Passivhus Norden 2008, Trondheim.
- [Dokka 2008] Dokka TH, Helland K, "Løvåshagen: Norges første lavblokkprosjekt med passivhusstandard", Paper Passivhus Norden 2008, Trondheim