

NOTKUN VARMAÐELU

eftir

Gunnar V. Johnsen

ORKUSTOFNUN
Jaróhitadeild

NOTKUN VARMAÐELU

eftir

Gunnar V. Johnsen

INNGANGUR

Varmadæla hefur verið notuð á einn eða annan hátt til upphitunar frá því um 1930. Notkun hennar fer mjög vaxandi nú hin síðari ár, einkum og sér í lagi eftir olíukreppuna, þegar olíuverð á heimsmarkaði margfaldaðist.

Varmadæla er fyrst og fremst orkusparandi tæki. Það fer mjög eftir ástæðum öllum hversu mikið má spara, einkum byrjunarhitastigi og lokahitastigi.

Stofnkostnaður varmadælukerfis er töluvert meiri en stofnkostnaður flestra annarra hefðbundinna hitunarkerfa, en þennan stofnkostnaðarauka má oft fá tilbaka á fáeinum árum vegna sparnaðar í rekstrar-kostnaði.

Notkun varmadælu má skipta í þrjá megin flokka eftir tegund notkunar:

- varmadæla í iðnaði
- varmadæla í stórhýsum (hverfi)
- varmadæla fyrir einstök heimili.

Hér verður nánar fjallað um þessa flokka og getið nokkurra dæma um hvernig nota megi varmadælur.

VARMAÐELA TIL IÐNADAR

Varmadælan hefur verið talin einna hagkvæmst í iðnaði. Þetta stafar aðallega af þrem ástæðum:

- a) starfsskilyrði í iðnaði eru oftast vel þekkt og haldast oft stöðug yfir árið.
- b) í iðnaði er oft þörf á hitaorku við tiltölulega lágt hitastig og jafnvel samfara smávægilegri þörf á kælingu.
- c) varmadælukerfi í iðnaði eru oft mjög stór, en slík kerfi eru hagkvæmari. T.d. má nefna, að betri nýtni fæst úr stórum þjöppum en smáum, en það eykur heildarnýtnisstuðul kerfisins.

í Sviss, þar sem orkuskortur hefur oft verið tilfinnanlegur, hefur varmadælan verið mjög mikið notuð í iónaði, allt frá því fyrir stríð.

Varmadælur í iónaði eru yfirleitt af gerðinni vatns-vatns varmadælur og eru oft mjög stórar. Þær vinna yfirleitt varma úr lækjum eða stöðuvötnum við hitastig, sem er um 5°-15°C, eftir árstíðum.

Nýtnisstuðull þessara kerfa (hlutfallið milli þeirrar orku, sem fæst úr rásinni og þeirrar orku, sem fer í að knýja hana áfram) er mjög mismunandi. Hér ræður mjög við hvaða hitastig vatnið er, sem kerfið skilar af sér, svo og öll aukaorkunotkun í pumpum, öryggisbúnaði o.fl.

Auka má arósemi slíkra kerfa, ef hægt er að sameina í einu kerfi kælipörf og hitapörf, þ.e. að notfæra sér að varmadælan kæli við uppgufara en hitar við þétti.

Margar þjöppur í varmadælukerfum í iónaði eru knúnar, auk raforku einnig af varmaorku (þ.e. thermocompressorar). Þá er einnig farið að nota absorbtionskerfi.

Fjölbreytileikinn í stærðum, gerðum og kröfum til varmadæla í iónaði er næsta ótrúlegur. Þetta gerir það að verkum að þessar varmadælur eru sjaldan fjöldaframleiðdar, heldur yfirleitt alltaf sérsmíðaðar eftir aðstæðum hverju sinni. Undantekning frá þessu eru nokkrar gerðir, þar sem raða má saman fjölda staðlaðra grunneininga til að stórauka afköst, en miðað við ákveðin takmörkuð skilyrði á inn- og úthitastigi.

Sérframleiðsla fyrir hverjar einstakar aðstæður gerir það einnig að verkum, að mjög oft er hægt að nýta varma, úrgangsvarma, úr mismunandi stigum framleiðslu og nota hann annarsstaðar. Þá eru ótaldir allir þeir möguleikar, sem eru á því, að nýta varma, sem myndast í framleiðslu, en er óþarfur þar og því með góðu móti nothæfur í t.d. skrifstofuhluta hússins, heitavatnshitun fyrir kranavatn, sturtur, þvott, loftræstingarkerfum og svo framvegis.

Hér verða nefnd nokkur dæmi (af ótal fjölda) um notkun varmadæla í iðnaði.

Ein af fyrstu varmadælum, sem teknar voru í notkun í iðnaði, var í sambandi við eimingu af ýmsu tagi. Þessar varmadælur eru ýmist með rafknúnum eða varmaknúnum þjöppum. Í vissum tilfellum þarf einungis um 10% af þeirri orku, sem færi ella í suðuna.

1942 var sett upp varmadælukerfi knúid varmaþjöppu í vatnseimingar verksmiðju einni í Sviss. Framleiðandi: Brown Boveri.

Mjög mörg rafknúin varmadælukerfi til vatnseimingar hafa verið í notkun frá því fyrir stríð. Eitt þessara kerfa, framleitt af Arthur D. Littla, Inc. vann vatn úr sjó. Annað fyrirtæki E.B. Badgar and Sons framleiðir einnig slík kerfi.

Innan matvælaframleiðslu er mjög oft þörf á að losa sig við hluta af vatnsinnihaldi efnis, þetta á t.d. við í framleiðslu mjólkur, ávaxta-safagerð, súpugerð og víðar.

Sem dæmi um slíka varmadælu mætti nefna ostaverksmiðju Lucens í Sviss. Þetta varmadælukerfi gegnir mjög fjölbættu hlutverki, ekki einungis við eimingu mjólkur, heldur einnig við gerilsneiðingu og endurvinnslu ýmissa efna úr mjólkinni. Vegna þess hversu fjölbætt kerfið varð reyndist það ákaflega hagstætt.

Þetta er aðeins eitt af geypilegum fjölda dæma um notkun varmadælu í matvælaframleiðslu.

Annað dæmi er þökkunarverksmiðja Bell fyrirtækisins í Basel, Sviss. Fyrirtækið annast þökkun á matvælum, svo og allskyns pylsuframleiðslu og notar auk þess mjög mikið af heitu vatni við hreinsun. Áður en varmadælukerfið kom til sögunnar fór varminn frá kælikerfinu mestmegnis til spillis, en nú er hann nýttur. Hitaafköst eru um 60000 lítrar af 70°C heitu vatni á dag. Nýtnisstuðull er um $\epsilon = 4.5$. Kerfið er hannað af Sulzer Bros í Winterthur.

Nota mætti einnig varmadælu í skipum til bæði hitunar og kælingar.

Í allri matvælagarð er þörf á varma við mismunandi hitastig. Hér koma þessi kerfi mjög til greina, t.d. í mjólkurbúum, í ostagerð og fl.

Varmadæla gæti þá einnig hugsanlega notið sín vel í fiskeldisstöðum, þar sem þörf er á vatni við tiltölulega lágt en mjög þröngt og ákveðið hitastig. Þar sem vatnshitastigið er svo lágt, ca. 8°-10°C, gæti nýtnisstuðull slíks kerfis orðið mjög stór.

Mörg þessara kerfa má tengja loftræstingarkerfum og/eða heitavatnshitun.

VARMADÆLA Í STÓRHÝSUM, ERLENDIS.

Undir þennan flokk varmadæla flokkast kerfi, sem notuð eru í stórhýsum, stórbýlum, stórverslunum, stórum húsasamstæðum, skólum, bókasöfnum, svo og einnig varmadælukerfi í tengslum við ýmiskonar íþróttamannvirki.

Flest þessara kerfa eru af gerðinni lofts-lofts eða vatns-lofts varmadælur og því einnig hönnuð fyrir kælingu.

Þessi kerfi, eins og iðnaðarkerfin, eru flest mjög stór og því oft mjög hagkvæm. Ólíkt iðnaðarkerfunum er mjög oft hægt að notast við fjöldaframleiddar staðlaðar grunneiningar, sem lækkar stofnkostnað. Til að ná stórum afköstum eru notaðar margar slíkar grunneiningar.

Allmörg fyrirtæki framleiða svona kerfi og verður hér einungis getið um nokkur.

Fjöldi mörg bandarísk fyrirtæki, t.d. Amana, Vaughn, Singer, Bard, General Electric, Chrysler, Lennox, Westinghouse, Carrier o.fl. framleiða varmadælur, sem ætlaðar eru í loftræstingarkerfi í stórum húsum, blokkum, bönkum, hótélum, skrifstofum, skólum, spítólum, háskólum o.s.frv. Þessi kerfi hita að vetrarlagi en kæla yfir sumar- mánuði. Oft er heitavatnsnotkun innifalin (50°-55°C).

Mörg þessara fyrirtækja framleiða einnig varmadælur til notkunar í stórverslunum, þar sem nauðsyn er á hitun í afgreiðslusal, samhliða kælingu í geymslum, t.d. í matvælaborðum.

Sameiginlegt flestum þessara gerða er, að þau eru af gerðinni loft-loft. Einn aðalkostur slíkra kerfa í stórhýsum er hæfileiki þeirra til að nýta varma innanhúss, t.d. flytja varma, sem upp kemur sólarmegin og nýta varmann í kaldari hlutum skuggamegin. Oft er mjög verulegur sparnaður í þessum kerfum.

Þessi gerð kerfa er og einnig allmikið notuð í Evrópu. Nokkur fyrirtæki í Svíþjóð og Danmörku framleiða slík kerfi, en flest munu fyrirtækin vera í Þýskalandi (Linde, Happel, Pflüger, Witte, Sulzer Escher Wyss o.fl.). Einnig eru þessi kerfi framleidd í Bretlandi og Sviss. Flest hinna stærri bandarísku fyrirtækja hafa útibú í Evrópu og víðar. Sömu sögu er að segja um Japani (Mitsui, Mitsubishi o.fl.).

Einn aðalkostur flestra ofangreindra kerfa er aðlögunarhæfileiki þeirra. Sem dæmi má nefna stórhýsi eitt, sem í eru íbúðarhús á efri hæðum en verzlanagerð, þvottahús og ýmis þjónusta á neðri hæðum. Varmadælukerfið nýtir varma allsstaðar í húsinu, þar sem honum er ofaukið og færir hann yfir í kaldari hluta húsasamsteypunnar til upphitunar. Mörg svona kerfi hafa verið sett upp víða um heim, þeim svipar þó mjög til iðnaðarkerfanna í því, að verulegur hluti þeirra er sérframleiddur.

Önnur notkun stórra varmadælukerfa er í tengslum við íþróttamannvirki. Þjóðverjar hafa gerzt brautryðjendur í því að nota varmadælu til upphitunar sundlauga. Hitastig sundlauga (um 25°-28°C) hentar mjög vel í varmadælu. Þessi kerfi spanna allt frá smásundlaugum í heimahúsum til stórra almenningssundlauga utanhúss með hitunarafköst upp á 2-4 M kcal/h. Nýtnisstuólar þessara kerfa er oft um 4-6, sem þýðir, að 4-6 sinnum minni orka fer í að hita vatnið en með beinni rafhitun. Með þessum kerfum fæst og einnig heitt vatn í sturtur og í þvott og heitt loft í loftræstingarkerfi svo dæmi séu nefnd. Kerfi þessi hafa reynst svo vel, að í ráði er að banna með lögum í Þýskalandi upphitun sundlauga á annan hátt en með varmadælu.

Sem dæmi um notkun varmadælu af absorptions-gerð er varmadæla frá þýzka fyrirtækinu Linde. Þessi varmadæla er í skautahöllinni Olympia Stadium í Garmisch-Partenkirchen og vinnur varma úr ísnum við +20°C og nýtir svo þennan varma í sturtum, búningsherbergjum og víðar við um 55°C.

Fleiri þýzka fyrirtæki framleiða varmadælu til þessara nota (t.d. Sulzer Escher Wyss) en flestar eru þær með rafknúinni þjöppu.

Að lokum skal getið um mjög athyglisverðar tilraunir Svía í smábænum Sala í Mið-Svíþjóð.

Í Sala var varmadælukerfi sett upp til að hita 88 íbúða fjölbýlishús, með um 6000 m² gólfhlöt. Varmadælukerfið er af gerðinni loft-vatn og er stutt geymslakerjum fyrir heitt vatn (70 m³) og ýmsum vara- og aukabúnaði til öryggis og uppfyllingar í kuldaköstum. Varmadælukerfið sér fjölbýlishúsinu fyrir um 85% af heildarorkuþörf og er sjálfu sér nægt niður að +5°C útihitastigi, en þar eftir kemur til aukaorka. Kerfið sér einnig fjölbýlishúsinu fyrir heitu kranavatni og skilar vatni til ofna við um 60°C.

Áætlað hefur verið að varmadælukerfið kosti um 450 000 Skr (18 millj. ísl. kr.) eða um 250 000 Skr (10 millj) meira en tilsvarendi sameiginleg oliúkynding. Reiknað er með árlegum orkusparnaði, sem nemur 700 000 kWh/ári. Meðalnýtnisstuðull kerfisins er um 3.4.

VARMADÆLA Í STÓRHÝSUM, HÉRLendis.

Notkun hérlendis gæti að sjálfsögðu verið af svipuðu tagi og erlendis; hér skulu einungis nefnd nokkur dæmi.

Svona kerfi eru mjög hentug til uppsetningar í skólum, bókasöfnum. Kerfin ættu þá helst að vera af gerðinni vatn-loft. Kostur er, að loftshiti þarf ekki að vera meiri en um 25°C og vatnsaðfærslukerfi tryggir stöðug afköst. Nýtnisstuðull ætti ekki að þurfa að vera undir 4.

Á sama hátt hentar svipað kerfi í skrifstofuhúsnæði, gjarnan tengt verzlunum á neðstu hæð. Loftræstingarkerfi samtengt öllu húsinu nýtir mun betur allan varma innan hússins.

Verzlanir, stórar sem smáar, liggja oft sérlega vel til fyrir varmadælur. Ef kerfin eru vel skipulögð geta þau bæði kælt í geymslum og hitað í afgreiðslusölum.

Sameiginlegt varmadælukerfi fyrir heila blokk gæti og einnig verið hagkvæmt. Slíkt kerfi yrði þá af gerðinni vatn-loft eða vatn-vatn eða jafnvel blanda af báðum, t.d. loftræstingarkerfi í íbúðum og auk þess gæti fengist heitt vatn til þvotta o.fl. (kranavatn). Slíkt blandað kerfi gæti ef til vill reynzt ódýrara, þar sem kranavatn þarf ekki að hita jafnmikið og vatn í ofna (50°C í stað 80°C), en kerfi, sem skila af sér 50°C vatni eru til í fjöldaframleiðslu en hin ekki.

Svona kerfi gæti að sjálfsögðu átt við raðhús, raðhúsapýrpingu, blokkaþýrpingu eða jafnvel heil hverfi. Er vert að minna á reynslu Svía í bænum Sala og athuga það kerfi nánar.

VARMADÆLA FYRIR EINSTÖK HEIMILI, ERLENDIS.

Varmadælur í einstök hús eru yfirleitt talin einna óhagkvæmust. Byggist það aðallega á því að stofnkostnaður kerfisins er tiltölulega mikill og kröfur til heimilisnota eru mjög strangar. Sem dæmi um kröfur sem gera verður til "heimilisvarmadælu" er:

- að vatn til hitunar í ofnum þarf að vera við tiltölulega hátt hitastig (75°-85°C). Varmadælur fyrir þessar aðstæður eru ekki til í fjöldaframleiðslu.

- að loftræstingakerfi sé mjög vel hannað, t.d. með tilliti til hávaða og að ekki myndist dragsúgur í herbergjum.

- að varmadælan sé hljóðlát, en það krefst sérlegrar einangrunar. Sumir framleiðendur hafa að hluta leyst þetta með svokölluðum "split systems", þar sem uppgufari og þjappa eru höfð utandyra.

- að varmadælan sé fyrirferðarlítill og hafi snyrtilegt og þægilegt útlit.

- að kælimiðill sé á engan hátt hættulegur (sprengihætta, eldhætta, eitrun).

- að raftenging varmadællunnar sé í samræmi við þá möguleika sem eru á staðnum (spenna, fasi, uppsett afl).

- að seljandi verður að tryggja kaupanda, að varmadælan sé í lagi (lágmarks ábyrgðartími).

- að seljandi verður að halda uppi góðri og skjótri viðgerðarþjónustu, ef útaf bregður.

Sem áður sagði þá eru þetta einungis dæmi um þær kröfur sem gera verður.

Þó svo að þessi varmadælutegund sé einna óhagkvæmust er hún jafnframt útbreiddust.

Framtíðarspár í Bandaríkjunum benda til þess að um 1979 verði árleg þjöppuframleiðsla fyrir varmadælur um 450000. Þegar 1972 höfðu yfir 1 miljón varmadælukerfi verið sett upp. Geipilegur fjöldi varmadæluframleiðenda er í Bandaríkjunum (nokkurra hefur þegar verið getið). Flest kerfin eru af gerðinni loft-loft og eru ætluð til kælingar yfir sumarmánuði en hitunar á vetrum. Hitunin er oftast talin veigaminna atriði þannig að þegar kaldast er, þá þarf á uppfyllingshitun að halda. Nokkur fyrirtæki aðallega í norðurfylkjunum nota vatnsdreifikerfi.

Nokkur dönsk fyrirtæki (V.M. Christensen, Vestfrost, Metro o.fl.) fjöldaframleiða varmadælur til heimila. Þær eru af gerðinni jörð (vatn)- vatn eða loft. Vatnshiti frá þeim er um 50°-55°C sem hámark. Þessi kerfi henta því í loftræstingu, geislahitun eða vatnsöfnun, með tvöfalda ofna. Nýtnisstuðull mun vera rétt rúmlega 3. Varmadæla Vestfrost mun þó vera af gerðinni loft-vatn og því með breytilegum nýtnisstuðli.

Svíar virðast að mestu ætla að koma sér upp varmadælu sem byggist á loftsaðveitukerfi. Þó virðast þær einnig fremur vera sérframleiddar en fjöldaframleiddar.

Þá má geta að öll stærstu bandarísku fyrirtækin hafa útibú í Evrópu og þá Skandinavíu einnig.

Fjöldi fyrirtækja í Bretlandi framleiðir slíkar varmadælur ýmist af loft-loft eða vatn-loft gerð.

Þjóðverjar hinsvegar framleiða fremur fáar varmadælur sem vinna varma úr lofti. Flest þeirra kerfi eru vatns(jörð) -vatns kerfi með 50°-55°C sem hámarkshita.

Öll þessi varmadælukerfi byggjast á nýtingu varma við fremur lágt hitastig, þ.e. í loftræstingarkerfi, geislahitun (hámarkshiti 35°-40°C) eða í vatnsöfnum (50°-55°C) og með allt að tvöfalda ofna, auk þess sem aðfærslukerfið vinnur varma úr annaðhvort lofti eða vatni við fremur lágt hitastig (oftast 8°-12°C).

VARMADÆLA FYRIR EINSTÖK HEIMILI, HÉRENDIS.

Möguleikar varmadælu til heimilisnotkunar á Íslandi eru einnig fyrir hendi. Hér ber þó að gæta að nokkrum atriðum nánar í því sambandi. Segja má, að á Íslandi séu í raun aðrar aðstæður, en víðast á meginlöndum Ameríku og Evrópu.

Vafasamt er t.d. að lofts-aðfærslukerfi henti íslenskum aðstæðum. Þetta stafar meðal annars af því, að rakastig á Íslandi mun vera hátt og oft eru hér kuldaköst. Þannig eru hér langvarandi tímabil með

hitastigi undir frostmarki, en þetta mundi hafa í för með sér að mjög oft þyrfti að afþjóða uppgufara.

Loftræstingarkerfi í heimahúsum munu vera fremur fáfið. Það þarf því gagnger breyting að verða hér, ef slíkt kerfi ætti að koma. Hér mætti læra mikið af reynslu annarra þjóða.

Geislahitun mun einnig sjaldgæf hérlendis og fremur mælst illa fyrir. Mjög líklega þykir mér að þetta stafi af vankunnáttu í hönnun slíkra kerfa. Oftlega er þess getið erlendis, að hitastig í geislahitun skuli ekki fara yfir 35°-40°C og að vegna þess hversu "þurr" þessi hitun sé verði einhverskonar rakastillitæki að vera með kerfinu. Athuga ber því þennan möguleika mjög vandlega.

Vatnsöfnahitun mun vera algengust hér og vatn á ofnum um 75°-85°C. Allar fjöldaframleiddar varmadælur skila eins og er af sér vatni við í hæsta lagi 50°-55°C, sem þýðir að tvöfalda getur þurft all ofna sem eru fyrir í húsinu. Þetta er engan veginn æskileg lausn og getur jafnvel verið ómöguleg. Hægt er þó að láta sérframleiða varmadælu fyrir hærri hitastig 70°-80°C en það er eðlilega dýrara.

Notkun varmadælu til upphitunar heimila er vel möguleg en athuga ber vel allar aðstæður áður en slíkt tæki er keypt.

Æskilegt væri ef hægt yrði að notfæra sér lághitasvæði, laugar og volgrur, í aðfærslukerfi.

Þannig mætti t.d. forhita loft í loft-loft kerfi með því að setja það í varmaskipti með vatni frá volgru. Þetta mundi tryggja stöðugt heitt loft til varmadælu sem þýðir, að engin ísing myndast í uppgufara og því mun hærri nýtnisstuðull. Annar verulegur kostur við þetta er sá loftsvarmadælukerfi eru mjög mikið fjöldaframleidd og því ódýrari en flest önnur varmadælukerfi.

Einnig væri æskilegt að nýta volgru í vatnsaðfærslukerfi. Þetta er þó þeirri takmörkun háð, að enn sem komið er, er hámarkshiti inn í

aðfærslukerfum fjöldaframleiddra varmadæla um 20°C. Nýta má því volgrur upp að þessu hitastigi, en eftir það verður að kæla vatnið eða fá sérframleidda varmadælu.

ALMENNT.

Ljóst má vera af ofanrituðu, að notkun varmadælu getur vel komið til greina á Íslandi.

Varmadæla er orkusparandi tæki og ber því að meta vel allar aðstæður, auk fjárhagslegra sjónarmiða, áður en slíkt kerfi er sett upp.

Telja má t.d. fullvíst að venjuleg varmadæla kemur vart til greina á svæðum þar sem fyrir er nægilegt heitt vatn.

Orkusparnaður héraendis hlýtur eðlilega að miðast fyrst og fremst við sparnað á aðkeyptri orku, þ.e. olíu, gas og þessháttar. Telja má fullvíst að varmadæla geti verulega leyst af hólmi olíukynditæki á viðunandi hátt.

Þar sem uppsett afl varmadælu er einungis um 4-6. hluti afls miðað við beina rafhitun, er ljóst að varmadælan gæti orðið til að nýta raforku mun betur en bein rafhitun. Eskilegast væri að stærri kerfi gætu að sumarlagi tengst annarri raforkunotkun, t.d. súgpurrrkun eða heyköggla-verksmiðju, til að nýta sem best raforkuna.

Víðast hvar eru varmadælukerfi mjög tengd kerfum til endurnýtingar varma, beint eða óbeint. Keppst er að því að nýta varma sem best og niður í sem lægst hitastig.

Segja má að varmadæla sé einn hlekkur í slíkri viðleitni, annar er t.d. aukin eða bætt einangrun.

Ljóst má vera að spara má verulega orku með varmadælu, og enn meira má spara, ef fengist hagkvæm, þægileg og hentug lausn á þeim vandamálum sem virðast vera á því að nýta loftræsingakerfi og geislahitunarkerfi héraendis.

Þetta stafar aðallega af því að flestallar varmadælur eru framleiddar fyrir tiltölulega lágt hitastig, auk þess sem nýtnistuðull varmadællunnar

eykst með lækkandi hitastigskröfum, en aðal sparnaðurinn liggur líklegast í því að mjög víða héraendis er hitastig í volgrum og borholum nægillegt fyrir loftræstingarkerfi (með varmaskipti) eða beint fyrir geislahitun, jafnvel án þess að nota varmadælu eða annan hitunarbúnað, til að forhita vatn.

Mjög mikil nauðsyn er á því, að gefa þessu nánar gaum, einkum og sér í lagi við allar nýbyggingar.