



Maatilan lämpöhuolto, asuinrakennusten lämmitys ja ilmanvaihto

C2.1

1 YLEISTÄ

Rakentamismääräys- ja ohjekokoelman osa C2.1 sisältää maatilojen asuinrakennusten lämpöhuollon suunnitteluohjeita. Määräykset ja ohjeet perustuvat käytännön kokemuksiin ja suoritettuihin tutkimuksiin.

Määräykset on annettu *lihavoituna*.

Maatilakiinteistöjen lämmityksessä on pyrittävä uusiutuvien energialähteiden ja ensisijaisesti tilan omien polttoaineiden käyttöön. Investoinneissa on pyrittävä taloudellisiin, tekniikaltaan yksinkertaisiin ja käyttövarmoinhin ratkaisuihin.

Asuinrakennusten ja vastaavien tilojen ilmanvaihto- ja lämmityslaitteiden suunnittelussa on otettava huomioon soveltuvin osin Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMK) D-osan ohjeet.

Terveystieteellaisissa sekä maa- ja metsätalousministeriön päätöksissä annettuja säännöksiä tulee noudattaa.

Kotieläin- ja muiden tuotantorakennusten lämpöhuolto ja huoneilmasto käsitellään erikseen maa- ja metsätalousministeriön rakentamismääräysten ja -ohjeiden osassa MMM-RMO C2.2.

2 ENERGIÄLÄHTEET

2.1 Uusiutuvat energialähteet

Uusiutuvina energialähteinä pidetään puuta, turvetta, olkea, lantaa ja maatalouden jätteitä tai tuotteita niiden eri muodoissa sekä maa-, vesi-, ilma-, tuuli- ja aurinkoenergiaa.

2.2 Uusiutumattomat energialähteet

Uusiutumattomina energialähteinä pidetään öljyä, kivihiihtä, nestekaasutuotteita sekä sähköä ja muita kohdassa 2.1 mainitsemattomia energialähteitä.

2.3 Polttoaineiden lämpöarvo

Polttoaineiden lämpöarvot on mainittu taulukossa 2. Taulukossa on huomioitu normaali polttoaineen laatu, hyötysuhde sekä keskitason häviöt lämmön siirtämisessä ja varastoisissa.

3 ASUINRAKENNUSTEN LÄMMITYS

3.1 Yleistä

Rakennusten lämmönkulutus riippuu sisä- ja ulkolämpötilaerosta, ilmanvaihtotarpeesta sekä rakenteiden U-arvosta, rakennuksen koosta ja muodosta.

Rakennusten lämmöneristystarvetta eli lähinnä rakennusosien lämmönläpäisykerointa (=U-arvo) määrittäessä sovelletaan RakMK:n C3 *Lämmöneristysmääräyksissä annettuja vaatimuksia*.

Tarkoituksenmukaisesti toimivia ja taloudellisia rakennusosia ja rakenteita on esitetty MRO F 1:ssä.

Ilmanvaihdon määrä liittyy kiinteästi rakennuksen lämpötasapainoon. Ihmisten ja lämpöä kehittävien laitteiden lämpötehon tulisi olla yhtä suuri kuin rakennuksen seinien, katon ja lattian läpi virtaavan ja ilmanvaihdon mukana menevän lämpötehon summa.

Asuinrakennuksen tulisi olla lämpötaloudellinen. Tämä merkitsee mikroilmastoltaan edullisen, tuuletta suojatun rakennuspaikan valitsemista, ulkoilmaa vasten olevien pintojen tekemistä suhteessa huoneistoalaan mahdollisimman pieniksi ja ikkunoiden sijoittamista auringon puolelle.

Koska maata vasten olevien rakennusosien lämmönkulutus yleensä on vain noin puolet maanpäällisten seinämien lämmönkulutusmäärästä, on sellaiset tilat jotka eivät tarvitse runsasta luonnonvaloa, edullista sijoittaa kellaritiloihin.

Asuinrakennuksen lämpötehon tarve ja vuotuinen lämpöenergian kulutus voidaan likimäärin määrittää taulukosta 1, jos rakennuksessa on painovoimainen ilmanvaihto tai poisto normaalilla poistotuulettimella, lämpimän veden kulutus on keskitasoa ja huonekorkeus 2.5 m. Jos ilmanvaihto on varustettu lämmöntalteenottolaitteella, lämpötehon tarve on jonkun verran alhaisempi. Tätä keskiarvoihin perustavaan tehoa voidaan käyttää ohjeellisena lämpölähteen mitoituksessa.

3.2 Lämmitysjärjestelmän valinta

Lämmitysjärjestelmän valinta ja mitoitus perustuu lämpötehotarpeeseen. Mahdollisuus käyttää omaa tai muuten edullista polttoainetta on otettava huomioon. Lämpölaitoksen investointikustannusten on oltava suhteessa lämpötehotarpeeseen, ts. ylimitoitettuja järjestelmiä on vältettävä.

Vuotuisen energiatarpeen ja laitteiston hankintakustannuksen perusteella valitaan sopiva järjestelmä. Jos vuotuinen energiantarve on pieni ei laitteiston hyötysuhteella ja lämpöenergian hinnalla ole yhtä suurta merkitystä kuin hankintakustannuksilla. Kotieläin- tai muun tuotantorakennuksen lämmityksen yhdistäminen maatilan asuinrakennuksen lämpökeskukseen voi olla tarkoituksenmukaista, jos tarvittava lämpömäärä on huomattava.

Joissakin tapauksissa lisälämmityksen tarve voidaan toteuttaa lämmönvaihtimella, joka ottaa talteen osan ilmanvaihdon mukana menevästä lämmöstä. Ylijäämälämpö voidaan käyttää esim. veden lämmitykseen. Karkeana arviona voidaan sanoa, että lämmönvaihtimen teho on noin 20 % ilmanvaihdon mukana poistuvasta lämpötehosta.

Taulukko 1: Asuinrakennusten ohjeellinen lämpötehotarve [kW] ja energiankulutus [MWh]

¹⁾ Käytetään korjausrakentamisessa

²⁾ Korjauskerroin taul. 1a.

Rakenteiden eristystaso		Lämmitettävä pinta-ala [m ²] (sis. normaali lämminvesikulutus)										
		20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
Lämmön te- hontarve kW · C ₁ ²⁾	Seinän U-arvo ≤ 0.3 W/m ² K	2	3	4	6	7	8	10	11	13	14	15
	Yläpohjan U-arvo ≤ 0.25											
	Seinän U-arvo 0.3...0.5 ¹⁾	3	4	5	7	9	11	13	14	16	18	20
	Yläpohjan U-arvo 0.25...0.5											
Vuotuinen energian- kulutus MWh · C ₂ ²⁾	Seinän U-arvo ≤ 0.3 W/m ² K	6	9	11	14	17	20	23	25	28	31	34
	Yläpohjan U-arvo ≤ 0.25											
	Seinän U-arvo 0.3...0.5 ¹⁾	7	11	15	19	24	28	32	35	40	44	48
	Yläpohjan U-arvo 0.25...0.5											

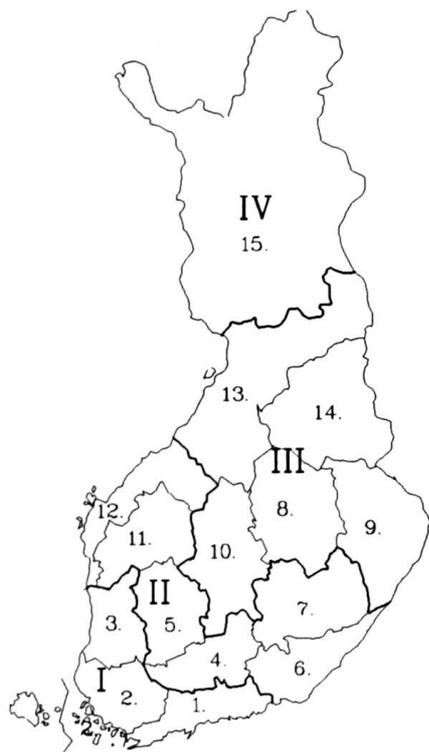
Taulukko 1a. Korjaus- ja aluekertoimia

Korj.kerroin	ALUE I	ALUE II	ALUE III	ALUE IV
C ₁	1.0	1.1	1.2	1.3
C ₂	1.0	1.1	1.3	1.6

Kaksikerroksisessa käytetään kerrointa · 0.75

Taulukko 1b. Aluejako TE-keskuksittain

Alueet	TE-keskus
I	1.Uusimaa, 2.Varsinais-Suomi, 3.Satakunta
II	4.Häme, 5.Pirkanmaa, 6. Kymi, 7. Etelä-Savo, 11.Etelä-Pohjanmaa, 12.Pohjanmaa
III	8. Pohjois-Savo, 9. Pohjois-Karjala, 10. Keski-Suomi, 13. Pohjois-Pohjanmaa, 14.Kainuu
IV	15. Lappi



Kuva 1. Lämpötehotarpeen mitoittamista ja energian kulutusta varten vaadittu aluejako

4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

4.1 Kattilalaitokset

4.1.1 Kattilahuone

Kattilahuoneen mitoituksessa tulee ottaa huomioon kattilan, muiden laitteiden, polttoaineen täytön ja laitteiden huollon tilavaatimukset. Uusiutuvaa energialähdettä käytettäessä kattilahuoneen minimipinta-ala on 5 m². Tilaa on varattava polttoaineen täyttämistä, tuhkan poistoa, nuohoamista sekä kattilan ja muiden laitteiden puhdistusta ja hoitoa varten. Vapaan tilan kattilan edessä on oltava tulisijan syvyyden verran, kuitenkin vähintään 1000 mm. Nuohoamiseen tarkoitettujen puhdistusaukkojen edessä tarvitaan vapaata tilaa vähintään 600 mm. Ovien on oltava riittävän suuret mahdollisen kattilan vaihdon takia. Öljypolttimen ulospäin kääntyvän tuliluukun avaamisen tilantarve on otettava huomioon. Tuhkanpoiston kannalta on edullista jos kattila voidaan sijoittaa jonkin verran (n.200mm) lattiasta ylöspäin.

Varaavassa lämmitysjärjestelmässä on suunnitteluvaiheessa otettava huomioon eristetyin varaajan tilantarve. Varaaja voidaan myös sijoittaa muuhun huonetilaan, ks. kohta 4.2.2, taulukko 3.

Kattilahuoneen sisäpintojen tulee olla helposti puhdistettavia. Kattilahuone tulee varustaa vesipisteellä ja lattiakaivolla. Kattilahuone on lämmöneristettävä. Lisäksi on varmistettava, että putkistot eivät pääse jäätymään ulkoseinillä tai ilmanvaihtoaukkojen läheisyydessä. Kattilahuone tulee varustaa määräysten mukaisella, kattilan tehoa vastaavalla raitisilma-aukolla.

Kattilahuoneen paloturvallisuusvaatimukset esitetään MMM-RMO C5:ssä sekä Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa E9: *Kattilahuoneiden ja polttoainevarastojen paloturvallisuus, ohjeet.*

Taulukko 2. Polttoaineiden lämpöarvot ja varastointitarve

Polttoaine	Effektiivinen lämpöarvo [kWh/m ³]	Hyötysuhde	Lämpöarvo, jota voidaan käyttää hyväksi, [kWh/m ³]	Lopull. lämpöarvo lämpöhäviöiden jälkeen (kanavat, varaaja, kattila)	m ³ -tarve / 10 Mwh:n vuotuinen energiakulutus
Halko	1500 (pino)	0.60...0.70	900...1100	700...900	14
Hake	800	0.60...0.70	500...600	400...500	25
Palaturve	1300	0.60...0.70	800...900	600...700	17
Turvepriketti	4000	0.60...0.70	2400...2800	1900...2400	5
Turvepelletti	3100	0.60...0.70	1900...2200	1500...1800	7
Olki	300...340	0.50...0.60	150...200	130...170	77
Öljy pö.1 (kevyt)	10000	0.70...0.85	7000...8500	6000...7300	1.7
Öljy pö.4 (raskas)	10500	0.70...0.85	7400...9000	6300...7700	1.6
Jyrsinturve	800	0.60...0.70	500...600	400...500	25
Kivihiihi	5800	0.60...0.70	3500...4100	3000...3500	3.3
Antrasiitti	8600	0.60...0.70	5200...6000	4400...5100	2.3

4.1.2 Kattila

Uusiutuvaa energialähdettä käytettäessä kattilan tulee olla Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tai vastaavan puolueettoman laitoksen testaama. Mikäli kattila tulee omaan käyttöön voidaan poikkeustapauksissa hyväksyä kattila tai kattilaan kytketty hake-etupesä, joka ei ole testattu.

4.1.3 Kattilahuoneen savupiippu

Savuhormit on suunniteltava Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E3, *Pienet savuhormit, ohjeet 1988*, mukaisesti.

Savupiippu mitoitetaan kattilan tehon ja käytettävän polttoaineen mukaan. Savuhormin pituuden ja poikkipinta-alan on täytettävä kattilanvalmistajan suositukset. Pienkattilan, alle 30 kW, savuhormin minimipinta-ala on öljykattiloille n.150 cm² ja puukattiloille n. 200 cm². Uusiutuvia energialähteitä käytettäessä savupiipun korkeudeksi olisi pyrittävä saamaan vähintään 7 m. Tämä saavutetaan yksikerroksisessa rakennuksessa esimerkiksi sijoittamalla kattilahuone kellarikerrokseen, tai suunnitelmalla hoitosillalla varustettu kattilahuone siten, että sen lattiataso on noin 2000 ...2500 m muuta lattiatasoa alempana. Muuratut savuhormit tehdään kaksinkertaisina. Teräsputkisavuhormien on kestettävä savukaasujen syövyttävää vaikutusta. Teräshormit on aina eristettävä ja suojaverhottava pellillä tai muurauksella. Korkeat savupiiput on varustettava nuohoustikkailla.

4.1.4 Polttoainevarastot

Kiinteän polttoaineen varasto tulee suunnitella siten, että polttoaineen kuivuminen on mahdollista joko luonnollisesti tai keinotekoisesti. Polttoainevarasto tulisi tehdä eristämättömänä ja asuinrakennuksen yhteydessä sijoittaa ulkoseinälle tai osaksi kylmää varastotilaa. Puulämmityksessä asuinrakennuksissa tulee olla n.10 m²:n polttoainevarasto tai vähintään 2 m² käteisvarasto, jos varsinainen puuvaja on muussa rakennuksessa.

Vuotuinen polttoainetarve saadaan taulukosta 2.

Polttoainevaraston paloturvallisuutta koskevat vaatimukset esitetään MMM- RMO C 5:ssä sekä Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa

E9: *Kattilahuoneiden ja polttoainevarastojen paloturvallisuus, ohjeet.*

4.1.5 Lämpökanavat

Rakennusten väliset lämpökanavat on sijoitettava kuivaan maahan, koska lämpöhäviöt siellä ovat vähäiset. Kanavaputken asennussyvyudeksi suositellaan 500...800 mm ja soratäyttöä putken ympärille. Tehdasvalmisteiset lämpöjohtoelementit ovat suositeltavia, koska niiden lämpöhäviöt ovat pienet. Lämpökanavan lämpöhäviöt on otettava huomioon lämpötehotarpeen laskennassa. Ne ovat arviolta 20...30 W/m eli vuositasolla noin 150...250 kWh/m. Pitkiä lämpökanavia ei kannata tehdä pienille yksiköille.

4.2 Vesikeskuslämmitysjärjestelmä

Vesikeskuslämmityksessä lämmitysjärjestelmä voi olla joko suora tai varaava.

4.2.1 Suora vesikeskuslämmitysjärjestelmä

Uusiutuvia energialähteitä käytettäessä suoran lämmitysjärjestelmän kattilat on useimmiten tarkoituksenmukaista varustaa riittävällä täyttösillalla tai automaattisyötöllä lämmitystyön helpottamiseksi. Ellei lämmitysjärjestelmässä ole lämmönvaraajaa, tulisi erityistä huomiota kiinnittää siihen että kattilan hyötysuhde on hyvä eri kuormituksella ja erityisesti matalalla tehoalueella. Ylimoitettu kattila toimii usein alhaisella hyötysuhteella ja aiheuttaa pikiongelmia. Suorassa lämmitysjärjestelmässä, puuta energialähteenä käytettäessä suositellaan käytettäväksi alapalokattilaa.

Suorassa lämmitysjärjestelmässä olevan kattilan teho ei saa mainittavasti ylittää rakennuksen enimmäislämpötehotarvetta.

4.2.2 Varaava vesikeskuslämmitysjärjestelmä

Lämpövaraaja suositellaan mitoitettavaksi siten, että sen lämmityskapasiteetti riittää kylmänä vuodenaikana yhdellä latauksella vähintään vuoro-kaudeksi. Lämpökapasiteetin tulisi tällöin olla rakennuksen tarvitsema huipputeho kertaa 20 tuntia.

Kattilan tehon pitäisi varaavassa järjestelmässä ylittää rakennuksen tehontarve 3...4 kertaa, ks.

taul. 3. Varaaja on sijoitettava lämmitettyyn tilaan lähelle kattilaa. Järjestelmään on mahdollista liittää muuta energiaa käyttäviä lisäjärjestelmiä, kuten esim. aurinkoenergiajärjestelmä.

Tehon tarve	Suora lämmitysjärjestelmä Suositeltava kattilateho[kW]	Varaava lämmitys- järjestelmä	
		Suositt. kattila[kW]	Varaajan suos. tilavuus [l]
5	5...6	15...20	1500...2000
8	8...9	24...32	2500...3000
10	10...12	30...40	3500...4000
12	12...14	36...48	4000...5000
15	15...18	45...60	5000...6000
20	20...24	60...80	7000...8000
30	30...36	90...120	10000...12000
50	50...60	150...200	15000...20000

Taulukko 3. Kattilan tehontarve ja varaajan koko

4.3 Uunilämmitys

Uunilämmitys on perinteinen lämmitysmuoto, joka nykyäänkin toimii erinomaisena täydentävänä osana asuinrakennuksen lämmityksessä. Uuni olisi sijoitettava keskeisesti, jotta se voisi lämmitellä mahdollisimman suuren osan rakennuksesta.

Lämmönvarauskapasiteetti riippuu uunin rakennusmateriaalista ja uunin koosta. Uunin massan on oltava vähintään 300 kg lämmönluovutus-m² kohden (Pintalämpötila noin 80 °C). Tällaisen uunin tehon katsotaan olevan keskimäärin 3...4 kW. Ylimäyttö on suositeltavaa, koska liian pienellä uunilla lämmitettäessä sitä joudutaan käyttämään jatkuvasti täydellä teholla, mikä kuluttaa uunia nopeammin.

4.4 Sähkölämmitys

Suoraan sähkölämmitykseen ei tarvita suuria tiloja, kuten kattilahuonetta ja polttoainevarastoa, vaan ainoastaan tilaa käyttövesivaraajaa varten. Tästä johtuen investointikustannukset ovat pienet.

Termostaateilla varustetut sähkölämmityspaneelit mitoitetaan huoneiden lämmöntarpeen mukaan ja niiden yhteenlasketun tehon tulee olla sama kuin rakennuksen kokonaistehontarve vedenlämmitystä lukuunottamatta, eli n. 2/3 taulukossa 1 annetuista arvoista.

Jotta lämmityksen vuosikustannukset tulisivat mahdollisimman edullisiksi, suora sähkölämmitys on suotavaa yhdistää uunilämmitykseen. Lämpimän käyttöveden varaaja lämmitetään mahdollisuuksien mukaan yösaunalla.

Lämmön saannin varmistamiseksi sähkökatkojen ja kriisitilanteiden aikana asuinrakennus on aina varustettava puulämmitteisellä uunilla, liedellä tai varaavalla takalla.

Tällainen tulisija tai tulisijat tulisi sijoittaa keskeiseen paikkaan rakennuksessa.

4.5 Muut lämmitystavat

Maalämpöä, aurinkoenergiaa, biokaasua ja tuulivoimaa käsitellään MMM-RMO C 2.2:ssa, *Maatalouden tuotantorakennusten lämpöhuolto ja huoneilmasto-ohjeessa*.

5 ILMANVAIHTO

Ilmanvaihdon vähimmäismääristä on annettu tarkemmat ohjeet Suomen rakentamismääräyskoelman osassa D 2, *Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto*. Yleisesti voidaan sanoa että normaaliorkuisten huoneitilojen ilmanvaihtuvuuden tulee olla vähintään 0.5 kertaa per tunti.

Ilmanvaihto voidaan järjestää joko painovoimaisena tai koneellisena.

On pyrittävä käyttämään mahdollisimman yksinkertaisia mutta toimivia ja taloudellisia ratkaisuja. Asuinrakennuksissa käytetään yleensä koneellista ilmanpoistoa, joka takaa hyvän huoneilman laadun.

5.1 Painovoimainen ilmanvaihto

Painovoimaista eli luonnollista ilmanvaihtoa suunniteltaessa on otettava huomioon, että sen toiminta perustuu ulko- ja sisäilman tiheyksien eron sekä ilman tulo- ja poistaukkojen korkeuserosta syntyvään paine-eroon.

Kesällä ilmanvaihdon toimintaa voidaan tehostaa esimerkiksi pitämällä ovia ja ikkunoita auki. Siksi on syytä tehdä jokaiseen huoneeseen avattavat ikkunat.

5.2 Koneellinen ilmanvaihto

Koneellinen ilmanvaihto perustuu puhaltimella aikaansaatuun paine-eroon. Koneellisen ilmanvaihdon suunnittelussa tulisi käyttää alan asiantuntijaa.

Alipainejärjestelmässä ilma poistetaan koneellisesti poistoilma-venttiilien kautta, jolloin huoneitilaan syntyy alipaine, jonka ansiosta tuloilma virtaa tuloilmaventtiileistä tai muista raitisilma-aukoista huoneitiloihin.

Tasapainejärjestelmässä sekä tulo- että poistoilma-aukoissa on puhallin, jotka toimivat siten, että huoneitilaan ei synny yli- eikä mainittavaa alipainetta. Ilmanvaihto-aukot olisi kuitenkin ohjattava niin, että minimi-ilmanvaihdon määrää ei koskaan aliteta, ja että heikko alipaine vallitsee rakennuksessa. Koneellinen poisto säädetään esim. liesituulettimen kautta.

5.3 Ilmanvaihtokanavat ja -venttiilit

Tuulen vaihtelevaa vaikutusta voidaan estää painovoimaisessa- ja alipaineilmanvaihtojärjestelmässä sijoittamalla tuloilmaventtiilit tuulelta suojattuun paikkaan.

Ilmanvaihtoon kuuluvat tulo- ja poistoilmaaukkojen ja kanavien sijainti merkitään pohjapiirustukseen. Poistoventtiilit sijoitetaan aina kostei-

siin tiloihin kuten wc:en, keittiöön, pesuhuoneeseen, saunaan, kuivatus- yms. huoneisiin sekä isompiin säilytystiloihin. Tuloventtiilit sijoitetaan oleskelutiloihin josta ilma pääsee mm. ovien alareunojen raon kautta em. tiloihin. Saunassa on aina oltava tulo ja poistoilma-aukko ja asunnon pesuhuoneesta ja/tai saunasta tulisi olla tuuletusikkuna ulkoilmaan.

Tulo- ja poistoilmaventtiilit tulee olla säädettäviä.

Ilmanvaihtokanavat tulee lämmöneristää kylmissä tiloissa. Tällaiset ovat poistoputket kylmässä vinttilassa, jossa lämmin poistoilma muuten aiheuttaa kondensoitumisen kylmään putkipintaan.