

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma / Korjausrakentaminen ja rakennustuotanto

Ari Hämäläinen

VIIME VUOSISADAN ALKUPUOLELTA OLEVAN MAATILAN PÄÄRAKEN-
NUKSEN MODERNISOINTI

Opinnäytetyö 2010

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

HÄMÄLÄINEN, ARI

Viime vuosisadan alkupuolelta olevan maatilän päärakennuksen modernisointi

Insinööri

67 sivua + 7 liitesivua

Työn ohjaaja

lehtori Ilkka Paajanen

Toimeksiantaja

yksityinen toimeksianto

Maaliskuu 2010

Avainsanat

modernisointi, elinkaari, energiaselvitys, jätevesisuunnitelma

Vanhon asunon tilojen modernisointi nykyaikaisien asumistarpeiden mukaiseen tilaan vaatii kompromisseja tilaohjelman suunnittelussa. Tilojen uudelleen järjestäminen on ajateltava monesta näkökulmasta, unohtamatta myöskään rakennusmääräysten vaatimaa energiaselvitystä ja jätevesisuunnitelmaa. Rakennusluvan alaisessa toiminnassa nämä tarkastelut on tehtävä.

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin vanhan maatilän päärakennuksen tilojen muuntomahdollisuuksia nykyisten asumistarpeiden vaatimuksiin. Uudet rakennusmääräykset velvoittavat kiinteistönomistajan suorittamaan rakennusluvan myöntämisen perustana lupamenettelyyn pohjautuvan tarkastelun rakennuksen energiankulutuksesta sekä suunnitelman jätevesienkäsittelyjärjestelmästä. Järjestelmän on täytettävä vuoden 2014 määräykset.

Työn tarkastelussa pääpainoarvo jakaantuu tasapuolisesti tilaohjelman laatimisen, energiaselvityksen ja jätevesisuunnitelman suunnittelun kesken. Tarkastelumenetelmät perustuivat pääosin RakMk D5 - kokoelman ohjeisiin ja jätevesiasetuksen 542/2003 vaatimiin selvityksiin. Tilaohjelman tarkastelu tehtiin toimeksiantajan esittämien ratkaisujen pohjalta.

Työn lopputuloksen pohjalta pystyttiin sisäistämään ongelmat, jotka tulevat käsiteltäviksi suunniteltaessa vanhan talon modernisointia.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

HÄMÄLÄINEN, ARI

Modernization of an Early 20th-Century Main Building of the Farm

Bachelor's Thesis

67 pages + 7 pages of appendices

Supervisor

Ilkka Paajanen, Senior Lecturer

Commissioned by

Private engagement

March 2010

Keywords

modernization, lifecycle, energy clearing, waste water treatment plan

Modernization of old housing facilities for present-day housing needs requires compromises in the design of space. The reorganization of premises requires consideration from different perspectives, not forgetting the energy and waste analysis. Part of building permit procedure, these examination have to do.

This thesis deals with the conversion options of an old main building of a farm holding to meet with today's housing demands. New building regulations require the property owner to carry out the examination of the building's energy consumption and waste water treatment plan. Waste water treatment system must comply with 2014 regulations.

The emphasis of the work is equally divided into drafting of the space management program, the energy analysis and the sewage plan. Methods for the analysis were mostly based on a collection of instructions RakMk D5 and wastewater reports requirement of regulation 542/2003. The review of the program was based on the solutions of the commissioner.

On the basis of the results, it was possible to assimilate problems which will take centre stage, when planning modernization of old house.

Sisältö

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	7
2	TILOJEN MODERNISOINTI	8
2.1	Kohteen lähtötiedot	8
2.2	Nykyinen tilaohjelma	9
2.3	Uusi tilaohjelma	10
2.3.1	Vaihtoehdot	10
2.3.2	Vaihtoehto 1	10
2.3.3	Vaihtoehto 2	11
2.3.4	Vaihtoehto 3	12
2.4	Vaihtoehto 4	13
2.5	Muutoksien tarve	13
3	ENERGIATALOUDEN TARKASTELU	14
3.1	Yleistä	14
3.2	Rakennuksen perustiedot selvitystä varten	15
3.2.1	Mitoitus	15
3.2.2	Perustukset	15
3.2.3	Alapohja	16
3.2.4	Yläpohja	16
3.2.5	Ulkoseinät	17
3.2.6	Ikkunat	17
3.3	Laskentamenetelmän kuvaus	18
3.4	Energiankulutuksen laskenta	18
3.5	Lämpöhäviöenergiat	20
3.5.1	Teoria	20
3.5.2	Vuotoilma	24
3.5.3	Ilmanvaihto	25
3.5.4	Käyttöveden tarvitsema lämpöenergia	29

3.6	Lämmitysjärjestelmien lämpöhäviöenergiat	30
3.7	Käyttöveden lämmitysjärjestelmä	31
3.8	Laitesähkönkulutus	33
3.9	Lämpökuormat	34
3.10	Lämmitysteho	36
3.11	Energiankulutus	39
3.12	Ostoenergiat	39
3.13	Rakennuksen energiankulutus	40
4	JÄTEVESISUUNNITELMA	43
4.1	Yleistä	43
4.2	Eriyistäpaukset	43
4.3	Hajavesiasetuksen soveltamisen poikkeukset	45
4.4	Vaatimukset	45
4.5	Mitoitus	47
4.6	Jäteveden käsittelyjärjestelmät	48
4.7	Jätevesisuunnitelman sisältö	49
4.8	Jätevesisuunnitelman laadinta kohteessa	50
4.9	Suunnitelma	50
4.9.1	Perustiedot	50
4.9.2	Jätevesien käsittelyjärjestelmä	51
4.9.3	Järjestelmän mitoitus	54
4.9.4	Järjestelmän valinta	54
4.9.5	Järjestelmän tiedot	58
5	TULOKSIEN ARVIOINTI	63
5.1	Tilojen modernisointi	63
5.2	Energiatalouden tarkastelun lopputulokset	64
5.3	Jätevesisuunnitelman lopputulokset	64
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	64
	LÄHTEET	66

LIITTEET:

LIITE 1. Rakenneosien U-arvot

LIITE 2. Ajantasapiirustus

LIITE 3. Julkisivut nykyhetki

LIITE 4. Tilaohjelma vaihtoehdot 1 ja 2

LIITE 5. Tilaohjelma vaihtoehto 3

LIITE 6. Jätevesisuunnitelma, asemapiirros 1:500

LIITE 7. Jätevesisuunnitelma, tasokuva ja leikkauspiirustus 1:100

1 JOHDANTO

Valitessani aihetta insinööriyölleni olin päättänyt, että työssä yhdistän kaikki ne tavoitteet, mitkä saivat minut lähtemään opintielle hieman vanhempana, kuin ammattikorkeakoulututkinto normaalisti suoritetaan. Samalla tämä oli minulle haaste, minkä suorittamiseen tarvitsin myös perheeni tuen ja ymmärryksen.

Insinööriyön aihe käsittelee vanhaa keskisuuren maatilän päärakennuksen modernisointia nykypäivään. Tarkoituksena on kuitenkin tutkia, miten voidaan rakennuksen tilaratkaisuja suunnitella sellaisiksi, että rakennuksen elinkaarta pystytään jatkamaan vielä jälkipolville. Rakennuksen käyttötarkoituksen tarkastelua ehdotti tuttavani, koska hän on ajatellut muuttavansa takaisin synnyinseudulle vanhalle tilalle, joka jäisi muuten tyhjilleen. Aihe tuntui kiinnostavalta, ja tältä pohjalta otin tehtävän vastaan ja päätin tehdä siitä oman insinööriyöni.

Rakennuksen historiasta on sen verran tietoa, että se on rakennettu noin vuonna 1917 ja se on hirsirunkoinen. Rakennus on rakennettu kallion päälle, ja siihen on tehty viemäröinnit. Talossa on siis perustason talotekniikka.

Tavoitteena insinööriyössä on tarkastella vaihtoehtoja rakennuksen tilaohjelman parantamiseksi. Muutoksien tarpeellisuutta pohditaan rakennuksen elinkaaren jatkamiseksi. Työssä on tarkoitus laatia ajantasapiirustukset ja luonnoskuvat vaihtoehtoisista pohjaratkaisuista.

Korjausrakentamisen rakennuslupaprosessiin kuuluu myös rakennuksen energiatalouden tarkastelu eli energiaselvityksen laadinta sekä jätevesisuunnitelman selvitys.

Energiatalouden tarkastelu suoritetaan RakMk D5:n mukaan tutkien kohta kohdalta, kuinka laskentatapa soveltuu vanhaan rakennukseen.

Jätevesisuunnitelma laaditaan ympäristöministeriön antaman ohjeistuksen mukaan.

2 TILOJEN MODERNISOINTI

2.1 Kohteen lähtötiedot

Rakennuksen sijaintikunta on Kouvola, joka luokitellaan laskennassa säävyöhyke II - alueeseen kuuluvaksi. Rakennustilavuus on 489,0 m³, mistä lämpimäntilan osuus on 302,0 m³.

Kerroskorkeus sisätilan lattian pinnasta seuraavan kerroksen alapintaan on 3,7 m, ja huonekorkeus lattian alapinnasta katon alapintaan on 3,1 m.

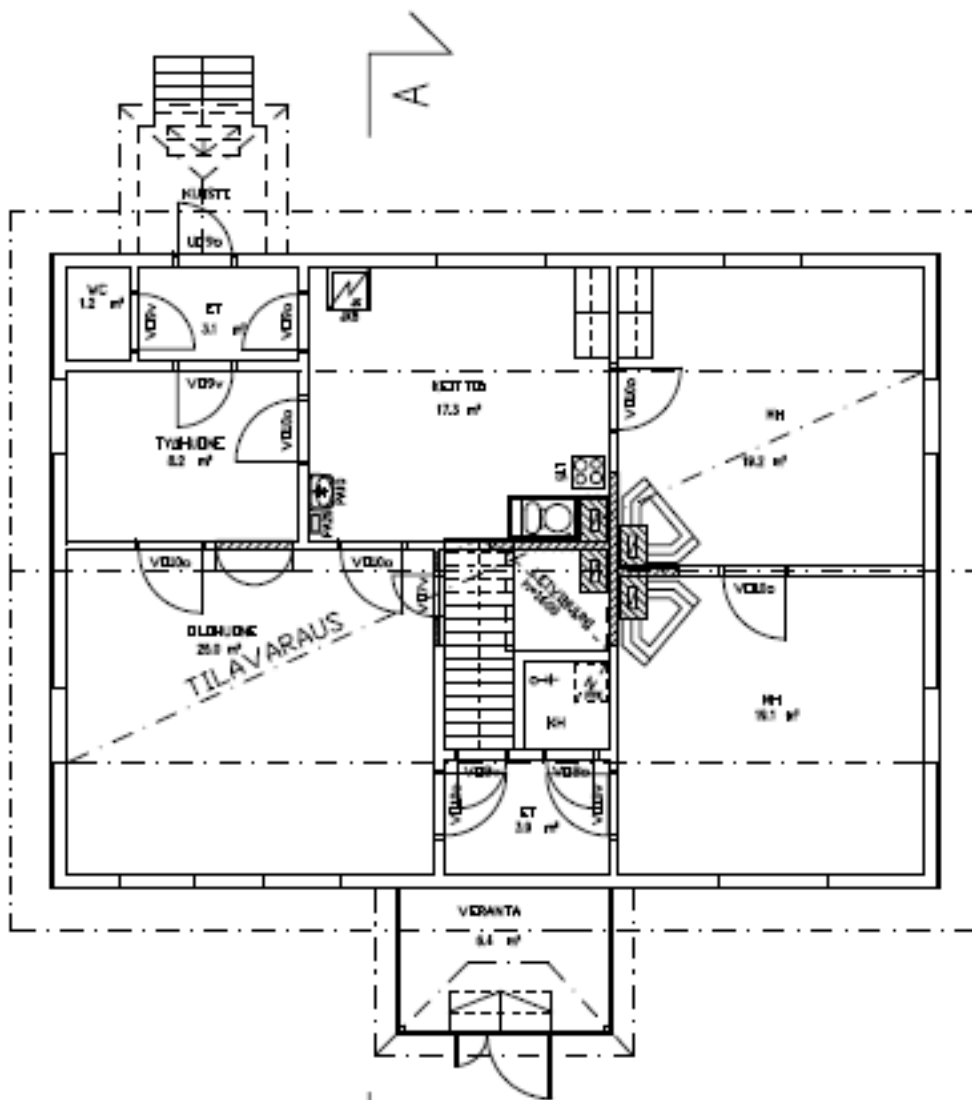
Rakennusosat	Pinta-ala (m ²)	U-arvo (W/m ² K)
Ulkoseinät		
Hirsirunko, ulkoverhouspaneeli	106,0	0,49
Yläpohja		
Purueristys	109,5	0,16
Alapohja		
Ryömintätilainen, purueristys	109,5	0,20
Ikkunat		
Koillinen	4,6	2,0
Kaakko	3,4	2,0
Lounas	6,5	2,0
Luode	3,7	2,0
Ovet		
Vanha eristämätön puuovi 2 kpl	5,5	2,0

Ikkunoiden ja ovien laskenta-arvoiksi valitsin 2,0 W/m²K, koska ne ovat vielä alkupe- räiskuntoisia ja vankkarakenteisia, joten niiden lämmönjohtuminenkaan ei varmasti ole kaikkein huonoin. Muissa rakenteissa on arvot laskettu rakenteista saadun tiedon perusteella ja tällä perusteella on laskettu U-arvot.

2.2 Nykyinen tilaohjelma

Rakennuksen huonekohtaiset tarpeet ja tilaratkaisut muodostavat yhdessä tilaohjelman.

Rakennuksen tilat on suunniteltu siten, että rakennuksen huoneista on kierto aina seuraavaan huoneeseen. Tämä rakennustapa on ollut käytössä yleisesti, ennen kuin alettiin jakaa tiloja nykyisin käytössä olevan mallin mukaan. Nykyisin käytössä olevassa tilaohjelmassa makuuhuoneet ja muut talon toimintoja ylläpitävät tilat ovat sijoitettu keskeisesti yhteisien tilojen ympärille. Yhteisenä tilana katsotaan nykypäivänä pidettävän olohuoneen tapaista tilakokonaisuutta. (Kuva 1.)



Kuva 1. Nykyinen tilaohjelma

2.3 Uusi tilaohjelma

Rakennuksen alkuperäinen tilaohjelma asettaa omat ehtonsa suunniteltaessa tulevaa käyttötapaa. Vanhaa rakennusta uudistettaessa painaa rakenteiden muokkaustarpeiden laajuuden hallinnan lisäksi omat arvot. Täytyykö näin hyväkuntoista vanhaa rakennusta lähteä muuntelemaan?

Kukaan ei tahallaan rumenna taloan. Jokaisella on oikeus omiin kauneushanteisiinsa, mutta kuinka muutokset rakennuksessa saataisiin kestäväksi seuraavankin sukupolven arvostelu? Suunnittelu on paras aloittaa kartoittamalla rakennuksen hyvät puolet, jotka halutaan säilyttää ja joihin tarpeelliset muutokset sopeutetaan. Pelkästä vaihtelunhalusta nousevat muutokset aiheuttavat helposti tyylillistä sekavuutta. (1.)

2.3.1 Vaihtoehdot

Vaihtoehtoja rakennuksen käyttökelpoisuuden uudelleen järjestelylle on käytännössä neljä.

1. Ei uusita rakenteita, vaan korjataan vanhat.
2. Säilytetään talon ulkoinen balanssi ennallaan, mutta tehdään rakennuksen sisällä uudelleen järjestelyjä.
3. Rakennetaan lisätiloja, ottaen kuitenkin huomioon rakennuksen jo olemassa olevat tilat ja niiden käyttökelpoisuus.
4. Rakennetaan erillinen rakennus, jossa on tarvittavat tilat.

2.3.2 Vaihtoehto 1

Vaihtoehto 1 on edullinen toteuttaa, vaikka kohteessa suoritettaisiin täydellinen LVIS-saneeraus. Rakennuksen kellarin kautta kulkevien viemäriinjojen oletetaan olevan alkuperäiset valurautaputket, joten nämä joudutaan todennäköisimmin uusimaan. Rakennuksen saniteettitilat ja pesuhuone on rakennettu käyttäen olemassa olevia, kooltaan käyttötarkoitukseen sopivan kokoisia tiloja. Tilojen sijoittelu tällä tavalla on luonut talon sisälle useita eri vesi- ja viemärintipisteitä. Rakennuksen viemärinti- ja vesilinjat kulkevat pääasiassa keittiön lattian alta, joten alapohjan avaaminen koskee ainoastaan keittiötä, pikkueteistä ja yläkerran rappujen alapuolta. Suihkutilassa on koro-

tettu lattia, jotta viemäröintilinjat on saatu vedettyä keittiön vesipisteiden kautta. Alapohjan eristeiden nykytila voidaan samalla tarkastaa ja tehdä tarvittavat korjaukset.

Keittiön kaapistot eivät sovellu nykyajan tarpeisiin ja ovat muutenkin tulleet tiensä päähän. Jos alkuperäiset haluaa säilyttää, ne voisi entisöidä. Kuten kuvasta 2 näemme, on tässäkin vanhan pöytätason päälle asennettu tiskipöydän kansi, jolloin on saatu perustettua keittiön pesupiste. (Kuva 2.)



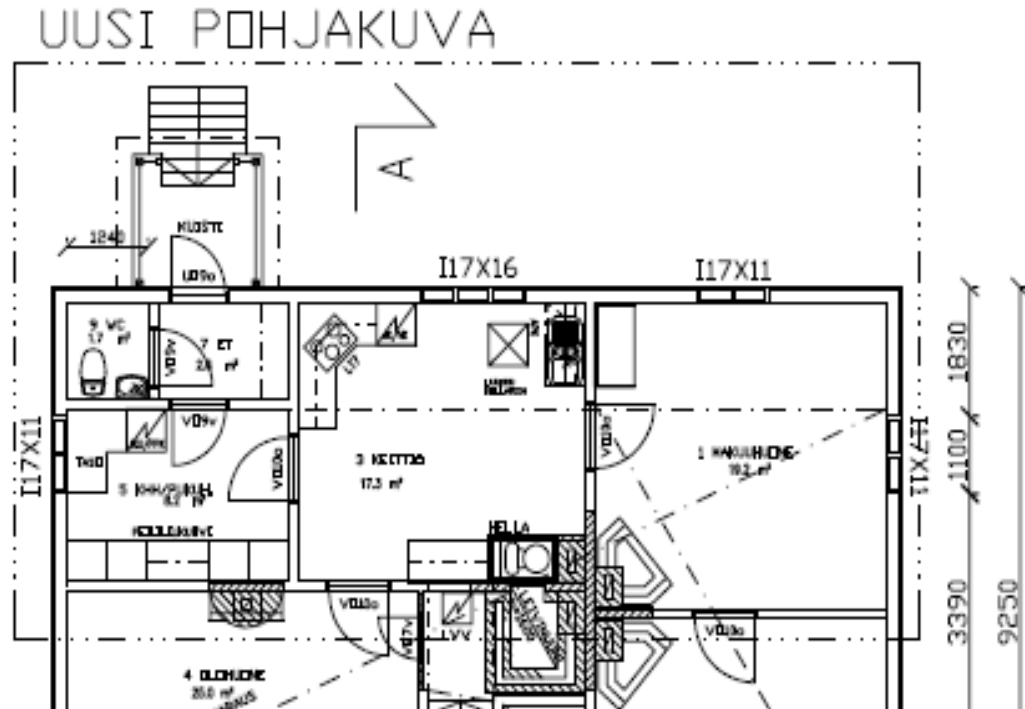
Kuva 2. Vanha keittiön tiskipöytä

2.3.3 Vaihtoehto 2

Vaihtoehto 2 antaa mahdollisuuden toteuttaa laajemmin talon sisällä tilaratkaisuja, joiden avulla tilojen yhteneväisyyttä voidaan korostaa. Lisäksi voidaan harkita, voidaanko talon yläkerran käyttämättömiä tiloja hyödyntää. Yläkerrassa on käyttämätöntä tilaa, ja tämä antaa mahdollisuuden suunnitella sinne makuutiloja ja omat suihkutilat. Tämä edellyttää kattorakenteiden uudelleen suunnittelua, koska katon orret jäävät yläkerran vaatiman huonekorkeuden vuoksi liian alas.

Talon kuistin puolelta sisään tultaessa ensimmäisenä tilana eteisen jälkeen on kodinhoituhuone. Kodinhoituhuoneeseen pystytään lisäämään talosta puuttuvaa vaatteiden säilytystilaa.

Keittiön kaappi- ja hyllytilat uudistamalla saadaan lisää keittiöön säilytystilaa. Vanha hella ja leivinuuni säilytetään ennallaan. (Kuva 3.)



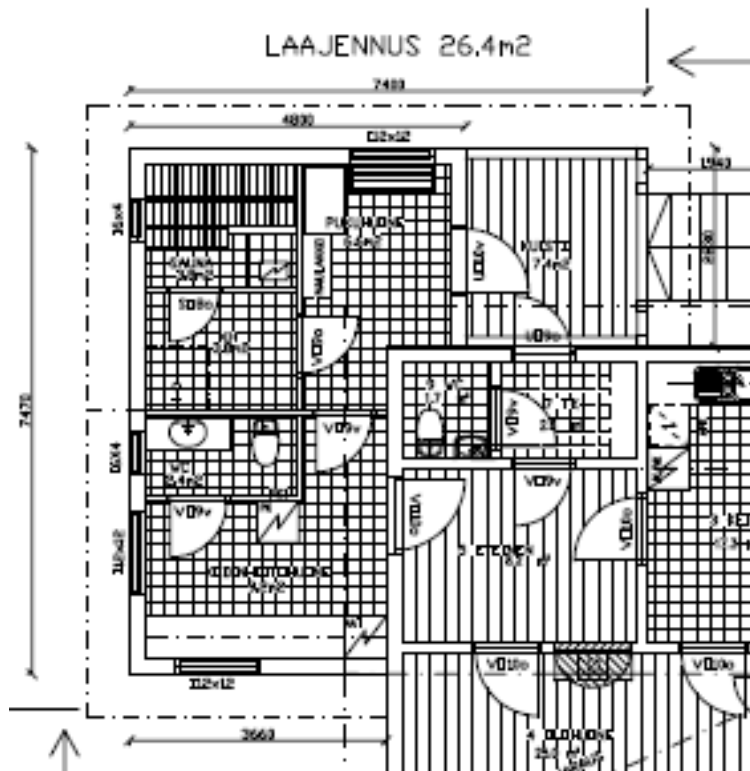
Kuva 3. Vaihtoehto 2

2.3.4 Vaihtoehto 3

Vaihtoehto 3:ssa rakennetaan laajennus, josta käytetään vanhemman väen keskuudessa nimitystä ”sosiaalisipiipi”. Siipeen tulee pesuhuone, kylpyhuone ja tietysti sauna. Vaihtoehto 3 antaa tarpeelliseksi koettujen tilojen rakentamiselle enemmän vaihtoehtoja tilojen suunnittelun toteutuksessa. Rakennushankkeen kustannuksien kannalta edullisinta on suunnitella laajennus kuistin puoleiselle pihaosuudelle, koska vanhan rakennuksen viemäröinneille on aikoinaan jouduttu louhimaan perusmaana olevaan kallioon viemäri- ja vesilinjat.

Vanhan osan puolelta remontti käsittää talotekniikan uudistamisen ja keittiön nykyai-kaistamisen. Tämä ratkaisu tuo tullessaan enemmän nykytekniikkaa ja uudistuksia talon vanhoihin ratkaisuihin, kuten esim. vesipisteiden sijoitteluun.

Kuvassa 4 on esitetty laajennuksen mahdollinen sijoitus haluttujen tilojen lisäämiseksi rakennukseen. Saniteettitilojen määrä kaksinkertaistuu, mutta käyttötarpeen kasvua ei voi aina aavistaa. (Kuva 4.)



Kuva 4. Vaihtoehto 3

2.4 Vaihtoehto 4

Vaihtoehto 4:n hyvänä puoleena on, että rakennus voidaan tontilla sijoittaa sille käytännöllisempään paikkaan. Rakentamisprojekti ei varsinaisesti koske päärakennusta, mutta koska päärakennuksen viemäroinnitkin on uusittava, ei päärakennuksen korjaustarpeitakaan tässä tapauksessa voida sulkea pois.

2.5 Muutoksien tarve

Edellä mainitut vaihtoehdot ovat kaikki omalla tavallaan hyviä. Rakennuksen arkkitehtuurinen arvo voi olla huomattava, tai rakennuksella voi olla suuri historiallinen menneisyys takana. Rakennushankkeet sisältävät varsinkin vanhoissa korjauskohteissa aina tutkiskelun omista tuntemuksista. Voinko minä ja onko yleensä minun tarpeen muuttaa tämän rakennuksen tiloja toisenlaisiksi?

Kun tarkastelee vanhoja rakennuksia, joihin on tehty lisäsiipeä ja erilaisia korotuksia, tulee mieleen monenlaisia ajatuksia. Onko silloin, kun rakennukseen on tehty muutoksia, ollut vanhan rakenteen arvokkuuden muutokselle olemassa joitain sellaisia rajoit-

tavia tekijöitä, joiden takia se tulisi säilyttää ennallaan? Rakennusmääräysten tulkinta paikallisesti on voinut olla vaihtelevaa.

Tilat, joihin muutoksia tässä ensisijaisesti tulee kohdistaa, ovat keittiö, pesuhuone- ja saniteettitilat. Tilat ovat perusvarustukseltaan hyvin askeettiset.

Keittiön varustukseen kuuluu tiskipöytä, kuivatuskaappi ja ruokakomero kellarihissillä. Kellarihissi on mieleenpainuva varuste vanhassa rakennuksessa.

Pesuhuone on vain pesuhuonekäyttöön tarkoitettu ja tilaa lämmitetään irrallisen sähköpatterin avulla.

Saniteettitiloihin on asennettu vain wc-istuin, ja se on tilanpuutteen vuoksi sijoitettu nurkkaan kulmittaisesti.

3 ENERGIATALOUDEN TARKASTELU

3.1 Yleistä

Asuinkiinteistön energiatalouden tarkastelun avulla voidaan tehdä kiinteistöstä energiaselvitys, minkä perusteella voidaan kirjoittaa kiinteistökohtainen energiatodistus.

Energiaselvityksen ja -todistuksen laskennassa on huomioitava, että energiaselvitys tehdään rakennuksen sijainnin perusteella olevalle säävyöhykkeelle ja energiatodistus lasketaan Jyväskylän tasolla olevan säävyöhykkeen perusteella, eli säävyöhyke kolmen laskenta-arvoilla. Suomi on jaettu kaikkiaan neljään eri säävyöhykkeeseen eli laskentavyöhykkeeseen. (2.)

Kiinteistön energiatalouden tarkastelun ja RakMk D -osion ohjeistuksen välillä on selvä yhteys, joiden avulla on kohtuullisen helppoa laatia kiinteistöstä energiataloudellinen selvitys. Selvityksen teko on helppoa, mikäli kiinteistön lämmitysjärjestelmä on sen tyyppinen, että sille on olemassa joko suoraan valmistajan antamat viitearvot tai sitten laskettava lämpöenergian tuotto- ja jälleenkäsittely on helposti poimittavissa suoraan RakMk D5:n laskentataulukoista.

Insinööriyön kohteena olevassa rakennuksessa tarkastelu ei ollut aivan helppoa. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmälle ja lämpöenergiaantuottavan lämpöhäviöenergioiden laskennalle ei voinut käyttää RakMk D5:ssä olevia taulukkoarvoja suoraan, vaan joissakin laskennan osissa tieto tuli etsiä kyseistä osaa käsittelevistä tutkimuksista.

3.2 Rakennuksen perustiedot selvitystä varten

3.2.1 Mitoitus

Rakennuksen tietojen kerääminen aloitettiin tekemällä mittauksia, joiden perusteella alettiin piirtää ns. ajantasapiirustuksia. Rakennuksen fyysisiksi mitoiksi mitattiin 9,25 m x 12,9 m sekä kylmä veranta 3,1 m x 2,1 m. Bruttoalaksi tulee $119,3 \text{ m}^2 + 6,5 \text{ m}^2$ eli $125,8 \text{ brm}^2$. Huonekorkeudeksi normaaleissa asuintiloissa mittasimme noin 3,05 m. Wc- ja pesuhuoneessa on alas laskettu katto ja näissä korkeus on 2,5 m.

3.2.2 Perustukset

Rakennuksen perustustapa on luonnonkiviperusmuuri. Rakennus on perustettu kallion päälle loivaan rinteeseen. Perusmuurin kiven korkeus on noin 500 mm. (Kuva 5.)



Kuva 5. Perusmuuri

Perusmuurin viereen ei ole kasaantunut irtomaata suuria määriä, mutta rakennuksen ulkovoirelle on haittaa viherkasvillisuudesta. Maaperästä tuleva kosteus voi alkaa pehmentää pintamaan lähellä olevia kerroksia.

3.2.3 Alapohja

Alapohja on tuulettuva. Alapohjan tuulettuvan osan toinen puoli on perustettu kahdella päällekkäisellä perusmuurikivellä ja toinen on yhdellä kivellä. Tuuletusaukkoja on sijoitettuna symmetrisesti kaksi molempiin päihin, ja niiden koko oli 150 x 150 mm². Alapohjan tuuletus aukkojen yhteispinta-ala ei ole riittävä. Ryömintätilan tuuletusaukkojen yhteispinta-alan tulee olla ainakin 4 promillea ryömintätilan pinta-alasta. Alapohjan keskikorkeus on 750 mm.

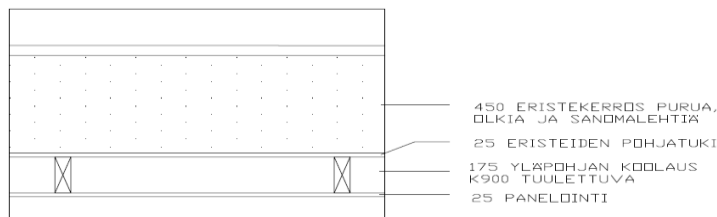
Alapohjan eristeinä on todennäköisesti käytetty purua ja olkia. Rakenteita emme päässeet tutkimaan tarkemmin. Saatuihin mittoihin perustuen on alapohjan rakenteellinen paksuus noin 400 mm. (Kuva 6.)



Kuva 6. Alapohja tuuletusaukolta katsottuna

3.2.4 Yläpohja

Yläpohjan kerrospaksuus on tutkimusten perusteella noin 550 mm, eristeinä yläpohjassa purua, olkia ja vanhoja sanomalehtiä. (Kuva 7.)



Kuva 7. Yläpohjan rakenne

3.2.5 Ulkoseinät

Ulkoseinän paksuus on noin 225 mm, josta seinän hirren osuus on noin 200 mm ja ulkoverhouslauta noin 25 mm. Sisäpinnassa on pinkopahvi ja tämän päällä vanha paksu tapetti. (Kuva 8.)



Kuva 8. Ulkoseinät

3.2.6 Ikkunat

Rakennuksen ikkunat ovat alkuperäiset, kaksipuitteiset ruudutetut. Ikkunakarmin paksuus sama kuin hirrellä eli noin 200 mm. (Kuva 9.)

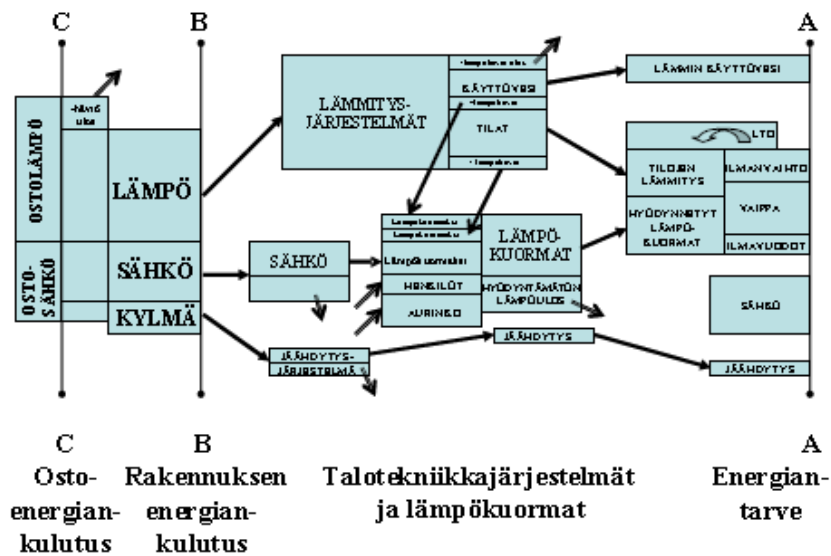


Kuva 9. Ikkuna

3.3 Laskentamenetelmän kuvaus

Energiatasemenetelmä on menetelmä, jossa energiankulutus lasketaan kuukausittain. Energiatasemenetelmässä saman kuukauden aikana rakennukseen sisään tuleva energiamäärä on sama kuin rakennuksesta poistuva energiamäärä. Vuosikulutus on kuukausikulutusten summa. (2.)

Laskennassa käytetään lähtötietoina yleensä kuukauden keskimääräisiä arvoja. Osa lähtötiedoista annetaan vuotuisina arvoina, jolloin kuukausiarvot lasketaan vuosiarvoista kuukausien pituuksien suhteessa. (2.)



Kuva 10. Energiatase ja kulutuksen laskentaperiaate (2.)

Kuvassa 10 esitetään rakennuksen energiataaseen laskentaperiaate. Vaihe A käsittää tietojen keräyksen, vaihe B kokoaa saadut tulokset yhteen ja vaihe C käsittää os-toenergioiden määrittämisen.

3.4 Energiankulutuksen laskenta

Energiankulutus lasketaan RakMk D5 luvun 2 alaviitteen 2.2.1 mukaisessa järjestyksessä.

Energiankulutus lasketaan vaiheittain seuraavasti:

1. lämpöhäviöenergiat (vaippa, vuotoilma ja ilmanvaihto)
2. käyttöveden lämmitystarve
3. lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergiat
4. laitesähköenergiankulutus
5. lämpökuormat
6. jäähdytysenergiantarve ja kulutus sekä kesäajan sisälämpötila
7. lämmitysenergiankulutus
8. rakennuksen energiankulutus
9. ostoenergiankulutus. (2.)

Laskentamenetelmän perusajatuksena on laskea teoreettisella tasolla, kuinka paljon rakennus tarvitsee lämpöenergiaa (netto), että sen energiatase on käytettyä bruttoneliötä (brm²) kohden tietyn energiamäärän (kWh/brm²) suuruinen. Rakennuksen energiatehokkuus määräytyy saadusta laskennallisesta loppuarvosta.

Esitän energiatarkastelun laskennan vaiheittain samalla painottaen kohteessa pohdittavaksi tulevia laskentatapoja. Laskentakaavat viittaavat RakMk D5:een.

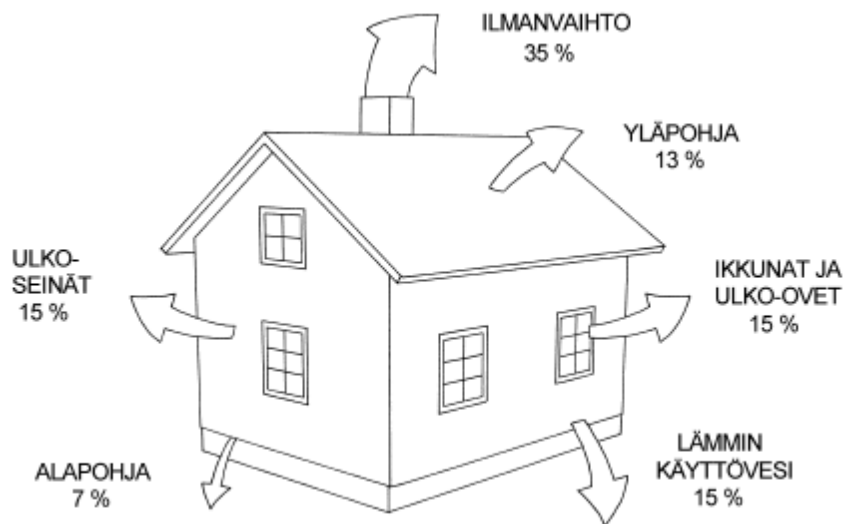
Energiatarkastelussa lähtötiedot voidaan kerätä joko suoraan olemassa oleviin dokumentteihin pohjautuen, jolloin selvitys on nopeampaa, tai laskemalla arvot ensin rakennekerrokset mittaamalla. Jos tietoja ei ole, ne on hankittava mittaamalla tarkasteltava kohde.

3.5 Lämpöhäviöenergiat

3.5.1 Teoria

Rakennuksen lämmitysenergiantarve muodostuu rakenteiden läpi ilmaan ja maahan johtuvista energioista sekä ilmanvaihdon ja vuotoilman lämmitykseen tarvittavasta energiasta (=lämpöhäviöt), joista on vähennetty rakennuksessa tuotettu sisäinen lämpöenergia (auringon säteilyenergia ja sisäisistä lämmönlähteistä tuleva energia).(3.)

Rakennuksen ominaislämpöhäviö ΣH_{joht} lasketaan RakMk D5- kaavalla 4.2 (2). Rakenteiden eri osien läpi tapahtuvaa lämpöhäviöenergian kulkua esittää kuva 11.



Kuva 11. Rakenteiden läpi johtuvat energiamääräosuudet rakenneosittain (1.)

Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia Q_{joht} lasketaan kuukausitasolla. Laskennassa käytetään säävyöhykkeen kaksi keskimääräisiä kuukausiarvoja. Laskenta suoritetaan RakMk D5-kaavan 4.1 mukaan.

Kohteessa on ryömintätilainen alapohja eli alapohja rajoittuu tuuletettuun ryömintätilaan. Tällöin käytetään alapohjassa sisä- ja ulkoilman välisenä lämpötilaerona 20 % pienempää arvoa kuin ulkoilmassa (RakMk D5, 4.1.3).

Rakenteiden läpi johtuvat lämpöenergiat taulukkoon sijoitettuna antoivat seuraavanlaisia tuloksia. Taulukkoon 1 on koottu rakenneosien ominaislämpöhäviöt rakennekohtaisesti.

Taulukko 1. Rakenneosien ominaislämpöhäviö yhteensä

Rakenneosien ominaislämpöhäviö yhteensä						
Rakenneosa	Alapohja	Ulkoseinä	Yläpohja	Ikkinat	Ovet	Yhteensä
Pinta-ala, m ²	109,5	106	109,5	18,2	5,5	348,7
U-arvo, W/m ² K	0,20	0,49	0,16	2,0	2,0	4,85
Hjoht, W/K	21,9	51,9	17,5	36,4	11,0	138,8

Rakenteiden läpi johtuvaa lämpöenergiaa tulee tarkastella kuukausitasolla, jolloin voidaan sijoittaa arvot laskentataulukkoon ja koota tulokset yhteen.

Taulukko 2. Rakenteiden läpi johtuva energia

Rakenne	Lämpöhäviöenergia rakennekohtaisesti Alapohjassa sovellettu 20% ulkolämpötilan pienennys								Rakenteiden läpi johtuva energia yhteensä, Q _{joht}
	Kuukauden pituus	Lämpötilat		Alapohja	Ulkoseinä	Yläpohja	Ikkinat	Ulko-ovet	
		Ulko C°	Huone C°						
Kuukausi	h			kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Tammikuu	744	-9,16	21,0	462	1 165	393	817	247	3 084
Helmikuu	672	-10,4	21,0	431	1 096	370	768	232	2 897
Maaliskuu	744	-1,80	21,0	366	881	297	617	187	2 348
Huhtikuu	720	1,68	21,0	310	723	244	506	153	1 936
Toukokuu	744	10,5	21,0	205	406	137	284	86	1 118
Kesäkuu	720	15,5	21,0	136	206	69	144	44	598
Heinäkuu	744	14,2	21,0	157	263	89	184	56	748
Elokuu	744	15,2	21,0	144	224	76	157	47	648
Syyskuu	720	9,08	21,0	217	446	150	312	94	1 220
Lokakuu	744	3,37	21,0	298	681	230	477	144	1 831
Marraskuu	720	0,81	21,0	321	755	255	529	160	2 020
Joulukuu	744	-5,25	21,0	411	1 014	342	711	215	2 693
Koko vuosi	8 760	3,72	21,0	3 457	7 860	2 651	5 508	1 665	21 141

Rakennuksen ulkoseinään ja yläpohjaan on helposti toteutettavissa rakenteiden lisälämmöneristys. Lisälämmöneristys vaatii rakenteen kosteusteknisen toimivuuden tarkastelun, eikä saaduista tuloksista tule tehdä suoria johtopäätöksiä rakennuksen energiatalouden parantumisesta. Seuraavissa esimerkeissä ei ole suoritettu kosteusteknisiä tarkasteluja, vaan on tutkittu ainoastaan energiataloudellisia vaikutuksia.

Yläpohjan eristys on lähellä vuonna 2009 voimassa olevia rakennusmääräyskokoelman lämmöneristysarvoja, joten lisätään ulkoseinään eristystä 50 mm, jolloin U-arvoksi saadaan 0,34 W/m²K.

Taulukko 3. Vertailu 50 mm:n lisäeristyksellä

Rakenneosien ominaislämpöhäviö yhteensä						
Rakenneosa	Alapohja	Ulkoseinä	Yläpohja	Ikkinat	Ovet	Yhteensä
Pinta-ala, m ²	109,5	106	109,5	18,2	5,5	348,7
U-arvo, W/m ² K	0,20	0,34	0,16	2,0	2,0	4,7
Hjoht, W/K	21,9	36,0	17,5	36,4	11,0	122,9

Taulukko 4. Vertailu 50 mm:n lisäeristyksellä, kokonaisvaikutus

Rakenne	Lämpöhäviöenergia rakennekohtaisesti								Rakenteiden läpi johtuva energia yhteensä, Qjoht
	Alapohjassa sovellettu 20% ulkolämpötilan pienennys								
	Kuukauden pituus	Lämpötilat		Alapohja	Ulkoseinä	Yläpohja	Ikkinat	Ulko-ovet	
Kuukausi	h	Ulko C°	Huone C°	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Tammikuu	744	-9,16	21,0	462	809	393	817	247	2 727
Helmikuu	672	-10,4	21,0	431	760	370	768	232	2 562
Maaliskuu	744	-1,80	21,0	366	611	297	617	187	2 078
Huhtikuu	720	1,68	21,0	310	501	244	506	153	1 714
Toukokuu	744	10,5	21,0	205	282	137	284	86	994
Kesäkuu	720	15,5	21,0	136	143	69	144	44	535
Heinäkuu	744	14,2	21,0	157	182	89	184	56	668
Elokuu	744	15,2	21,0	144	156	76	157	47	580
Syyskuu	720	9,08	21,0	217	309	150	312	94	1 083
Lokakuu	744	3,37	21,0	298	473	230	477	144	1 623
Marraskuu	720	0,81	21,0	321	524	255	529	160	1 789
Joulukuu	744	-5,25	21,0	411	704	342	711	215	2 382
Koko vuosi	8 760	3,72	21,0	3 457	5 454	2 651	5 508	1 665	18 735

Lisäämällä 50 mm eristettä suoraan rakennuksen ulkopintaan voidaan rakenteiden läpi johtuvan energian määrää pudottaa n. 10 %. Säästetty lämpöhäviöenergiamäärä voidaan käyttää hyödyksi rakennuksen lämmityksessä tarvittavan tuotettavan energiamäärän hankintakustannuksissa. Lämmityksessä hyödynnettävä pienempi energiamäärä vaikuttaa myös lämmityskertojen määrään ja samalla tasoittaa sisätilojen lämpötilavaihteluja.

Suurempi lisälämmöneristys

Tehdään rakennukselle vähän suurempi remontointi ja lisätään seinään 125 mm eristettä, jolloin U-arvo on 0,19 W/m²K. Vaihjetaan ikkunat ja ovet matalaenergiamal-leihin ja tutkitaan, kuinka paljon tilanne olennaisesti muuttuu. Ikkunoiksi vaihdamme tässä esimerkissä Fenestran mallistosta Primus MSE Energia 1.2 - ikkunat (U-arvo 1,2 W/m²K) ja ovet (U-arvo < 1 W/m²K), mutta käytetään tässä arvoa yksi. Rakenteiden lämpöhäviöenergiat muissa osissa ja rakenneosan (ikkunat ja ovet) pinta-alan kokonaisvaikutus (laskukaava) ei vaikuta lopputulokseen.

Taulukossa 5 on laskettuna korjaustoimenpiteiden jälkeinen rakennusosien ominaislämpöhäviö.

Taulukko 5. Ominaislämpöhäviöt suurempi eristystoimenpide

Rakenneosien ominaislämpöhäviö yhteensä						
Rakenneosa	Alapohja	Ulkoseinä	Yläpohja	Ikkunat	Ovet	Yhteensä
Pinta-ala, m ²	109,5	106	109,5	18,2	5,5	348,7
U-arvo, W/m ² K	0,20	0,19	0,16	1,2	1,0	2,75
Hjoht, W/K	21,9	20,1	17,5	21,8	5,5	86,9

Ominaislämpöhäviön kokonaismäärä vähenee n. 40 prosenttia alkuperäiseen verrattuna.

Taulukko 6. Läpi johtuva energia, isompi eristystoimenpide

Rakenne	Lämpöhäviöenergia rakennekohtaisesti Alapohjassa sovellettu 20% ulkolämpötilan pienennys								Rakenteiden läpi johtuva energia yhteensä, Qjoht
	Kuukauden pituus	Lämpötilat		Alapohja	Ulkoseinä	Yläpohja	Ikkunat	Ulko-ovet	
Kuukausi	h	Ulko C°	Huone C°	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Tammikuu	744	-9,16	21,0	462	451	393	490	123	1 919
Helmikuu	672	-10,4	21,0	431	424	370	461	116	1 802
Maaliskuu	744	-1,80	21,0	366	341	297	370	93	1 468
Huhtikuu	720	1,68	21,0	310	280	244	304	77	1 214
Toukokuu	744	10,5	21,0	205	157	137	171	43	713
Kesäkuu	720	15,5	21,0	136	80	69	86	22	393
Heinäkuu	744	14,2	21,0	157	102	89	110	28	486
Elokuu	744	15,2	21,0	144	87	76	94	24	424
Syyskuu	720	9,08	21,0	217	173	150	187	47	774
Lokakuu	744	3,37	21,0	298	264	230	286	72	1 150
Marraskuu	720	0,81	21,0	321	292	255	317	80	1 265
Joulukuu	744	-5,25	21,0	411	393	342	427	107	1 679
Koko vuosi	8 760	3,72	21,0	3 457	3 042	2 651	3 305	832	13 287

Rakenteiden läpi johtuvan energian määrän suhteellinen osuus pienenee suhteessa $(21141-13293/21141) = 0,38$ eli n. 40 prosenttia. Rakenteiden vaipan lämpöhäviö-energioiden häviöitä voidaan helposti vähentää, mutta vanhassa hirsirunkoisessa rakennuksessa pitää muistaa, että rakenteiden pitää kuivua hallitusti eikä pääse muodostumaan kosteusvaurioita. Niiden korjaaminen on aina jälkikäteen kallista ja aikaa vievää.

3.5.2 Vuotoilma

Rakennuksen vuotoilmavirta syntyy tuulen ja lämpötilaerojen synnyttämistä paineeroista. Vuodon suuruuteen vaikuttaa rakennuksen vaipan ilmanpitävyys, rakennuksen sijainti ja korkeus, ilmanvaihtojärjestelmä ja sen käyttötapa. (2.)

Ilmavuotoja ja vuotoilmasta johtuvaa energiankulutusta voidaan vähentää parantamalla rakenteiden ilmanpitävyyttä (3).

Rakennuksen epätiiviyksien kautta sisään ja uloskulkevan vuotoilman lämmityksen tarvitseva energia lasketaan RakMk D5 kaavalla 4.5. Laskenta suoritetaan kuukausitasolla.

Rakennuksen vuotoilmakertoimena voidaan käyttää lämmitysenergian tarpeen laskennassa arvoa 0,16 l/h, ellei ilman pitävyyttä tunneta. Tämä vastaa ilmanvuotolukua $n_{50} = 4$ l/h. (2.)

Vanhassa hirsirakennuksessa ilmanvuotoluvun 4 l/h käyttö antaa rakennuksen ilmantiivyydestä hyvän arvosanan. Samaa arvoa käytetään myös tavanomaisella rakennustavalla toteutetuista rakennuksista, jos ei ole tarkempaa tietoa saatavilla. Tampereen teknillisen yliopiston talonrakennustekniikan osaston tekemä tutkimus (Tutkimusraportti126) osoittaa, että muutaman vuoden vanhan tehdasvalmisteisen hirsirungon ja perinteisellä rakennustyyllillä valmistetulla hirsirakenteella painekokeen perusteella on huomattava ero. Tutkimuksen pääpaino oli tutkia ko. tutkimuksessa erityisesti yläpohjaa, mutta tuloksien yhteenvetoa voidaan käyttää havaintona hyväksi tarkasteltaessa vanhojen rakennuksien ilmanpitävyyttä.(3.)

Ilmanpitävyyksien tulokset olivat $n_{50} = 4,5$ l/h ja $n_{50} = 13,5$ l/h. Tulokseen vaikuttaa muun muassa rakenteiden liitokset.

Vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia

Vuotoilmavirran laskennasta saadut tulokset ovat käyttökelpoisia, koska ne riippuvat rakennuksen perusominaisuuksista. Tällaisia ovat vaipan ilmanpitävyys, rakennuksen sijainti ja korkeus, ilmanvaihtojärjestelmä ja sen käyttötapa. (2.)

Vuotoilman häviöenergiat riippuvat rakennuksen ilmatilavuudesta. Vuotoilmavirta lasketaan RakMkD5 kaavalla 4.7. Laskentakaavaan syöttämällä erilaisia rakennustilavuuksia voidaan havainnoida, että jos rakennuksen tilaavuus, myös sen ilmavuotovirtaus kasvaa. Tutkittavan rakennuksen huonekorkeus on hieman yli kolme metriä ja perusmallisen talon noin 2,5 m.

Taulukossa 7 on verrattu huonekorkeuksien 2,5 m ja 3,05 m vaikutuksia vuotoilman lämmityksen tarvitsemaan energiamäärään.

Taulukko 7. Huonekorkeuden vaikutus lämmityksen tarvitsemaan energiamäärään

Vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia			
	2.5m	3,05m	Ero-kWh
	kWh	kWh	
Tammikuu	308	361	54
Helmikuu	289	340	51
Maaliskuu	233	273	41
Huhtikuu	191	224	33
Toukokuu	107	126	19
Kesäkuu	54	64	10
Heinäkuu	69	81	12
Elokuu	59	70	10
Syyskuu	118	138	21
Lokakuu	180	211	31
Marraskuu	199	234	35
Joulukuu	268	315	47
Kokovuosi	2 074	2 437	363

Huonekorkeuden ja sitä kautta rakennuksen tilavuudella on n. 15 prosentin vaikutus lämpöhäviöenergioihin.

3.5.3 Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvaihdolla ja sen toteutustavalla voidaan vaikuttaa rakennuksen lämpöhäviöenergioihin.

Painovoimaisella ilmanvaihdolla varustetuissa rakennuksissa ilmanvaihtuvuuteen vaikuttaa tuulenpaine ja terminen paine-ero. Painovoimainen korvausilma tulee vaipan läpi epätiiviyksien kautta ja poistuu ilmanvaihtoventtiilien kautta.(3.)

Koneellisessa ilmanvaihdossa ilmanvaihtuvuus saadaan aikaiseksi aiheuttamalla rakennukseen alipaine koneellisesti (3.)

Selvityksen kohteena olevassa rakennuksessa on painovoimainen ilmanvaihto ja rakennus on valmistunut v.1917, joten selvityksen tulokset ovat vähintäänkin suuntaa-antavia. Painovoimaisella ilmanvaihdolla toteutetussa rakennuksessa huonekohtainen ilmanvaihto riippuu varsinkin kesäaikana huoneessa vallitsevasta lämpötilasta. Huoneessa olevan ilman vaihtuvuuden voi tuntea itse aistimalla. Vertailemalla varjon puolella olevan huoneen sisäilmaa auringon puolella olevaan pystyy havaitsemaan, että lämpöisemmässä huoneessa sisälämpötilan ero ulkoilman lämpötilaan ei ole kovinkaan suuri, ja tällöin voidaan päätellä ilmavirtausten olevan vähäisempiä. Tämän voi tuntea huoneessa olevana vähähappisuutena, mikä taas tuo esille väsymyksen tunteen, koska elimistön saama raittiin ilmanmäärä on pienempi.

Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia

Rakennuksen ilmanvaihdon tarvitsema energia lasketaan RakMk D5 -kaavalla 4.9. Rakennusta ei ole varustettu erillisellä ilmanvaihtojärjestelmällä, vaan siinä on painovoimaisesti toteutettu ilmankierto. Rakennuksesta painovoimaisena poistuva lämpöenergia ei ole näin ollen uudelleen hyödynnettävissä.

Kaavan 4.9 avulla voidaan laskea vain silloin, kun on kyse lämmityksestä. Jos ilmakäsittelyprosessiin sisältyy jäähdytystä ja kostutusta, on energiantarve laskettava erikseen.(2.)

Ilmanvaihdon poistoilman määrittämisessä poistoilmanvirtauksessa käytetään arvoa 0,5 l/h, mikä on rakennuksen ilmanvaihtuvuus jatkuvasti ilmatilavuutta kohti (4).

Ilmanvaihdosta voidaan hyödyntää lämmöntalteenotolla (LTO) osa poistoilman mukana poistuvasta lämpöenergiasta. Kun tuloilman lämpötilasuhde on 50 %, lämmöntalteenotolla voidaan hyödyntää vuositasolla 30 prosenttia poistoilman kautta poistuvasta lämmitysenergiasta.

Taulukossa 8 on laskettuna rakennuksen lämpöhäviöenergiat kootusti yhteen.

Taulukko 8. Lämpöhäviöenergiat

Kuukausi	Rakenteiden läpi johtuva energia yhteensä Qjoht	Vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia	Ilmanvaihdon lämmitystarvitsema energia	Rakennuksen lämpöhäviöenergia yhteensä
	kWh	kWh	kWh	kWh
Tammikuu	3 084	361	1 122	4 567
Helmikuu	2 897	340	1 055	4 292
Maaliskuu	2 348	273	848	3 469
Huhtikuu	1 936	224	696	2 855
Toukokuu	1 118	126	391	1 635
Kesäkuu	598	64	198	860
Heinäkuu	748	81	253	1 083
Elokuu	648	70	216	934
Syyskuu	1 220	138	429	1 787
Lokakuu	1 831	211	656	2 698
Marraskuu	2 020	234	727	2 981
Joulukuu	2 693	315	977	3 984
Koko vuosi	21 141	2 437	7 566	31 145

Lämmöntalteenotolla voidaan vaikuttaa ilmanvaihdon kautta poistuviin lämpöhäviö-energioihin. Näiden osuus on neljännes (25 %) rakennuksen kokonaislämpöhäviö-energioista.

Taulukkoon 9 on laskettu vertailupohjaksi ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vaikutus rakennuksen ilmanvaihdon lämmityksen tarvitseman energiamäärään suuruuteen. Ilmanvaihdosta talteenotettavan energiamäärän suuruuteen vaikuttaa lämmöntalteenotolaitteen vuosihyötysuhde. Laitteella, jossa vuosihyötysuhde on 50 %, voidaan ottaa koneellisesti tapahtuvasta poistoilmavirtauksista 30 % hyötykäyttöön. Energiamäärän voi ohjata esim. lämminvesivaraajaan, mikäli tällainen mahdollisuus on käytettävissä. Taloissa, joihin on asennettu täysin koneellinen ilmanvaihto, voidaan poistoilmavirran mukana poistuva talteen otettu energia ohjata uudelleen sisäilman lämmitykseen.

Taulukko 9. Lämmöntalteenotolla hyödynnettävät energiat

Ilmanvaihdon LTO:n hyötyenergiat			
	Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia ilman LTO:a	LTO:lla talteenotettu energia	Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia Qiv
	kWh	kWh	kWh
Tammikuu	1 122	337	785
Helmikuu	1 055	317	739
Maaliskuu	848	254	594
Huhtikuu	696	209	487
Toukokuu	391	117	273
Kesäkuu	198	59	139
Heinäkuu	253	76	177
Elokuu	216	65	151
Syyskuu	429	129	300
Lokakuu	656	197	459
Marraskuu	727	218	509
Joulukuu	977	293	684
Koko vuosi	7 566	2 270	5 296

Vertailun vuoksi tarkastellaan, kuinka paljon isompi lämmöneristysremontti ja lämmöntalteenotto vaikuttavat lämpöhäviöenergioiden määrään.

Taulukossa 10 on tulokset, joissa on edellä mainitut toimenpiteet suoritettu.

Taulukko 10. Parempi eristys ja LTO

Kuukausi	Rakenteiden läpi johtuva energia yhteensä Qjoht	Vuotilman lämmityksen tarvitsema energia	Ilmanvaihdon lämmityksentarvits ema energia	Rakennuksen lämpöhäviöenergia yhteensä
	kWh	kWh	kWh	kWh
Tammikuu	1 919	361	785	3 066
Helmikuu	1 802	340	739	2 881
Maaliskuu	1 468	273	594	2 334
Huhtikuu	1 214	224	487	1 924
Toukokuu	713	126	273	1 112
Kesäkuu	393	64	139	595
Heinäkuu	486	81	177	744
Elokuu	424	70	151	645
Syyskuu	774	138	300	1 213
Lokakuu	1 150	211	459	1 821
Marraskuu	1 265	234	509	2 008
Joulukuu	1 679	315	684	2 677
Koko vuosi	13 287	2 437	5 296	21 021

Korjaustoimenpiteiden jälkeen rakennuksen lämpöhäviöenergioiden määrä vähenisi noin 30 prosenttia. Tällä on jo huomattava merkitys rakennuksen lämmityskustannuksiin.

3.5.4 Käyttöveden tarvitsema lämpöenergia

Käyttöveden lämmityksen tarvitsema energia lasketaan RakMk D5 -kaavalla 5.1. Energiamäärän suuruuteen vaikuttaa asukkaiden määrä. Oletusarvoisesti laskennassa henkilömäärä kulutukselle on makuuhuoneiden määrä +1. (4.)

Asuinrakennuksien kulutuksien laskennassa on RakMk D5 -kokoelman mukaan suositeltavaa käyttää henkilöperustaiseen kulutukseen pohjautuvaa laskentamallia. Käyttöveden kulutus lasketaan RakMk D5 -kaavalla 5.2, käyttäen apuna taulukkoa 5.1, jossa on veden ominaiskulutusarvot eri rakennustyypeille. Tarkasteltavassa rakennuksessa käytetään vuorokautisena kulutusmääränä henkeä kohti arvoa 60 dm³/henk, koska rakennusta ei ole varustettu erillisellä veden kulutuksen mittauksella.

Tutkittavassa rakennuksessa on makuuhuoneiden määrä kaksi, joten laskennassa käytettävä henkilömäärä on kolme. Taulukkoon 11 on koottu saadut kulutukset.

Taulukko 11. Käyttöveden lämmitystarve

KÄYTTÖVEDEN LÄMMITYSTARVE					
	Lämpimän käyttöveden kulutus	Käyttöveden lämmityksen tarvitsema energia	Käyttöveden lämmityksen lämpöhäviöenergia	Käyttöveden lämmityksen energiakulutus, Q _{lkv}	
Kuukausi	m ³	kWh	kWh	kWh	
Tammikuu	5,6	326	138	464	
Helmikuu	5,0	294	133	427	
Maaliskuu	5,6	326	138	464	
Huhtikuu	5,4	315	137	452	
Toukokuu	5,6	326	138	464	
Kesäkuu	5,4	315	137	452	
Heinäkuu	5,6	326	138	464	
Elokuu	5,6	326	138	464	
Syyskuu	5,4	315	137	452	
Lokakuu	5,6	326	138	464	
Marraskuu	5,4	315	137	452	
Joulukuu	5,6	326	138	464	
Koko vuosi	65,7	3 833	1 648	5 481	

Nettoenergiantarpeeseen voi vaikuttaa vain käyttämällä rakennuksen todellista kokonaiskulutusta. Tällöin lämpimän veden osuus kokonaiskulutuksesta on 40 %. (2.)

3.6 Lämmitysjärjestelmien lämpöhäviöenergiat

Rakennuksen lämmitysjärjestelmien lämpöhäviöenergiat koostuvat tilojen lämmitysjärjestelmien lämpöhäviöenergioista ja käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergioista.

Rakennusmääräyskokoelman laskentamallin käyttö tarkasteltavassa kohteessa aiheuttaa hieman päänvaivaa, koska sen lämpöenergia tuotetaan pääasiassa tulisijojen kautta. Tulisijojen vuosihyötysuhteeksi RakMk D5 taulukon 3.1 perusteella valitaan $\eta_{\text{lämmitys}} = 0,70$. Tämä tarkoittaa sitä, että 30 prosenttia tulisijan lämmitykseen käytettävästä energiasta menee lämpöhäviöenergioihin, joita ovat kehitys- jakelu-, luovutus-, säätö- ja varaajahäviöt RakMk D5- kaavan 6.1 mukaan koottuna.

Laskennan eteenpäin vieminen edellyttää, että on olemassa tietoa tulisijassa poltetusta polttoaineesta. Insinööriyön tilaajalta saatiin selville, että kun rakennus oli normaalissa asumiskäytössä, sen vuosittainen energiantarve oli 20 pino-m³ pilkkeitä, joiden lämpöarvo on $Q_{\text{polttoaine, omin}} = 1300 \text{ kWh/pino-m}^3$.

Jos puuta poltetaan ainoana lämmitysmuotona ja vuotuinen lämmitysenergian kulutus on esimerkiksi 20 000 kWh ja varaavan tulisijan hyötysuhde 80 %, tarvitaan lämmitysenergian tuottamiseen 25 irtokuutiota eli noin 15 pinokuutiota kuivaa koivupilkettä. Jos tulisija on lisälämmönlähde tai saunaa lämmitetään keskimäärin kaksi kertaa viikossa ympäri vuoden ja hyötysuhde on 75 %, tarvitaan noin 7 irtokuutiota eli noin 4 pinokuutiota kuivaa koivupilkettä. Jos lämmitykseen käytetään leppää, tarvitaan noin 1,4-kertainen puumäärä koivuun verrattuna. (5.)

Tulisijan valmistaja antaa käyttöohjeissaan myös tarvittavan polttopuun määrän. Sopiva puumäärä käytettäväksi varaavissa tulijoissa yhtä lämmityskertaa varten on noin 1 kg puuta sataa tulisijan painokiloa kohden. Tyypillinen varaavan uunin massa on 1 500 kg, johon tarvitaan puuta noin 15 kg. Tarvittava puumäärä jaetaan useampaan pesälliseen (3 – 5 kg/pesällinen). Yksi kilo mitä tahansa kotimaista puulajia sisältää suunnilleen saman määrän energiaa eli noin 4,1 kWh/kg, kun puun kosteus on 20 %. (5.)

Kuvassa 12 on VTT:n, työtehoseuran ja tulisijavalmistajien tutkimuksien perusteella laskettuja erilaisten tulisijatyyppien palamis- ja lämmönsiirtohyötysuhteita. Jos käy-

tään polttoaineena puuta ja jos tulisijana on esimerkiksi avotakka, energiantarve on huomattavasti suurempi kuin käytettäessä varaavaa takkauunia tai leivinuunia. Lämmitystarpeeseen vaikuttavat aina myös omat tunteukset eli onko kylmä vai kuuma.

**Eri tulisijojen hyötysuhteita
palamis- ja lämmönsiirron hyötysuhde).**
Lähde: VTT, Työtehoseura ja tulisijavalmistajat

Tulisija	Hyötysuhde ²
Avotakka	< 30 %
Takkauuni	80 – 85 %
Leivinuuni	80 – 85 % ^{2,2}
Liesi, kiuas	50 – 70 %
Pelletitakka	75 – 90 %

² Hyötysuhteen η_p ja η_h tulo.

^{2,2} jos vain paistossa talteen saatu lämpö katsotaan hyötylämmöksi, on hyötysuhde 5 – 10 %.

Kuva 12. Eri tulisijojen hyötysuhteita (5.)

Laskentaa helpottamaan tein Excel-laskurin, johon käytetyn puulajin, määrän ja hyötysuhteen lisäämällä saa laskettua kokonaisenergiämäärän ja lämpöhäviöihin menevän osuuden.

LÄMMITYSENERGIAN VUOSIKULUTUS/POLTTOAINE					
Puulaji	Määrä m ³	Hyöty %/100			
Seka	20	70			
Lämpöarvo kWh	Määrä kpl	Kokonais energiämäärä kWh	Hyöty %	Hyötyenergia kWh	Lämpöhäviöenergia kWh
1 300	20	26 000	70	18 200	7 800

Kuva 13. Lämmitysenergian laskin

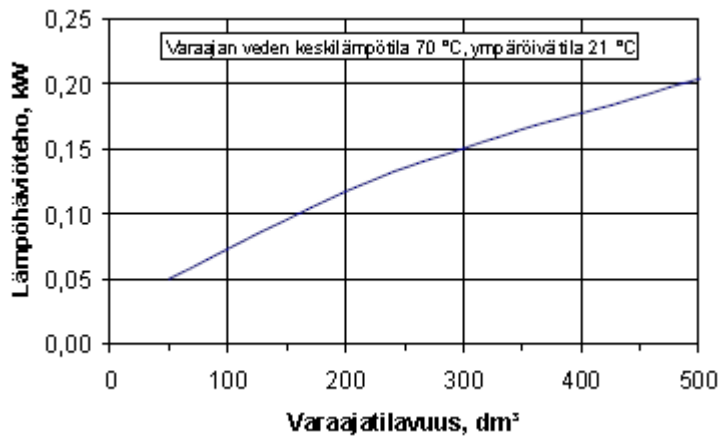
3.7 Käyttöveden lämmitysjärjestelmä

Erillisen käyttövesivaraajan vaipan lämpöhäviöenergia lasketaan yleensä valmistajan ilmoittamasta lämpöhäviötehosta. Ellei tarkempaa tietoa ole, voidaan käyttää kuvan 6.2 (kuva 14) lämpöhäviötehoa, kertomalla se ajanjakson pituudella.

Käyttövesivaraajan lämpöhäviöteho oletetaan vakioiksi kaikkina kuukausina. Tarvittaessa lämpöhäviötehoa voidaan korjata varaajan veden keskilämpötilan ja ympäröivän tilan lämpötilan suhteessa. (3.)

Rakennuksen käyttöveden lämmityksestä huolehtii erillinen lämminvesivaraaja. Varaajan koko on n.100 dm³. RakMk D5:n kuvan 6.2 diagrammista voidaan määrittää varaajan lämpöhäviöteho.

Kuvan 14 taulukosta saadaan lämpöhäviötehoksi 0,074 kW. Saatu arvo kerrotaan vuodessa olevien päivien määrällä (365) ja jaetaan kuukaudessa olevien päivien pituuksien suhteessa. Kokonaisvuosilämpöhäviötehoksi saadaan n. 650 kWh/vuosi. Tulokseen lisätään RakMk D5- kaavan 6.1.3 1000 kWh/vuosi, koska vaihtoehto 1 kWh/brm² antaa arvoksi vain 125 kWh(1kWh x brm²) ja 1000 kWh on pienin määrä. Jos pinta-ala on yli 1 000 m², käytetään kyseistä tulosta.



Kuva 14. RakMk D5 kuva 6.2 (2.)

Taulukkoon 12 on koottu tilojen lämmitysjärjestelmien kokonaislämpöhäviöt

Taulukko 12. Tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia

	päiviä/kk	Qlämmitys,tilat, häviöt	Qlämmitys,tilat, häviöt,yhteen sä
Kuukausi		kWh	kWh
Tammikuu	31	673	673
Helmikuu	28	608	608
Maaliskuu	31	673	673
Huhtikuu	30	651	651
Toukokuu	31	673	673
Kesäkuu	30	651	651
Heinäkuu	31	673	673
Elokuu	31	673	673
Syyskuu	30	651	651
Lokakuu	31	673	673
Marraskuu	30	651	651
Joulukuu	31	673	673
Koko vuosi	365	7 920	7 920

3.8 Laitesähkönkulutus

Laitesähkön energiankulutus koostuu valaistuksen, ilmanvaihdon ja muitten laitteiden yhteenlasketusta kokonaisenergian kulutuksesta. Kulutus lasketaan RakMk D5 -kaavan 7.1 mukaan.

Rakennuksesta laitesähkönkulutus suoritetaan ohjeistetusti RakMk D5:n taulukon 7.1 mukaan, koska rakennuksesta ei ole tarkkoja tietoja käytettävissä. Tällaisessa tapauksessa laitteiden yhteenlaskettu sähkönkulutus on 50kWh/brm2/vuosi. Yleensäkin käytettäessä D5 -taulukkoarvoja saadaan tuloksien luotettavuus pysymään hallinnassa.

Laskettavassa rakennuksessa ei tosin ole koneellista ilmanvaihtoa, joten siitä tuli poistaa arvo 7 kwh/brm2/vuosi, jotta kulutus olisi 43kWh/brm2/vuosi. Lisäys vuosikulutukseen on noin 900 kWh.

Taulukossa 13 on esitetty laitesähkönkulutus.

Taulukko 13. Laitesähkökulutus

Laitesähkökulutus				
Kuukausi	Valaistujärjestelmän sähkökulutus	Ilmanvaihtojärjestelmän sähkökulutus	Muiden laitteiden sähkökulutus	Laitteiden sähkökulutus yhteensä, Wlaitesähkö
	kWh	kWh	kWh	kWh
Tammikuu	74	74	382	531
Helmikuu	67	67	345	479
Maaliskuu	74	74	382	531
Huhtikuu	72	72	370	514
Toukokuu	74	74	382	531
Kesäkuu	72	72	370	514
Heinäkuu	74	74	382	531
Elokuu	74	74	382	531
Syyskuu	72	72	370	514
Lokakuu	74	74	382	531
Marraskuu	72	72	370	514
Joulukuu	74	74	382	531
Koko vuosi	875	875	4 500	6 250

3.9 Lämpökuormat

Rakennuksen lämpökuormat koostuvat kaikesta rakennuksen sisällä tapahtuvasta toiminnasta tai ilmiöstä, josta vapautuu lämpöenergiaa. Vapautuvat energiat muodostavat yhdessä lämpökuorman rakennuksen sisällä. Tästä kuormasta voidaan laskea hyödynnettävät lämpöenergiamäärät. Lämpökuormia syntyy ihmisestä, lämmityslaitteista, valaistuksesta, sähkölaitteista ja ikkunan kautta tulevasta auringon säteilystä.

Henkilöiden luovuttama lämpöenergia Q_{henk} lasketaan oleskeluajan ja lämmöntuotto-
tehon mukaan RakMk D5 -kaavalla 8.1.

Kuitenkin oletusarvoisesti voidaan käyttää yhden henkilön keskimääräisenä lämpöte-
hona arvoa 70W.

Oleskeluaika lasketaan RakMk D5 -kaavalla 8.2. Pientalon oleskeluaika suhteena voi-
daan käyttää suoraan kerrointa k 0,60 kerrottuna laskentajakson pituudella. Viikoittai-
nen ja vuorokautinen käyttöaikasuhte antaa kertoimeksi molemmissa luvun 1, joten
niitä ei välttämättä tarvitse käyttää laskennassa.

Lämmityslaitteista vapautuva lämpökuormaenergia lasketaan RakMk D5 -kaavan 6.1 mukaan. Vapautuvan lämpökuormaenergian määrä on 70 % tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergiasta RakMk D5 -kaavan 8.3 mukaan laskettuna. (2.)

Lämpimän käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia lasketaan RakMk D5 -kaavan 6.2 mukaan.(4). Ellei tarkempaa tietoa ole, lämpökuormaksi tuleva osuus laskelmissa on 50 % käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergioista ja 30 % käyttöveden lämmityksen tarvitsemasta lämpöenergiasta kaavan 8.4 mukaisesti. (2.)

Valaistuksesta ja sähkölaitteista vapautuva lämpökuormaenergia lasketaan RakMk D5 -taulukon arvoilla, koska sähköenergiankulutus on määritelty RakMk D5 -taulukon 7.1 arvoilla. Valaistuksesta, ilmanvaihtojärjestelmästä ja muista laitteista lämpökuormaksi tuleva energia $Q_{\text{sähkö, omin}} = 32 \text{ kWh/brm}^2$ vuodessa.

Ikkunoiden kautta tulevan auringon säteilyenergia lasketaan RakMk D5 kaavalla 8.6. Koska ikkunan valoaukon kokonaissäteilyn läpäisykerrointa ei tunneta, käytetään RakMk D5 -kaavaa 8.7. Ikkunalasituksen tyyppi on kaksinkertainen lasi, mikä edellyttäisi lämpöhäviöenergian ikkunoiden ja ovien lasiosan arvojen korjaamista u-arvolle $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Se nostaisi lämpöhäviöenergioiden määrää yhdellä kerrannaisella eli noin 25 kWh.

Säteilyn läpäisyn kokonaiskorjauskerroin $F_{\text{läpäisy}}$ lasketaan RakMk D5 -kaavalla 8.8. Kertoimena voidaan käyttää arvoa 0,75, koska varjostuksia ja pysyviä verhoja ei ole.

Lämpökuormista hyödynnettävä energia tulee rakennukseen siellä tapahtuvasta toiminnasta, ja osa tästä energiasta voidaan hyödyntää rakennuksen lämmityksessä. Rakennuksen lämpökuormista hyödynnettävä energia lasketaan RakMk D5 -kaavalla 8.11. Rakenteiden tehollinen lämpökapasiteetti $C_{\text{rak}} = 70 \text{ W/brm}^2\text{K}$. Lämpökapasiteetti saadaan suoraan taulukosta määrittelemällä rakennuksen tyyppi.

Taulukossa 14 on lämpökuormat laskettu alueittain yhteen kuukausitasolle eriteltynä.

Taulukko 14. Lämpökuormat

Lämpökuormat	Lämpökuorma henkilöistä	Lämpökuorma valaistuksesta ja sähkölaitteista	Lämpökuorma tilojen lämmitysjärjestelmästä	Lämpökuorma lämpimän käyttöveden lämmitysjärjestelmästä	Ikkunoiden kautta tulevan auringon säteilyenergia	Lämpökuormat yhteensä, Q _{Lämpökuorma}
Kuukausi	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Tammikuu	85	340	471	167	80	1 142
Helmikuu	77	307	425	155	346	1 310
Maaliskuu	85	340	471	167	517	1 579
Huhtikuu	82	329	456	163	595	1 625
Toukokuu	85	340	471	167	916	1 978
Kesäkuu	82	329	456	163	1 111	2 140
Heinäkuu	85	340	471	167	734	1 797
Elokuu	85	340	471	167	819	1 881
Syyskuu	82	329	456	163	500	1 529
Lokakuu	85	340	471	167	272	1 334
Marraskuu	82	329	456	163	70	1 100
Joulukuu	85	340	471	167	23	1 085
Koko vuosi	1 000	4 000	5 544	1 974	5 983	18 501

3.10 Lämmitysteho

Rakennuksen lämmitystehon tarve lasketaan yleensä huonekohtaisesti, jolloin voidaan laskea huoneessa tarvittava lämmitysteho ja mitoittaa ja valita huonekohtaiset lämmityslaitteet (2).

Rakennuksen lämmitystehontarve lasketaan laskemalla yhteen samanaikaiset tehontarpeet RakMk D5- kaavalla 9.1 (2).

Johtumisteho rakenteiden läpi on ulkoseinien, ikkunoiden, ulko-ovien, yläpohjan ja alapohjan johtumistehojen summa (2). Johtumislämmitysteho lasketaan RakMk D5 - kaavalla 9.3. Johtumistehon laskennassa tarvitaan ensimmäisessä vaiheessa laskettua ominaislämpöhäviön arvoa.

Rakennuksen mitoittava ulkoilman lämpötila pitää muistaa katsoa, että se on oikeasta säävyöhykkeestä. Säävyöhyke II:n mitoittava ulkolämpötila on RakMk D5 – liitteen 1 taulukon L1.1 mukaan -29 C°. Taulukossa 15 on laskettu rakenneosien johtumislämmitystehot huonekohtaisesti.

Taulukko 15. Johtumisteho rakenteiden läpi

Tila	Rakennusosien johtumislämmitystehot, W					
	Alapohja	Yläpohja	Ulkoseinä	Ikkunat	Ovet	Yhteensä
ET	35	28	120	-	210	392
Wc	13	11	169	-	-	193
TYÖH.	92	73	140	180	-	484
OH	279	223	632	560	-	1 694
Paraati eteinen	33	27	96	-	340	496
KH	22	18	-	-	-	40
MH1	213	171	544	450	-	1 378
MH2	214	171	566	360	-	1 312
Keittiö	193	154	260	270	-	877
Yhteensä	1 095	876	2 526	1 820	550	6 867

Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho lasketaan RakMk D5 -kaavalla 9.4. Vuotoilman laskennassa tarvitaan myös ensimmäisen laskuosion vuotoilman ominaislämpöpöhäviön arvoa. Taulukossa 16 on laskettu huonekohtaisesti vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho.

Taulukko 16. Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho

Tila	Huoneen ala, m ²	Huoneen tilavuus, m ³	Vuotoilma virta m ³ /s	Teho, W
ET	3,1	9,5	0,00042	25
Wc	1,2	2,5	0,00011	7
TYÖH.	8,2	25,0	0,00111	67
OH	25	76,3	0,00339	203
Paraati eteinen	3,9	11,9	0,00053	32
KH	2	5,0	0,00022	13
MH1	19,1	58,3	0,00259	155
MH2	19,2	58,6	0,00260	156
Keittiö	17,3	52,8	0,00235	141
Yhteensä	99	299,7	0,01332	799

Tuloksessa on pieni desimaaliluku poikkeama huonealan, tilavuuden ja vuotoilmavirran suhteen. Heitto ei ole merkittävä, sillä vuotoilmavirran tilavuusperustaisen tuloksen pitäisi olla 0,0134 m³/s.

Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema tehonmitoitus painovoimaisella ilmanvaihdolla menee RakMk D5 -ohjeen s.53 mukaisesti. Painovoimaisen ja koneellisen poiston ilmanvaihtojärjestelmässä tuloilma lämpenee sisälämpötilaan huoneessa. Ilman lämmitykseen tarvittava teho saadaan huoneen lämmityslaitteista, jotka on mitoitettava tämän mukaisesti lämmöntalteenottoa huomioon ottamatta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä että, RakMk D5 -kaavassa 9.7 laskettavaa lämmöntalteenoton poistoilman lämpötilasuhdetta ei tarvitse laskea, vaan tulos voidaan laskea RakMk D5 -kaavojen 9.5 ja 9.6 avulla.

Ilmanvaihdon lämmityksen tuloilman ja ulkoilman huonelämmitysteho yhteensä on sama kuin rakennuksen ilmanvaihdon tarvitsema teho, koska rakennukseen tuotava ilma joudutaan lämmittämään kokonaisuudessaan haluttuun lämpötilaan rakennuksessa olevalla lämmönlähteellä.

Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho lasketaan RakMk D5 kaavalla 9.10. Kaavan käytön ohjeistuksessa mainitaan, että tehoon lisätään tarvittaessa käyttöveden kiertojohdon lämpöhäviön tarvitsema teho. Koska tutkittavassa rakennuksessa ei ole vedenkiertoa, kiertohäviötä ei lasketa. Jos rakennuksessa olisi kiertojohto eikä muita selvityksiä tehtäisi, kiertojohdon ominaistehon voisi laskea RakMk D5 -kaavalla 9.11 käyttäen kiertohäviönä 0,002 kW/brm² x bruttopinta-ala. Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho on 71,4 kW.

Taulukkoon 17 on koottu huonelämmityksen tarvitsemat tehot yhteen.

Taulukko 17. Huonelämmitysteho yhteensä

Tila	Huoneala m ²	Huone tilavuus m ³	Johtumisteho W	Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho W	Tuloilman huonelämmi- tysteho huonelämmityksen	Ulkoilman huone- lämmitys- teho	Huone- lämmitysteho yhteensä W
ET	3	9	392	25	79		497
Wc	1	3	193	7	25		225
TYÖH.	8	25	484	67	210		761
OH	25	76	1 694	203	640		2 538
Paraati eteinen	4	12	496	32	100		627
KH	2	5	40	13	42		95
MH1	19	58	1 378	155	489		2 022
MH2	19	59	1 312	156	492		1 959
Keittiö	17	53	877	141	443		1 461
Yhteensä	99	300	6 867	799	2 520		10 186

3.11 Energiankulutus

Rakennusmääräyskokoelman D5 kohdassa kolme olevien kaavojen avulla kootaan saaduista tuloksista rakennuksen käyttöön tarvittavan energiataseen määrä.

3.12 Ostoenergiat

Rakennuksen ostoenergioilla tarkoitetaan rakennuksen lämmittämiseen tarvittavan lämpöenergian ulkoisesti tuotettujen tai ostettujen energioiden määrää. Energiamuotona voi olla esim. kaukolämpö, sähkö tai öljy.

Tarkasteltavan rakennuksen ostoenergiat koostuvat tulisijojen lämmittämiseen tarvittavasta polttoaineesta pilkkeistä, joiden tulisijoissa poltettava vuosihyötysuhde on 0,70, sekä ostetusta sähköenergiasta, sen kulutus oli poikkeuksellisen pieni, 2 500 kWh/vuosi, koska asukkaita rakennuksessa oli viimeisien kulutuksien luennan aikoihin yksi, ja tämä käytti sähköä hyvin niukasti.

Rakennuksen ostoenergiana tarvittavan lämmitysenergian kulutus lasketaan kaavalla RakMk D5 -kaavalla 3.1.

Puulämmitteisessä rakennuksessa ostettava lämmitysenergiamäärää vastaava polttoainemäärä lasketaan RakMk D5 -kaavalla 3.2. Laskelmassa kerrotaan poltettu polttoainemäärä 20 pino-m³ pilkkeittä (havu- ja sekapuu) tehollisella lämpöarvolla 1 300 kWh/pino-m³. Tästä saadaan vuosittaiseksi ostoenergiämääräksi 26 000 kWh.

Rakennukseen ostettava sähkömittarin kautta tuleva energia lasketaan RakMk D5 -kaavalla 3.3. Tutkittavan rakennuksen laitesähkökulutus on 2 500 kWh. Ostettavan laitesähköenergian vuosihyötysuhteena voidaan käyttää lukua 1, ellei muuta tietoa ole tarjolla.

Rakennuksen jäädytykseen tarvittavan ostoenergiämäärää ei tarvitse laskea, koska rakennuksessa ei ole jäädytyslaitteita.

Rakennuksen ostoenergioiden kulutus antaa tulokseksi rakennuksessa käytetyn energian vuosikulutusmäärän.

Taulukko 18. Ostoenergiat

ENERGIANKULUTUS						
Ostoenergiat						
Kuukausi	Rakennuksen lämmitys energiankulutus, Q_{lämmitys} kWh	Lämmöntuoton vuosihyötysuhde, η_{lämmitys} η	Lämpöarvo kWh/pino-m ³	Määrä m ³	Hyöty kwh kWh	Rakennuksen ostettu sähköenergia , Wsähkö,osto kWh
Tammikuu	2 208	0,7	1 300	1,7	1 546	212
Helmikuu	1 995	0,7	1 300	1,5	1 396	192
Maaliskuu	2 208	0,7	1 300	1,7	1 546	212
Huhtikuu	2 137	0,7	1 300	1,6	1 496	205
Toukokuu	2 208	0,7	1 300	1,7	1 546	212
Kesäkuu	2 137	0,7	1 300	1,6	1 496	205
Heinäkuu	2 208	0,7	1 300	1,7	1 546	212
Elokuu	2 208	0,7	1 300	1,7	1 546	212
Syyskuu	2 137	0,7	1 300	1,6	1 496	205
Lokakuu	2 208	0,7	1 300	1,7	1 546	212
Marraskuu	2 137	0,7	1 300	1,6	1 496	205
Joulukuu	2 208	0,7	1 300	1,7	1 546	212
Koko vuosi	26 000			20,0	18 200	2 500

3.13 Rakennuksen energiankulutus

Rakennuksen energiankulutus on lämmitykseen, laitesähköenergiankulutukseen ja tilojen jäähdytykseen tarvittavan energiamäärän laskennallinen vuosikulutus eli energiatase.

Rakennuksen tilojen nettoenergiantarpeen kokonaismäärä on rakenteiden läpijohtuvan lämpöenergian, vuotoilman lämmityksen tarvitseman energian ja ilmanvaihdon tarvitseman energian yhteenlaskettu tulos vähennettynä lämpökuormien lämmityksessä hyödyntämistä energioista. Nettoenergiantarve lasketaan RakMk D5 -kaavalla 3.9. Taulukossa 19 on rakennuksen tilojen lämmityksen nettoenergiantarve.

Taulukko 19. Rakennuksen tilojen lämmityksen nettoenergiantarve

Kuukausi	Rakennuksen lämpöhäviöenergia yhteensä	Lämpökuormat yhteensä	Lämpökuormien lämpöenergian hyödyntämisaste	Lämpökuormista hyödynnettävä energia	Rakennuksen tilojen lämmityksen nettoenergiantarve,
	A	B	C	D=B*C	E=A-D
	kWh	kWh		kWh	kWh
Tammikuu	4 567	1 142	0,805	919	3 648
Helmikuu	4 292	1 310	0,772	1 012	3 281
Maaliskuu	3 469	1 579	0,696	1 100	2 370
Huhtikuu	2 855	1 625	0,649	1 054	1 801
Toukokuu	1 635	1 978	0,470	929	705
Kesäkuu	860	2 140	0,305	654	206
Heinäkuu	1 083	1 797	0,395	709	373
Elokuu	934	1 881	0,351	660	274
Syyskuu	1 787	1 529	0,554	847	940
Lokakuu	2 698	1 334	0,679	906	1 792
Marraskuu	2 981	1 100	0,738	812	2 169
Joulukuu	3 984	1 085	0,791	859	3 125
Koko vuosi	31 145	18 501	60 %	10 460	20 685

Rakennuksen tilojen lämmitysenergiankulutus on tilojen lämmitysenergiankulutuksen ja tilojen lämmityksen nettoenergiantarpeen yhteenlaskettu määrä vähennettynä lämmöntalteenotolla hyödynnetty energia. Rakennuksen lämmitysenergiankulutus lasketaan RakMk D5 -kaavalla 3.8.

Taulukossa 20 on rakennuksen tilojen lämmitysenergiankulutus.

Taulukko 20. Tilojen lämmitysenergiankulutus

Kuukausi	Rakennuksen tilojen nettoenergiantarve, Q lämmitys.tilat, netto	Tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia	Rakennuksen tilojen lämmitysenergiankulutus
	kWh	kWh	kWh
Tammikuu	3 648	673	4 320
Helmikuu	3 281	608	3 888
Maaliskuu	2 370	673	3 042
Huhtikuu	1 801	651	2 452
Toukokuu	705	673	1 378
Kesäkuu	206	651	857
Heinäkuu	373	673	1 046
Elokuu	274	673	946
Syyskuu	940	651	1 591
Lokakuu	1 792	673	2 465
Marraskuu	2 169	651	2 820
Joulukuu	3 125	673	3 798
Koko vuosi	20 685	7 920	28 605

Lämmitykseen tarvittava lämmitysenergia lasketaan RakMk D5 -kaavalla 3.7. Lämmitysenergian kokonaismäärä on tilojen lämmitysenergian ja lämpimän käyttöveden lämmitykseen tarvittavan energiamäärän yhteenlaskettu kulutus.

Taulukossa 21 on rakennuksen lämmitysenergian kulutus.

Taulukko 21. Rakennuksen lämmitysenergian kulutus

Kuukausi	Rakennuksen tilojen lämmitysenergiankulutus	Käyttöveden lämmityksen energiankulutus	Rakennuksen lämmitysenergian kulutus
Tammikuu	4 320	464	4 784
Helmikuu	3 888	427	4 315
Maaliskuu	3 042	464	3 506
Huhtikuu	2 452	452	2 904
Toukokuu	1 378	464	1 842
Kesäkuu	857	452	1 309
Heinäkuu	1 046	464	1 510
Elokuu	946	464	1 410
Syyskuu	1 591	452	2 043
Lokakuu	2 465	464	2 929
Marraskuu	2 820	452	3 272
Joulukuu	3 798	464	4 262
Koko vuosi	28 605	5 481	34 085

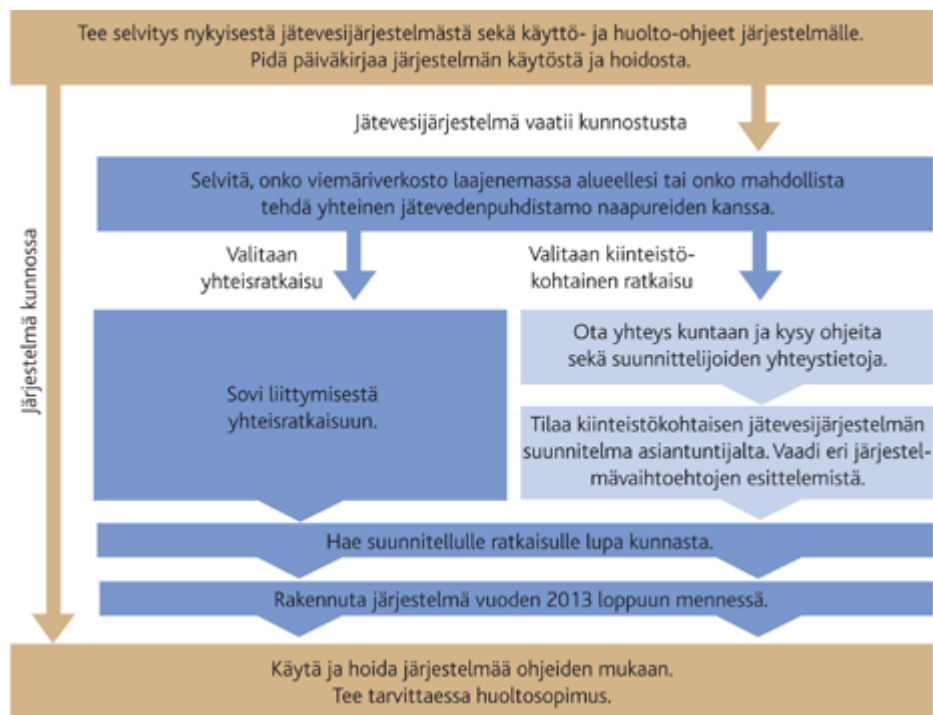
Rakennuksen energiankulutus

Rakennuksen koko vuoden energiankulutus on 34 085 kWh. Saatu energiankulutusmäärä jaettuna bruttoneliöillä (125 brm²) antaa energiakulutukseksi bruttoneliötä kohden 272 kWh/brm². Tällä lukemalla saavutetaan kulutusluokka F asteikolla A - G. Luokka A on kulutusluokista vähiten kuluttava. Energiatodistuksessa lopputulos on suurempi, koska laskenta pohjautuu säävyöhyke III:n tietoihin.

4 JÄTEVESISUUNNITELMA

4.1 Yleistä

Kiinteistökohtainen jätevesien puhdistusvelvollisuus kuuluu jokaiselle kiinteistönomistajalle. Jätevesijärjestelmien jätevesien käsittelystä kiinteistössä tulee kiinteistönomistajan laatia jätevesisuunnitelma. Ympäristöministeriön asetuksen mukaan kiinteistön jätevesijärjestelmän on täytettävä puhdistustehosta asetetut vaatimukset 1.1.2014 mennessä. Kiinteistönomistajalla on oltava selvitys kiinteistönsä jätevesijärjestelmästä ja sitä koskeva käyttö- ja huolto-ohje. Kuvasta 15 selviävät kiinteistönomistajan mahdollisuudet toimia järjestelmän ajantasaisuuden selvittämiseksi. (9.)



Kuva 15. Kiinteistönhaltijan tehtävät (10.)

4.2 Erytistapaukset

Ympäristösuojelulaissa määritetään muutamia rajatapauksia, joissa jätevesiasetusta ei tarvitse toteuttaa.

Vähäinen jätevesien määrä

YSL 103 § 2 momentti (17.)

Muut kuin vesikäymälän jätevedet voidaan johtaa puhdistamatta maahan, jos niiden määrä on vähäinen eikä niistä aiheudu ympäristön pilaantumisen vaaraa. (17.)

Edellä olevaa ohjeistusta voi soveltaa vain, jos kiinteistö ei sovellu ympärivuotiseen asumistarkoitukseen ja kiinteistön varustelutaso on todella matala. Mikäli käyttövesijärjestelmään on liitetty paineellinen lämminvesivaraaja, kiinteistössä on oltava toimiva jätevesijärjestelmä. (11.)

Kohtuuttomat tilanteet

YSL 18 § 2 momentti (17.)

Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen voi hakemuksesta myöntää valtioneuvoston asetuksessa säädetystä veloitteesta kiinteistökohtaisen poikkeuksen enintään viiden vuoden määräajaksi kerrallaan. Poikkeus voidaan myöntää, jos asetuksessa edellytetyt toimet kokonaisuutena arvioiden ovat kiinteistön jäteveden käsittelyvaatimusten noudattamiseksi kiinteistön haltijalle kohtuuttomat ja ympäristöön aiheutuvaa kuormitusta on pidettävä vähäisenä. (17.)

Kiinteistön jätevesijärjestelmien varustaminen uusien asetuksien mukaiseksi on taloudellisesti haasteellinen toimenpide. Kiinteistönomistaja voi hakea huojennusta asetuksen toimeenpanolle, mikäli hänellä ei ole mahdollisuuksia selviytyä taloudellisesti järjestelmän asennuksen aiheuttamista kustannuksista. Varallisuuden lisäksi voi kiinteistön omistaja olla myös niin huonokuntoinen että hänen käyttömäärällään ympäristökuormitus ei ole liian suurta. (11.)

Ympäristölupamenettelyt

Mikäli kiinteistöllä harjoitettava toiminta on senlaatuista, että sen peruskäyttö vaatii joko oman ympäristöluvan, ei siitä tarvitse tehdä erillistä jätevesisuunnitelmaa. (11.)

4.3 Hajavesiasetuksen soveltamisen poikkeukset

Hajavesiasetuksen 2 § momenteissa 2 – 4 on todettu poikkeustapaukset, jolloin hajavesiasetusta ei ole syytä soveltaa. (11.)

Poikkeustapaukset

1. Kiinteistö sijaitsee vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella.
 2. Kiinteistö, jolla harjoitetaan ympäristöluvan vaatimaa toimintaa.
 3. Kiinteistö, jolla syntyy vain vähäisiä määriä jätevetä.
 4. Kunnan ympäristösuojelumääräysten vaikutukset hajavesiasetuksen soveltamiseen.
 5. Muuhun lakiin kuin ympäristösuojelulakiin perustuvat vaatimukset.
- (11.)

Poikkeustapaukset ovat pääpiirteiltään samankaltaisia kuin ympäristösuojelulain lueteloimat erityiskysymykset (18, luku 4.3).

Kiinteistöllä, joka sijaitsee vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella, on pääsääntöisesti velvoite liittyä osaksi järjestelmää. Joissakin poikkeustapauksissa voidaan myöntää vapautus. (11.)

4.4 Vaatimukset

Jätevesien käsittelyssä poistetaan jätevesistä lika-aineita niistä aiheutuvien terveys- ja ympäristöhaittojen ehkäisemiseksi (11). Järjestelmistä poistuva puhdistettu vesi on luontoon laskettavaksi soveltuvaa.

Jätevesienkäsittelyn voi helposti ymmärtää olevan pelkästään ulkopuolisen jätteiden käsittelyyn tarkoitettun järjestelmän avulla tapahtuvaa toimintaa. Jätevesikuorman syntymiseen vaikuttaa kuitenkin suoraan kuormituksen tuottaja. Jätevesilaki velvoittaaakin jätteiden tuottajaa omalla toiminnallaan vaikuttamaan siihen, minkä tyyppistä kuormaa järjestelmään tuotetaan.

Jätevesien ympäristöön tuotettavien päästöjen määrän käsittelemiseksi tarvitaan kiinteistökohtaiset jätevesikuormituslaskelmat. Laskelmien tekemiseksi on olemassa henkilömäärään perustuva kiinteistökohtainen kuormituslaskentamenetelmä, jonka avulla saadaan jätevesienkäsittelyjärjestelmän koko määritettyä. Taulukkoon 22 on jaoteltu

puhdistustehovaatimukset perusvaatimusalueen ja lievempien vaatimusten alueen mukaan.

Taulukko 22. Puhdistustehovaatimukset alueittain (11.)

Puhdistustehovaatimukset eri tapauksissa prosentteina		
Jätevesien laatu	Perusvaatimusten alue	Lievempien vaatimusten alue
Kaikki jätevedet (sekä käymälästä että harmaat)	90 % orgaaninen aine 85 % kokonaisfosfori 40 % kokonaistyyppi	80 % orgaaninen aine 70 % kokonaisfosfori 30 % kokonaistyyppi
	Käsittelyä esimerkiksi fosforin tehostetulla poistolla varustettu maasuodattamo tai pienpuhdistamo. Jätevesien käsittelyjärjestelmän on vähennettävä orgaanista ainetta, fosforia ja typpeä.	Käsittelyä esimerkiksi maasuodattamo, maaimeyttämö tai pienpuhdistamo. Jätevesien käsittelyjärjestelmän on vähennettävä orgaanista ainetta, fosforia ja typpeä.
Harmaat jätevedet (ei virtsaa eikä ulostetta)	83 % orgaaninen aine 18 % kokonaisfosfori 0 % kokonaistyyppi	67 % orgaaninen aine 0 % kokonaisfosfori 0 % kokonaistyyppi
	Kuivaläymälän käytöllä tai läymäläjätevesien poiskuljetuksella saadaan jätevesijärjestelmään johdettavan fosforin ja typen kokonaisuudesta pois merkittävä osa eikä niiden poistoa enää tarvitse tehostaa. Koska harmaat jätevedet kuitenkin sisältävät paljon orgaanista ainetta, tarvitaan biologinen käsittelymenetelmä. Biologisen menetelmän kapasiteetti voi olla pienempi kuin käsiteltäessä myös käymäläjätevesiä.	Kuivaläymälän käytöllä tai läymäläjätevesien poiskuljetuksella saadaan jo sellaisenaan riittävä fosforin ja typen poistuma. Harmaiden jätevesien sisältämän orgaanisen aineen määrää joudutaan myös tässä tapauksessa vähentämään. Biologisen menetelmän teho voi olla merkittävästi pienempi kuin perusvaatimuksen alueella tai käsiteltäessä myös käymäläjätevesiä.
Harmaat jätevedet ja ulosteet (ei virtsaa)	89 % orgaaninen aine 67 % kokonaisfosfori 0 % kokonaistyyppi	78 % orgaaninen aine 34 % kokonaisfosfori 0 % kokonaistyyppi
	Käsittelyä esimerkiksi maasuodattamo tai pienpuhdistamo. Jätevesien käsittelyjärjestelmän on vähennettävä orgaanista ainetta ja fosforia. Fosforin poistoteho voi olla vähäisempi kuin käsiteltäessä myös käymäläjätevesiä. Typenpoistoa ei tarvita. Järjestelmälle riittää pienempi mitoitus tai normaalimitoitusta käytettäessä elinikä on pitempi.	Käsittelyä esimerkiksi maasuodattamo tai pienpuhdistamo. Orgaanisen aineen määrää joudutaan vähentämään. Biologisen menetelmän teho voi olla pienempi kuin perusvaatimuksen alueella tai käsiteltäessä myös käymäläjätevesiä. Virtsaerottelulla saadaan fosforia poistettua niin paljon, että lievennetyn vaatimustason alueella ei fosforinpoistoa yleensä tarvitse tehostaa. Typenpoistoa ei tarvita.
Harmaat jätevedet ja virtsa (ei ulostetta)	86 % orgaaninen aine 79 % kokonaisfosfori 33 % kokonaistyyppi	71 % orgaaninen aine 59 % kokonaisfosfori 22 % kokonaistyyppi
	Johdattaessa runsaasti fosforia ja typpeä sisältävä virtsa harmaiden jätevesien joukkoon on käsittelyjärjestelmän poistettava orgaanista ainetta, fosforia ja typpeä.	Jätevesien käsittelyjärjestelmän on vähennettävä orgaanista ainetta, fosforia ja typpeä. Käsittelyjärjestelmän puhdistusteho voi olla pienempi kuin perusvaatimuksen alueella.

Kuormitusluku

Kuormitusluku on suure, jolla mitataan yhden henkilön vuorokaudessa tuottamaa jätevedessä olevan orgaanisen ainemäärän kuormaa. Kuormitusluvun määreet ovat (g / d) eli jätevesienmäärä kuutiota per päivä (m³/d) x mitatun aineen pitoisuus (g / m³). Taulukossa 23 on määritelty vuorokautiset ominaiskuormituksen raja-arvot.

Taulukko 23 Jätevesien ominaiskuormitukset (11.)

Kuormittava tekijä	Vaatimukset prosentuaalisina osuuksina laskennallisesta kuormituksesta	Vaatimukset enimmäispäästönä (grammaa vuorokaudessa asukasta kohti)
Orgaaninen aine(BHK ₇)	90 %	5
	80 %	10
Kokonaisfosfori	85 %	0,33
	70 %	0,66
Kokonaistyppe	40 %	8,4
	30 %	9,8

Kotitalouksien normaaleihin päivittäisiin toimintoihin käytettävä vesimäärä on 50–250 litraa asukasta kohti vuorokaudessa. Keskimääräinen vedenkäyttö on vajaat 150 litraa. Siitä lähes puolet käytetään peseytymiseen ja vajaa viidennes WC:n huuhteluun. Ruuan valmistukseen ja tiskaukseen kuluu niin ikään vajaa viidennes kokonaismäärästä, samoin pyykinpesuun, siivoukseen ja muihin toimintoihin. (12.)

Eri viemärointipisteistä lähtevä jätevesi on laadultaan erilaista. Jäteveden laatua voidaan kuvata sen sisältämien lika-aineiden tai ympäristön kuormittumista aiheuttavien aineiden määrällä tai jäteveden mitatuilla ominaisuuksilla. Tärkeimpinä laadun ilmaisijoina voidaan pitää jäteveden sisältämän orgaanisen aineen määrää, jota mitataan biologisen hapenkulutuksen määränä (BHK₇), fosforipitoisuutta sekä typpipitoisuutta. Tärkeitä ovat myös jäteveden sisältämän kiintoaineen määrä ja jäteveden hygieenisuus, jota voidaan mitata bakteerien määrällä. (12.)

Haja-asutusalueella orgaanisen aineen vuorokausikuormitus (BHK₇) saa olla 50 g/as/vrk, kokonaisfosfori (P) 2,2 g/as/vrk ja kokonaistyppe (N) saa olla 14 g/as/vrk.

4.5 Mitoitus

Jätevesien käsittelyjärjestelmät on mitoitettava haja-asutuksen jätevesiasetuksen mukaan. Asetuksen mukaan kiinteistökohtainen jätevesijärjestelmä mitoitetaan jakamalla kiinteistön neliömetreissä ilmoitettu asuinrakennuksen tai rakennusten huoneistoala luvulla 30. Tulokseksi saadaan henkilöluku, jolle järjestelmä mitoitetaan. Asetuksen mukaan henkilöluku saa olla pienimmillään 5.

Markkinoilla on tarjolla pienpuhdistamoja, joiden käyttäjämäärä on tehty suoraan so-
pivaksi Suomen asetuksiin, joten virheostoksen mahdollisuus pienenee.

4.6 Jäteveden käsittelyjärjestelmät

Jätevesiasetuksen 542 / 2003 liite I:n mukaisesti jätevesienkäsittelyjärjestelmät koos-
tavat seuraavanlaisista menetelmistä ja järjestelmistä.

1) Saostussäiliö (saostuskaivo), jolla tarkoitetaan jäteveden yksi- tai useampiosaista,
vesitiivistä mekaanista esikäsittelylaitetta, jonka läpi jätevesi virtaa ja jonka pääasialli-
sena tarkoituksena on pidättää jätevedestä erottuvat laskeutuvat kiintoaineet ja vettä
kevyemmät aineosat. (18, Liite 1.)

2) Jäteveden umpisäiliö (umpikaivo), jolla tarkoitetaan vesitiivistä, talousjäteveden tai
lietteen tilapäiseen varastointiin tarkoitettua säiliötä, josta ei ole jäteveden purku-
putkea ympäristöön. (18, Liite 1.)

3) Jäteveden maahanimeyttämö, jolla tarkoitetaan sellaista maahan kaivettua tai pen-
gerrettyä talousjäteveden käsittelylaitteistoa, jossa vähintään saostussäiliössä esikäsi-
telty jätevesi imeytetään maaperään puhdistumaan ennen sen kulkeutumista pohjave-
teen. (18, Liite 1.)

4) Jäteveden maasuodattamo, jolla tarkoitetaan sellaista maahan kaivettua tai peng-
gerrettyä talousjäteveden käsittelylaitteistoa, jossa vähintään saostussäiliössä esikäsi-
telty jätevesi puhdistuu kulkeutuessaan rakennetun hiekkaa tai muuta maa-ainesta olevan
suodatinkerroksen läpi ja se kootaan putkistolla sekä johdetaan edelleen ympäristöön
tai jatkokäsittelyyn. (18, Liite 1.)

5) Pienpuhdistamo, jolla tarkoitetaan muuta kuin edellä kohdissa 1- 4 mainittua talo-
usjäteveden käsittelylaitetta ja jonka toimintaperiaate voi olla fysikaalinen, kemialli-
nen, biologinen tai niiden yhdistelmä. (18, Liite 1.)

Pohjaveden määritelmä

Pohjavedellä tarkoitetaan maa- tai kallioperässä olevaa vettä (17). Pohjavesi on maaperän huokoset ja kallioperän halkeamat yhtenäisesti täyttävää vettä, joka liikkuu painovoiman vaikutuksesta. Pohjavettä on maaperässä maanpinnan topografian ja geologisten tekijöiden mukaan vaihtelevalla syvyydellä lähes kaikkialla. Pohjavettä esiintyy irtaimen maaperän lisäksi myös kallioperässä, jossa se on varastoituneena kallion rakoihin. (6.)

4.7 Jätevesisuunnitelman sisältö

Ennen jätevesisuunnitelman laatimista on selvitettävä kunnan tai kaupungin määräykset jätevesijärjestelmän sijoittamiselle. Mikäli rakennettava järjestelmä tulee olemaan kiinteistökohtainen, on selvitettävä pohjavesialueiden sijainti rakennettavan järjestelmän läheisyydessä.

Rakennukselle tehtävien tutkimusten pohjaksi on suositeltavaa hankkia asemapiirros tutkittavasta kohteesta.

Jätevesisuunnitelman laadintaan löytyy Internetiä selaillessa monenlaisia malleja. Suunnitelman pohjana tulee käyttää säädöksen 542 / 2003 liite I:n kohdan 2 osan A ohjeistusta jätevesisuunnitelman sisällön laatimiseksi sekä B osa, selvitys jätevesijärjestelmästä. Jätevesisuunnitelman tulee täyttää ympäristösuojelulain, maankäyttö- ja rakennuslakien ja asetusten sekä rakennusmääräyskokoelman vaatimukset.

Suunnitelma sisältää pääpiirteittäin seuraavat asiat:

1. Jätevesisuunnitelma
2. Maastokartoitus
3. Jätevesijärjestelmän mitoitus
4. Järjestelmän rakenne ja tehokkuus
5. Erityistoimenpiteiden huomiointi järjestelmän toiminnan kannalta
6. Työsuunnitelma järjestelmän rakentamiseksi
7. Tarkastuspisteiden suunnittelu
8. Huollettavuuden varmistus
9. Varoitus- ja hälytysjärjestelmien suunnittelu

10. Huoltoteiden suunnittelu.

4.8 Jätevesisuunnitelman laadinta kohteessa

Kiinteistön omistajalla on tarkoitus liittyä tontin lävitse menevään vesiosuuskunnan järjestelmään. Järjestelmän voidaan kuitenkin suunnitella kiinteistökohtaisena, mikäli järjestelmään liittyminen tuottaa ongelmia. Laadin kiinteistölle jätevesijärjestelmästä suunnitelman, jossa ei ole huomioitu vesiosuuskunnan järjestelmää.

4.9 Suunnitelma

4.9.1 Perustiedot

Järjestelmän suunnittelun perustiedot sisältävät tiedot kiinteistön omistajasta, osoitteesta ja pinta-alasta. Perustietoihin on hyvä liittää myös kiinteistörekisterinumero ja rakennuksen käyttötarkoitus. Perustietojen laaja-alaisella koonnilla varmistetaan, että kyseessä on varmasti oikea rakennus. Kiinteistössä olevien asukkaiden lukumäärä ja niiden mahdollinen muutos on hyvä huomioida mitoituksessa. Nykyinen vesihuolto tarvitsee myös arvioida, jos kyseessä on saneerattava kohde.

Talousvesikaivojen sijainti ja maastotutkimukset

Tarkasteltavassa kohteessa puhtaan talousveden saanti on järjestetty päärakennukseen malliin talousvesikaivo => vanha navetta => päärakennus. Korkeusero navetan ja päärakennuksen välillä on n.7,5 m. Korkeusero mitattiin WHR-84 -paikannuksella toimivalla, GPS-navigointiin soveltuvalla GSM-puhelimella. Saadut korkeusmittaustulokset ovat suuntaa-antavat, mutta niiden avulla voi määritellä rakennusten korkoerot toisiinsa nähden. Myös visuaalisesti arvioimalla voitiin todeta rakennusten asemat toisiinsa nähden.

Maantieteelliset olosuhteet

Kiinteistö sijaitsee entisen Valkealan kunnan alueella Oravalassa. Rakennuksen ympärillä on viljeltyjä maa-alueita sekä myös vesistöjä.

Kunnan määräykset

Kunnan rakennusjärjestyksen perusteella rakennuksen sade-, hule- ja perustusten kivi- ja vatusvedet tulee johtaa hallitusti. Pohjavesialuekartan perusteella rakennuksen välittömässä läheisyydessä ei ole pohjavesialuetta.

Naapurietäisyydet

Rakennuksesta etäisyys lähinaapureihin on noin 150 m. Rakennuksen sijainnista laadittiin osittainen asemapiirros. Asemapiirros on jätevesisuunnitelman liitteenä.

Maaperätutkimukset

Suunnitelman rakennus sijaitsee kalliopohjaisella maaperällä. Rakennus sijaitsee rinneessä, ja rakennus on sijoitettu melkein kallion harjalle. Saostussäiliöt on sijoitettu kohtaan, jossa alkaa pehmeämpi, todennäköisesti moreenipohjainen maa-alue.

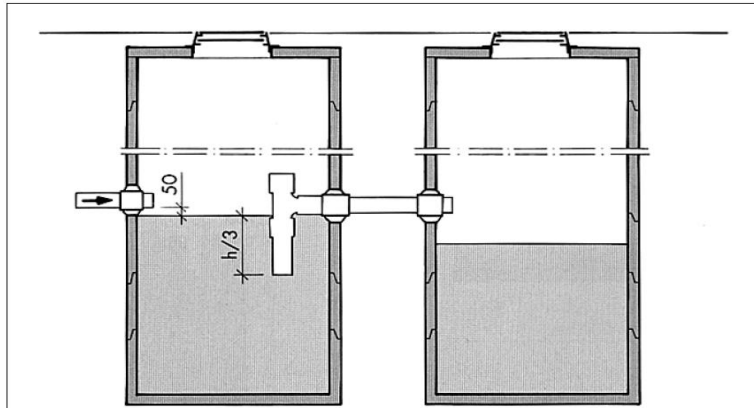
Pinta- ja pohjavesiolosuhteet

Rakennuksen lähellä sijaitsee Sompanen-niminen järvi, ja noin 1,5 km:n päässä virtaa Kymijoen eräs haarauma. Tilan kautta n. 500 m:n päässä rakennuksesta virtaa pieni laskuoja Sompasesta Kymijokeen. Pohjavedenkorkeudesta ei ollut saatavilla tarkkaa tietoa. Naapurin kiinteistö sijaitsee noin 150 m päässä.

4.9.2 Jätevesien käsittelyjärjestelmä

Nykyinen jätevesijärjestelmä

Rakennuksen nykyinen jätevesijärjestelmä koostuu kahdesta rengaskaivosta, joita voidaan kutsua tässä tapauksessa jätevesisäiliöiksi. Ne sijaitsevat päärakennuksesta kaakkoiseen noin 10 metriä. Viemäröinti – ja talousvesilinjat on rakennettu 50-luvun loppupuolella. Viemäröintilinjojen vetoa varten on rakennuksen viereen jouduttu louhimaan räjäyttämällä oma kanaali. Kanaaliin on sijoitettu kiinteistöön tulevat vesi- ja viemäröintiputket. Kuvassa 16 on leikkauskuvat jätevesisäiliöistä.



Kuva 16. Jätevesisäiliöt (8.)

Jätevesimäärien mitoitus

Vedenkulutus vaihtelee runsaasti taloudesta toiseen. Asukkaiden lukumäärän lisäksi siihen vaikuttavat etenkin vesikalusteet ja niiden kunto, elintavat ja veden käyttötottumukset. (6.)

Haja-asutusalueen vedenkulutuksen mitoitus

Hajajätevesiasetus edellyttää, että asuinrakennuksen jätevesijärjestelmä mitoitetaan asukasmäärälle, joka saadaan jakamalla huoneistoala 30 m²:llä, kuitenkin vähintään viidelle asukkaalle asuntoa kohti. Tätä mitoitusperiaatetta sovelletaan, kun kiinteistöllä on vain yksi asunto. Jos kiinteistöllä on tai sille rakennetaan useita asuntoja, joille tehdään yhteinen jätevesijärjestelmä, järjestelmä mitoitetaan asuntojen yhteenlasketusta huoneistoalasta. Suositeltava mitoituksen lähtökohta on RT-kortissa esitetty 150 l/hlö /vrk. (11.)

Laskenta:

Kohteen huoneisto pinta-ala on 125.8 m² ja mitoitushenkilömääräarvio on 4.

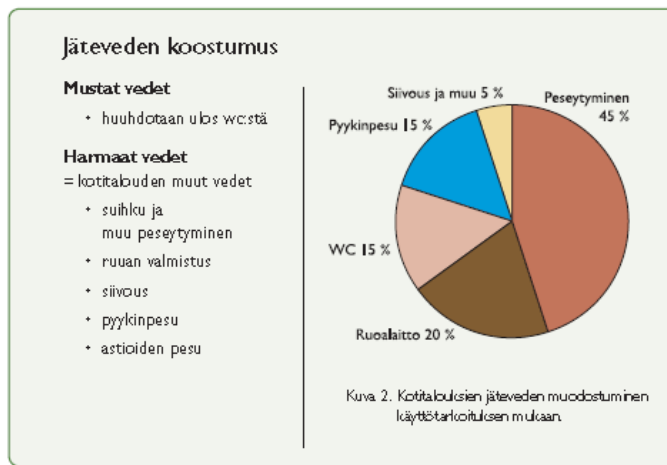
Mitoitusarvo saadaan jakamalla huoneistopinta-ala 30:llä, eli $128,5 / 30 = 4,28$ henkilöä. Hajavesiasetus määrittää minimiksi kuitenkin 5, joten tämä arvo on määräävä.

Vedenkulutukseksi vuorokaudessa henkeä kohden saadaan mitoittavaksi arvoksi 150 l/hlö /vrk. Kulutusmäärä * laskennallinen henkilömäärä = $150 \text{ l/hlö /vrk} * 5 = 750 \text{ l}$

hlö /vrk. Saatu arvo on mitoittavana tekijänä määritettäessä tulevaa viemärintijärjestelmää.

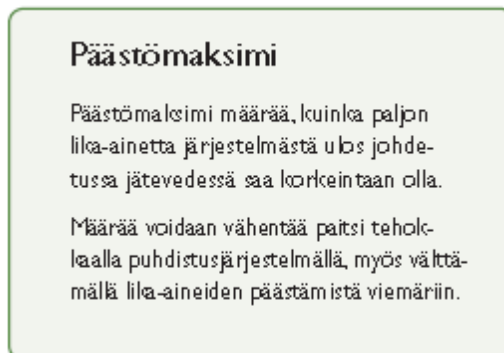
Syntyvien jätevesien laatu

Rakennuksessa syntyvät jätevedet ovat normaaliperheen kulutuksesta muodostuvia jätevesiä. Tällaisia ovat esim. astianpesu-, suihku- ja normaalit jätevedet. Kuvasta 17 selviää jäteveden koostumus prosentuaalisesti.



Kuva 17. Jäteveden koostumus (11.)

Jätevesien määrään mitoituksessa käytetään mitoitusterminä sanaa päästömaksimi. Päästömaksimilla kuvataan jätevesien puhdistusvaatimustarvetta, jonka ylitse puhdistetun jätevesikuorman arvot eivät saa mennä. (Kuva 18.)



Kuva 18. Päästömaksimin määrittäminen (11.)

4.9.3 Järjestelmän mitoitus

Järjestelmän mitoittamista varten tarvitaan rakennuksen huoneistoala ja asukasluku. Näiden tietojen avulla voidaan laskea tarvittavan jätevesijärjestelmän koko.

Perustiedot	
Huoneistoala	140 m ²
Mitoittava asukasluku	5
Mitoittava jätevesimäärä/ asukas	150 l/vrk/hlö
Kokonaisjätevesimäärä	750 l/vrk

Arvioitu puhdistumattoman jäteveden laatu asetuksen 542/2003 mukaan

	g/hlö/vrk	g/vrk
Orgaaninen aine, BHK ₇	50,0	250,0
Kokonaisfosfori, P	2,2	11,0
Kokonaistypppi, N	14,0	70,0

Puhdistusvaatimus asetuksen 542/2003 mukaan

Orgaaninen aine, BHK ₇	90 %
Kokonaisfosfori, P	85 %
Kokonaistypppi, N	40 %

4.9.4 Järjestelmän valinta

Jätevesijärjestelmä on suunniteltava kuhunkin kohteeseen sopivaksi. Yhtä ainoata joka paikkaan soveltuvaa menetelmää tai laitetta ei ole. (11.)

Jätevesien käsittelyjärjestelmällä voidaan yleensä saavuttaa riittävä puhdistustulos, jos

- menetelmän tai laitteen on todettu luotettavissa seurantatutkimuksissa täyttäneen asetuksen vaatimukset tai
- jätevesien puhdistamon on standardin SFS-EN 12566-3 (alle 50 asukasvastine luvun tehdasvalmisteiset pienpuhdistamot) mukaisessa toimivuustestauksessa todettu saavuttavan riittävät puhdistustehot.

(11.)

Lisäksi kunnollinen toimivuus edellyttää, että

- jätevesijärjestelmä on asianmukaisesti suunniteltu ja rakennettu,

- puhdistuslaitteet on asennettu oikein
- jätevesijärjestelmää kokonaisuudessaan käytetään, huolletaan ja sen toimivuutta seurataan asianmukaisesti ja käsittelyyn tulevien jätevesien laatu vastaa tavanomaisen talousjäteveden laatua eikä viemäriin päästetä käsittelyprosesseja häiritseviä aineita.

(11.)

Suojaetäisyydet

Suojaetäisyyksien huomioimisella voidaan vaikuttaa ympäristöön tahattomasti pääsevien haitta-aineiden pilaantumisriskien aiheuttamien kokonaisvaikutuksien minimoimiseen. Väärin sijoitettu puhdistamo tai puhdistamon purkupuutki voi pilata ympäristöä ja rehevöittää alueen. Puhdistamon sijoitteluun tontilla vaikuttaa sen huollettavuus ja tyhjennysmahdollisuudet. Myös maaperän ominaisuuksilla on merkitystä.

Taulukkoon 24 on luetteloitu ohjeellisia suojaetäisyyksiä, joiden avulla voi rajata jätevesijärjestelmän käsittelypaikan sijoittamisvaihtoehtoja.

Taulukko 24. Ohjeellisia suojaetäisyyksiä (11.)

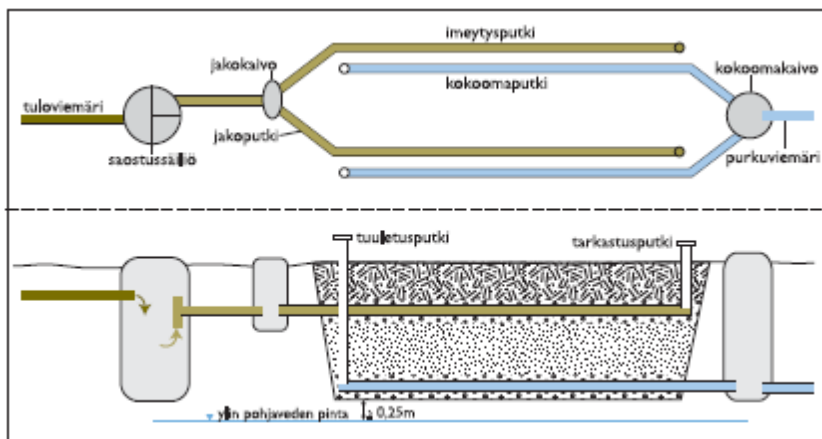
Suojaetäisyys	Puhdistetun jäteveden purkupaikka	Jätevesien käsittelyjärjestelmä	
		minimietäisyys, m	
		Laitte- eli pienpuhdistamo, umpisäiliö tai saostussäiliö, imeyttämö/suodattamo (kaikki jätevedet)	Laitte- eli pienpuhdistamo, umpisäiliö tai saostussäiliö, imeyttämö/suodattamo (vain harmaat vedet)
talousvesikaivoon *)	> 20	30–50 m	20–50 m
vesistöön **)	> 10 m	> 20 m	> 10 m
ojaan ***)	0 m	> 5 m	> 5 m
tontin rajaan ***)	5 m	> 5 m	> 5 m
tiehen	> 10 m	> 5 m	> 5 m
rakennuksiin	> 20 m	> 5 m	> 5 m
lämpökaivoon *)		30–50 m	20–50 m
Pohjaveteen	<ul style="list-style-type: none"> • Maahan imeytymisen jälkeisen pohjaveden pohjasta tulee olla yhden metrin suojaetäisyys ylipään pohjaveden pintaan. • Maasuodattamon lämpöaluerakenteen pohjasta tulee olla 0,25 metrin suojaetäisyys ylipään pohjaveden pintaan. • Vesitiiviit saostussäiliöt, umpisäiliöt, pumppukaivot tai laitepuhdistamot on mahdollista sijoittaa vaikeissa olosuhteissa yleensä noin 0,5 metrin pohjaveden pinnan alapuolelle valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. 		
<p>*) Vähimmäissuojaetäisyys riippuu tontin maaperästä. Jätevesien käsittelyjärjestelmä on sijoitettu pohjaveden virtaussuunnassa talousvesikaivoon tai lämpökaivoon alapuolelle.</p> <p>**) Vähäiset vesimäärät tai harmaat vedet (esimerkiksi pesuvedet loma-asunnosta), minimietäisyys käsittelypaikasta vesistöön >10 m.</p> <p>***) Tarvitaan lupa naapurilta tai tiehallinnolta vesien johtamiseen esimerkiksi rajajaan. Etäisyyksistä voidaan poiketa, jos naapuri antaa suostumuksensa.</p>			

Jätevesijärjestelmän valinnan ensimmäisenä valintakriteerinä voidaan pitää henkilö- määrään laskennallisena kulutuksena saatua jätevedenkäsittelyjärjestelmän mitoittavaa

arvoa 750 l/vrk. Jätevesijärjestelmän uudistaminen koskee kiinteistön kaikkia vesi- ja viemäröintiputkia, joten eräänä vaihtoehtona voisi ajatella vanhojen saostussäiliöiden uudelleenkäyttämistä, mikäli ne ovat hyväkuntoisia.

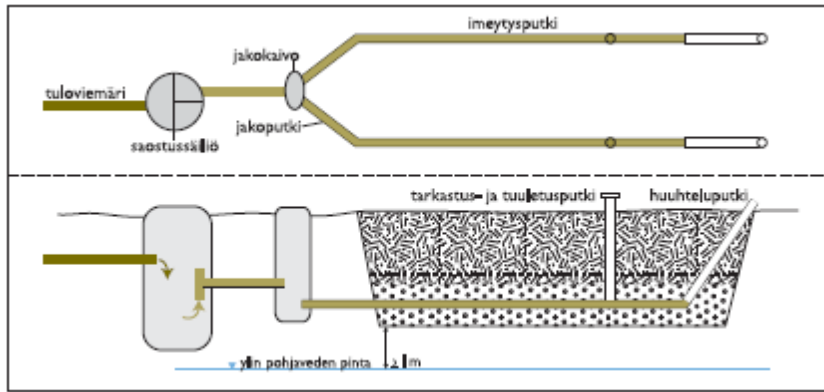
Toinen vaihtoehto on, jos ei huomioida todennäköistä liittymistä vesiosuuskunnan järjestelmään, purkaa vanhat saostuskaivot pois ja rakentaa vanhan jätevesikanaalin perään uusi järjestelmä.

Maasuodattamotyypin järjestelmän (kuva 19) asennuksen toteuttaminen vaatisi kohteessa tarkempaa suunnittelua suodattamokentässä, koska se tulisi sijoittamaan rinteeseen. Rinteessä esiintyy sadekausina valumavesiä. Valumavedet voivat häiritä suodattamon keinotekoisesti rakennettua suodatuskentän toimintaa, ja heikentää puhdistus tuloksia.



Kuva 19. Maasuodattamo (11.)

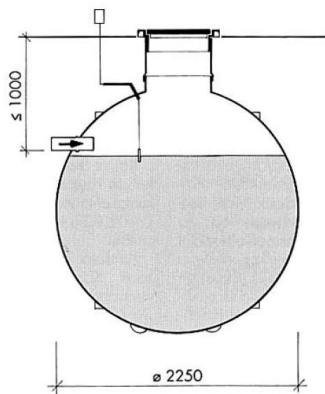
Maahanimeyttämön rakennekuva on maahansuodattamon kanssa samankaltainen. Maahanimeyttämön ja –suodattamon eroavaisuutena on saostussäiliön jälkeisten jätevesien puhdistusprosessin muodostaminen. Maahanimeyttämön puhdistusprosessissa tarvittava biokerros muodostuu imeytyskohdan alapuolella olevaan kerrokseen. suodatettu jätevesi imeytyy pohjaveteen ja jatkaa puhdistumista edelleen. Tämän takia imeyttämö ei sovellu vedenottamon lähelle eikä varsinkaan sen yläpuolelle. (6.)



Kuva 20. Maameyttämö (11.)

Saostuskaivo

Saostuskaivo ei sellaisenaan sovellu jätevesijärjestelmän ainoaksi jätevedenkäsittelyjärjestelmäksi, vaan tarvitsee lisäksi jäteveden prosessointiin oman yksikön, saostussäiliön tai suodattamon. Kuvassa 21 on kuvattu pallomallinen saostuskaivo.



Kuva 21. Saostuskaivo (8.)

Kiinteistön käyttäjän toiveet

Järjestelmän valintaan vaikuttavat myös omistajien toiveet laitteen käyttöönoton vaatimasta työmäärästä. Järjestelmän säännöllisellä huollolla saadaan kaikille jätteidenkäsittely mekanismeille lisäkäyttötunteja.

Keskusteltuani kiinteistön käyttäjän kanssa vaihtoehtoista, päädyimme uusimaan koko jätevesienkäsittelyjärjestelmän. Järjestelmä rakennettaisiin vanhojen jätevesisäiliöiden paikalle. Järjestelmänä olisi kiinteistökohtainen järjestelmä.

Valitsemamme järjestelmä on WehoPuts 5- pienpuhdistamo, joka on mitoitettu 5 hengen henkilömäärälle asunnon asuinpinta-alan ollessa alle 150 m².

4.9.5 Järjestelmän tiedot

WehoPuts -pienpuhdistamossa on varastosäiliö, prosessisäiliö ja konehuone. Jätevedet johdetaan varastosäiliöön ilman erillistä esikäsittelyä tai saostusta. Panosperiaatteella toimiva puhdistamo käsittelee ja puhdistaa jaksottaisesti tietyn määrän jätevettä kerrallaan. Puhdistuminen tapahtuu biologis-kemiallisesti. Aktiivilietteessä elävät pieneliöt hajottavat jäteveden eloperäistä ainetta. Puhdistunut vesi johdetaan purkupaikkaan. (13.)



Kuva 22. WehoPuts 5-pienpuhdistamo (15.)

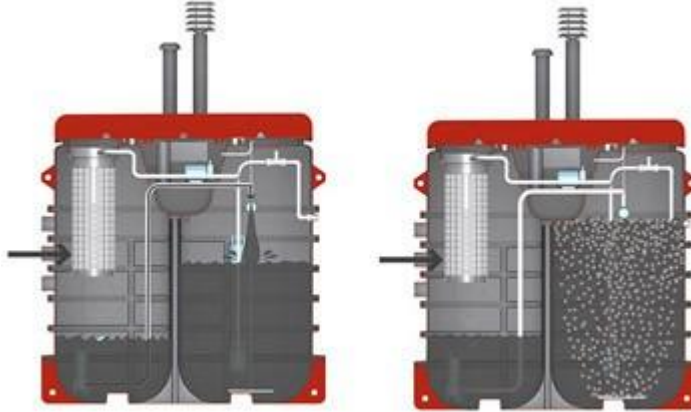
Puhdistusprosessin vaiheet ovat neljäosaiset WehoPuts -järjestelmässä.

1) Jätevesipanoksen kertyminen

Jätevedet ohjataan puhdistamon varastosäiliöön. Varastosäiliöstä jätevesi pumpataan prosessisäiliöön. Kun jäteveden pinta saavuttaa prosessisäiliössä aloitustason, puhdistus alkaa. (13.)

2) Ilmastus ja kemikaalin syöttö

Ilmastus edistää aineiden biologista hajoamista sekä jäteveden typpiyhdisteiden hapettumista nitraatiksi. Ilmastusvaiheen lopussa jäteveteen annostuu saostuskemikaalia. Kemikaalin avulla fosforyhdisteet erottuvat jätevedestä. (13.)



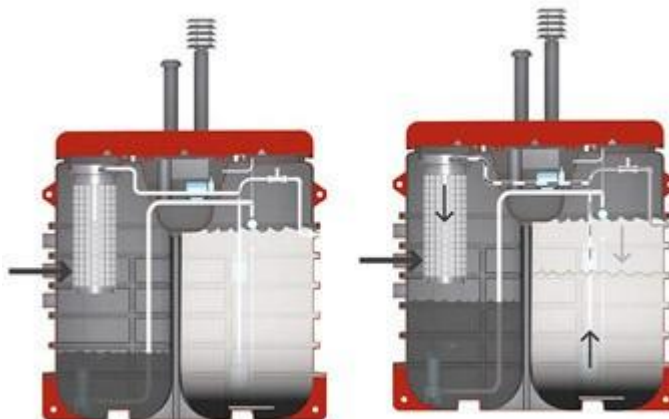
Kuva 23. Vaiheet 1 ja 2 (13.)

3) Typen poisto ja selkeytys

Selkeytyksen jälkeen puhdistettu vesi johdetaan purkupaikkaan. Pienissä puhdistamomalleissa on lietteenkeruujärjestelmä. Ylijäämäliete kertyy vaihdettavaan lietepussiin, joka voidaan kompostoida. (13.)

4) Puhdistetun veden poistaminen ja ylijäämälietteen käsittely

Selkeytyksen jälkeen puhdistettu vesi johdetaan purkupaikkaan. Pienissä puhdistamomalleissa on lietteenkeruujärjestelmä. Ylijäämäliete kertyy vaihdettavaan lietepussiin, joka voidaan kompostoida. Suurten puhdistamomallien ylijäämäliete tyhjenetään loka-autolla. (13.)



Kuva 24. Vaiheet 3 ja 4 (13.)

Arvio saavutettavasta käsittely tuloksesta

Valittavan jätevesienkäsittelyjärjestelmän toimivuudesta ja tehokkuudesta tulee jätevesisuunnitelmassa esittää toteen näytettyjä tuloksia, joiden määrittämiseen on käytetty luotettavan asiaan perehtyneen kolmannen osapuolen lausuntoa.

WehoPuts 5-järjestelmän Internet-sivustoilta löytyi suora linkki Suomen Ympäristökeskuksen (SYKE) testausraporttiin valitusta järjestelmästä. Kuvassa 25 on poimittu testaustuloksia SYKEN raportista. Raportin perusteella järjestelmä toimii hyvin, vaikka sitä käytettäisiin satunnaisesti ali- tai ylikuormalla.

Puhdistustehot normaali-, ali- ja ylikuormitusjaksoilla

Parametri	Normaalkuormitus* 750 l/vrk	Alikuormitus**			Ylikuormitus***		
		375 l/vrk	187 l/vrk	93 l/vrk	1125 l/vrk	1500 l/vrk	
Kemiallinen hapenkulutus COD (%)	92	93	88	92	93	92	95
Biologinen hapenkulutus BOD (%)	97	98	96	98	98	97	99
Kiintoaine SS (%)	88	90	83	92	90	91	95
Kokonaistyyppi N _{kok} (%)	45	45	0	22	23	45	28
Kokonaisfosfori P _{kok} (%)	87	88	74	86	83	92	88

* 20 kokoomanäytteen keskiarvo
 ** 4 kokoomanäytettä
 *** 2 kokoomanäytettä

Kuva 25. SYKEN testausraportin tulokset (16.)

WehoPuts -pienpuhdistamot on testattu standardin EN 12566-3 mukaisesti.

WehoPuts -järjestelmän toiminta perustuu järjestelmää panosuodattimeen missä jätevesien puhdistaminen tapahtuu biologis-kemiallisesti.

Käyttö

Puhdistamon ylläpito vaatii käyttäjältä pientä vaivannäköä laitteen luotettavan toiminnan kannalta. Tarkkailtavia asioita on kolme: puhdistamon yleinen toiminta, saostuskemikaalin lisääminen ja ylijäämälietteen tyhjennys tarpeen mukaan, tai vaihtoehtoisesti tyhjennys onnistuu myös loka-autolla. (14.)

Ylijäämäliete voidaan kompostoida muun biojätteen kanssa. (14.)

Järjestelmän ylläpitoa helpottamaan siihen voidaan asentaa GSM - etävalvontajärjestelmä. (14.)

Huolto-ohjeet

Järjestelmän huoltoa varten laitteen mukana toimitetaan asennus- ja käyttöohjeet, joiden avulla pääsee hyvin perille laitteen toiminnasta. Asennus kannattaa jättää suosiolla ammattilaisten käsiin. Parhaiten järjestelmän ylläpito onnistuu tekemällä valmistajan edustajan kanssa huoltosopimus järjestelmän ylläpidosta. (14.)

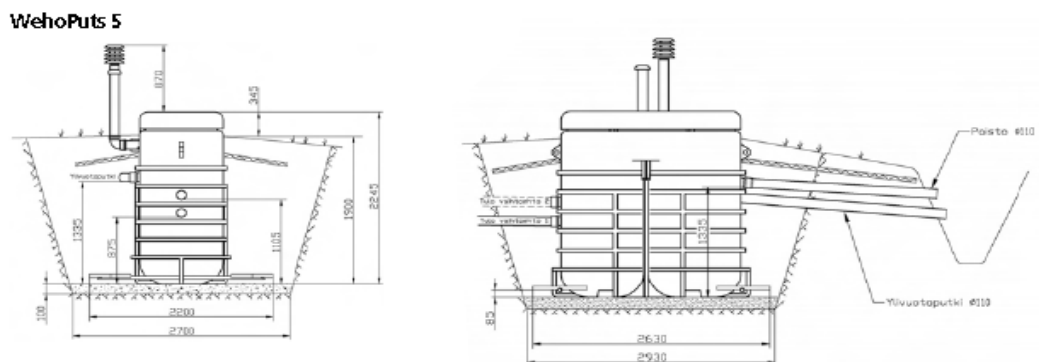
Asennuksen suunnittelu

Kuvassa 26 esitetään asennus- ja käyttöohjeiden peruskuva siitä, kuinka järjestelmä tulee asentaa osaksi viemäröintijärjestelmää.



Kuva 26. Järjestelmän sijoitus (14.)

Teknisen mitoituksen on hyvä olla järjestelmän rakennesuunnittelujen pohjana (kuva 27).



Kuva 27. Tekniset mitat (14.)

Suunnittelussa valmistaja on huomionnut hyvin seikkaperäisesti kaikki sellaiset asiat, jotka on hyvä ottaa huomioon toimivuuden takaamiseksi.

- Sijaintipaikka valitaan puhdistamon huoltotyöt huomioiden (ei oleskelualueelle).
- Sijaintipaikka ei saa olla pintavesiä keräävässä kuopassa
- Selvitetään sähkö- ja viemäriliitännät ja mahdollinen pumppaustarve.
- Puhdistamon purku ja ylivuoto on järjestettävä niin, ettei puhdistamolle tapahdu takaisinvirtausta.
- Puhdistamon purku- ja ylivuotoputki johdetaan purkupaikkaan erillisinä.
- Jäätyminen ja routavauriot estetään tarvittaessa lämpöeristeellä.
- Sade-, hule- ja perustusten kuivatusvesiä ei saa viemäroidä puhdistamoon.
- Säiliöt tuuletetaan puhdistamon tuuletusputkien kautta.
- Viemäri tuuletetaan talon katolle.
- Eläinten pääsy purkuputkeen estetään tarvittaessa purkutulpalla.
- Puhdistetun veden purkupaikka valitaan paikalliset olosuhteet huomioiden.
- Purkuvesien imeytys on mahdollista vain, mikäli maaperän imeytyskyky on riittävä.
- Imeytyskaivo ja –kenttä mitoitetaan kerrallaan imeytettävän vesimäärän mukaan ja järjestetään tarvittaessa myös ohitusmahdollisuus tukkeutumisen varalta.
- Puhdistamon eteen on hyvä asentaa tarkastusputki. Jos purkuputki on pitkä, myös siihen on syytä asentaa tarkastusputki.

Vaadittavat suunnitelmat

Jätevesijärjestelmän asennusta ja dokumentaatioissa esitettyjen suunnitelmien paikansa pitävyyden varmistamiseksi on jätevesisuunnitelmasta ja ennen kaikkea asennettavasta jätevesijärjestelmästä laadittava vähintään seuraavanlaisia piirustuksia.

- Asemakaavapiirustus 1:200
Piirustuksesta tulee selvittää etäisyydet naapureihin, sijoitettavan järjestelmän asemoi-
mointi sekä korkeussuhteet.
- Tasopiirustus 1:20 tai 1:50
Tasopiirustuksen avulla saadaan päältä kuvantona mm. asennettavien järjestelmän
osien asennusjärjestys selville.
- Leikkauspiirustus 1:20

Leikkauspiirustuksesta tulee selvittää rakennuksen viemäröinnin liitäntäpisteen suhteen
muiden asennettavien järjestelmän osien korkoasemat toisiinsa nähden.

Lisäksi, mikäli suunnitelman laatija haluaa, voi hän laatia tarvikeluettelon tarvittavista
osista joita ei toimiteta laitteen mukana. Näin kiinteistön omistaja voi kilpailuttaa eri
laitetoimittajilla oman järjestelmän tarvittavat osakokonaisuudet.

Tämän insinööriyön liitteenä laadin kiinteistöstä jätevesisuunnitelmaan olennaisesti
kuuluvat piirustukset, jotka olen sijoittanut tämän insinööriyön muiden liitetiedosto-
jen lisäksi.

5 TULOKSIEN ARVIOINTI

5.1 Tilojen modernisointi

Insinööriyön kohteena olevan rakennuksen tilojen uudelleen suunnittelu on vanhassa
kiinteistössä erittäin haasteellinen tehtävä. Suunnittelutehtävän toteuttaminen vaatii ti-
lojen suunnittelijalta useita yhteisiä palavereita tilaajan kanssa. Vaihtoehtojen 1 ja 2 ti-
laratkaisut eivät sopineet toimeksiantajalle. Sen sijaan vaihtoehto 3 sai omistajalta
hieman positiivisemmän vastaanoton esitellessäni insinööriyön edistymistä.

Tilavaihtoehtoista laatimieni luonnosten merkitys on huomattava esitettäessä omia ratkaisuja tilojen uudelleen järjestelyssä. Ajatukset kääntyvät vanhaan sanontaan ”yksi kuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa”. Valmiiksi tehdyt suunnitelmat kuvaa hanketta paremmin kuin pelkät sanat.

5.2 Energiatalouden tarkastelun lopputulokset

Vanhan rakennuksen energiatalouden tarkastelun toteutustapa vaatii oman mallinsa, varsinkin kun kyseessä on rakennus, jossa ainoa lämmöntuottotapa on tulisijalämmitys. Rakennuksen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergioiden laskentatavan soveltaminen RakMk D5 pohjalle tuottaa hieman päänvaivaa. Katson kuitenkin onnistuneeni tehtävässä käytettyäni lähteen 5 mukaista tulisijaperustaista hyötysuhdelaskumallia. Tosin tässä mallissa joudutaan siirtymään laskennassa teoreettisen kulutuksen puolelta toteutuneeseen kulutukseen, mutta tässä voi olla juuri kulmakivi laskennan suorittamisen onnistumiselle.

Energiatarkastelussa en suorittanut esimerkkilaskuissa rakenneosien kosteusteknistä tarkastelua, vaan keskityin energiaselvityksen laadintaan.

5.3 Jätevesisuunnitelman lopputulokset

Jätevesienkäsittelyjärjestelmäksi valittiin pienpuhdistamo tyyppinen järjestelmä. Valitun järjestelmän toiminta perustuu biologis-kemialliseen jätteidenkäsittelymenetelmään. Missä jätemassat käsitellään prosessissa, jossa ”leikataan” ympäristöä kuormittava liika osuus pois. Prosessituotteena syntyvät lietemassat voi käyttää maanparannukseen tai toimittaa loka-autolla jätteidenkäsittelylaitokseen.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Rakennuksen modernisoinnin tarkoitus on peruseriaatteena uudistaa käytössä olevien tilojen elinkaarta vuosiksi eteenpäin. Perusajatuksena tämä on hieno ele vanhoja rakennuksia kohtaan, joiden pysyvyyttä rakennuskannassa halutaan ylläpitää.

Vuosien mittaan on kiinteistöjen omistajalle muodostunut läheinen suhde omistaansa rakennuskantaan. Suhde voi olla tunnepohjainen tai sijoitustuottavuusperustainen. Rakennuksen tai kiinteistön tilan muuttaminen suuntaan tai toi-

seen vaatii oman harkinta-aikansa. Insinööriyötä aloittaessani havahtuin itsekin miettimään, että miksi tätä tarvitsisi muuttaa? Kysymystä tarvitsee muotoilla suuntaan ”mistä tätä voisi muuttaa?”

Lopputuloksena saatiin kuitenkin aikaiseksi muutama erilainen tilaohjelmavaihtoehto, joiden pohjalta voi suunnitella tulevaisuuden rakennushanketta eteenpäin.

Energiaselvityksen laadinta vanhaan taloon vaatii perehtymistä RakMk D5 kokoelmaan tarkasti. Energiaselvityksen laadinnassa tuli muutama vaikeasti tulkittava laskun osa, mihinkä tarvitsi pohtia, kuinka laskentakaavaa tulee tulkita oikein. Tämän työn aikana niitä ilmeni kaksi. Ensimmäinen oli ilmanvaihdon lämpöhäviöiden tarvitsema energiamäärän laskenta ja toinen oli samaan laskentaosioon kuuluva lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia. Rakennuksen lämmitysmuotona on tulisijalämmitys ja ilmanvaihtojärjestelmäkin on painovoimainen. Rakennuksen lämmittämiseen käytetyn polttoaineen (pilkkeet) perusteella pystyi lukuja kaavaan sijoittamalla laskemaan suuntaa-antavasti arvon, mikä tukee energiaselvityksessä saatua teoreettista kulutusta. Mikäli tutkittavassa rakennuksessa olisi ollut esim. keskuslämmityksellä varustettu patterilämmitys, laskenta olisi ollut huomattavasti helpompaa.

Jätevesisuunnitelman laadinta kohteeseen tarkoitti tässä tapauksessa koko viemäröintijärjestelmän uusimista jätevesisäiliöiltä kiinteistöön saakka. Vanhaan aikaan rakennuksen viemäröintisuunnitelma tarkoitti käytännössä sitä, että oli rakennettu kahdella tyhjennettävällä rengaskaivolla varustettu jätevesijärjestelmä. Nykyään ympäristönsuojelu ja vesistöjen suojelu ovat tärkeänä osana rakennuslupaprosessia, joten sitä ei voi ohittaa pelkällä ostokuitin näytöllä rakennustarkastajalle.

Ajattelemalla yhteisesti nämä kaikki kolme tässä insinööriyössä olevaa asiakokonaisuutta on energiataloudellinen ja ympäristöä säästävä rakentaminen myös askel kohti passiivienergiatalojattelu. Pienellä energiankulutuksella voidaan säästää ympäristöä ja hidastaa ilmastonlämpenemistä. Monet pienet teot ympäristön ja oman hyvinvoinnin puolesta edesauttavat rakennuskannan oikeansuuntaisessa kehittämisessä. Asumisen kustannuksien kehityksessä taas laskennallinen säästö on suhteellinen käsitys, koska jos esim. kaikki alkavat sähkönsäästötalkoisiin, energiaa myyntiin tuova laitos ottaa sen yleensä hinnoissaan takaisin.

LÄHTEET

1. Asikainen, R. 2002. Kaunista ja kestävä. Vanhojen rakennusten korjausopas. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus.
2. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.2007. D5- Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystekhontarpeen laskenta.
3. Leivo, V.2003. Hirsirakennuksen yläpohjan tiiviysvaikutus lämpöenergiankulutukseen. Tutkimusraportti 126. Tampereen teknillinen yliopisto.
4. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiantodistuksesta.2007(muutos 16.12.2008). Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20081032> [viitattu 25.3.2010].
5. Alakangas, Erkkilä, Oravainen. Tehokas ja ympäristöä säästävä tulisijalämmitys. Poltto-puun tuotanto ja käyttö.2008. Valtion teknillinen tutkimuskeskus.
6. Kujala-Räty, Mattila & Santala. 2008. Haja-asutusalueiden vesihuolto. Hämeen ammatti-korkeakoulu
7. Haja-asutuksen jätevesien puhdistus- katsaus maaperäkäsittelyyn.2007. Saatavissa: www.salaojakeskus.fi/pdf/hajajatevesiopas.pdf. Luoko Ry. [viitattu 25.3.2010].
8. LVI 23–10221. 1993. Jätevesisäiliöt ja saostuskaivot. Ohjetiedosto. Rakennustieto Oy.
9. www.ymparisto.fi > Vesivarojen käyttö > Vesihuolto > Haja-asutuksen jätevedet. [viitattu 25.3.2010].
10. Opas jätevesien maailmaan. Saatavissa: www.vesiensuojelu.fi/jatevesi/kiinteistonhaltijan_tehtavat.html. [viitattu 25.3.2010].
11. Haja-asutusalueiden jätevesihuollon tehostamisen toimeenpano. Saatavissa: www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=107875&lan=fi . [viitattu 25.3.2010].
12. Jätevesikuormituksen vähentäminen. Saatavissa: www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=179387&lan=fi [viitattu 25.3.2010].

13. WehoPuts. Puhdistustekniikka. Saatavissa:

www.wehoputs.com/FI/Tekniset_tiedot/Puhdistustekniikka. [viitattu 25.3.2010].

14. WehoPuts. Käyttö- ja asennusohjeet. Saatavissa:

www.wehoputs.com/FI/Tekniset_tiedot/Kaytto. [viitattu 25.3.2010].

15. WehoPuts. Huolto. Saatavissa: www.wehoputs.com/FI/Tekniset_tiedot/Huolto. [viitattu 25.3.2010].

16. Syken raportti EN -mukaisesta testauksesta. Saatavissa:

www.wehoputs.com/Link.aspx?id=1156129. [viitattu 28.3.2010].

17. Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86. Saatavissa:

www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086a. [viitattu 10.2.2010].

18. Jätevesiasetus 542/2003. Liitteet 1 & 2. Saatavissa:

www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030542 [10.2.2010]

Rakenne AP-1

Kohde Pihkala

Rakennekerros:	d[m]	$\lambda=W/(m*K)$	$R= (m^2*K)/W$	R_{puu}/λ	$\rho_{puu}/0,12 \Delta$
Rsi		0,13	0,130		0,130
Lattialankku	0,05	0,12	0,417		0,417
Sahanpuru	0,35	0,08	4,375	0,35	2,917
Eristeiden kannatinlaudat	0,025	0,12	0,150		0,150
Rse		0,04	0,040		0,040
		R=	5,112		3,653
		U=1/R	0,196	U=1/R	0,274
Ylälikiarvo		R	U		
Eristeen osuus	0,917	5,112			
Puunosuus	0,083	3,653			
Rt ylälikiarvo	4,948		0,202		
Rt alaliikiarvo	4,937		0,203		
Kokonais alaliikiarvo	4,943		0,202	U	0,20 W/m2K

Rakenne YP-1

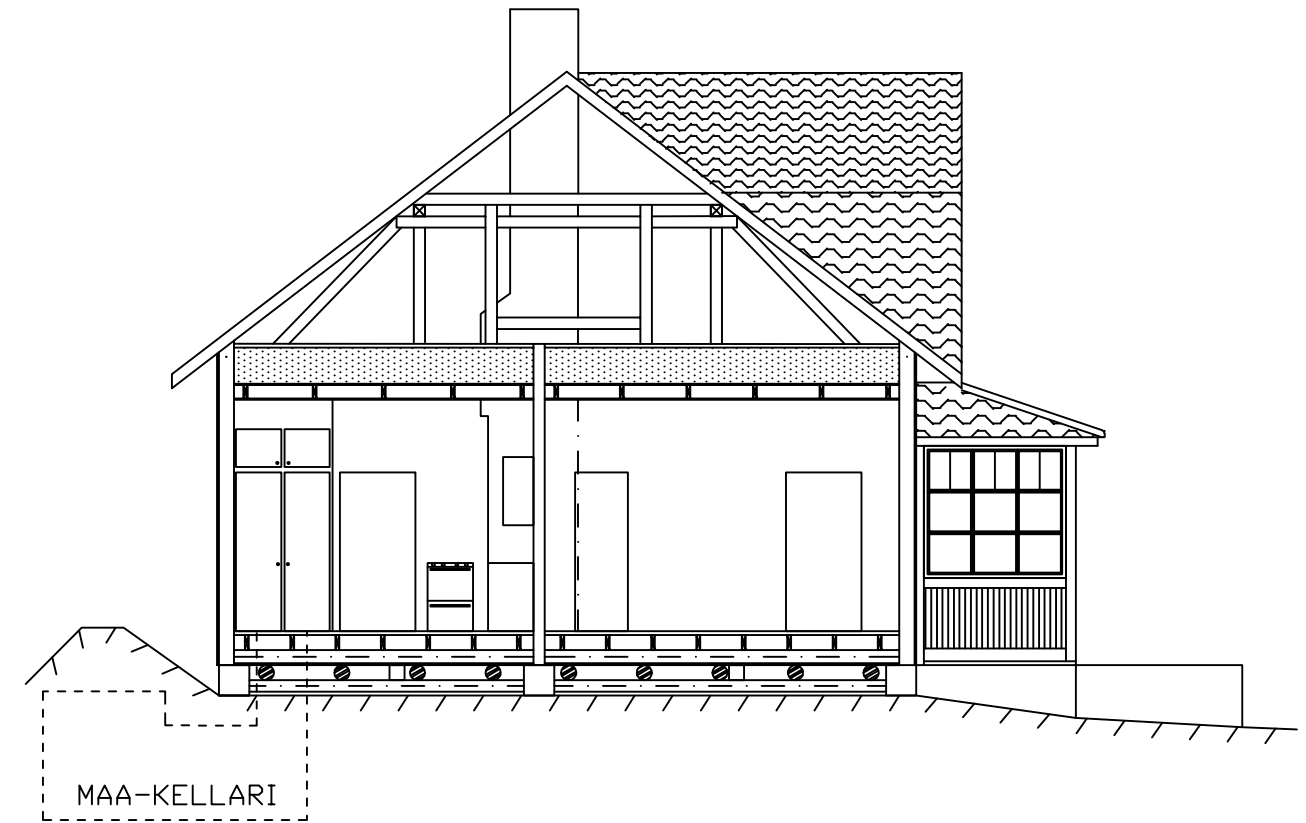
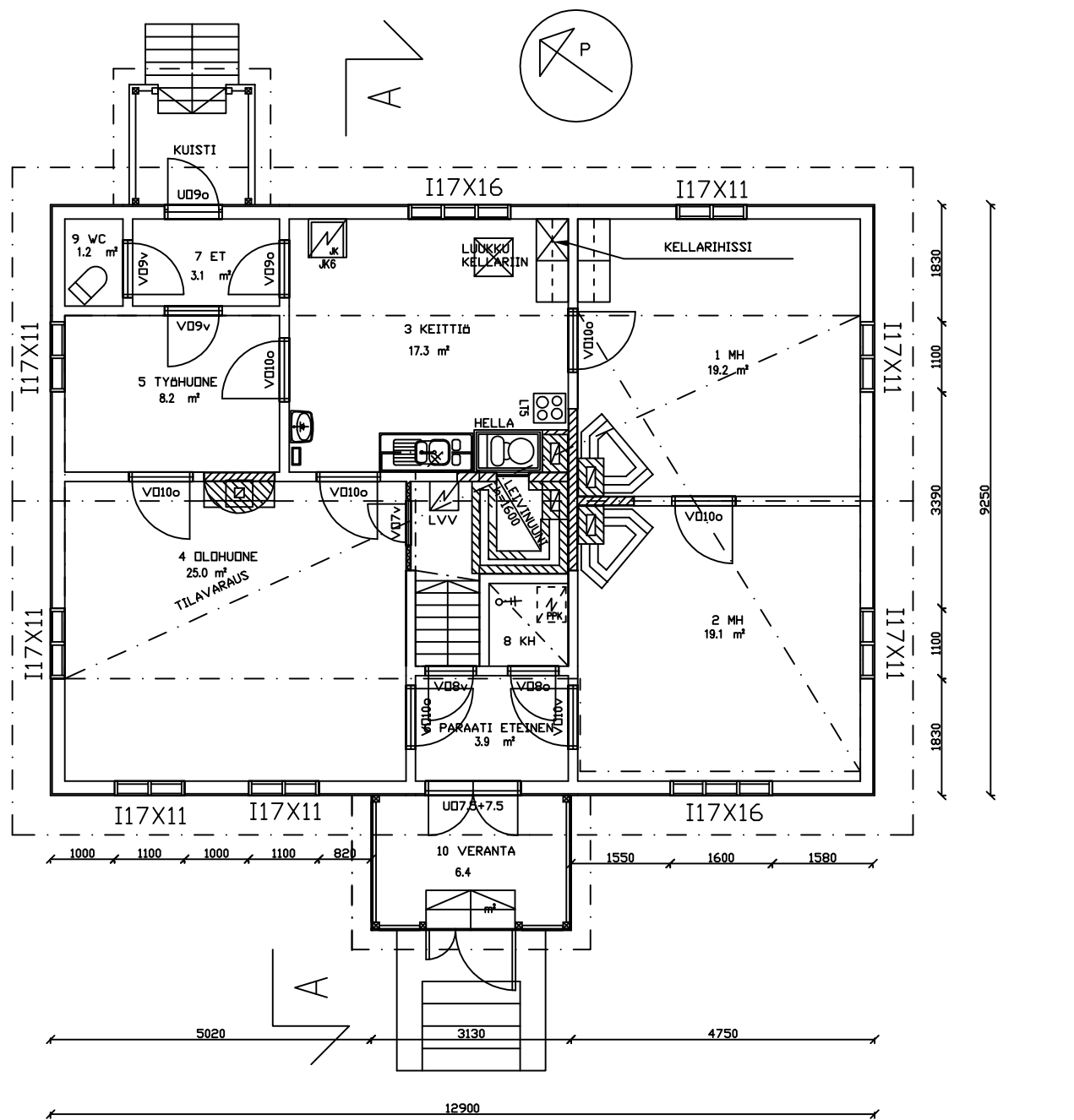
Kohde Pihkala

Rakennekerros:	d[m]	$\lambda=W/(m*K)$	$R= (m^2*K)/W$	R_{puu}/λ	R_{puu}
Rsi		0,1	0,100		0,100
Sahanpuru (sullottu)	0,425	0,08	5,313		5,313
Eristeen kannakelaudat	0,025	0,12	0,208	0,25	0,100
Lievästi tuulettuva tila		0,15	0,150		0,150
Kattopaneelit	0,025	0,12	0,208		0,040
Rse		0,04	0,040		
Katon ilmatilan lämmönvastus		0,2	0,200		
		R=	6,219		(m ² *K)/W
				U	0,16 W/m2K

Rakenne US-1

Kohde Pihkala

Rakennekerros:	d[m]	$\lambda=W/(m*K)$	$R= (m^2*K)/W$	R_{puu}/λ	R_{puu}
Rsi		0,13	0,130		0,130
Hirsi	0,2	0,12	1,667		1,667
Ulkoerohouspaneeli	0,025	0,12	0,208	0,25	0,100
					0,000
					0,040
Rse		0,04	0,040		
		R=	2,045		(m ² *K)/W
				U	0,49 W/m2K



LEIKKAUS A-A

HUONEKORKEUS 3060mm ELLEI TOISIN MAINITA
 VERANNAN HUONEKORKEUS 2200mm
 PESUHUONEEN HUONEKORKEUS 2500mm
 WC:N HUONEKORKEUS 2500mm

SAVUPIIPUN LÄPIVIENIT KATON LÄPI PIIRRETTY OLETETUILLE PAIKOILLE

MITTAKAAVA EPÄTARKKA

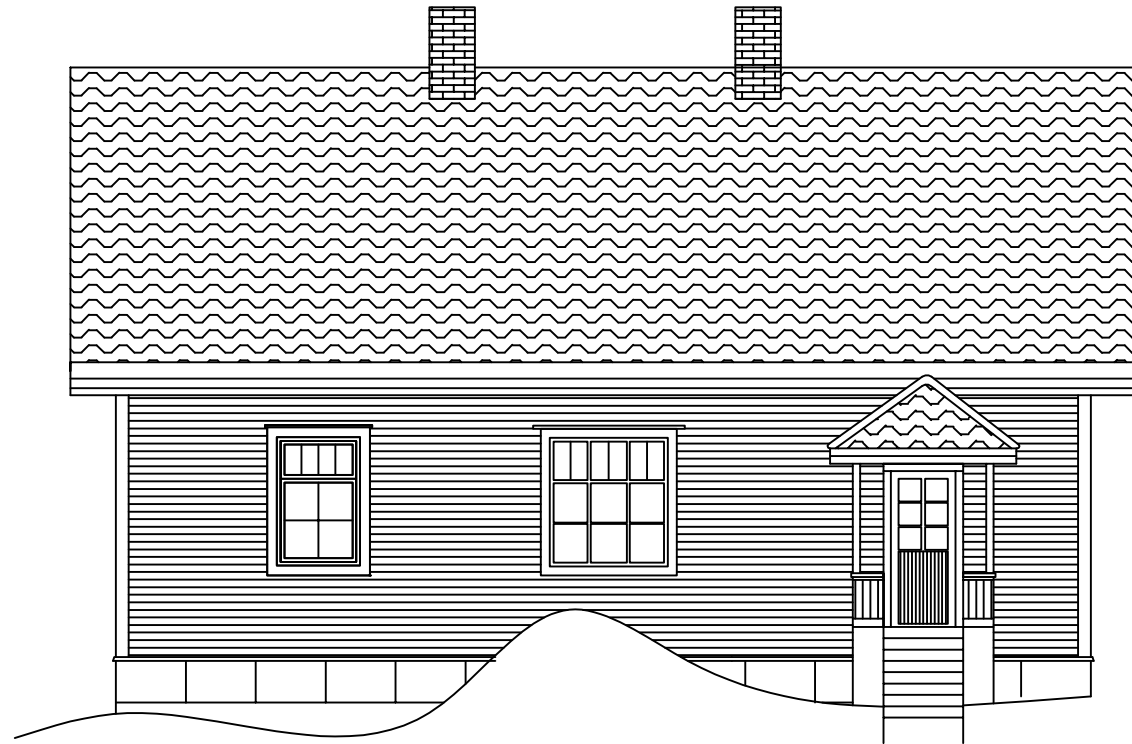
KERROSALA 125m²



K.OSA ORAVALA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE VANHA RAKENNUS			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTEEEN NIMI JA OSOITE PIHKALA			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ POHJAPIIRUSTUS AJANTASAPIIRUSTUS	MITTAKAAVAT 1:100
	SUUN.ALA ARK	TYÖ No 1	PIIR.No 1	MUUTOS
	PÄIVÄYS 20.2.2010	YHT.HENK.		

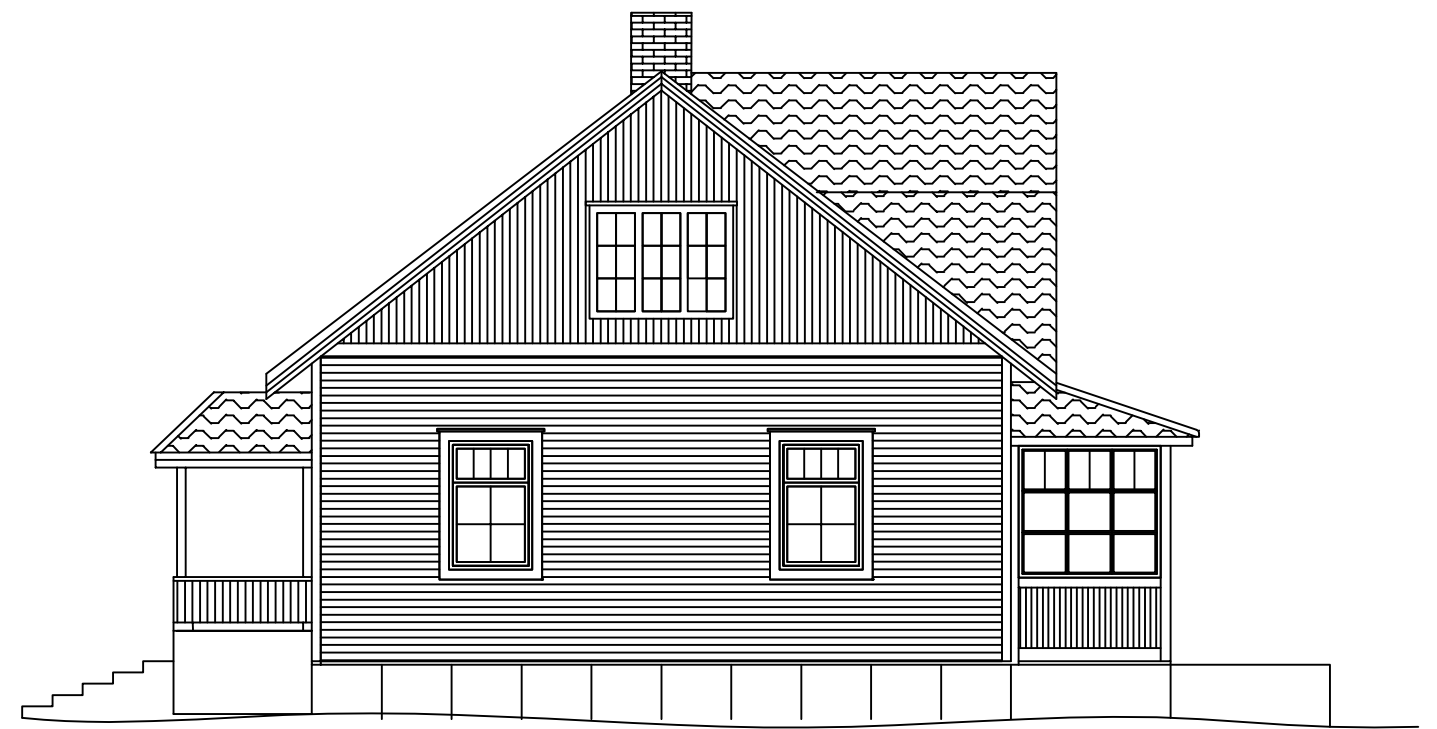


JULKISIVU LOUNAASEEN



JULKISIVU KOILLISEEN

PIIPPUJENN SIJAINTI ARVIOITU POHJAKUVAN PERUSTEELLA
 KATEMATERIAALI KATTOTIILI
 ULKOVERHOUS ULKOVERHOUSLAUTA



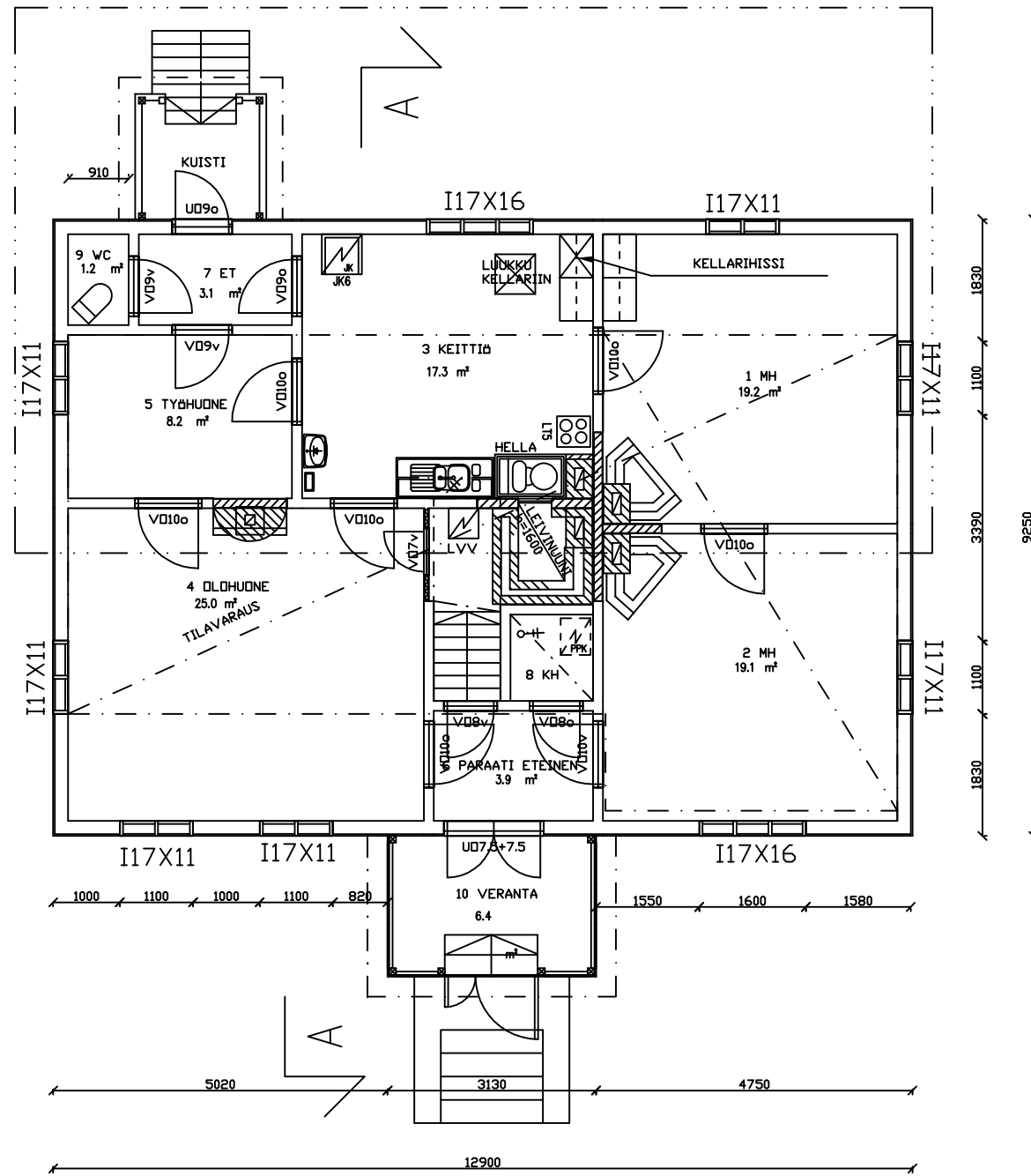
JULKISIVU KAAKKOON



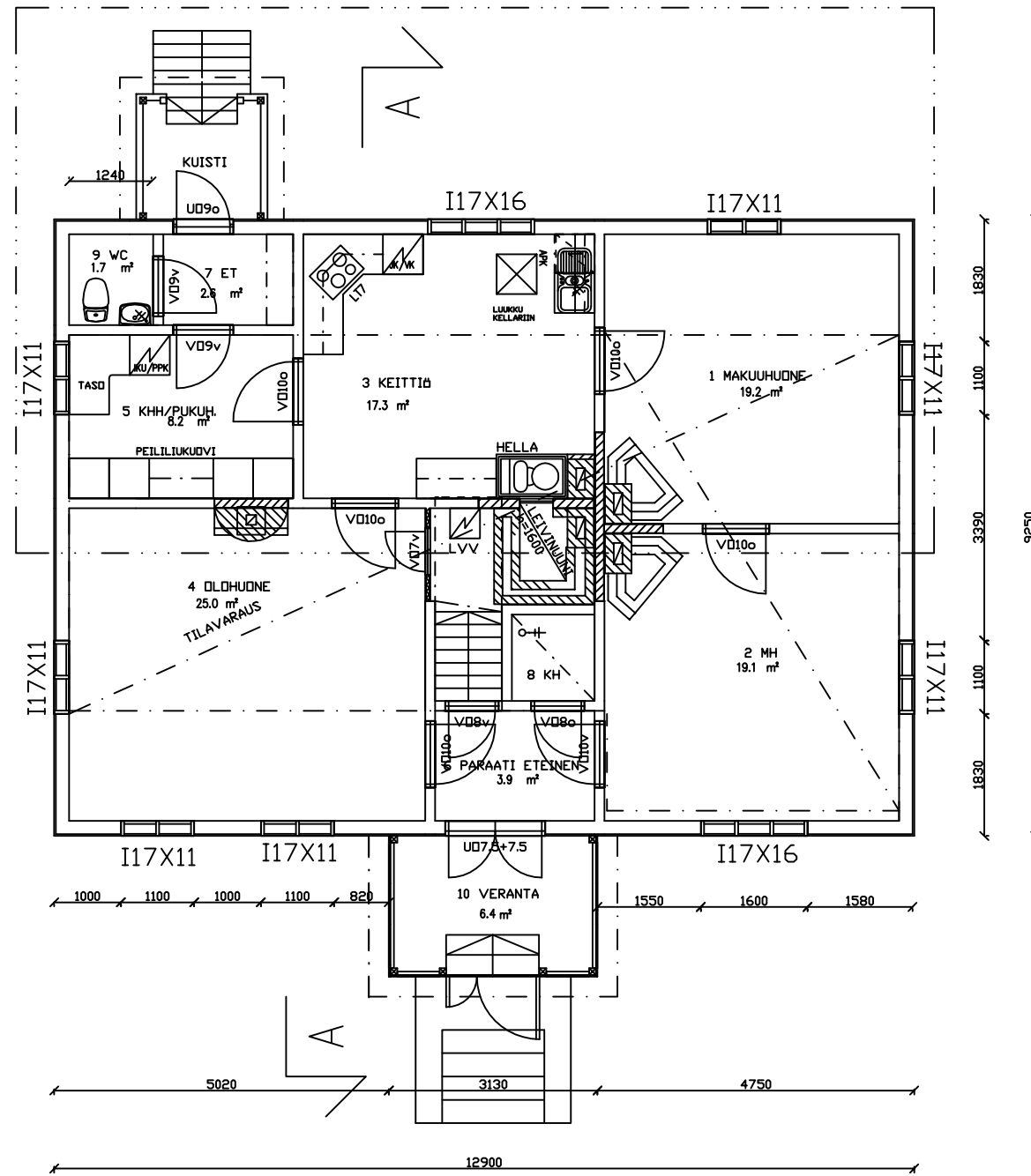
JULKISIVU LUOTEESEEN

K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
ORAVALA	ORAVALA		PIIRUSTUSLAJI	JUOKS.No
RAKENNUSTOIMENPIDE			JULKISIVUPIIRUSTUS	1
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
PIHKALA			JULKISIVUT NYKYHETKI	1:100
			.	.
			.	.
			SUUN.ALA	TYÖ No
			PIIR.No	MUUTOS
			ARK	1
			1	1
			PÄIVÄYS	YHT.HENK.
			22.10.2009	

VANHA POHJAKUVA



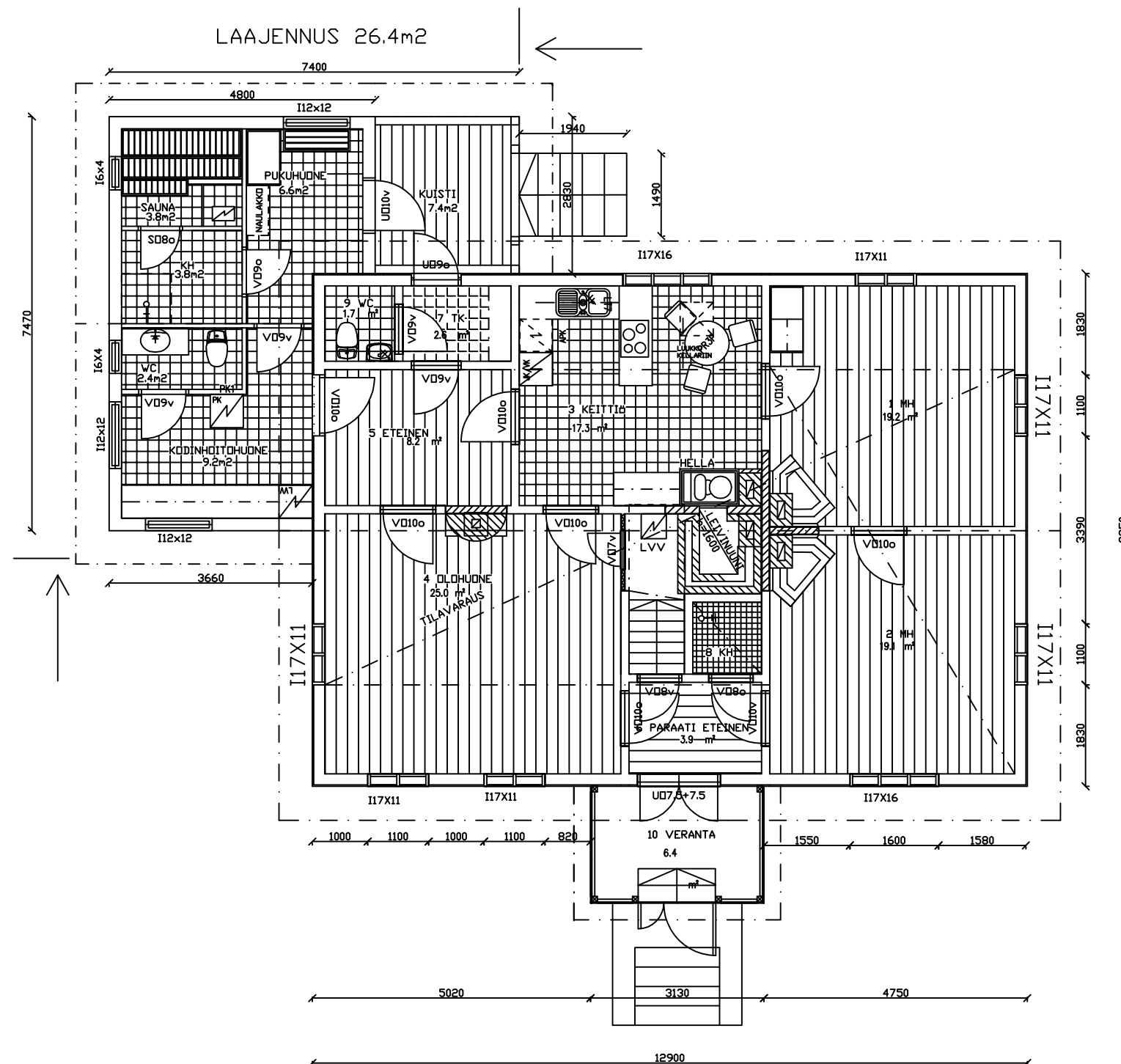
UUSI POHJAKUVA



TILAOHJELMA MUUTOS:

- TYÖHUONEESTA KODINHOITOHUONE
- WC-ETEINEN VÄLINEN SEINÄ SIIRTYY 350MM
- KEITTIÖN VESIPISTEIDEN SIJAINTI MUUTTUU
- WC:N ISTUIMEN ASENTO MUUTTUU, KÄSIENPESUALLAS LISÄTTY

K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN _o	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
ORAVALA			PIIRUSTUSLAJI	JUOKS.No
RAKENNUSOIMENPIDE			PÄÄPIIRUSTUS	1
KORJAUSRAKENTAMINEN			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE			TILAOHJELMA MUUTOS	1:100
PÄÄRAKENNUS			LUONNOS	1:100
	SUUN.ALA	TYÖ No	PIIR.No	MUUTOS
	ARK	1	1	
	PÄIVÄYS	YHT.HENK.		
	22.12.2009	A PIHKALA		



LAAJENNUSOSAN ULKOSEINÄRAKENNE
RAKMK C3 2010 MUKAAN.

LAAJENNUS:
KODINHOITOHUONE 9.2 m²
VANHANDSAN TYÖHUONE (5) MUUTTUU ETEISEKSI.
TYÖHUONEEN IKKUNA-AUKKO LAAJENNETAAN
KULKUAUKOKSI UUTEEN OSAAN.

KUISTI:
VANHA KUISTI PURETAAN JA TAMÄ OSA
KORVATAAN LAAJENNUKSEN YHTEYDESSÄ UUDELLA
KUISTILLA, MISTÄ SISÄNKÄYNTI SAUNATILOJEN
PUKHUONEESEEN

SAUNA JA PESEYTYMISTILAT:
SAUNA VARUSTETAAN SÄHKÖLÄMMITTEISELLÄ
KIUKAALLA, JA PESUHUONEESEEN ASENNETAAN
SUIHKUKAAPPI.

WC:
WC-TILAT VARUSTETAAN ALLASPÖYDÄLLÄ JA
ALAKAAPEILLA.

K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN _o	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
VALKEALA			RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIKEUS			PIIRUSTUSLAJI	JUOKS.No
UUDISRAKENTAMINEN			POHJAKUVA LUONNOS	1
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
PIHKALA			POHJAPIIRUSTUS	1:100
			VAIHTOEHTO 3	
			OPINNÄYTETYÖ	
			SUUN.AL	TYÖ No
			PIIR.No	MUUTOS
			ARK	
			PÄIVÄYS	YHT.HENK.
			18.2.2010	A.HÄMÄLÄINEN

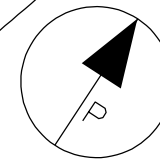
HAVUPUU SÄILYTETTÄVÄ

VANHA L Aidunmaata

ASEMAPIIRROKSEN TONTIN POHJOISPUOLELLA
OLEVA RAJA ON RAJATTU PIENEMMÄKSI
TILAN KOON VUOKSI

UUDEN JÄTEVESIJÄRJESTELMÄN OSAT:
WEHOPUTS 5 - PIENPUHDISTAMO
TARKASTUSKAIVO TARVITTAESSA

LASKUOJA



TONTIN REUNA RAJATTU LASKUOJAN KOHDALLE

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM. PVM	
Kaupunginosa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rno	Viranomaisten merkintöjä	
ORAVALA		13-13X		
Rakennuksen numero/Rakennusten numerot/Rakennustunnus/Rakennustunnukset				
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji	Juokseva no		
UUDISRAKENTAMINEN	PÄÄPIIRUSTUS	1		
Rakennuskohde	Piirustuksen sisältö	Mittakaava		
JÄTEVESIJÄRJESTELMÄ INSINÖÖRITYÖ PIIRUSTUS	ASEMAPIIRROS	1:500		
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero	Työnumero	Piirustuksen tunnus	Muutos	
	1			
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys	Suunnittelualue	Tiedosto		
A.H	4.3.2010	RAK		

+92.000

+91.000

+90.000

92.000

85.000

+85.000

WEHOPUTS 5 -PIENPUHDISTAMO

KAIVO

KARUMPU

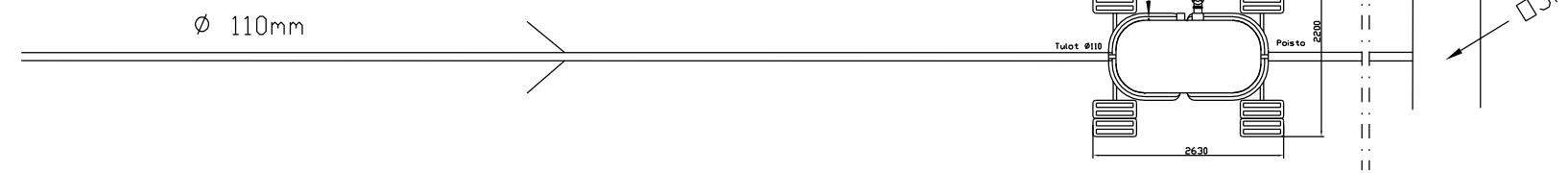
VANHA NAVETTA

AVO-OJA

AJOTIE

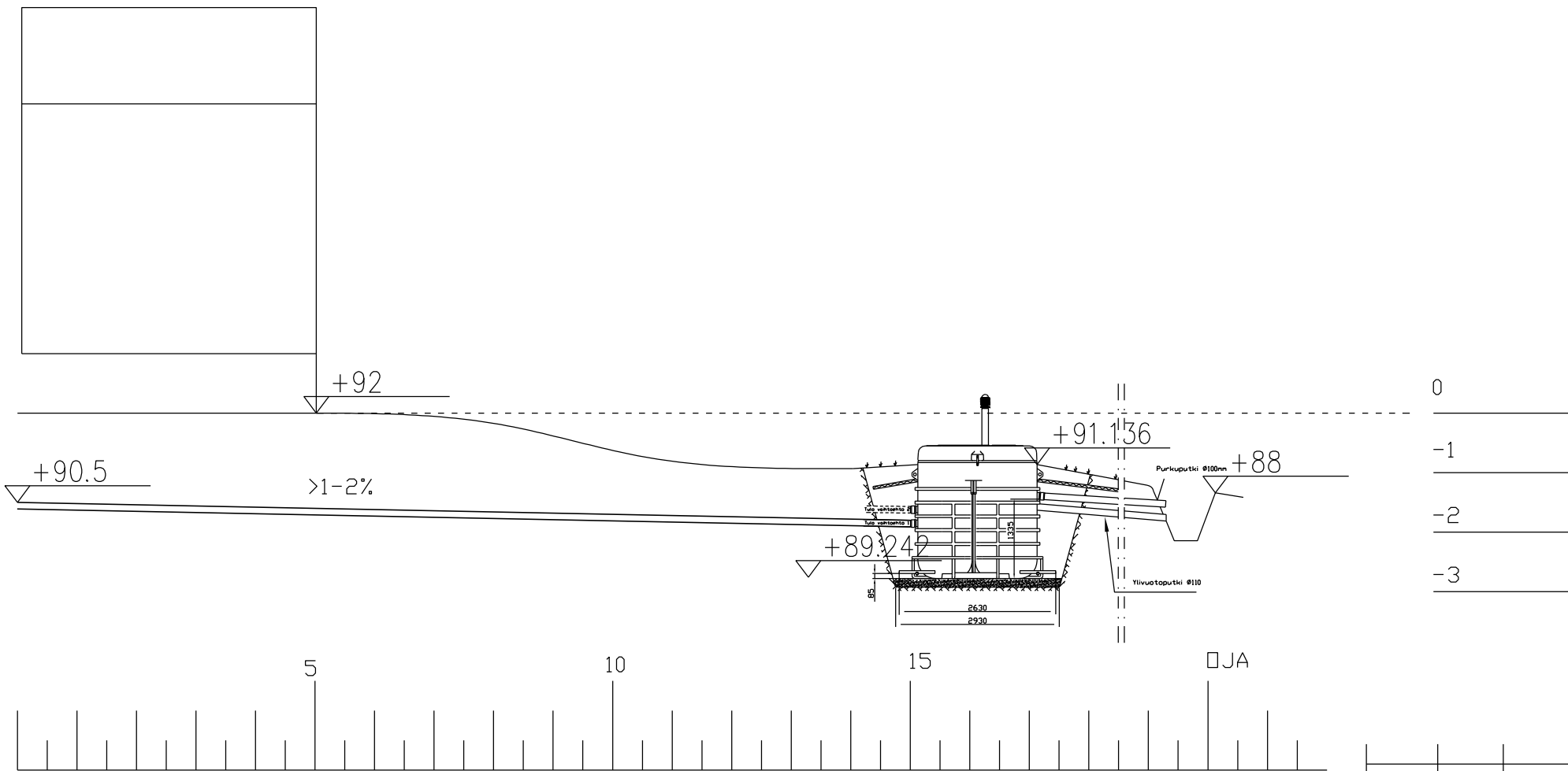
TASOKUVA

1:100



PITUUSLEIKKAUS

1:100



HUOMIOITAVAA:

- PUTKIEN KALTEVUUDET VÄHINTÄÄN 1-2 %
- KOROT TARKISTETTAVA
- ROUTAERISTYKSEN HUOMIOIMINEN

MAANPINNAN MAHDOLLISET TÄYTÖT SUUNNITELTAVA
VANHOJEN JÄTEVESISÄILIÖIDEN MAAPOHJAT VAIHDETTAVA
PUHDISTAMON SÄHKÖISTYS

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa/Kylä		Kortteli/Tila	Tontti/Rno	Viranomaisten merkintöjä
ORAVALA			13:13X	
Rakennuksen numero/Rakennusten numerot/Rakennustunnus/Rakennustunnukset				
Rakennustoimenpide			Piirustusta.ji	Juokseva no
JÄTEVESIJÄRJESTELMÄ			LEIKKAUSPIIRUSTUS	
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaava
MAATILAN PÄÄRAKENNUS INSINÖÖRITYÖ KUVA JÄTEVESISUUNNITELMA			TASOKUVA PITUUSLEIKKAUS	1:100 1:100
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero			Työnumero	Piirustuksen tunnus
			1	Muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys			Suunnitteluala	Tiedosto
A.H			5.3.2010	RAK