

Rami Jokela

RINTAMAMIESTALON
ULLAKKOLAAJENNUS

Rakennustekniikan koulutusohjelma
2014

RINTAMAMIESTALON ULLAKKOLAAJENNUS

Jokela, Rami

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Marraskuu 2014

Ohjaaja: Sandberg, Rauno

Sivumäärä: 37

Liitteitä: 6

Asiasanat: ullakko, rintamamiestalo, laajennus

Opinnäytetyössä tarkoitus oli suunnitella rintamiestalon ullakkolaajennus. Opinnäytetyössä käytiin läpi yleisiä asioita rintamiestaloista ja laajennustöistä. Päätaavoitteena oli kohteen tilasuunnitelmien tekeminen. Lisäksi tehtiin välipohjapalkin kantavuuslaskelmat sekä uusien rakenteiden U-arvo laskelmat.

Opinnäytetyössä otettiin työn tilaajan toiveet huomioon ja pyrittiin niiden mukaan tehdä tiloista mahdollisimman käytännölliset. Tilaajan toiveena oli saada laajennuksen yhteyteen täysin erillinen keittiö/oleskelutila sekä lisää asumistilaa alakerran asuntoon tai ylimääräinen vuokra-asunto. Kylmän ullakon lisäksi yläkerrassa oli puolilämmin huone entuudestaan.

Kylmä ullakko pyrittiin saamaan vastaamaan nykypäivän standardeja.

ATTIC EXPANSION TO A DETACHED HOUSE

Rami, Jokela

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in construction engineering

November 2014

Supervisor: Sandberg, Rauno

Number of pages: 37

Appendices: 6

Keywords: attic, detached house, expansion

The purpose of this thesis was to plan an expansion to a detached house's attic. In the thesis basic things about detached houses and expansion works were gone through. Main purpose however was to do room planning to the attic. In addition some calculations for the attic's floor beam were made along with the heat penetration values for the new structures calculations.

After hearing the wishes of the customer the goal was to design the attic as practical as possible. The customer's wishes were to have two separate spaces at the attic: a small space to cook and to hang around and an expansion to downstairs apartment or an extra rental apartment. Upstairs included a room next to the attic already.

The cold attic was to be designed to withstand the requirements of today's standards.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1 Työn aihe	6
1.2 Työn tavoite.....	6
1.3 Työvälineet.....	6
2 RINTAMAMIESTALO.....	7
3 PUUTALON KUNTO JA HUOLTO	8
4 PERUSPARANNUKSEEN RYHTYMINEN	9
5 RAHOITUS	11
6 ULLAKON MUUTOSTYÖT	11
6.1 Määräykset, lait ja luvat	12
6.1.1 Määräykset.....	12
6.1.2 Rakennuslupa ja rakennusoikeus	13
6.2 Ullakkorakentamisen ongelmat.....	14
6.3 Rakenteiden tutkiminen.....	14
6.4 Työhön ryhtyminen	15
7 RAKENNUKSEN NYKYINEN KUNTO.....	16
7.1 Rakenteet	16
7.2 Julkisivut	16
7.3 Eristeet.....	17
7.4 Ullakko	17
8 TILAAJAN TOIVEET.....	18
9 SUUNNITTELU	19
9.1 Keittiö/oleskelutila	19
9.1.1 Minikeittiö/ Pieniskeittiö	20
9.1.2 Tupakeittiö	20
9.1.3 WC	20
9.1.4 Luonnonvaloa keittiö/oleskelutilaan.....	21
9.1.5 Ongelmat.....	22
9.2 Makuuhuone ja WC (Yksiö)	22
9.3 Vanhasta makuuhuoneesta olohuone	23
9.4 Sivu-ullakot hyötykäyttöön	23
10 ERISTEET	24
10.1 Äänieristys.....	24
10.2 Ääneneristyksestä kirjallisuudessa.....	24
10.3 Kohteen äänieristetyt rakenteet	25

10.3.1 Väliseinä, (WC - keittiö/oleskelutila)	25
10.3.2 Välipohja.....	27
11 LÄMMÖNERISTYS	28
11.1 Määräyksiä lämmöneristyksestä.....	28
11.2 Polyuretaani eristeenä.....	28
11.3 Yläpohja	30
11.4 Ulkoseinä.....	31
11.5 U-arvo.....	32
12 PALOERISTYS	33
12.1 Hätäpoistumistiet.....	33
13 LASKELMAT	34
13.1 Välipohjapalkin laskenta	34
14 YHTEENVETO	36
LÄHTEET.....	37
LIITTEET	39

1 JOHDANTO

1.1 Työn aihe

Opinnäytetyön aiheena ovat rintamamiestalon ullakon muutostyöt. Tarkoituksena on saada rintamamiestalon kolmesta alakerran asunnoista yhteen asuntoon lisää asumistilaa. Ullakkolaajennuksen yhteyteen on myös tarkoitus suunnitella asunnoista täysin erillään oleva keittiö/oleskelutila.

Kiinnostavaa aiheessa on, että vaikka itse työn määrä ei ole iso, tulee opinnäytetyössä kuitenkin hyödynnettyä koulussa opittuja osa-alueita sekä joutuu tai jopa saa perehtyä yksityiskohtaisesti vanhan rakennuksen uudistamisen ja muutostyön teoriaan. Opinnäytetyössä keskitytään ullakon muutostöiden teorian lisäksi tilojen suunnitteluun sekä tulevien lisäkuormien johdosta rakenteiden kannattavuuteen laskujen muodossa.

1.2 Työn tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on rintamamiestalon ullakon tilojen suunnittelu sekä lupapiirustusten teko. Tilojen suunnittelussa tilaajalle on tarkoitus tehdä suuntaa-antavia piirustuksia tai vaihtoehtoisesti antaa ideoita käyttötilan maksimoimiseksi ullakolla. Lupapiirustusten tarkoituksena on saada hanke etenemään virallista tietä. Suunnitelmissa tulee ottaa huomioon rakennuksen paloturvallisuus, lämpö- ja äänieristys sekä todeta laskelmilla välipohjan rakenteiden kestävyys. Työssä käydään myös läpi lämmönläpäisykertoimen eli U-arvon laskeminen.

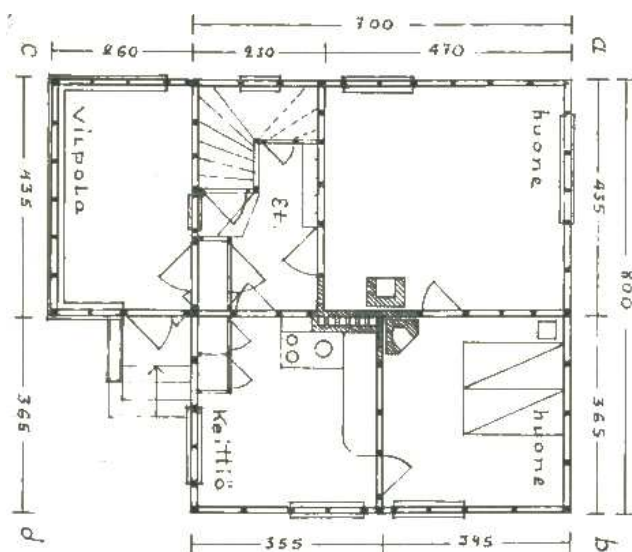
1.3 Työvälineet

Työssä hyödynnetään puurakenteiden laskelmia ja muistiinpanoja, CAD-piirustusta sekä rakennussuunnittelun teoriaa. Lisäksi apuna käytetään rakennusalan kirjallisuutta, rakennusmääräyksiä sekä RT-kortteja.

2 RINTAMAMIESTALO

Puolitoista kerroksinen omakotitalo, nk. rintamiestalo on perinteisesti yhden perheen puurakenteinen pientalo. Puutaloksi voidaan kutsua, tyypistä ja aikakaudesta riippumatta, taloa, jossa pääasiallisena rakennusmateriaalina on käytetty puuta. Rintamiestalotyyppi kehitettiin jälleenrakentamistarpeisiin ja rakentamistapa levisi nopeasti Suomessa, niin maaseuduille kuin kaupunkeihin. 1940- ja 1950-luvut olivat rintamamiestalojen rakentamisen kulta-aikaa.

Rintamamiestalossa savuhormi oli rakennuksen keskipiste ja sen ympärille rakennettiin asuintilat. Alakerrassa sijaitsi eteinen, keittiö ja kaksi huonetta. Yläkertaan oli mahdollista harjalinjalle sijoittaa asuinhuoneita ja matalampaa osaa, sivu-ullakoita, voitiin pitää varastotilana. Kevytrakenteinen ulkokuisti oli tyypillinen rintamiestaloissa. Rakennustyyppi syntyi aikanaan yhteiskunnallisesta tarpeesta ollen tiloiltaan ja muodoiltaan kompakti sekä asuintiloiltaan sopivan kokoinen.



Kuva 1. Tyypillinen rintamiestalon pohja (<http://www.trkk.fi/rintamamiestalo-korjauskohteena>)

Vielä tänä päivänäkin rintamamiestalovaltaisille pientaloalueille on kysyntää, varsinkin perheasuntoja etsivien keskuudessa. Siitäkin huolimatta on ne kaupunkialueella vaarassa kadota uudisrakentamisen takia. Uudisrakennuksia rakennetaan rintamamiestaloalueille eikä rakentamisessa juuri kunnioiteta vanhaa ja

vaatimatonta rakentamismallia. Rintamamiestalotonteille sallitaan rakentaminen kasvavan tonttitehokkuuden ja alueiden tiivistämisen takia. (Olenius, Koskenvesa & Penttilä 2006,10,11)

3 PUUTALON KUNTO JA HUOLTO

Ennen talon ostamista on syytä tutkia rakennuksen kunto perusteellisesti. Vaikka talo vaikuttaisi hyväkuntoiselta, on talo syytä tutkia tarkasti. Tutkimus tulee tehdä silmämääräisesti ja tarvittaessa avaamalla rakenteita, jolloin talon todellinen kunto saadaan selvitettyä. Perusteellisella tutkimuksella ostaja säästyy monelta pettymykseltä tulevaisuudessa.

Suurimmat vahingot puutaloissa aiheutuu vesivahingoista ja kuntotarkastuksessa tulisikin erityisen tarkasti tutkia vesikaton läpiviennit, savupiippujen juuret, räystäät, ikkunaliittymät sekä maakosketuksessa olevat sokkelit ja perusrakenteet. (Olenius, Koskenvesa & Penttilä 2006. 11.)

Aina ei päällimmäisenä ajatuksena puutaloon muuttaessa ole että taloa tulisi säännöllisesti huoltaa - näin asia kuitenkin on. Puutalon elinikää ja asumisviihtyisyyttä saa parannettua huoltamalla taloa säännöllisesti. Vanhan talon kunto on hyvä tutkia vuosittain, jotta voitaisiin ehkäistä suurempia vahinkoja ja yllättäviä remonteja. Pelkästään talon kunnan tutkiminen, puhumattakaan huoltamisesta, saattaa olla työlästä, sillä tutkittavaa on paljon ja perusteellisuuteen on syytä satsata.

Perusteellisen tutkimisen ja huoltamisen perusta on johdonmukaisuus tekemisessä. Työt kannattaa aloittaa aina ylhäältä, tarkalleen ottaen piipusta, ja edetä vaiheittain alaspäin. Piipussa saattaa olla halkeamia, mikäli kyseessä on esim. tiilirakenteinen piippu. Halkeamat taas keräävät vettä ja jäätyessään vesi taas suurentaa vahinkoa. Piipun ja katteen välinen tiiveys kannattaa tarkastaa ja tiivistys uusia mikäli tarve vaatii. Tiivistys on kuitenkin väliaikainen ratkaisu eikä vedä vertoja uudelle pellitykselle.

Piipun ja vesikaton läpivientien tarkastamisen jälkeen on vuorossa itse kate. Olipa kyseessä sitten tiili-, pelti-, huopa-, puu-, turve tai kenties jopa kivikate, on säännöllinen huolto tärkeää. Toimenpiteet kunnossapitoon vaihtelee tietenkin katteen tyyppin mukaan, mutta pääasia on pitää kate puhtaana ja ehjänä. Puhtauden suhteen poikkeuksena tietenkin turvekatto, johon ei myöskään sovi päästää isoja puskia kasvamaan. (Thorstensen, 2004. 5-6, 12-15.)

Hyvin huolletussa talossa voi turvallisesti mielin asua ja tiedostaa remonttia tai laajennusta silmällä pitäen, että suuria yllätyksiä ei rakenteissa pitäisi tulla vastaan.

4 PERUSPARANNUKSEEN RYHTYMINEN

Kaikki lähtee tarpeesta. Laajennus tehdään yksinkertaisesti koska tulee tarve saada lisää tilaa. Tilaa voidaan tarvita esimerkiksi perheen kasvaessa tai tilaa halutaan muuten vain lisää. Syynä voi olla muun muassa pakottava tarve saada ihka oma elokuvateatteri tai pelisali biljardipöytineen, jukebokseineen ja peliautomaatteineen.

Pienemmässäkin projektissa, kuten ullakkolaajentamisessa on hyvä käydä asiat läpi loogisessa järjestyksessä. Vaikka ullakkolaajennus on pienempi projekti kuin keskiverto rakennushanke, voidaan ullakkolaajennus hankkeena käydä läpi käyttämällä samoja vaiheita kuin isompikin rakennushanke. Rakennushankkeessa on normaalisti viisi vaihetta: tarveselvitys, hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakentaminen ja käyttöönotto.

Tarveselvityksessä kartoitetaan käyttäjän toiveet ja tarpeet sekä esitetään alustava ajankohta hankkeen aloittamiselle ja kustannusarvio. Lisäksi tarveselvityksessä selvitetään esim. kaavamääräyksistä, onko sijainnin suhteen annettu erityisvaatimuksia. Tietyillä alueilla julkisivujen suhteen on tarkat määräykset ja rajoitukset. Tarveselvitys toimii ohjeena jatkotyöskentelylle. (RT-10387)

Tarveselvitys toimii hankesuunnittelun pohjana. Hankesuunnittelussa asetetaan projektille toiminnalliset, taloudelliset, tekniset ja esteettiset tavoitteet. Hankesuunnittelussa tulee ilmi myös alustava aikataulu sekä tarkempi kustannusarvio. Tässä vaiheessa yleensä jo selviää, jatketaanko hanketta vai unohdetaanko koko juttu. (<http://www.tts.fi/rakentaminen/hankesuunnittelu>).

Rakennussuunnittelu alkaa suunnittelijoiden valinnalla. Ullakkolaajennustakin tehdessä on useimmissa tapauksissa oltava yhteydessä rakenne-, LVI- ja sähkösuunnittelijoihin. Ennen suunnittelun aloittamista on hyvä käydä läpi hankesuunnitelamassa todetut lähtökohdat ja tavoitteet. Rakennussuunnittelun lopputuotteena ovat asiakirjat ja piirustukset, joiden mukaan hanke voidaan toteuttaa. Rakennussuunnitteluvaiheessa mukana on rakennusvalvonta, joka varmistaa, että määräyksiä ja säännöksiä noudatetaan rakentamisessa. (RT-10387)

Arkkitehtisuunnittelussa keskitytään tilojen määrittelyyn sekä pyritään saamaan rakennuksesta toimiva. Ulkopuolisesti taas tavoitteena on sulauttaa rakennus ympäristöön. Rakenteiden kantavuuden sekä lämpö- ja kosteusteknisistä yksityiskohtien määrittelystä vastaa rakennesuunnittelija. LVI-suunnittelija puolestaan huolehtii mm. talon vesijohdotuksista ja viemäroinnistä. Valaistuksen suunnittelu ja sähköistys on sähkösuunnittelijan alaa.

Rakentaminen

Rakentamisvaiheessa suunniteltu kohde toteutetaan. Pienemmissä projekteissa, kuten ullakkolaajennuksessa pyritään usein itse tekemään ainakin osa töistä, jotta saadaan kulut minimoitua. Mikäli kuitenkin annetaan laajennustyöt kokonaan ulkopuolisille, voi käyttäjä eli tässä tapauksessa työn tilaaja valvoa ja valmistella haluamallaan tarkkuudella laajennustöitä.

Rakentamisvaiheessa suunnittelijat täydentävät aiempia suunnitelmia osa- ja asennuspiirustuksilla mikäli tarve vaatii. Viranomaiset ovat mukana myös rakentamisvaiheessa, tarkoituksena valvoa rakennusaineiden ja rakenneratkaisujen laatua. Rakennustyötä valvotaan myös rakennusvaiheissa suoritettavien katselmuksin.

Käyttöönotto

Käyttöönotossa kohde luovutetaan käyttäjälle ja hänelle opastetaan erityisesti LVIS-laitteiden käyttö sekä annetaan myös tarvittavat käyttö- ja huolto-ohjeet. Mahdollisten korjaustoimenpiteiden takia käyttöönottovaiheessa sovitaan myös takuuajan toimenpiteiden järjestämisestä. (RT-10387)

5 RAHOITUS

Hankkeen rahoituksen miettiminen tulee luonnollisesti eteen jossain vaiheessa ullakkolaajennusta harkittaessa. Riippuen tietenkin laajennuksen luonteesta vaihtoehtoina on hartiapankkirakentaminen, jolloin työt tehdään itse sitä mukaan kun se resurssien mukaan on mahdollista. Pienemmissä projekteissa voi omalla rahoituksella vielä selvitä, vaikka tarvetta ulkopuoliseen työvoimaan tulee, mutta isommissa ja vaativimmissa töissä voi tulla tarve ottaa lainaa pankista.

Lainaa otettaessa kannattaa surutta kilpailuttaa pankkeja ja perehtyä lainojen maksutapoihin ja korkoihin.

6 ULLAKON MUUTOSTYÖT

Ullakolle laajentaminen on usein luontevin tapa hakea lisää asuintilaa rintamamiestaloissa. Puolitoistakerroksisissa rintamamiestaloissa eli tyyppitaloissa rakennusperiaatteena on usein ollut, että tarpeen vaatiessa ja suhdanteiden ollessa kohdillaan voidaan lisätä asuintilaa hakea ullakolta. Ullakko joutuu kuitenkin useimmissa laajennustapauksissa käymään melkoisen muutoksen läpi ennen kuin se on asumiskelpoinen.

Vaikka määräyksissä ei suoraan olekaan luettavissa, että vanhaa taloa korjattaessa tai laajentaessa tulisi aina käyttää samoja rakennusmateriaaleja kuin talossa itsessään on muinoin käytetty, on se kuitenkin hyvän rakennustavan omaista. Puutalossa tulisi siis käyttää laajennuksessa puutavaraa eikä esimerkiksi betoniharkkoja tai tiiltä. Kunnioittamalla alkuperäistä rakennustapaa saa varmasti hyvää jälkeä joka myös sulautuu ympäristöönsä. (Olenius, Koskenvesa & Penttilä 2006. 10,11.)

Pelkästään seinä- ja lattiapintojen kohentaminen ja ullakon sisustaminen ei tee ullakosta asuttavaa, varsinkin jos kyse on kylmästä ullakosta. Vanhoissa taloissa eteen tulee useimmissa tapauksissa ainakin ullakon lämmöneristystyöt kauttaaltaan sekä joissain tapauksissa voidaan joutua vahvistamaan välipohjapalkistoa ja kattotuoleja tulevia kuormia varten. Muutostyön laajuudesta ja laadusta riippuen hintaa laajennukselle saattaa kertyä yllättäen.

Lompakkoa keventävän vaikutuksen lisäksi ullakon muutostyöllä on myös tapana olla vaativa ja aikaa vievä projekti, johon ei kannata suin päin sukeltaa. Ennen kuin lähtee rautakauppaan ostamaan purkurautoja ja lekoja aikeena pistää vanhat lattialaudat hammastikuiksi on syytä tiedostaa, että käyttöullakon eli kylmän ullakon muuttaminen asuintilaksi on yleensä luvanvaraista toimintaa - rakennusluvan varaista! Lupien lisäksi muutostöihin pätee tietyt määräykset ja vaatimukset.

6.1 Määräykset, lait ja luvat

Usean remontoijan mielestä lupien hankkiminen projektille sekä määräysten ja lakien noudattaminen kaikessa tekemisessä saattaa tuntua turhanpäiväiseltä; välillä jopa puhtaasti kiusanteolta. Perimmäinen tarkoitus on kuitenkin pitää huolta, että työssä noudatetaan turvallista, terveellistä ja asiallista linjaa, kunnioittaen niin ympäristöä kuin naapureitakin sekä talon nykyisiä ja tulevia asukkaita.

6.1.1 Määräykset

Kaikkia asuintiloja koskee tietyt määräykset ja nämä määräykset pätee myös

käyttöullakkoa asuinkäyttöön muutettaessa. Määräykset koskevat huonekokoja, tilojen korkeutta, ikkunapinta-alaa sekä lämmöneristystä ja paloturvallisuutta.

Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan asuinhuone on huonetila, joka ensisijaisesti on tarkoitettu jatkuvaan asumiskäyttöön. Asuinhuoneiksi ei siis luetella esimerkiksi portaikkoja, eteisiä tai käytäviä.

Pinta-alaltaan asuinhuoneen tulee olla aina vähintään 7m². Vähimmäiskorkeus asuinhuoneessa tulee olla vähintään 2500mm. Pientalossa vähimmäiskorkeus on 2400mm. Asuinhuoneen vähäisen osan huonekorkeus voi olla edellä mainittua pienempikin, ei kuitenkaan alle 2200mm. Huonealaa ei lueta 1600mm matalampaa tilaa.

Asuinhuoneessa tulee olla ikkuna, jonka valoaukko on vähintään 1/10 huonealasta. Ikkunan tulee myös olla osittain tai kokonaan avattavissa. (RakMK G1 Asuntosuunnittelu)

Lämmöneristys ja paloturvallisuus käsitellään omissa osioissaan.

6.1.2 Rakennuslupa ja rakennusoikeus

Kunnan rakennusvalvonnasta on hyvä kysyä vaatimuksia rakennusluvan myöntämiselle ennen varsinaisen projektin aloittamista. Luonnosten näyttäminen rakennusvalvojalle antaa osviittaa muutostöiden laajuudesta ja näin ollen valvojan on helpompi ohjeistaa tarvittavissa toimenpiteissä. Rakennusvalvojalta saa myös tietoa rakennuksen paloturvallisuudesta ja vaadittavista hätäuloskäynneistä.

Rakennusluvan saamiseksi vaatimus on, että tontilla on rakennusoikeutta jäljellä. Rakennusoikeus sananmukaisesti kertoo, onko tontilla oikeutta rakentaa enempää. Rakennusoikeus ilmoitetaan usein (tontti)tehokkuuslukuna e = rakennuksen kerrosalan suhde tontin pinta-alaan. Jos $e = 0.25$, rakennusoikeus on $0.25 \times$ tontin pinta-ala. Esim. $0.25 \times 150\text{m}^2 = 37,5\text{m}^2$. (Olenius, Koskenvesa & Penttilä 2006.)

Muutostöissä rakennuslupaan sisällytetään arkkitehtikuvat huonejärjestyksestä, rakennesuunnitelmat mm. mahdollisista portaista sekä märkätiloista. Myös LVIS-suunnitelmat vaaditaan ainakin sähköjen ja viemäroinnin osalta.

6.2 Ullakkorakentamisen ongelmat

Ullakkoremontissa usein ennen työhön ryhtymistä työn määrä ja vaikeus aliarvioidaan ja lopputuloksen näyttävyys ja käytännöllisyys yliarvioidaan. Vanhoja taloja remontoidessa voi vastaan tulla yllättäviäkin pulmia.

Ullakon muutostöissä suurimpia ongelmia ovat tilojen ahtaus. Ullakko saattaa ennen remonttia ja tyhjillään ollessaan vaikuttaa suhteellisen tilavalta, lopputulos voikin olla kaikkea muuta. Huomioitavaa on että tilaa tulevat viemään lämmöneristeet sekä mahdollisesti lattiatason korottaminen viemäroinnin tai välipohjan vahvistamisen takia. Vaarana on siis että tilat ullakolla jäävät liian mataliksi. Hormien sijainnit ullakolla voivat taas vaikeuttaa tilojen järkeväen käytön.

Luonnonvalon saaminen ullakolle on taas oma haasteensa. Useimmiten ainoaksi vaihtoehdoksi valonlähteelle jää lapeikkunat tai kattolyhdyt. Lapeikkunoiden asennus ammattilaisilta sujuu suhteellisen helposti ja ne voidaan asentaa kattotuolien väliin. Halpoihin ratkaisuihin ei tulisi kuitenkaan tuudittautua huonon laadun takia sillä huono laatu kattoikkunoissa tietää usein vesivahinkoa. Kattorakenteisiin kajoaminen vaatii aina tarkkaa työtä ja tietää myös lisäkustannuksia remonttiin.

Sähkö- ja varsinkin putkitöiden kohdalla yllättäviä ongelmia saattaa esiintyä ääneneristyksen saralla. Mikäli ullakolle tullaan asentamaan kylpy- tai wc-tiloja on jo suunnitteluvaiheessa mietittävä, miten häiritsevät putkistoäänät saadaan minimoitua, niin ettei ne kuulu naapuriasuntoihin.

Ongelmat ullakkolaajennuksissa on aina projektikohtaisia, mutta hyvällä suunnittelulla niitä voidaan ennaltaehkäistä.

6.3 Rakenteiden tutkiminen

Kantavat rakenteet on syytä tutkia huolella, että ne varmasti kestävät laajennuksen tuomat lisäkuormitukset. Välipohjan palkisto on syytä kaivaa eristeiden alta esiin, mitailla ja ainakin silmämääräisesti tutkia kunto. Mikäli näyttää että rakenteita tulisi tutkia tarkemmin mahdollisten vaurioiden varalta, on syytä pyytää ammattilainen tekemään kuntotutkimus.

Kuntotutkimuksessa rakenteiden kunnosta saadaan kattava kuva silmämääräisellä arviolla, mittauksilla, avaamalla rakenteita sekä näytteiden avulla. Yleisiä vaivoja rakenteissa ovat kosteudesta johtuvat mikrobivauriot. Mikrobivauriot ovat home-, hiiva- ja bakteerikasvustoa, jonka voi useimmiten havaita silmämääräisesti ja pitkälle edenneenä tunkkaisena maakellarin omaisena hajuna. Terveyshaitan ja korjaustarpeen arvioinnissa selvitetään voiko mikrobien itiöitä tai niiden aineenvaihduntatuotteita päästä sisäilmaan. (Ympäristöopas, Ympäristöministeriö, 1997. 66.)

Mikäli rakenteiden on todettu kuitenkin olevan moitteettomassa kunnossa ja laskutoimituksilla varmistettu sekä kattotuolien että välipohjapalkiston kantavuus niin että torppa seisoo varmasti hyvässä ryhdissä vielä vuosienkin päästä, on turvallista alkaa kuormittamaan välipohjaa. Liian heikoiksi todetut rakenteet vahvistetaan tai vaihdetaan vahvempiin.

6.4 Työhön ryhtyminen

Mikäli luvat ullakkolaajennukselle on saatu ja on todettu, että rakennusoikeutta ja rakennushalujakin vielä tontilta löytyy voidaan aloittaa käytännön työt. Remontoidessa on kuitenkin syytä pysyä rehellisenä itselleen ja tiedostaa milloin oma tietotaito ei riitä jonkin tehtävän toteuttamiseen. Itselle liian vaativissa töissä on parempi kääntyä ammattilaisten puoleen. Palkatessa ulkopuolista apua on hyvä kuitenkin olla tarkkana ja tehdä kirjalliset sopimukset kaikesta, niin kustannuksista kuin tehtävistä ja aikatauluista, jotta ei tarvitse jälkikäteen puida asioita mahdollisten väärinymmärrysten takia.

7 RAKENNUKSEN NYKYINEN KUNTO

Kyseessä on arvioltaan 60–70-vuotias L-muotoinen rintamamiesparitalo. Piirustuksia, eikä juuri muitakaan tietoja rakennuksesta löytynyt. 1940–50 luvulla rakennettu talo pitää sisällään alakerran kolme asuntoa ja kylmän ullakon.

Vaikka rakennuksessa on kolme asuntoa tällä hetkellä, koristaa julkisivua neljä ovea. Yksi oviaukko on jälkeempään lisätty ja se vie pelkästään ullakolle. Toinen päätyasunto on kaksikerroksinen ja keskimmäisestä asunnosta on kulku ullakolle sekä yläkerrassa olevaan huoneeseen, joka tulee ullakkolaajennuksen yhteyteen myöhemmin. Alakerran asunnot on vastikään uusittu kaikkia pintoja myöten.

7.1 Rakenteet

Talo makaa tukevasti hirsirungon varassa välipohjaan asti. Ruotsalaisten kattotuolien päälle on rakennettu katto lautatavarasta, kuten myös muut rakenteet välipohjasta ylöspäin. Välipohjaa tukee 900mm jaolla hirsipalkisto, jota kannattelee reunoilla 120mm leveät hirsiseinät sekä alakerran kantavat seinät. Kattoniskat ovat suurimmaksi osaksi 50x100mm sahatavaraa, joissakin kohdissa on käytetty järeämpää hirsipuuta. Välipohjan eristeenä on käytetty purua.

7.2 Julkisivut

Julkisivu on välipohjaan asti pystyverhottu peiterimoittamalla. Julkisivuissa ei juuri moittimista löydy, mutta tulevaisuudessa lisäeristyksen tullessa seiniin laudoitus uusitaan. Lisäeristysremontin yhteydessä myös vanhat ikkunat tullaan vaihtamaan uusiin nykypäivän standardeja vastaaviin ikkunoihin.

Talo-vanhuksen katto on lähi vuosina uusittu vanhan katon ollessa heikossa kunnossa. Vanha katto oli vuotanut vähäisissä määrin ullakolle. Vahinkoa ei kuitenkaan rakenteisiin päässyt syntymään hyvän tuuletuksen ansiosta.



Kuva 2. Rakennus sisäpihalta päin. (Kuvassa vasemmalla ylhäällä varastotilana toimivan huoneen iso ikkuna.)

7.3 Eristeet

Talvipakkasilla lämpökameralla on hyvä tutkia rakennuksesta mahdolliset vuotokohdat, joista lämmin ilma karkaa ulos ja kylmä pääsee sisään. Vanhoissa taloissa usein eristeet on valunut rakenteissa alas, varsinkin jos eristeenä on käytetty purua. Eristeiden valumista oli myös tapahtunut kohteena toimivassa rakennuksessa. Puurakenteiset rakennukset elävät ja ajan saatossa rakenteissa tapahtuu kuivumista ja painumista. Seurauksena on usein että talosta tulee vetoisa. Ongelmakohtia ovat ovet, ikkunat ja talon nurkkaukset. Hyviäkin puolia hyvin ”hengittävässä” talossa kuitenkin on, sillä ilma pääsee vaihtumaan asunnoissa sekä rakenteet pysyvät kuivina.

7.4 Ullakko

Opinnäytetyön varsinaisena muuttumisleikkikohteena oleva ullakko oli tarkastelukerralla kaikenpuolin hyvässä kunnossa. Rakenteet ja välipohjan eristeenä toimiva puru olivat kuivia eikä ylimääräisestä kosteudesta tai kosteusvahingoista ollut minkäänlaisia havaintoja. Ensisilmäyksellä pystyi jo toteamaan, että ullakon

tilat tulevat olemaan ahtaat, sillä tila on kapea eikä harjan kohdalta saa kaikkea tilaa hyötykäyttöön.

Luonnonvaloa ullakolle ei juuri mistään tule, pientä ikkunaa lukuun ottamatta, joka sekkin on piilossa ahtaan nurkan takana. Ikkuna on nähtävissä kuvassa 1 ylhäällä vasemmalla ison ikkunan vasemmalla puolella. Toinen pieni ikkuna isomman ikkunan oikealla puolella on pienen varastotilan ikkuna.



KUVA 3. Ullakon ainoa ikkuna

8 TILAAJAN TOIVEET

Alun perin toiveena muutostyön myötä oli saada yksi lisävuokra-asunto ullakolle yksiön muodossa tai laajennus alakerran asuntoon. Myöhemmin kuitenkin yksiön lisäksi ullakolle haluttiin erillinen keittiö/oleskelutila. Kyseiseen tilaan oli jo aikaisemmin tehty oma kulku terassilta ja näin ollen julkisivua koristaakin neljä ovea, joista viimeisimpänä lisätty on muita hieman korkeammalla. Korkeusero johtuu sisäpuolen lattiatasojen eroista. Keittiö/oleskelutila voi siis tulla lisäosaksi johonkin kolmesta vuokra-asunnosta tai olla täysin erillisessä käytössä.

Huoneiden sijainnista tai toiminnoista ei juuri toiveita esitetty vaan tilasuunnittelu jätettiin avoimeksi; tavoitteena kuitenkin mahdollisimman käytännölliset ja helppokulkuiset tilat. Ainoa toive oli, että ullakolle tuleva wc tulisi mahdollisimman lähelle alakerran wc:stä ylösvedettyjä linjoja, helpottamaan putkitöitä.

9 SUUNNITTELU

Tavoitteena on saada rakennuksen yläkerran koko kapasiteetti hyötykäyttöön. Ullakkolaajennuksen yhteydessä käyttöön otetaan myös tyhjillään oleva huone, jota laajennetaan remontin yhteydessä.

9.1 Keittiö/oleskelutila

Kyseiseen tilaan on oma kulku terassilta. Ylös vievät raput ovat erittäin kapeat eikä niitä voi leventää ilman että joutuu kajoamaan kantaviin rakenteisiin. Mikäli siis tilaan halutaan suurempia esineitä tai kalusteita on ne vietävä toista kautta ennen väliseinän rakentamista. Kattorakenteen avaaminen on toinen vaihtoehto suurempien kalusteiden saamisessa keittiö/oleskelutilaan. Katon avaaminen tulee kyseeseen, mikäli tilaan asennetaan kattolyhty.

Keittiö/oleskelutilaan tulisi saada toimiva keittiö, tilaa viihtyisälle oleskelulle, WC sekä luonnonvaloa ja hätäpoistumistie. WC sijaintiin ei juuri pystytä vaikuttamaan, sillä putket on jo vedetty välipohjasta läpi suoraan alakerran vessasta ja pitkiä putkivetoja välipohjassa halutaan välttää. Tilan olemukseen voidaan vaikuttaa keittiön ja oleskelutilan suhteita vaihtelemalla.

9.1.1 Minikeittiö/ Pienoiseittiö

Mikäli tilan päätarkoituksena olisi oleskelu, ei niinkään ruoanvalmistus ja ruokailu, voitaisiin keittiön osalta tyytyä ns. minikeittiöön, jossa tarpeelliseksi nähdään

keittolevy tai -taso, pieni jääkaappi ja tiskiallas sekä liesikupu. (RT 93-10929. 5.) Minikeittiössä kaikki tarpeellinen saataisiin mahdutettua yhdelle seinustalle, joten tilaa jäisi huomattavasti enemmän oleskeluun. Tilaa viihtyisälle oleskelulle on kolmelle, mutta mikäli mukavuus ei ole prioriteettina tärkein, saa tilaan mahdutettua 4-5 henkilöäkin.

9.1.2 Tupakeittiö

Enempi ruoanlaittoon ja -tarjoiluun keskittyvänä tilana voisi toimia esimerkiksi tupakeittiö. Tupakeittiössä keittiö ja olohuone ovat samaa tilaa eivätkä niitä ole eroteltu väliseinällä, joka peittää näkyvyyden tilasta toiseen täysin. (RT 93-10929. 1.) Useimmiten keittiö sijaitsee yhdellä seinustalla. Ahtaassa tilassa on kuitenkin jaettava keittiö kahdelle tai useammalle seinustalle. Tupakeittiön varustus on minikeittiötä kattavampi sisältäen liedon, uunin, liesikuvun, tiskialtaan, jääkaapin tai jääkaappi/pakastin yhdistelmän.

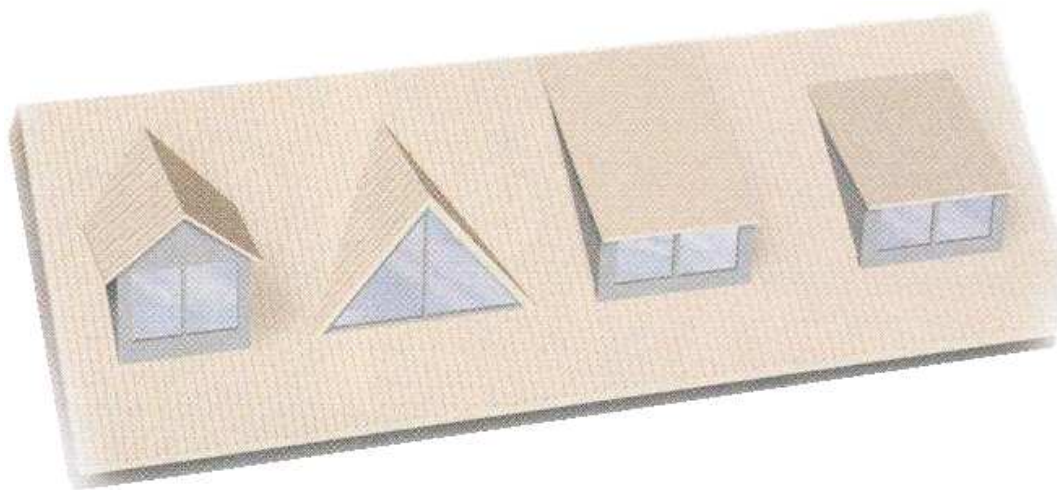
9.1.3 WC

Koska keittiö/oleskelutilasta haluttiin täysin itsenäinen tila, olisi suotavaa että tilassa olisi WC. Ilman WC:tä oleskelu voisi jäädä varsin lyhyeksi ja pihakasvit kärsisivät hieman normaalia happamammasta sateesta. Asennustöitä helpottamaan Keittiö/oleskelutilan WC tulisi alakerran WC:n kanssa samaan tai ainakin lähes samaan pystylinjaan, joten viemärointi ja vesilinjojen veto olisi mahdollisimman helppoa. Pieneen tilaan saa mahdutettua vain tarpeelliset eli wc-pytyn ja lavuaarin.

9.1.4 Luonnonvaloa keittiö/oleskelutilaan

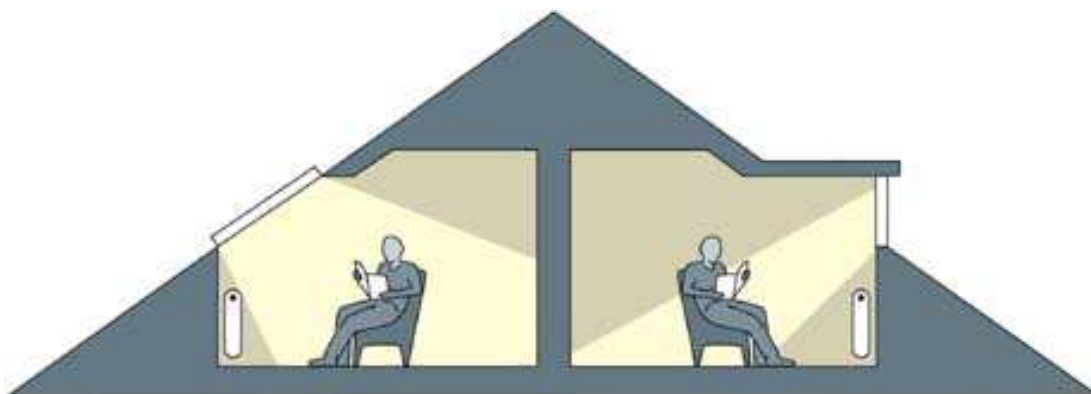
Vaihtoehtoina luonnonvalon saamiseksi kyseiseen tilaan ovat kattolyhty ja lapeikkuna. Kattolyhdyn puolesta puhuu se, että talossa on jo yksi kattolyhty sisäpihan puolella, joten toinen voisi sopia mainiosti viereen. Mallilyhdyllä on hyvä kokeilla, miltä talon yleisilme tulisi näyttämään, mikäli kattolyhty päätettäisiin asentaa. Lisäksi kattolyhty on helpompi vesieristää ja näin ollen olisi luotettavampi

ratkaisu kuin lapeikkuna. Kattolyhty, asennustavasta ja koosta riippuen, voisi myös tuoda lisäneliöitä ahtaaseen tilaan. Kaiken tämän lisäksi pystysuora ikkuna mahdollistaa ikkunan toimivan hätäuloskäyntinä.



KUVA 4. Kattolyhtyratkaisuja. (Nielsen ym. 2005. 51.)

Lapeikkuna taas on suhteellisen helppo asentaa kattovasojen väliin ja näin ollen niitä voi asentaa useammankin tarvittavan valomäärän saavuttamiseksi. Lapeikkuna ei myöskään talvella kerää lunta kuten kattolyhty, joten kasvavista lumikuormista ei tarvitse välittää. Koska keittiö/oleskelutila on ahdas, kattolyhty ei välttämättä yksistään riitä valaisemaan tilaa, joten tarvetta lapeikkunoille saattaa tulla. Lapeikkunat valaisevat 15 % enemmän kuin samankokoinen kattolyhty. (Nielsen ym.



2005. 48.)

KUVA 5. Kattoikkuna valaisee enemmän ja tasaisemmin kuin samankokoinen pystysuora ikkuna. (http://www.rakentaja.fi/Kuvat/velux/kattolyhty_ikkuna460.jpg)

9.1.5 Ongelmat

Huomioitavaa on, että tila on korkeimmassa kohdassa vain 2200mm ja vaakasuoraa kattoalaa ei tilassa paljoa ole. Korkein kohta on pääasiassa pyhitetty kulkemiselle sekä ruoanlaitolle. Matalimmillaan tila on 1600mm korkea harjakaton takia. Matalampiin osioihin voi asentaa pöytätaasoja ja istumapaikkoja, kuitenkin niin ettei ylös penkiltä noustessa pää osuisi kattoon. Viistopintojen ja vähäisen tilan takia hyllyjen ja kaapistojen asentamisessa tilaan tulee pysyä minimissään.

9.2 Makuuhuone ja WC (Yksiö)

Alakerran yhteyteen tuleva laajennus toimii makuuhuoneena. Makuuhuoneeseen saadaan säilytystilaa upottamalla matalia laatikostoja sivu-ullakon puolelle. Säilytyskomerojakin tilaan saa mahdutettua sisutuksesta riippuen.

Vanha oviaukko siirtyy lähemmäs hormia, jotta oviaukko ei olisi niin lähellä rappuja eikä hukkatilaa jää oven taakse oven ollessa auki.

Remontoinnin innokkuudesta ja keittiö/oleskelutilan koosta riippuen tilaan saadaan mahdutettua myös kylpyhuone tai WC. Ongelmia saattaa aiheutua viemäroinnistä, sillä jos putkia joudutaan vetämään pitempiä matkoja pitää kaatojen olla kohdillaan. Pitkät kaadot taas tarkoittaa lattiapinnan nousua. Mikäli kylpyhuone tai WC-tila päätetään rakentaa, tulee vedeneristykseen kiinnittää erityistä huomiota. Mikäli taas kylpyhuonetta tai WC:tä ei rakenneta voi tilaa käyttää varastointiin tai vaihtoehtoisesti keittiö/oleskelutilasta tehdä suuremman.

Makuuhuoneeseen luonnonvalon saaminen onnistuu asentamalla lapeikkunoita harjalle sekä talon päätyyn asennettavalla 12x12 ikkunalla, joka myös toimii hätäuloskäyntinä. Päätyikkunan asentaminen vaatii kattotuolien siirtämistä.

9.3 Vanhasta makuuhuoneesta olohuone

Huone on nykyisellään sopivan kokoinen makuuhuoneeksi. Huoneen alaa saa kuitenkin kasvatettua poistamalla vanhat kaapit sekä siirtämällä väliseiniä. Varastotilana toimiva pieni huone voidaan eristää ja tila yhdistää isompaan huoneeseen.

Huoneen laajennus tarkoittaa, että osa huoneen katosta madaltuu harjakaton takia. Matalampaan tilaan saa kuitenkin säilytystilaa, TV-tason tai muuta vastaavaa. Tila soveltuu paremmin olohuoneeksi kuin ullakon puoleinen tila koska se on suurimmaksi osaksi 2400mm korkea ja muutenkin suurempi ja avarampi. Huoneen alan kasvaessa tilaan täytyy saada enemmän päivänvaloa. Kaksi 6x6 ikkunaa yksi suurempi, 17x12, ikkuna riittää valomäärän saamiseen huoneeseen; iso ikkuna tulee toimimaan hätäuloskäyntinä.

9.4 Sivu-ullakot hyötykäyttöön

Matalat sivu-ullakot voi lämmöneristettynä yhdistää huonetilaan tai pitää varastotiloina. Joskus ne voidaan myös jättää kylmilleen entiseen tapaan, jolloin eristekerros sijoitetaan varsinaisen huonetilan ja ullakon väliseen seinään.

http://www.rakentaja.fi/artikkelit/6147/spu_rintamamiestalo_korjaus.htm

Oleskelutilan maksimoimiseksi ullakolla on hyvä ottaa muuten turhaksi tilaksi jäävät sivu-ullakot käyttöön. Matalat sivu-ullakot toimivat hyvin säilytystilana ja niihin voidaan upottaa laatikostoja. Tämä toimenpide hieman vaikeuttaa eristämistöitä, mutta säästää tilaa huomattavasti, ja ahtaassa ullakossa jokainen neliömetri merkitsee.

10 ERISTEET

10.1 Äänieristys

Oma rauha omassa asunnossa on asia, jota varmasti jokainen arvostaa ja olettaa myös saavansa. Ulkopuolelta tulevien äänien ei tarvitse aina olla äänentasoltaan kovia ollakseen kuitenkin häiritseviä, kuten esimerkiksi wc-tiloista kantautuvat äänet. Hyvin suunnitellulla ja toteutetulla äänieristyksellä voidaan kuitenkin edesauttaa asukkaita saamaan haluamansa rauha sekä minimoida häiritsevät äänet.

Suunnittelussa rakenteiden liitoskohdat tulee suunnitella tarkkaan sillä niinkin pienillä yksityiskohdilla, kuten seiniin upotettavilla pistorasioilla on merkityksensä äänieristetyissä seinissä. Välttääkseen äänien kantautumisen äänieristetyn seinän läpi pistorasiat tulee asentaa eri kohtiin sivuttaissuunnassa tai katkaistava äänisilta esimerkiksi ylimääräisellä eristetäytöllä ja lisälevyllä.

10.2 Ääneneristyksestä kirjallisuudessa

”Asuinkerrostaloissa ja muissa useamman asuinhuoneiston rakennuksissa merkittävin äänitekninen ongelma on äänien kulkeutuminen huoneistosta toiseen. Asumisenäänistä valitetaan paljon: Tv:n, radion ja musiikin kuuntelusta, kovaäänisestä puheesta, kävelystä, tavaroiden liikuttelusta ja kodinkoneiden toiminnasta aiheutuvista äänistä. Näihin äänilähteisiin ei voida vaikuttaa rakentamismääräyksillä, mutta niiden häiritsevyyttä voidaan vähentää hyvällä huoneistojen välisellä äänieristyksellä.

Muita äänilähteitä asuinrakennuksessa ovat vesijohto- ja viemäriverkosto sekä ilmanvaihtojärjestelmä. Niiden aiheuttamia ääniä voidaan vähentää hyvällä LVI-suunnittelulla ja äänieristyksellä. Selvästi erottuvat intiimeistä toiminnoista aiheutuvat äänet, vaikka eivät kovin voimakkaitakaan, voivat olla hyvin häiritseviä. Sen vuoksi esimerkiksi wc:n äänet eivät saa kuulua naapurihuoneistoon.” (Ympäristöministeriö. 15.)

Peseytymis- ja wc-tilat pyritään sijoittamaan kerros- ja rivitaloissa siten, etteivät ne rajoitu toisen huoneiston asuinhuoneisiin. jos ne kuitenkin rajoittuvat viereisen asunnon asuinhuoneisiin, LVI-laitteet ja -hormit suositellaan sijoitettavaksi irti huoneistojen välisestä seinästä. Peseytymis- ja wc-tilojen tulisi sijaita eteistilojen ja makuuhuoneiden läheisyydessä. (RT 93-10537.)

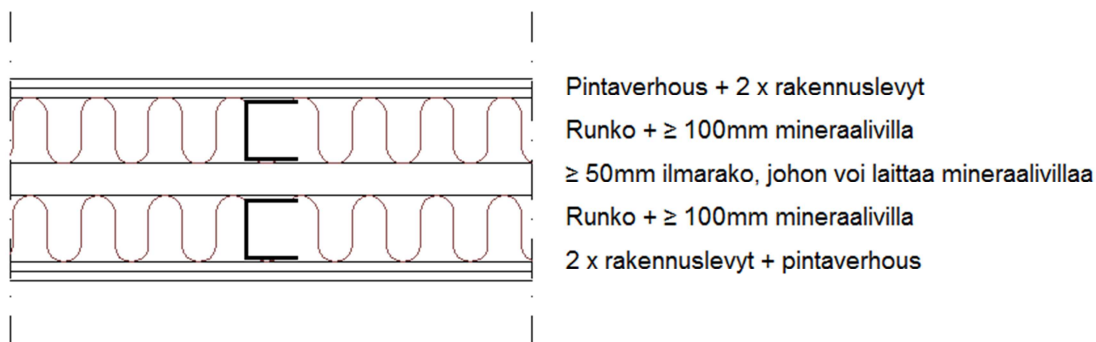
Hiljaisuutta vaativat huoneet, kuten makuu- ja olohuoneet, sijoitetaan mahdollisimman kauas tiloista, joissa on äänekkäämpää toimintaa, kuten porrashuoneista ja viereisen tai yläpuolisen huoneiston wc- ja kylpyhuonetiloista ja keittiöstä. (Ympäristöministeriö. 15.)

Kohteessa ullakolle valmiiksi vedettyjen viemäri- ja vesilinjojen mukaan helpoin ja kaikin puolin muutenkin järkevin ratkaisu olisi rakentaa wc-tilat kiinni ullakolle tulevan keittiö/oleskelutilan ja yksiön väliseen äänieristettyyn väliseinään. Tässä tapauksessa huomioitavaa oli häiritsevien äänien eristäminen niin, etteivät ne kuulu väliseinän toiselle puolelle keittiö/oleskelutilaan.

10.3 Kohteen äänieristetyt rakenteet

10.3.1 Väliseinä, (WC - keittiö/oleskelutila)

Rakennusmääräyskokoelma C1:n mukaan asuinrakennuksessa pienin sallittu ilmääänieristysluku $R'w$ on 55dB. Väliseinän rakenteeksi valittiin kaksinkertainen rakenne, jolla saatiin ääneneristävyydeksi $R'w \geq 55$ dB. (RakMk C1)



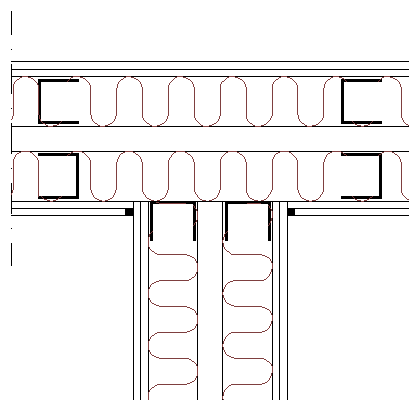
DET1

(Rakenne: RIL 129-2003, Ääneneristyksen toteuttaminen. 28.) Rakenteen ilmarakoa pienenetty 100mm:stä 50mm, joten $R'_{w} = 55\text{-}60\text{dB}$.

Kaksinkertaisissa seinärakenteissa ääneneristävyys paranee sitä myöten mitä suurempi väli seinien välillä on; lisäämällä seinäpuoliskojen massaa voi eristävyyttä kasvattaa. Seinäpuoliskojen välillä ei saa olla kiinteä yhteyttä mutta väliin voi laittaa mineraalivillaa, joka parantaa ilmaäänieristävyttä entisestään.

Kaksinkertaisissa rakenteissa sääntönä on, että rakenne päättyy myös kaksinkertaiseen rakenteeseen, muuten ääneneristävyys kärsii koska ääni pääsee kiertämään yksinkertaista rakennetta pitkin toiseen tilaan. (RIL 129-2003. 11,15.)

DET2

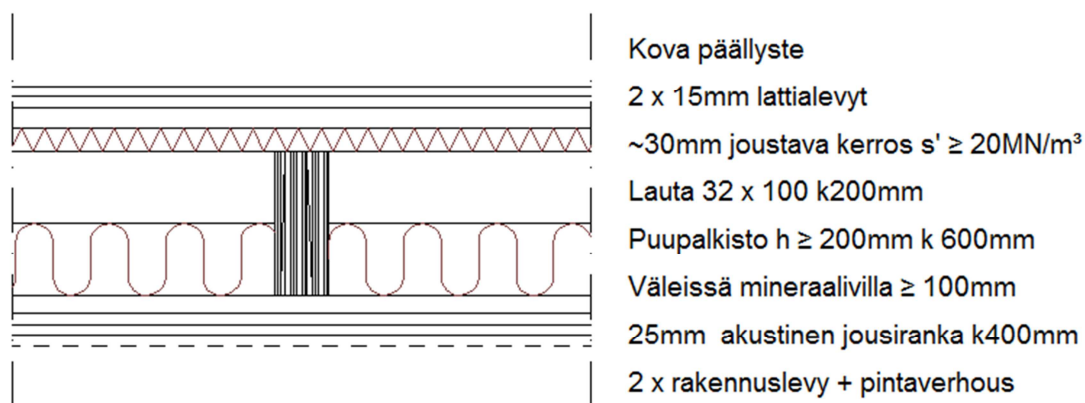


Esimerkki kaksinkertaisen rakenteen liitoskohdasta toiseen kaksinkertaiseen rakenteeseen. (Rakenne: RIL 129-2003. 53.)

10.3.2 Välipohja

Välipohjassa askeläänieristys on ilmaäänieristystä tärkeämpää. Toisin kuin ilmaäänieristyksessä, askeläänieristyksessä eristävyys on sitä parempi, mitä alhaisempi askeläänitaso on. Asuinhuoneessa mitattu askeläänitasoluku ei saa ylittää 53dB. (RIL 129-2003. 130.)

Välipohjan paksuus tulee olla noin 300mm, jotta päästään suositeltavaan askeläänitasoon, $L'_{n,w} \leq 53\text{dB}$, rakenteessa. Välipohjan hirsipalkkisto on 80x225, joten palkkeja on korotettava tai viereen asennettava palkkisto joka kannattelee lattiarakennetta.



DET3

(Rakenne: RIL 129-2003. 138.)

Levy- ja puulattiasta saadaan kelluvaa lattiaa muistuttava rakenne kun korokkeiden alle asetetaan joustava kerros. Kerros voi olla mineraalivilla, pehmeä puukuitulevy tai kumi. Hyvin suunniteltuna ja tehtynä kyseisellä rakenteella päästää samoihin askeläänitasolukemiin kuin kelluvilla betonilaatoilla.

Lattiarakennetta tehtäessä on huomioitava, että puutavara on sopivan kuivaa kiinnitysvaiheessa, jotta kutistumista tai paisumista ei pääsisi tapahtumaan kiinnityksen jälkeen. Oikeaoppisella kiinnityksellä lattian nitinä ja natina saadaan ehkäistyä. Hyvä konsti ennen asennusta on pitää käytettävä puutavaraa kyseisessä tilassa, johon ne asennetaan, muutamasta päivästä viikkoon. (RIL 129-2003. 136.)

11 LÄMMÖNERISTYS

Hyvällä lämmöneristyksellä saadaan lämmin ilma pidettyä sisällä ja kylmä ilma ulkona. Oikeaoppisesti tehty lämmöneristys estää myös kosteuden muodostumisen, jolloin eristeet eivätkä rakenteet vahingoitu. Varsinkin kohtuullisen suuressa ja vanhassa rakennuksessa, kuten opinnäytetyön kohteena olevassa rintamamiestalossa energiansäästö on huomattavaa kun eristeet sekä ikkunat ja ovet uusitaan nykypäivän standardeja vastaaviksi. Energiansäästön parantuessa luonnollisesti pienenevät samalla lämmityskustannukset.

Koska tarkoituksena on kuitenkin keksittyä ullakon muutostöihin, käydään nyt läpi vain ja ainoastaan ullakon sisäpuolinen lämmöneristys. Kohteen rintamamiestalon on kaavailtu tulevaisuudessa ulkoseinien lisäeristämistä sekä ikkunoiden uusimista, kuten aiemmin mainittu.

Ullakon suoraan ulkoseiniin kosketuksissa oleviin tiloihin voidaan asentaa helposti lisälämmöneristystä vaikka suoraan vanhan pintaverhouksen päälle, kuten rakennuslevyn.

11.1 Määräyksiä lämmöneristyksestä

Kun kylmästä ullakosta tehdään lämmin asuin tila, tarkoittaa se Suomen Rakennusmääräyskokoelman mukaan tilaa, jonka mitoittavaksi huonelämpötilaksi lämmityskaudella valitaan vähintään +17 °C.

Rakennuksen vaippaan kuuluvan seinän, yläpohjan tai alapohjan lämmönläpäisykerroin saa olla enintään 0,60W/m²K. Lämpimän tilan ikkunan lämmönläpäisykerroin saa olla enintään 1,8W/m²K. (RakMK C3.)

11.2 Polyuretaani eristeenä

Polyuretaanieristettä, PU-eriste, on käytetty eristeenä jo vuosikymmeniä ja on nykyään markkinoiden tehokkain yleisesti käytössä oleva rakennuseriste. Yleisiä PU-

eristeitä ovat alumiinipintaiset eristelevyt sekä ikkuna- ja ovikarmien tiivistykseen käytettävä PU-saumavaahdot.

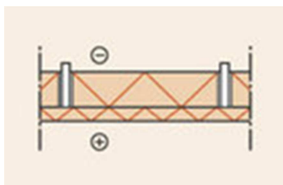
PU-eristeiden etuja ovat alhainen lämmönjohtavuus, joten sitä tarvitaan vähemmän vaadittavan lämmöneristävyuden saavuttamiseksi kuin esim. mineraalivillaa. Polyuretaani pitää muotonsa pitkään, käyttöikä rakentamisessa 100 vuotta, joten eristekerros ei valu tai ohene missään vaiheessa. Lujuusominaisuudet ovat hyvät PU-eristeillä, joten sitä voidaan käyttää rakenteellisesti hyödyksi. esim. estämään runkotolppien nyrjähtämistä puurunkoisissa seinäelementeissä.

Palon sattuessa polyuretaanieristeet ovat lähes palamattomia, sillä eriste hiiltyy, joka puolestaan hidastaa palon leviämistä ja uudelleen syttymistä. Muita etuja ovat veden ja kosteuden sietokyky, tiiviys ja kemiallinen kestävyys. Polyuretaanieristeet voidaan kierrättää tai polttaa energiaksi, joka tekee siitä myös ekologisen eristeen.

(<http://www.pueristeet.fi/pu-eristeet/pu-eristeen-edut/>)

Kohteen rintamamiestalon yläpohjan lämmöneristeenä käytetään SPU-eristeitä. SPU-eristeillä helpotetaan eristeiden asennusta ja sekä säästetään tilaa, sillä polyuretaanilevyt vievät huomattavasti vähemmän tilaa kuin saman tehoinen mineraalivilla, koska erillisiä tuulensuojalevyjä eikä kosteussulkua tarvita. Tarvittava lämmöneristävyys saavutetaan ohuella kerroksella eristettä. Normaalin 100mm tuuletusvälin sijaan SPU-eristeellä vaatimus on vain väh.50mm aluskatteesta.

(<http://www.spu.fi/ratkaisut/pientalot-ja-rivitalot/katot-ylapohjat>)



KUVA 6. Eriste kattokannattajien välissä ja alapuolella

(http://www.rakentaja.fi/tuoteinfo/TM_926_spu_lammoneristeet.htm)

Nykypäivän polyuretaanieristeet on suhteellisen helppoja asennettavia sekä asennusohjeet selviä, jotta niin sanotut tee-se-itse-miehet ja -naiset pystyvät asennustyöt tekemään. Asennuksen helppoudesta huolimatta on kuitenkin syytä asennusvaiheessa olla erittäin huolellinen, sillä huonosti asennettu eriste voi

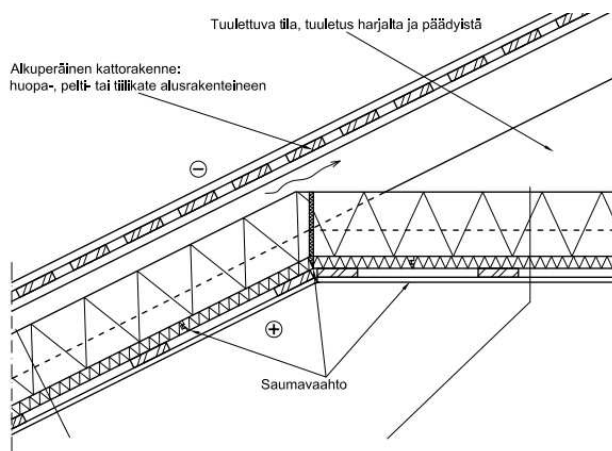
aiheuttaa rakennukselle suurtakin vahinkoa. SPU:n Internet-sivuilta pääsee katsomaan asennusvideoita, jotka auttavat ja antavat hyviä vinkkejä asennustöihin.

11.3 Yläpohja

Yläpohjassa pyritään mahdollisimman hyvään lämmöneristävyyteen mahdollisimman pienellä materiaalipaksuudella, jotta arvokasta ”päätilaa” jo entuudestaan matalassa ullakkotilassa ei menisi yhtään enempää kuin pakko.

SPU Eristeiden kotisivuilla on mahdollista nähdä esimerkkejä rakenneratkaisuista niin uudis- kuin korjausrakennuskohteisiin aina yläpohjasta alapohjaan. Kohteen ullakon yläpohjaratkaisu löytyi samaisilta sivuilta (Kuva 5).

Lämmöneristyskerrosta lisätessä tulee huomioida tuuletusvälit. Laiminlyönti johtaa puutteelliseen tuuletukseen ja hyvin todennäköisesti yläpohjan vaurioitumiseen.



Vino-Osan rakenne

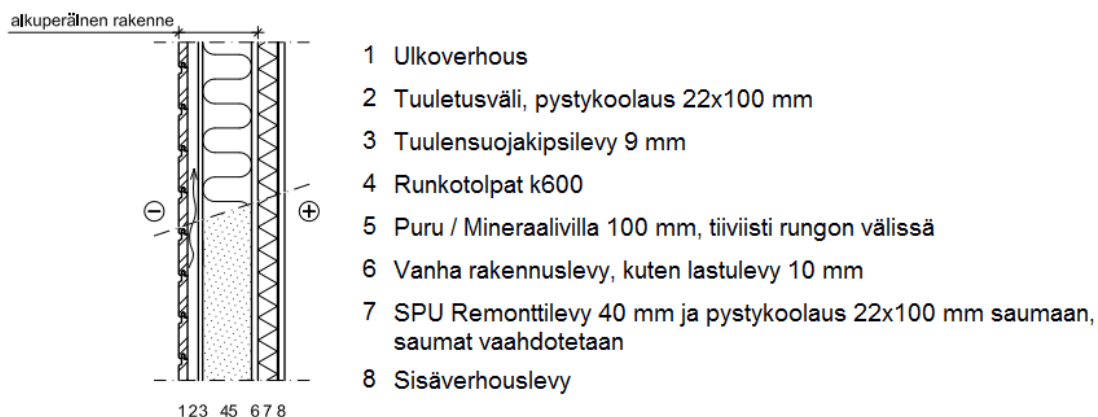
- Aluskatteen ja SPU Vintti-litan välinen tuuletusväli ≥ 50 mm
- Kattoristikoiden yläpaarten korkeutta kasvatetaan tarvittaessa paarten alapintaan naulattavalla puurimalla
- SPU Vintti-lita 160 mm, vaahdotus runkoon
- SPU Sauna-Satu (30 mm), saumat vaahdotetaan
- Asennustila, koolaus 22x100 mm k400
- Paneeli

Kuva 7. Yläpohjan lämmöneristys

(<http://spu.studio.crasman.fi/file/dl/i/WfdnlQ/7k7Af4ghJv8SO9ct0hffyg/DET22.pdf>)

11.4 Ulkoseinä

Rakenne, kuva 6, tulee olemaan tiloissa, jotka ovat suoraan yhteydessä ulkoseinään. Kyseinen lisäeristys koskee siis pääasiassa laajennuksen yhteyteen tulevaa huonetta, ei ullakon puoleista tilaa.



Kuva 8. Ulkoseinän lämmöneristys

(<http://spu.studio.crasman.fi/file/dl/i/N8hAqg/HoJHAIzckQgzAslWhuunow/US140k.pdf>)

Yläpohjarakenteen (Kuvan 7) U-arvoksi oli SPU Eristeiden sivulla ilmoitettu 0,13 W/m²K. Ulkoseinän (Kuva 8) vastaavaksi luvuksi, purun ollessa eristeenä, on ilmoitettu 0,40 W/m²K. Puru on varmasti ajan saatossa paikoin löystynyt ja valunut samalla huonontaen rakenteiden lämmöneristystä.

Suomen rakennusmääräyskokoelmassa C3 on annettu lämpimän tilan rakennusosille seuraavat vertailuarvot lämmönläpäisykertoimelle U:

Seinä	0,17 W/m ² K
Yläpohja	0,09 W/m ² K
Ikkuna, kattoikkuna, ovi	1,0 W/m ² K

Kohteen ullakon eristyksissä ei vertailuarvojen tasolle päästä ainakaan seinissä, ennen kuin ulkoseinien ulkopuolinen lämmöneristys uusitaan. Remontin yhteydessä asennettavat uudet ikkunat tulevat varmasti pääsemään ainakin lähelle vaadittavaa U-arvoa.

Yläpohjan kohdalla ratkaisee tietenkin tila, koska pienelläkin eristepaksuudella huonekorkeus jää matalaksi suurimmassa osassa ullakkoa.

11.5 U-arvo

U-arvo eli lämmönläpäisykertoimella, aikaisemmin k-arvo, tarkoitetaan lämpövirran tiheyttä, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien tilojen välillä on yksikön suuruinen. Mitä pienempi U-arvo, sitä parempi lämmöneristys. Yksikkönä käytetään $W/(m^2K)$. (RakMk C3. 3.)

U-arvo lasketaan kaavalla:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 \dots R_{se}$$

R_{si} = sisäpuolen pintavastus

R_{se} = ulkopuolen pintavastus

$$R_1 = d_1/\lambda_1$$

d_1 = ainekerroksen paksuus [m]

λ_1 = lämmönjohtavuus [W/mK]

Ulkoseinän U-arvo

Rakennekerros	d [m]	λ [W/mK]	R
Rse			0.04
Ulkovuoraus	0.45	0.12	3.75
Tuulensuojakipsilevy	0.009	0.21	0.04
Puru, lövsä	0.1	0.12	0.83
Pvstyrunko	0.1	0.12	0.83
Lastulevy	0.01	0.10	0.1
SPU remonttilevy	0.04	0.023	1.74
Sisäverhouslevy, kipsilevy	0.013	0.21	0.06
R_{si}			0.13
R_T			2.91
U			0.34

Lasku 1. U-arvon laskenta käyttäen taulukkoa. (Arvot: RakMK C4)

Esimerkkilasku poikkeaa vain hieman kuvan 8 rakenteelle annetusta arvosta, laskun arvon ollen hieman parempi eristävyiden kannalta. Ulkopuolisen eristyspaksuuden lisäämisessä ja uusimisessa tai pelkästään purun korvaamisella esim. mineraalivillalla U-arvo pienenee jo merkittävästi.

Samalla periaatteella lasketaan yläpohjan U-arvo. Kuvan 7 rakenteen U-arvo tulee kohteessa olemaan suurempi pienemmän eristepaksuuden takia. Lämmöneristys kohteessa paranee kuitenkin merkittävästi

12 PALOERISTYS

Suomen Rakennusmääräyskokoelman, E1 Rakennuksen paloturvallisuus, mukaan opinnäytetyön kohteena oleva asuinrakennus luokitellaan paloluokkaan P3, jolloin kantaville rakenteille ei tarvitse asettaa erityisvaatimuksia palonkestävyyden suhteen. Asuinrakennuksen sisältäessä useampia huoneistoja, jokainen huoneisto on oma palo-osasto. Palo-osastoinnin tehtävänä on rajoittaa palon ja savun leviämistä rajoittaen omaisuusvahinkoja ja helpottaen pelastus- ja sammutustöitä.

Palo-osastoinnin takia sisäpintojen paloluokitukseksi asetetaan EI30, jossa E on tiiviys, I on eristävyys sekä luku 30, joka osoittaa palonkestävyyden minuutteina. Tarvittavaan luokitukseen päästään seinissä ja katossa asentamalla päällekkäin kaksi erikoiskovaa Cyproc-levyä. (RakMK E1)

12.1 Hätäpoistumistiet

Hätäpoistumistie eli uloskäytävä vaaditaan jos tilasta on vain yksi uloskäynti.

Ullakolla tulee osastoinnista johtuen olla kaksi uloskäytävää. Yksi uloskäytävä riittää yhteen tilaan, mikäli kulkureitti uloskäytävälle on enintään 30m. Leveyttä uloskäytävällä olisi hyvä olla minimissään 1200 mm. (RakMk E1 2011. 27-30.)

Hätäpoistumistiet tulevat keittiö/oleskelutilan puolella katolle asennettavaan kattolyhdyn yhteyteen. Ullakon makuuhuoneen hätäuloskäynti asennetaan avattavan

päätyikkunan kohdalle. Toinen mahdollisuus on laittaa hätäuloskäynti olohuoneen puolelle. Molempi tietenkin parempi mikäli naapurin kokkailut lähtee käsistä.

13 LASKELMAT

Laskelmissa käytettiin osviittana Eurokoodi 5:stä koottua ja yksinkertaistettua lyhennettyä suunnitteluohjetta, Puurakenteiden suunnittelu - Lyhennetty suunnitteluohje, kolmas painos.

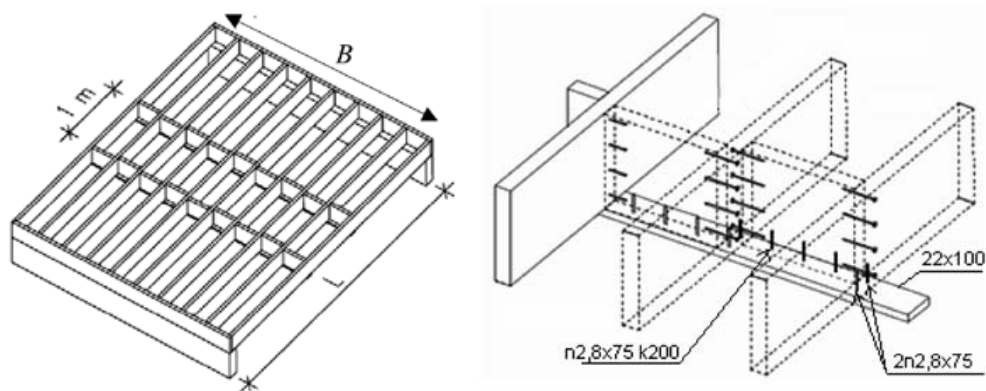
Laskelmat rajoittuvat opinnäytetyössä vain välipohjapalkiston kantavuuden toteamiseen. Rakennesuunnitelmia tehdessä tulisi laskemalla todeta muidenkin kantavien rakenteiden kestävyys, kuten välipohjapalkkia kannatteleva palkki, yläkattopalkki ja kurkipalkki.

13.1 Välipohjapalkin laskenta

Välipohjapalkin laskennassa on Eurokoodien käyttöönoton myötä tullut aiheelliseksi huomioida useimmiten välipohjapalkiston laskennassa määräävät tekijät, lattian värähtely sekä 1 kN staattisen pistevoiman aiheuttama painuma. (RIL 205-1-2009. 92.)

Värähtely voidaan asuinrakennuksissa kokea häiritseväksi tai haitalliseksi joko suoraan kehon tai esineiden värähtelyn kautta. Värähtelyn lähtökohtana tutkimuksissa on pidetty kävelyä, joka on yleisin värähtelyheräte asuinrakennuksissa. Kävelevä henkilö ei itse värähtelyä eikä lattian notkumista välttämättä havaitse, mutta muille läsnä oleville se saattaa olla häiritsevää. (VTT, 2002. 9)

Laskuissa huomioitavaa on, että palkkirakenteisessa välipohjassa käytetään kahta poikittaisjäykistelinjaa kun $L > 4$ m. Välipohjapalkin laskenta liitteessä 1.



Kuva 9. Poikittaisjäykistetty palkkirakenteinen välipohja.

(Puurakenteiden suunnittelu - Lyhennetty suunnitteluohje.)

14 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aihe oli minulle mielenkiintoinen vaikka olisinkin halunnut olla mukana enemmän käytännön asioissa, mukaan lukien rakennusvaihe. Aihetta tutkiessa oppi paljon uutta ja jo opituissa asioissa sai hyvää ja arvokasta kertausta. Opinnäytetyön toteutusmahdollisuuksia oli useampia. Työ olisi voinut olla

esimerkiksi enemmän suunnittelupohjainen, jolloin se olisi perustunut pitkälti laskelmiin, kuten määrä- ja kustannuslaskentaan sekä rakennesuunnitteluun. Nyt opinnäytetyössä tuli käytyä teoriaa laajemmin ja laskut jäivät toissijaiseksi.

Opinnäytetyön alkuvaiheissa olin innoissani käyttäjän kanssa asioiden ja toiveiden läpikäynnistä sekä kohteen tutkimisesta ja mittailusta. Harmittamaan jäi tosiasia, että talon historiasta ei juuri mitään tietoa saanut. Alkuvaiheessa rakenteiden tutkiminen kiinnosti henkilökohtaisesti, sillä oli mielenkiintoista nähdä miten rakenneratkaisut oli aikoinaan hoidettu. Paikoitellen ratkaisut olivat melko suurpiirteisiä. Tilojen ahtaus oli jo alussa huolestuttava ja suunniteltujen tilojen, vaikkakin suuntaa-antavia olikin, käytännöllisyys oli vaikeaa piirustuksissa todeta.

Opinnäytetyön päätavoite oli saada tilaajalle tilasuunnitelmat yläkertaan. Jotta opinnäytetyö kuitenkin saatiin tavoitteen ympärille tehtyä, piti aihetta laajentaa. Aiheen laajennus tässä tapauksessa tarkoitti pintaraapaisua rintamiestalon historiasta, ullakkolaajennuksen teoriasta ja tarvittavista laskelmista.

Tilaajan toiveena ei siis ollut saada opinnäytetyöstä itselleen lupakuvia rakennusluvan hankkimiseen, vaan tee-se-itse-miehenä tilaaja tarvitsi vain suunnitelmia, joiden mukaan hän pystyisi jotakuinkin saamaan ullakon asumiskelpoiseksi.

Kerrasta viisastuneena tekisin asiat varmasti erilailla aivan alusta asti. Tilaajan kanssa käytäisiin asiat läpi tarkemmin ja lyötäisiin asiat lukkoon, jotta jatkuvia muutoksia ei työn edetessä tulisi. Omassa työssä pyrkisin selvään kokonaisuuteen, jossa asiat syväluodattaisiin eikä epäselvyyksille jäisi sijaa. Työskentelymetoditkin varmasti olisi hyvin erilaiset jos uudestaan työtä lähtisin tekemään.

LÄHTEET

Asko Talja, Tomi Toratti, Erkki Järvinen. 2002. Lattioiden värähtelyt - Suunnittelu ja kokeellinen arviointi. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Viitattu 6.10.2014. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2002/T2124.pdf>

Nielsen, J., Stensgård, S., Wagner, J., Svendsen, P., Krogh, K., Hansen, L., Raun, C. & Jorgensen, P. ym. 2005. Suuri suomalainen tee itse -käsikirja – Vesikatto. Bonnier Publications A/S.

Olenius, A., Koskenvesa, A., Penttilä, H. 2006. Puutalon remontti. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Polyuretaanieriste, PU-eriste. Ominaisuudet. Viitattu 6.10.2014. <http://www.pueristeet.fi/pu-eristeet/pu-eristeen-edut/>

RIL 205-1-2009. Liite B. 2009. Puurakenteiden suunnittelu. Lyhennetty suunnitteluohje. Eurokoodi 5. Viitattu 6.10.2014. <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteiden-suunnittelu/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteiden-suunnittelu/eurokoodi5lyhennettysuunnitteluohjwwwkolmaspainos10913rilinkorjauksin.pdf>

RIL 205-1-2009. Puurakenteiden suunnitteluohje, Eurokoodi EN 1995-1-1. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 129-2003. Ääneneristyksen toteuttaminen. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RT-10387. 1989. Talonrakennushankkeen kulku. Ohjetiedosto. Rakennustieto Oy.

RT 93-10537. 1994. Asunnon peseytymis- ja wc-tilat. Ohjetiedosto. Rakennustieto Oy.

SPU-Eristeet. Detaljikirjasto. Viitattu 7.10.2014. <http://www.spu.fi/suunnittelu/detaljikirjasto/katot-ylapohjat/>

SPU-eristyskoulu. Rintamamiestalon remointi. Viitattu 6.10.2014. http://www.rakentaja.fi/artikkelit/6147/spu_rintamamiestalo_korjaus.htm

SPU-Eristeet. Pien- ja rivitalojen katot ja yläpohjat. Viitattu 7.10.2014. <http://www.spu.fi/ratkaisut/pientalot-ja-rivitalot/katot-ylapohjat>

Suomen RakMk C1. 1998. Ääneneristys ja torjunta rakennuksessa. Määräykset ja ohjeet 1998. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.

Suomen RakMK C3. 2003. Lämmöneristys. Ohjeet 2003. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.

Suomen RakMK C4. 2012. Lämmöneristys. Ohjeet 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.

Suomen RakMK G1. 2005. Asuntosuunnittelu. Määräykset ja ohjeet 2005. Helsinki: Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto.

Suomen RakMK E1. 2011. Rakennuksen paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Thorstensen, D. 2004 Puutalon kunnostusopas. Helmi Kustannus.

Ympäristöopas 28. 1997. Kosteus ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. Helsinki: Ympäristöministeriö.

VÄLIPOHJAPALKIN LASKENTA

Palkin tiedot ja materiaaliominaisuudet

Kerto-S 75x260k600

L=4445mm

Käyttöluokka 1

(RIL 205-1-2009. 30-31)

Aikaluokka: Keskipitkä

(RIL 205-1-2009, 30)

Seuraamusluokka: CC2→K_{FI}=1,0

(RIL 205-1-2009. 26)

$k_{mod} = 0,8$

Muunnoskerroin

(Eurokoodi 5, taulukko 3.1)

$k_{def} = 0,6$

Virumaluku

(Eurokoodi 5, taulukko 3.2)

$E_{mean} = 13800\text{N/mm}^2$

Kimmoduuli

(Eurokoodi 5, taulukko 3.4)

$f_{m,k} = 44\text{N/mm}^2$

Ominaistaivutuslujuus

(Eurokoodi 5, taulukko 3.4)

$\gamma_M = 1,25$

Osavarmuusluku

(Eurokoodi 5, taulukko 2.7)

$\Psi_2 = 0,3$

Muuttuvan kuorman

(RIL 205-1-2009. 27)

yhdistelykerroin

Kuormitus

Palkkijako (s)=0,6m

$G_k = 1,0\text{kN/m}^2$

Omapaino, sisältää ei-kantavat kevyet väliseinät
(Pysyvä)

$Q_k = 2,0\text{kN/m}^2$

Hyötykuorma (Keskipitkä)

$$P_d = s \cdot (1,5 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_k) \Rightarrow 0,6 \cdot (1,5 \cdot 1,0 + 1,5 \cdot 2,0) = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

Taivutusmitoitus

Maksimi taivutusmomentti

$$M_d = \frac{P_d \cdot L^2}{8} \Rightarrow \frac{2,5 \cdot 4,445^2}{8} = 6,2 \text{ kNm}$$

Taivutusjännitys

$$\delta_{m,d} = \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h^2} \Rightarrow \frac{6 \cdot 6,2 \cdot 10^6}{75 \cdot 260^2} = 7,34 \text{ N/mm}^2$$

Taivutuslujuus

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \Rightarrow \frac{44 \cdot 0,8}{1,25} = 28,16 \text{ N/mm}^2$$

Mitoitusehto

$$\delta_{m,d} \leq f_{m,d} \Rightarrow 7,34 \text{ N/mm}^2 \leq 28,16 \text{ N/mm}^2$$

Käyttöaste 26%

Taipumamitoitus

Palkin jäyhyysmomentti

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} \Rightarrow \frac{75 \cdot 260^3}{12} = 109,85 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Hetkellinen taipuma

Pysyvät kuormat

$$W_{instG} = \frac{5 \cdot s \cdot G_k \cdot L^4}{384 \cdot E_{mean} \cdot I_y} \Rightarrow \frac{5 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 4445^4}{384 \cdot 13800 \cdot 109,85 \cdot 10^6} = 2,1 \text{ mm}$$

Muuttuvat kuormat

$$W_{instQ} = \frac{5 \cdot s \cdot Q_k \cdot L^4}{384 \cdot E_{mean} \cdot I_y} \Rightarrow \frac{5 \cdot 0,6 \cdot 2,0 \cdot 4445^4}{384 \cdot 13800 \cdot 109,85 \cdot 10^6} = 4,1 \text{ mm}$$

Kokonaistaipuma

$$W_{inst} = W_{instG} + W_{instQ} \Rightarrow 2,1 \text{ mm} + 4,1 \text{ mm} = 6,2 \text{ mm}$$

Mitoitusehto

$$\text{Taipumaraja } W_{inst} \leq \frac{L}{400} \Rightarrow 6,2 \leq \frac{4445}{400} = 11,2 \text{ mm}$$

Käyttöaste 55%

Lopputaipuma

$$W_{fin} = [(1 + k_{def}) \cdot W_{instG} + (1 + 0,3 \cdot k_{def}) \cdot W_{instQ}] \Rightarrow [(1 + 0,6) \cdot 2,1 + (1 + 0,3 \cdot 0,6) \cdot 4,1] = 8,2 \text{ mm}$$

Mitoitusehto

$$\text{Taipumaraja } W_{fin} \leq \frac{L}{300} \Rightarrow 8,2 \leq \frac{4445}{300} = 14,8 \text{ mm}$$

Käyttöaste 55%

Värähtely

Palkin taivutusjäykkyys

$$(EI)_p = E_{mean} \cdot I_y \Rightarrow 13800 \cdot 109,85 \cdot 10^6 = 1,52 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

Liimatun T-poikkileikkauksen taivutusjäykkyys

$$(EI)_T = (2,2 - 0,1 \cdot L) \cdot (0,4 + s) \cdot (EI)_p \Rightarrow (2,2 - 0,1 \cdot 4,445) \cdot (0,4 + 0,6) \cdot 1,52 \cdot 10^{12} = 2,7 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

Mikäli palkin leveys $b = 50 \dots 100 \text{ mm}$, jäykkyyttä pienennetään kertoimella,
 $k = 1,15 - 0,003 \cdot b \Rightarrow 1,15 - 0,003 \cdot 75 = 0,923$ (RIL 205-1-2009. 206)

$$(EI)_T = 2,7 \cdot 10^{12} \cdot 0,925 = 2,5 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

Työmaalla liimatun T-poikkileikkauksen taivutusjäykkyys

$$(EI)_L = 0,5 \cdot [(EI)_p + (EI)_T] \Rightarrow 0,5 \cdot (1,52 \cdot 10^{12} + 2,5 \cdot 10^{12}) = 2,01 \cdot 10^{12} \text{ mm}^2$$

Lattian omapainon ja pitkäaikaisen hyötykuorman yhteinen massa

$$m = \frac{Q_k + \Psi_2 \cdot Q_k}{9,81} \Rightarrow \frac{1000 + 0,3 \cdot 2000}{9,81} = 163,1 \text{ kg/m}^2$$

Lattian ominaistajuus

$$f_1 = \frac{\pi}{2 \cdot L^2} \cdot \sqrt{\frac{(EI)_L}{s \cdot m}} \Rightarrow \frac{\pi}{2 \cdot 4,445^2} \cdot \sqrt{\frac{2,01 \cdot 10^6}{0,6 \cdot 163,1}} = \approx 11,4 \text{ Hz} \quad (\text{Nmm}^2 \rightarrow \text{Nm}^2)$$

Mitoitusehto

$$f_1 \geq 9 \text{ Hz} \Rightarrow 11,4 \geq 9 \text{ Hz} \quad \text{Ei vaadita erikoistarkastelua}$$

Taipuma 1kN:n pistekuormasta

$$\delta_L = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot (EI)_L \cdot s} \Rightarrow \delta_L = \frac{1000 \cdot 4,445^3}{48 \cdot 2,01 \cdot 10^{12} \cdot 0,6} = 1,52 \text{ mm}$$

Taipumaa voidaan korottaa korotuskertoimella k (RIL 205-1-2007.91.)

$$k = \frac{1}{0,318 + 0,114 \cdot L} \Rightarrow \frac{1}{0,318 + 0,114 \cdot 4,449} = 1,213$$

$$\delta_{\max} = k \cdot \delta_L \Rightarrow 1,213 \cdot 1,52 = 1,84 \text{ mm}$$

Mitoitusehto

$$k_B \cdot k_S \cdot \delta_L \leq 1,84$$

(RIL 205-1-2009. 208)

k_B = Lattian poikittaissuunnan jäykkyyden ja huoneen koon huomioon ottava kerroin

k_S = Lattiapalkkien välisestä etäisyydestä riippuva kerroin

δ_L = Laskennallinen 1kN staattisen pistevoiman aiheuttama lattiapalkin suurin hetkellinen taipuma

Poikittaisjäykistetyssä rakenteessa voidaan käyttää kertoimelle

k_B arvoa 0,5

(RIL 205-1-2009. 208)

$$k_B = 0,5$$

$$k_S = \sqrt{\frac{s}{0,6}} \Rightarrow \sqrt{\frac{0,6}{0,6}} = 1$$

$$0,5 \cdot 1 \cdot 1,52 = 0,76mm \leq 1,84mm$$

Käyttöaste 41%

Kokonaispainuma saa olla palkkien välissä vaikuttavan 1kN pistevoiman kohdalla enintään $k \cdot 0,5 + 0,5 \Rightarrow 1,213 \cdot 0,5 + 0,5 = 1,11mm$ (RIL-1-2009. 92)

Rakenne täyttää värähtelymitoituksen.