



**TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
ÅBO YRKESHÖGSKOLA**

Opinnäytetyö

TALO VESTERLUND

Simolin Joonas

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2009

Turun ammattikorkeakoulu
Tekniikka, ympäristö ja talous
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talonrakennustekniikka
Simolin Joonas

Opinnäytetyö

Talo Vesterlund

Hyväksytty

Turussa ____/____2009

Valvoja

Tekn. lis. Vesa Virtanen

Koulutuspäällikkö

Tekn. lis. Raimo Vierimaa

Koulutusohjelma: Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Tekijä: Simolin Joonas	
Työn nimi: Talo Vesterlund	
Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka	Ohjaaja: Tekn. lis. Vesa Virtanen
Opinnäytetyön valmistumisajankohta: Huhtikuu 2009	Sivumäärä: 56 + 72
<p>Opinnäytetyön aiheena oli laatia pääpiirustukset omakotitalon ja autokatoksen rakennusluvan hakemista varten sekä tehdä kohteen rakennesuunnittelu. Suunnittelussa kiinnitettiin huomiota eri tilojen toimivuuteen rakennuttajan toiveiden mukaisesti. Rakennesuunnittelu toteutettiin voimassa olevien määräysten mukaisesti ja mahdollisimman kustannustehokkaasti.</p> <p>Rakennuspaikka sijaitsee Paraisten kaupungissa, Kirjalan alueella. Tontilla oli vanha tulipalossa tuhoutunut rakennus, jonka olemassa olevia perusrakenteita käytettiin perustana uudisrakentamiselle. Tontille suunniteltiin kaksikerroksinen asuinrakennus sekä autokatos. Rakennusmateriaaleina käytettiin seinissä kevytsoraharkkoja, kattorakenteissa NR-ristikoita, ala- ja välipohjissa ontelolaattoja sekä aukonylityksissä betonipalkkeja. Kohteessa oli myös joitakin teräsrakenteita.</p> <p>Tarkempi suunnittelutyö toteutettiin kahdessa vaiheessa. Ensiksi tarkennettiin arkkitehti- ja tilasuunnittelua, ja muutosten pohjalta tehtiin rakennuslupakuvat. Rakentamistöiden alkaessa tehtiin tarkemmat rakennepiirustukset sekä sähkö- ja LVI-suunnittelijat tekivät kohteen LVIS-piirustukset. Lisäksi kiinnitettiin huomioita rakennusfysikaaliseen toimintaan ja tehtiin tarvittavat laskelmat. Työhön sisältyi myös tasauslaskelmien tekeminen sekä energiatodistuksen ja käyttö- ja huolto-ohjeen laatiminen. Piirustusten tekemisessä käytettiin AutoCAD 2002-ohjelmaa. Mitoitus suoritettiin pääosin käsinlaskennalla Suomen rakentamismääräyskokoelman ja Euronormien vaatimusten mukaisesti.</p>	
Hakusanat: omakotitalo, rakennussuunnittelu, rakennesuunnittelu	
Säilytyspaikka: Turun ammattikorkeakoulun kirjasto	

Degree Programme: Degree Programme in Civil Engineering	
Author: Simolin Joonas	
Title: House Vesterlund	
Specialization line: Structural Engineering	Instructor: Vesa Virtanen, Lic. Tech
Date: April 2009	Total number of pages: 56 + 72
<p>The subject of this thesis was the architectural and structural planning of a detached house. The actual architectural planning was performed together with the commissioner. The target was also to comply with the commissioner's wishes. One goal of the design was the functionality of the space and structures. The structural design was carried out in accordance with the latest building regulations and as expense efficiently as possible.</p> <p>The building site was situated in the Kirjala area in Parainen. The plot had old building which had been destroyed in a fire but the base structures were used for the new building. A 2 floor dwelling-house and a car-port were designed. The building materials used were light gravel blocks in the walls, trusses in the roof, cavity slabs in the intermediate floors, and concrete beams in the surpassing of apertures. There were also some steel structures.</p> <p>The customer of the work had designed the facades and the spatial solutions to comply with functionalism. More accurate planning was put into effect in two phases. Firstly the focus was on architectural and spatial planning, and on the basis of the change, building licence pictures were created. When the building work started more accurate structural designs together with electricity and HVAC design were created. In addition, some attention was paid to the building physical activity and the necessary calculations were made. The work included the compensation calculations and the preparation of the energy certificate. The program used in the designing was AutoCAD 2002. The dimensioning was carried out by manual calculation. The structural design was made to be in accordance with the demands of the Finnish Building Code and with the Eurocode regulations.</p>	
Keywords: detached house, architectural design, structural design	
Deposited at: The library of Turku University of Applied Sciences	

ALKUSANAT

Haluan kiittää Ari Lindroosia ja Kimmo Heinoa opinnäytetyöni ohjauksesta koko suunnitteluprosessin aikana. Lisäksi haluan kiittää ohjauksesta ja monen vuoden asiantuntevasta opetuksesta tekniikan lisensiaatti Vesa Virtasta. Kiitokset kuuluvat myös kohteen rakennuttajille, Tomas ja Sanna Vesterlundille, opinnäytetyön tekemisen mahdollistamisesta.

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	9
1.1	Tausta	9
1.2	Toteutus	9
2	RAKENNUSSUUNNITTELU	10
2.1	Luonnossuunnittelu	10
2.2	Lähtökohdat rakennussuunnitteluun	12
2.3	Rakennuspaikka	12
2.3.1	Kaavamääräykset	13
2.3.2	Tontin käyttö	15
2.4	Rakennuksen suunnittelu	15
2.4.1	Pohjapiirustus ja tilasuunnittelu	15
2.4.2	Julkisivut ja julkisivumateriaalit	19
2.4.3	Leikkaus ja rakenteet	21
2.5	Rakennuslupa-asiakirjat	22
2.5.1	Rakennuslupahakemukset	22
2.5.2	Rakennuslupahakemuksen liitteet	22
2.5.3	Asuinrakennuksen rakennuslupapiirustukset	23
3	RAKENNESUUNNITTELU	26
3.1	Valitut rakennetyypit ja rakennusmateriaalit	26
3.1.1	Perustus	26
3.1.2	Runko	27
3.1.3	Alapohja	29
3.1.4	Välipohja	30
3.1.5	Yläpohja	30
3.1.6	Väliseinät	30
3.2	Kuormitukset	32
3.2.1	Pysyvät kuormat	32
3.2.2	Hyötykuorma	35
3.2.3	Lumikuorma	36

3.2.4	Tuulikuorma	36
3.3	Rakennuksen jäykistys	38
3.4	Asuinrakennuksen ja autokatoksen rakennepiirustukset	38
3.5	Geotekninen suunnittelu	39
4	RAKENNETEKNISET OMINAISUUDET	41
4.1	Lämmöneristys ja tasauslaskenta	41
4.2	Kosteustekninen toiminta	43
4.3	Ääneneristys	44
4.4	Paloturvallisuus	44
5	RAKENNUKSEN KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJE	47
5.1	Yleistä	47
5.2	Huoltokirjan tarkoitus	48
5.3	Huoltokirjan käyttö	48
5.4	Huoltokirjan laatija	49
5.5	Kirjattavat asiat	49
6	ENERGIATODISTUS	51
6.1	Määritelmä	51
6.2	Kohteen energiatodistus	51
7	YHTEENVETO	53
	LÄHTEET	54
	LIITTEET	
	Rakennuslupa-asiakirjat	LIITE 1
	Pääpiirustukset	LIITE 2
	Laskelmat	LIITE 3
	Rakennepiirustukset	LIITE 4

Huoltokirja	LIITE 5
Energiatodistus	LIITE 6

KUVAT

Kuva 1: Luonnospiirustus asuinrakennuksesta. (1.)	11
Kuva 2: Toteutunut julkisivuratkaisu.	11
Kuva 3: Näkymä rakennuspaikalta länteen päin elokuussa 2008.	13
Kuva 4: Kaavakartta erillispientalojen korttelialueesta. (3.)	14
Kuva 5: Rakennuttajaperheen luonnossuunnitelmat pohjapiirustuksista. (1.)	18
Kuva 6: Lopulliset pohjapiirustukset.	19
Kuva 7: Julkisivu idän suuntaan.	20
Kuva 8: Perustukset idän suunnasta.	27
Kuva 9: Palkkien muottitöitä syyskuussa 2008.	29
Kuva 10: Pääsisäänkäynti tammikuussa 2009.	31

TAULUKOT

Taulukko 1: Rakenteiden omapaino	33
Taulukko 2: Rakenteiden U-arvot	42

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä aiheena on harkkorakenteisen pientalon ja autokatoksen rakennus- ja rakennesuunnittelu. Suunnitelmien tekeminen aloitettiin huhtikuussa 2008.

1.1 Tausta

Vuoden 2008 alussa sain työpaikan Insinööritoimisto Ari Lindroos Oy:stä, jossa suoritin myös työharjoitteluni myöhemmin samana vuonna. Kyseisen harjoittelun aikana työnantajani ehdotti minulle opinnäytetyön tekemistä Vesterlundin kohteesta. Hankkeen tilaaja, Vesterlundin perhe Paraisilta, otti toimistolle yhteyttä, jolloin sovimme kohteen rakennus- ja rakennesuunnitelmien sekä opinnäytetyön tekemisestä.

Tontilla sijaitsi tulipalossa tuhoutunut purkukuntoinen rakennus, jonka sokkelirakenteita käytettiin hyödyksi talon perustamisessa. Rakennuttajat olivat lisäksi päättäneet ostaa naapuritontin, jotta rakennusoikeus tontilla ei muodostuisi esteeksi rakentamiselle.

1.2 Toteutus

Työn varsinainen rakennussuunnittelu toteutettiin yhteistyössä tilaajan kanssa. Tavoitteena oli saada tilaajan toiveiden mukainen omakotitalo. Suunnittelussa kiinnitettiin huomiota tilojen ja rakenteiden toimivuuteen. Rakennesuunnittelu toteutettiin voimassa olevien määräysten mukaisesti sekä mahdollisimman kustannustehokkaasti.

Suunnitelmat tehtiin käyttäen Autocad-suunnitteluohjelmaa sekä ohjelmaan asennettuja ArkSystemsin lisäosia Ark9 ja Rak5. Rakenteiden mitoitus tehtiin pääosin käsin. Apuna laskemisessa käytettiin Finnwood 2.2-ohjelmaa ja Excel-pohjaista betonipalkin mitoitusohjelmaa. Suunnittelupalavereita pidettiin työpaikallani Paraisilla rakennuttajan kanssa suunnitelmien edetessä. Työhön liitettiin lisäksi huoltokirjan ja energiatoistuksen tekeminen. Geoteknisessä mitoituksessa sain apua sekä työpaikalta että Turun ammattikorkeakoulun puolelta tekniikan liseniaatti Jouko Lehtoselta.

2 RAKENNUSSUUNNITTELU

2.1 Luonnossuunnittelu

Rakennuttajaperhe, joka toimii kohteessa myös rakentajana, oli tehnyt asuinrakennuksesta alustavat arkkitehtiluonnokset, jotka määrittivät hyvin selkeästi lähtökohdat rakennussuunnittelulle. Ajatuksena oli suunnitella kaksikerroksisen asuinrakennuksen lisäksi autokatos aivan päärakennuksen viereen. Rakennus suunniteltiin perheelle, johon kuuluu kaksi aikuista ja yksi lapsi. Myös mahdollinen perheenlisäys huomioitiin suunnittelussa.

Perheen kanssa pidettiin muutamia suunnittelupalavereita luonnossuunnitteluvaiheessa, jolloin saatiin määriteltyä tarkemmin tulevien käyttäjien asumistottumukset, tilojen tarkemmat käyttötarkoitukset sekä erityisvaatimukset ja toiveet. Palavereissa täsmennettiin lisäksi rakennuksen ulkonäköön liittyviä seikkoja, kuten julkisivurimoitusta. Kuvat 1 ja 2 selventävät hyvin suunnittelun lähtökohdat sekä toteutuneen ratkaisun.



Kuva 1: Luonnospöirustus asuinrakennuksesta. (1.)



Kuva 2: Toteutunut julkisivuratkaisu.

2.2 Lähtökohdat rakennussuunnitteluun

Tarkempi suunnittelutyö toteutettiin kahdessa vaiheessa. Ensiksi tarkennettiin arkkitehtiluonnoksia ja tilasuunnittelua, ja muutosten pohjalta tehtiin tilaajien hyväksymät alustavat rakennuspiirustukset. Lopulliset rakennuslupakuvat muodostuivat vastaavasti alustavien piirustusten pohjalta.

Rakennuttajan tekemien suunnitelmien lähtökohtana oli toteuttaa funktionalismin henkeen toteutettu pientalo kivistä tehtynä. Suunnittelun päätavoitteina olivat selkeät kokonaisuudet ja tilaratkaisut, jotka vastaisivat erityisen hyvin juuri kyseisen tilan toiminnolle asetettuihin vaatimuksiin. Esimerkiksi taloa ulkopuolelta katsottaessa ikkunoiden asettelusta ja mittasuhteista pystyy selkeästi päättelemään eri huoneiden käyttötarkoituksen.

Haastetta suunnitteluun toi vanhan perustuksen hyödyntämisen mahdollisuus; rakennuksen mitat oli näin ollen määritelty jo suunnittelun alkuvaiheissa. Pääsisäänkäyntiä haluttiin korostaa talon julkisivuissa suurilla ikkunoilla. Vastaavasti ulkoterrassin suunnittelussa huomioitiin sijoittaminen suojaisalle sisäpihalle. Autokatos sijoitettiin huomattavasti alemmaksi, jolloin kulku tielle olisi vaivatonta. Samalla voitiin korostaa päärakennuksen ilmettä taka-alalla – autokatos ei peitä juuri ollenkaan päärakennusta (*Kuva 7*). Huomiota kiinnitettiin myös esimerkiksi kodinhoitohuoneen toimivuuteen.

2.3 Rakennuspaikka

Rakennuspaikkana on noin 3400 m²:n tontti osayleiskaava-alueella. Tontti sijaitsee Paraisten kaupungissa, Kirjalan alueella. Rinnemäiseltä metsätontilta (*Kuva 3*) on hyvät näkymät itään päin ja toisaalta hyvä suoja Lielahdentien liikenteeltä. Kulkuyhteydet ovat hyvät Saaristotietä pitkin sekä Paraisille että Kaarinaan. Maapohja tontilla on enimmäkseen kalliota tai moreenia, puusto enimmäkseen havumetsää. Rakennuspaikan vieressä on muutamia jo rakennettuja pientaloja. Kunnallistekniikka oli alueella jo valmiina. Tontilla jätevesien puhdistaminen hoidetaan erillisellä kemiallisella panospuhdistamolla.



Kuva 3: Näkymä rakennuspaikalta länteen päin elokuussa 2008.

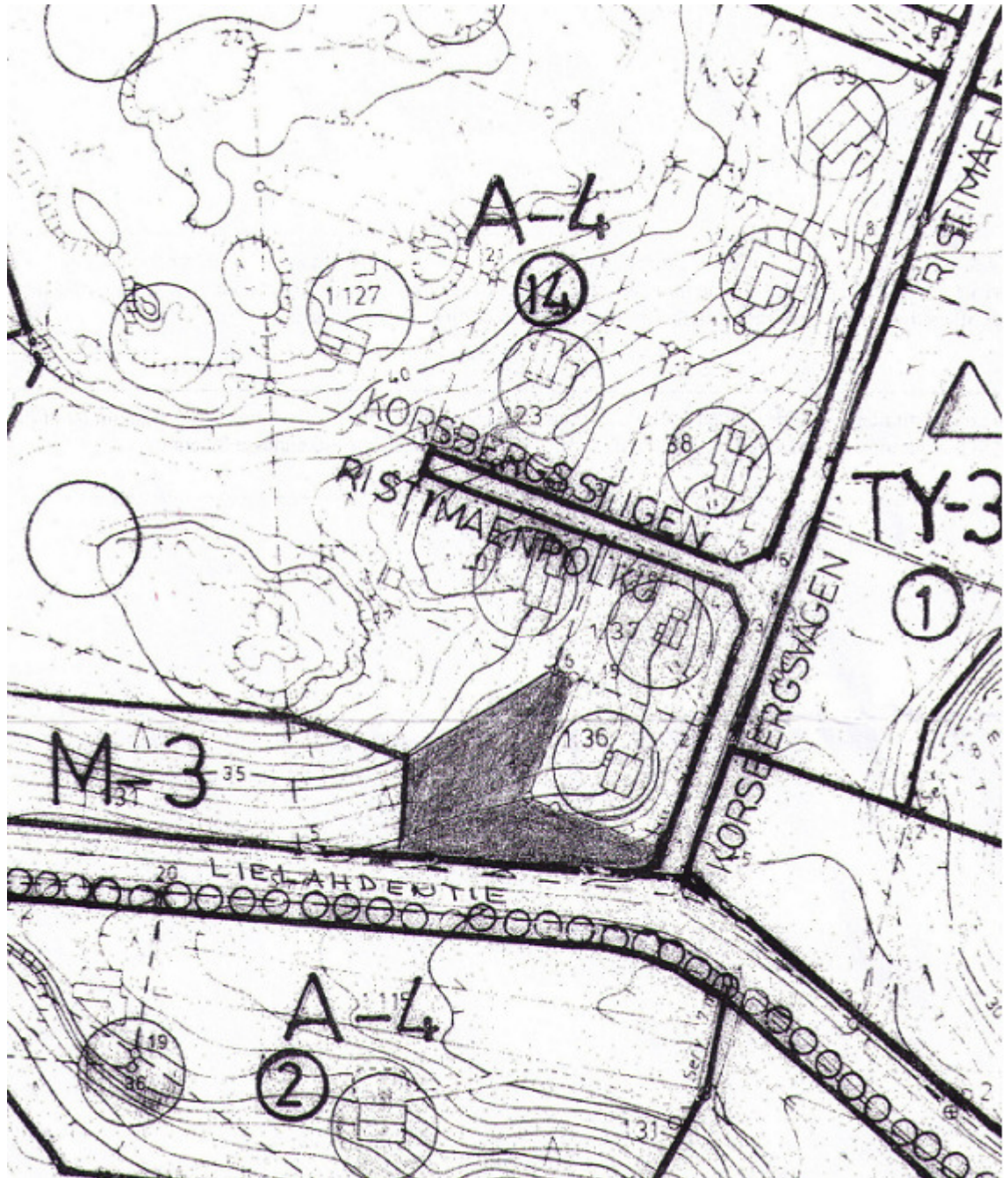
2.3.1 Kaavamääräykset

Tontti kuuluu Kirjalansaaren osayleiskaavaan. Vuonna 1996 vahvistetun kaavan mukaan tontti sijaitsee erillispientalojen korttelialueella. Kaikkien rakennettavien rakennusten yhteenlaskettu kerrosala saa olla enintään 10 % rakennuspaikan pinta-alasta. Asuntopinta-ala saa kuitenkin olla enintään yhteensä 400 m²ka. Talousrakennusten ja /tai työtilojen yhteenlaskettu kerrosala saa kuitenkin olla korkeintaan 300 m² ja pelkkien talousrakennusten 200 m²ka.

Rakennuksen sijoittamisesta ja sopeutumisesta ympäristöön on noudatettava rakennusjärjestyksen määräyksiä. Rakennuspaikan pinta-alan on oltava vähintään 5000 m². Tätä pienempiä rakennuspaikkoja tulee pyrkiä suurentamaan, mikä on otettava huomioon uusia rakennuspaikkoja muodostettaessa. Kyseinen rakennuspaikka ei pinta-alansa puolesta täytä 5000 m²:n vaatimusta. Alueen vedenhankinta, viemärointi ja jätehuolto oli järjestettävä kiinteistökohtaisesti voimassaolevia määräyksiä noudattaen.

(2.)

Kuvasta 4 näkyy jo rakennettujen tonttien sijainnit ja tonttiin 1:36 liitettävä tummennetulla merkitty alue. Asemapiirustuksesta (LIITE 2/1) selviävät tontin mitat tarkemmin.



Kuva 4: Kaavakartta erillispientalojen korttelialueesta. (3.)

2.3.2 Tontin käyttö

Rakennuspaikka sijaitsee kalliopohjaisella rinnetontilla. Tontille ominaista kaltevuutta hyödynnettiin esimerkiksi autokatoksen ja päärakennuksen asemoinnissa rakennuspaikalle. Autokatoksen rakenteita hyödynnettiin lisäksi tukimuurina rakennusten välissä. Autokatos oli myös luontevaa sijoittaa mahdollisimman lähelle tietä, kuitenkin huomioiden ajoneuvon kääntämiseen tarvittavan tilan.

Päärakennuksen sijainti tontilla määräytyi olemassa olevien perustusten mukaan. Toimetus- ja kuivatuspaikat sijoitettiin rakennusten suojaan. Kulku varastotiloihin järjestettiin suojaiselta sivulta talon eteläpäädyistä. Pääsisäänkäynnin puoleista piha-alueutta saatiin näin selkeytettyä ja korostettua. Rinnemäisyydestä johtuen sisäänkäynnin portaikon läheisyyteen piti suunnitella tukimuri erottamaan tasainen parkkipaikka-alue omaksi osaksi.

2.4 Rakennuksen suunnittelu

Lähtökohtana julkisivujen ja pohjaratkaisujen suunnittelulle toimivat tilaajan tekemät suunnitelmat. Tilojen suunnittelussa otettiin huomioon voimassa olevat ohjeet eri tilojen käyttötarkoituksen mukaisesta mitoituksesta. Apuna mitoittamisessa käytettiin Asuintilojen suunnittelu -ohjetta (4.). Suunnittelupalavereissa tarkennettiin lisäksi suunnitelmia tilaajan toivomusten mukaisesti. Tavoitteena olivat myös mahdollisimman kustannustehokkaat ratkaisut.

2.4.1 Pohjapiirustus ja tilasuunnittelu

Asuinrakennuksen tilasuunnittelun lähtökohdat tulivat Vesterlundin perheen tekemien luonnossuunnitelmien pohjalta. Alakertaan haluttiin sijoittaa keittiö, olohuone, eteinen, pieni työtila, WC, takahuone, kodinhoituhuone, pesutilat ja sauna. Yläkertaan suunniteltiin kolme makuuhuonetta, aula ja WC. Kellaritiloihin suunniteltiin varasto- ja työtilat sekä tekninen tila.

Keittiöstä tehtiin kompaktin kokoinen, toimiva tila. Etelään suunnatusta vaakaikkunasta keittiön työtason ja yläkaappien välissä saadaan riittävästi luonnonvaloa. Ruo-

kailutila sijaitsee heti keittiön läheisyydessä. Kahden korkean pystyikkunan väliin suunniteltu ruokapöydän paikka mahdollistaa hyvät näkymät aterioidessa.

Olohuoneeseen kaivattiin huomattavan paljon valoa. Lännen puoleisista korkeista ikkunoista näkee terassille. Lisäksi etelän suuntaan on ikkunoita. Television ja kirjahyllyn sijoittamista varten varattiin yksi täysin ehjä seinä.

Eteistilasta haluttiin saada myös tarpeeksi tilava ja valoisa, vaikkakin sijainti ilman-suuntiin nähden oli pohjoinen. Pääsisäänkäynnin suurten ikkunoiden tuomaa valoisuutta hyödynnettiin myös toisen kerroksen suunnittelussa – suurilla sisäikkunoilla valo hyödynnettiin sekä makuuhuoneessa että portaikossa. Eteisessä vaatteiden säilytykselle varattiin tilaa heti sisäänkäyntiä vastapäätä sekä mahdollisesti portaikon läheisyydestä.

Työtila suunniteltiin erilliseksi pieneksi tilaksi eteisen ja keittiön välittömään yhteyteen. Tila on mahdollista piilottaa liukuovien taakse.

Takkahuone yhdessä pesutilojen ja kodinhoituhuoneen kanssa porrastettiin 20 cm ylemmäksi muihin alakerran tiloihin verrattuna. Takkahuoneessa tulisija sijoitettiin keskeiselle paikalle. Lähtökohtaisesti tulisija oli kuitenkin sijoitettu lähelle saunan puoleista seinää, jolloin olisi mahdollista käyttää polttamisesta saatu lämpö myös saunan puolella. Ongelmaksi osoittautui kuitenkin hormin sijoittaminen – määräysten vaatimat etäisyydet olisivat vaatineet huomattavan korkean piipun rakentamista. Tästä johtuen tulisijan sijainti muutettiin keskeiselle paikalle takkahuonetta omaksi yksiköksi. Hormin varastoima lämpö saatiin näin hyödynnettyä myös toisessa kerroksessa paremmin. Takkahuoneen valoisuutta ja tunnelmaa saa etelään suunnatuista korkeista ikkunoista. Tilasta on myös suora kulku terassille.

Kodinhoituhuone sijoitettiin erilleen pesutiloista, jolloin tilasta saatiin itsenäinen ja tilava yksikkö. Vaatimuksina oli saada tarpeeksi pöytä- ja säilytystilaa. Huoneeseen sijoitettiin myös kura-allas heti oven viereen.

Pesuhuoneeseen haluttiin kaksi suihkua sekä mahdollisuus pesutiloissa tarvittavien tavaroiden ja pyyhkeiden säilyttämiselle. Lisäksi tarvittiin istumapaikka hieman erilleen suihkuista. Suihkutila erotettiin pesuhuoneen ovesta kevytrakenteisella seinällä. Pesuhuoneessa tarvittava valoisuus hoidettiin leveillä yläikkunoilla.

Saunan suunnittelussa huomioitiin riittävä valoisuus ja avaran tilan tuntu. Etelästä valoa saadaan pesuhuoneen kautta saunan lasioven lävitse. Leveästä yläikkunasta saadaan vastaavasti hyvät näkymät lännen suuntaan.

Toiseen kerrokseen sijoitettiin suuri makuuhuone länteen suuntautuvilla ikkunoilla ja mahdollisuudella kulkuun parvekkeelle. Kerrokseen suunniteltiin lisäksi kaksi muuta makuuhuonetta, WC ja aula.

Portaikosta haluttiin yhdessä aulan kanssa saada avaran tuntuinen ja valoisa tila. Kapeat pystyikkunat sekä yläosan leveät ikkunat antavat sopivasti kirkkautta molempiin tiloihin. Aulasta suunniteltiin tarpeeksi suuri, jotta sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi lukupaikkana nojatuolissa istuen.

Lasten makuuhuoneet suunniteltiin tilaviksi ja lähes samankokoisiksi. Ääneneristävyyttä saadaan riittävästi harkkorakenteisilla väliseinillä. Vaatekaapeille, työskentelypisteelle ja leikeille jää hyvin tilaa huoneessa. Kaikista makuuhuoneista on lisäksi mahdollisuus poistumiselle hätätilanteessa – suuremmissa makuuhuoneissa parvekkeen kautta tai lasten makuuhuoneissa tarkoitukseen suunnitelluista ikkunoista.

Vanhojen perustuksien korkeita tiloja hyödynnettiin sekä varastotiloina että teknisenä tilana. Rakennustöiden alkaessa kävi ilmi, että maanpinnan muotojen takia jouduttiin rakennuksen korkeusasemaa nostamaan 40 cm ylöspäin. Tämä toteutettiin kahdella kevytsoraharkkokierroksella ennen ensimmäisen kerroksen ontelolaattojen asennusta. Lisäksi nostettiin takkahuone, pesu- ja kodinhuonetilojen korkeutta 20 cm alkuperäisistä suunnitelmista. Muutokset tehtiin rakennesuunnitelmiin; rakennuslupakuviin muutoksia ei tarvinnut tehdä. Näin ollen kellarikerroksen varastotiloihin ja tuulettuvaan ryömintätilaan saatiin huomattavasti lisää korkeutta.

Kuvat 5 ja 6 selventävät alkuperäisten ja lopullisten tilasuunnitelmien eroja.



Kuva 5: Rakennuttajaperheen luonnossuunnitelmat pohjapiirustuksista. (1.)

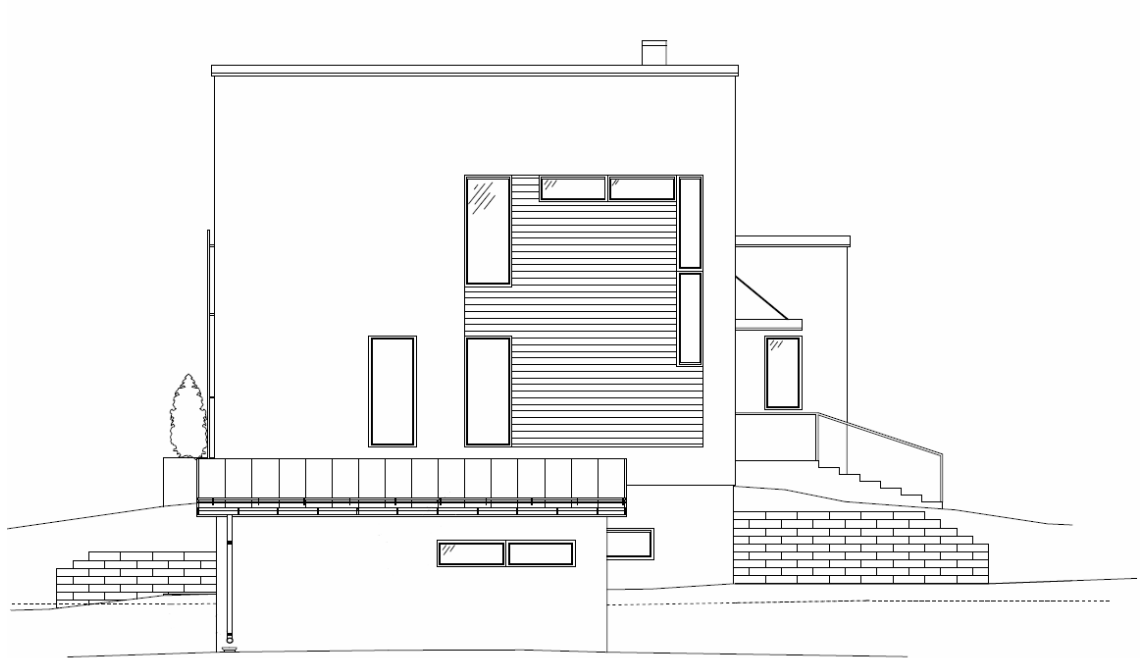


Kuva 6: Lopulliset pohjapiirustukset.

2.4.2 Julkisivut ja julkisivumateriaalit

Funktionalismin selkeys massoitelussa ja toiminnallisuutta kuvaava ikkunoiden sijoittelu muodostuivat lähtökohdiksi arkkitehtuurissa. Pääasiassa toiminnallisesti tarpeetonta koristeellisuutta vältettiin, mutta keveyttä ja kodikkuutta korostettiin osittain tummanruskealla puurimoituksella idän ja lännen puoleisilla julkisivuilla. Julkisivupiirustukset (LIITE 2/3 ja LIITE 2/5) laadittiin mittakaavassa 1:100. Autokatoksen jul-

kisivupiirustuksessa näkyy selvästi päärakennuksen asemointi katokseen verrattuna (Kuva 7).



Kuva 7: Julkisivu idän suuntaan.

Julkisivumateriaaleiksi valittiin valkoinen rappaus kaikilla seinäpinoilla. Tielle näkyvissä julkisivuissa haluttiin korostaa lisäksi tyyllille luonteista suoraviivaisuutta ja linjakkuutta, jolloin pulpettikatto piilotettiin harkoista muurattujen reunusten taakse. Sokkelin väriksi valittiin harmaa. Sokkelin vanhaa pintaa jouduttiin hieman tasoittamaan ja suoristamaan.

Vesikaton materiaalivalinnassa päädyttiin tummanharmaaseen rivipeltikatteeseen. Kustannussyistä alkuperäinen konesaumattu peltikate korvattiin edullisemmalla valmiiksi maalatulla profiilipeltikatteella.

Terassin arvokkuutta haluttiin korostaa harkoista tehdyllä istutuspaikalla. Lisäksi istutuksilla saadaan rajattua terassia muusta takapihasta. Kutsuvuutta ja arvokkuutta saatiin myös leveällä portaikolla. Parveke sijaitsee aivan terassin yläpuolella. Kaiteet parvekkeella ovat teräsrakenteiset ja puurimoituksella koristetut.

Autokatos noudattelee päärakennuksen arkkitehtuuria. Pulpettikatto jätettiin kuitenkin näkyväksi osaksi kokonaisilmettä. Lisäksi suunniteltiin kevytrakenteinen katos antamaan suojaa pääsisäänkäynnin kohdalle.

Ikkunat, ulko-ovet, pellitykset, syöksytorvet ja rännit suunniteltiin väriltään tummanharmaiksi kuten myös räystäään otsa- ja aluslaudat. Pääjulkisivun portaat ja portaiden kaiteet tulivat samalla tavoin tummanharmaiksi.

2.4.3 Leikkaus ja rakenteet

Asuinrakennus voidaan jakaa kahteen osaan kerroslukumäärän, käyttötarkoituksen ja perustamisratkaisujen osalta. Vanhoille perustuksille suunniteltiin kaksikerroksinen osa, kun taas uuden perustuksen päälle rakennettiin yksikerroksinen laajennusosa. Laajennusosan toiminnallista eroa verrattuna kaksikerroksiseen osaan korostettiin lisäksi 20 cm:n pykällyksellä lattiatasoissa – peseytymis-, kodinhoitohuone- ja takka-huonetilat erottuvat näin paremmin omaksi toiminnalliseksi kokonaisuudeksi. Molempien tilojen kattoratkaisuksi valittiin pulpettikatto.

Ulkoseinän rakenteeksi valittiin 300 mm leveä eristeharkko, joka rapataan ulkopuolelta ja tasoitetaan sisäpuolelta. Valinta osoittautui selväksi heti hankkeen alussa – tilaajalla, eli myös rakentajalla, oli aikaisempaa kokemusta kyseisen rakenteen rakentamisesta. Väliseinien materiaaliksi valittiin 100 mm:n kevytsoraharkko.

Alapohjan rakenteeksi valittiin kellarin varastotiloihin teräsbetonilaatta ja lämmöneristeeksi 150 mm:n EPS-eriste. Tuulettuvan ryömintätilan alueella alapohjan kantavana rakenteena toimii 200 mm:n ontelolaatta. Päälle tulevan pintabetonilaatan alle asennettiin 200 mm EPS-eristettä. Kyseinen rakenne toimii myös varastotilojen ja huonetilojen välisenä välipohjarakenteena.

Välipohjan kantavaksi rakenteeksi valittiin 200 mm:n ontelolaatta, 20 mm:n EPS-eriste ja pintabetonilaatta. Välipohja kannatetaan ulkoseinän eristeharkon sisäkuoren päältä ja osittain teräspilareiden varassa. Parvekkeen kannatus toteutettiin teräsprofiileilla ontelolaattoja hyödyntäen.

Yläpohja suunniteltiin toteutettavaksi NR-ristikoiden avulla. Katemateriaaliksi valittiin talon tyyliin sopiva rivipeltikate. Eristeeksi yläpohjaan valittiin 400 mm mineraalivillaa.

2.5 Rakennuslupa-asiakirjat

Hakijan on esitettävä rakennuslupamenettelyssä tiettyjä selvityksiä, joiden määrä vaihtelee hankkeen laajuudesta ja laadusta riippuen. Jo luonnosvaiheessa suunnitelmat on hyvä esitellä rakennusvalvontaosastolla ennen rakennuslupahakemuksen jättämistä, jolloin myös liitteiden tarve katsotaan tapauskohtaisesti.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan A2 mukaisesti: ”Rakennuksen rakentaminen, laajentaminen, korjaus- ja muutostyöt sekä olennaiset käyttötarkoituksen muutokset (esimerkiksi kosteiden tilojen rakentaminen normaaliin huonetilaan) vaativat rakennusluvan.” (5.)

Rakennuslupa kohteelle haettiin Paraisten lupajaostolta. Rakennuslupa-asiakirjat ovat liitteessä 1.

2.5.1 Rakennuslupahakemukset

Asuinrakennukselle ja autokatokselle tarvitaan erilliset rakennusluvut. Molemmista rakennuksista laadittiin rakennuslupahakemukset (LIITE 1/1-2 ja LIITE 1/7-8). Lupahakemuksiin kirjattiin kaikki tarpeellinen tieto rakennuksista.

2.5.2 Rakennuslupahakemuksen liitteet

Asiapapereita (LIITE 1), joita tarvittiin rakennuslupahakemusmenettelyä varten, olivat piirustukset rakennuskohteesta, hakemuslomakkeet, rakennushankeilmoitus, vastaavan työnjohtajan hakemus, ilmoitus rakennushankkeen suunnittelijoiden nimeämisestä, ilmoitus naapurien kuulemisesta ja lainhuuto. Lisäksi määriteltiin vesi- ja viemäri-liittymiä koskevat asiakirjat sekä selvitys rakennuspaikan perustus- ja pohjaolosuhteista.

2.5.3 Asuinrakennuksen rakennuslupapiirustukset

Pääpiirustukset laaditaan siinä laajuudessa ja sillä tavoin, että rakennushankkeen lupakäsittely niiden ja niihin mahdollisesti liittyvän muun selvityksen nojalla on mahdollista. Pääpiirustuksista tulee myös voida riittävästi havaita rakentamisen vaikutus naapurin asemaan. Hyväksytyt pääpiirustukset ovat perusta rakennuksen muulle suunnitelmiselle ja rakennustyötä varten laadittaville työpiirustuksille. Arkistoitavien pääpiirustusten tulee tarkoin vastata toteutunutta rakentamista. (5.)

Rakennuslupahakemukseen asuinrakennuksen osalta liitettiin seuraavat piirustukset (LIITE 2): asemapiirustus 1:500, pohjapiirustus 1:100, leikkauspiirustus 1:100, horppiirustus 1:20 ja julkisivupiirustus 1:100.

Asemapiirustus

Asemapiirustus on varsin yksityiskohtainen kuvaus tontista sekä sen ympäristöstä vähintään 10 metriä tontin rajojen ulkopuolelta. Asemapiirustus sisältää muun muassa tontilla jo olevat rakennukset ja rakennelmat sekä tulevat rakennukset, oleelliset korkeussuhteet ja korkeusasemaluvut, pohjoisnuolen, sadevesi- ja perusvesikaivot sekä erinäiset tiedot puustosta ja kasvillisuudesta, kunnallistekniikasta ja pintamateriaaleista. Asemapiirustus piirretään mittakaavaan 1:200 tai 1:500. (16.)

Kohteen asemapiirustus piirrettiin mittakaavassa 1:500. Asemapiirustuksessa mainitut tiedot vaihtelevat hankkeen laajuuden ja rakennusluvan käsittelyn edellyttämällä tavalla. Rakentamismääräyskokoelman osan A2 mukaan:

”Asemapiirroksen tulee osoittaa, että suunniteltu rakentaminen on kaavan tai muun maankäyttösuunnitelman ja rakennusjärjestyksen mukaista, soveltuu tontille tai rakennuspaikalle ja ympäristöönsä sekä täyttää tontin tai rakennuspaikan käytön osalta sille osoitetut vaatimukset. Asemapiirroksesta tulee selvittää tilanne ennen ja jälkeen suunnitellun rakentamisen sekä riittävästi myös rakentamisen vaikutus naapurien asemaan.” (5.)

Pohjapiirustus

Pohjapiirroksien ja leikkauspiirroksien tulee osoittaa asian käsittelyn vaatimalla tarkkuudella, että suunniteltu rakentaminen täyttää tilasuunnittelultaan, mitoitukseltaan sekä rakenteiden perusratkaisujen ja ominaisuuksien osalta säännösten ja hyvän rakennustavan vaatimukset. (5.)

Pohjapiirotukset tulee laatia rakennuksen kerroksista, kellarikerroksista, ullakosta ja vesikatosta. Vesikattopiirros tarvitaan, jos katto sekä katolla olevat rakenteet, laitteet ja kulkutiet eivät riittävästi ilmene julkisivupiirroksista. Pystysuuntaiset rakenteet ja rakennusosat kuvataan leikattuina ja vaakasuuntaiset projektiolina. Pohjapiirroksiin merkitään kunkin leikkauspiirroksen vastaava kohta ja kuvaussuunta. (5.)

Asuinrakennuksesta laadittiin pohjapiirustukset ensimmäisestä ja toisesta kerroksesta sekä kellarista. Autokatoksesta tehtiin myös oma pohjapiirustus. Pohjapiirustuksissa (LIITE 2/2 ja LIITE 2/4) esitettiin muun muassa rakenteet, tilojen käyttötarkoitukset huoneistoaloihin, ovet ja ikkunat, kiinteät kalusteet, vesipisteet ja lattiakaivot sekä päämitat ja kerroksien korkeusasemat.

Leikkaus

Leikkauspiirotukset tulee laatia kaikista rakennuksen rakenteiden ja ominaisuuksien osoittamiseksi tarpeellisista kohdista. Leikkaustasoja tulee valita rakennuksen kerros- ja muiden tasojen sekä piha-alueen ja sen korkeussuhteiden kuvaamisen kannalta riittävästi ja tarkoituksenmukaisilta kohdilta. Pysty- ja vaakasuuntaiset rakenteet ja rakennusosat kuvataan leikattuina. Leikkauspiirotukset laaditaan rakennuksesta pituus- ja poikkisuuntaan asian käsittelyn kannalta olennaisilta kohdilta. (5.)

Asuinrakennuksen osalta leikkauslinjaksi valittiin kohta, josta näkyy hyvin sekä kaksikerroksisen osan ja kellarin leikkaus. Näin ollen leikkauspiirustukseen (LIITE 2/2) voitiin määritellä tarvittavassa laajuudessa rakenteiden tiedot. Lisäksi kyseisellä leikkauskohdalla pystyttiin esittämään lattioiden korkeusero selkeästi. Leikkauspiirustuksessa selviää myös rakenteiden muut liittymäkorot sekä huonekorkeudet.

Autokatoksen leikkauskohdaksi valittiin kohta, josta selviää vastaavanlaisesti rakenteellisesti oleelliset asiat. Autokatoksen leikkauspiirustukseen lisättiin myös asuinrakennuksen leikkaus havainnollistamaan korkeusaseman eroa (LIITE 2/4).

Julkisivut

Julkisivupiirroksien tulee osoittaa, että suunniteltu rakentaminen arkkitehtuuriltaan täyttää kauneuden ja sopusuhtaisuuden vaatimukset huomioon ottaen rakennus sellaisenaan sekä sen suhde ympäröiviin rakennuksiin ja maisemaan. Julkisivupiirrokset laaditaan rakennuksen kaikista sivuista vesikaton näkyvine osineen. Rakennetussa ympäristössä liittyminen viereisiin rakennuksiin on esitettävä riittävän laajasti. (5.)

Julkisivupiirustukset laadittiin samaan mittakaavaan kuin pohja- ja leikkauspiirustukset. Piirustuksiin on merkitty maanpinnan yläpuoliset ulkoseinän näkyvät rakennusosat ja pinnat. Pintojen materiaalivalinnat selviävät erillisestä tekstiosasta piirustuksen yhteydessä. Rakennuslupahakemukseen liitettäviin julkisivupiirustuksiin liitettiin materiaalilistauksen yhteyteen myös värimallit. Ulkonäöllisten seikkojen lisäksi piirustuksista selviävät vanhat ja tulevat maanpinnan pinnanmuodot.

Talousrakennuksen julkisivupiirustuksiin on merkitty vastaavat tiedot ulkonäöllisistä seikoista. Idän suuntaisessa julkisivupiirustuksessa lisäksi haluttiin osoittaa päärakennuksen korkeusasema suhteessa autokatokseen (*Kuva 7*).

3 RAKENNESUUNNITTELU

3.1 Valitut rakennetyypit ja rakennusmateriaalit

Rakennusmateriaalien valinta tehtiin suurilta osin yhdessä rakentajan kanssa. Rakentajan toiveiden mukaisesti määriteltiin materiaalit perustuksille, seinä-, ala- ja välipohjarakenteille sekä kattorakenteelle. Rakenteiden määrittelyssä ei pyritty liian tarkasti määrittelemään jokaista täydentävää rakenneosaa, jolloin myös rakentajalle jäi mahdollisuus vaikuttaa lopulliseen valintaan.

3.1.1 Perustus

Asuinrakennuksen laajennusosa ja autokatos suunniteltiin perustettavaksi 400 mm leveällä jatkuvalla anturalla porrastettuna harkkojakoon sopivaksi. Anturan korkeus määräytyi näin ollen kalliopinnan ja harkkojen ladonnan mukaan. Anturat valettiin laajennusosan ja katoksen ulkoseinälinjojen mukaisesti käyttäen raudoituksena kahta 10 mm:n harjaterästä. Jatkospituudet määritetään tarkemmin rakennesuunnitelmissa (LIITE 4/1). Terassi perustettiin omille anturoille. Olemassa olevan perustuksen kantokyky varmistettiin aloituskokouksessa kaivamalla kuoppa perustusten viereen ja havaitsemalla rakenteen jatkuvan ehjänä aina kalliopintaan asti. Kallion puristuslujuus vaihtelee noin 60–420 MN/m²:n välillä kivilajista riippuen. (6.) Tämän perusteella maapohjan geotekninen kantokyky on riittävä.

Perustuksia kalliolle rakennettaessa tulee kalliopinta puhdistaa kaikesta eloperäisestä maa-aineksesta, kuten mullasta. Rakennuksen perustuksiin tuleva vesi tulee myös johdattaa hallitusti esimerkiksi salaojiin. Anturoiden riittävä tartunta kallioon tulee varmistaa.

Rakennuksen perusmuuri muurattiin käyttäen 200 mm leveitä kevytsoraharkkoja, RUH-200. Harkkojen raudoitus tehtiin valmistajan ohjeiden mukaisesti. Maanpinnan alapuolelle jäävä sokkelin osuus pinnoitetaan ulkopuolelta slammaamalla.



Kuva 8: Perustukset idän suunnasta.

3.1.2 Runko

Runkomateriaaliksi valittiin 300 mm leveä Lecaterm eristeharkko, LTH-300. Pääsääntöisesti ulkoseinät tulee suunnitella siten, että rakennuskosteus tai seinän ulko- ja sisäpuolelta päässyt kosteus pääsee haittaa aiheuttamatta poistumaan rakenteesta. Kevyt-soraharkkorakenne on huokoisen pintarakenteensa johdosta saatava tiiviiksi, etteivät esimerkiksi viistosateet pääse tunkeutumaan rakenteeseen, sillä rakenteeseen jäänyt vesi voi talvella jäätyessään rikkoa harkkoa. Rakenteen ulkopinnan on oltava hengittävä, jotta seinään johtunut vesi pääsee tuulettumaan rakenteesta ulos.

”Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B5-julkaisu edellyttää, että harkkoseiniin asennetaan vähintään 0,3 promillea seinän pystyleikkauksen pinta-alasta oleva symmetrinen raudoitus, jotta annettuja liimatun harkkoseinän lujuuksia voidaan käyttää mitoitettaessa seinää vaakasuunnassa tuulivoiman aiheuttamia rasituksia vastaan myös laastittomien pystysaumojen yhteydessä. Koska harkkoseinä kestää varsin vähän

vetojännityksiä, voisivat lämpö- ja kosteusliikkeet sekä esimerkiksi perustuksien painuminen tai sokkelipalkin viruma aiheuttaa harkkoseiniin halkeamia. Edellä mainittu raudoitus toimii tehokkaasti myös näitä rasituksia vastaan. Kun kaikkiin seiniin sijoitetaan nämä niin sanotut kutistumateräksiset, ja seinä jaetaan riittävän pieniin kenttiin liikuntasaumoilla, voidaan haitalliset halkeamat oikealla suunnittelulla välttää.” (7.)

Raudoitus sijoitettiin pääasiassa joka toiseen harkkokerrokseen. Ikkunoiden ja ovien ylitykset toteutettiin joko palkkiharkoilla tai teräsbetonipalkeilla (LIITE 4/1-3). Tärkeää on myös jatkuva raudoitus harkkoseinän ylä- ja alaosassa, jolloin seinä saadaan sidottua yhtenäiseksi rakenteeksi. Rakentamismääräyskokoelman mukainen pinta-alavaatimus täyttyy kun raudoituksena käytettiin kahta 8 mm:n harjaterästä edellä mainituissa kohdissa.

Lecaterm-seinissä asennetaan aina muuraussiteet ylimmän harkkokerroksen alapuoliseen saumaan. Jos rakennuksessa on välipohja, muuraussiteitä asennetaan myös välipohjan kummallekin puolelle. Siteitä asennetaan saumaan 1 kpl harkkoa kohti eli k600. Kaikkien ovi- ja ikkuna-aukkojen pieliin asennetaan muuraussiteitä 1 kpl joka saumaan eli k200. Lisäksi muuraus siteiden käyttöä suositellaan yli 3,5 m korkeissa seinissä 4 kpl/m². (8.)



Kuva 9: Palkkien muottitöitä syyskuussa 2008.

3.1.3 Alapohja

Varastotilan maanvarainen alapohjarakenne toteutettiin seuraavasti: Kallion pinta puhdistettiin hiekasta ja eloperäisestä maa-aineksesta. Puhdistetun pinnan päälle asennettiin noin 200 mm:n kerros kapillaarikatkosoraa, raekoko 8-16 mm. Kerroksen tiiveydestä tulee huolehtia esimerkiksi koneellisella täryllä. Tasaushiekalla tasoitetun kerroksen päälle asennettiin lämmöneristeeksi 150 mm:n EPS-eristelevyt. Eristekerroksen päälle valettiin maanvarainen teräsbetoni-laatta, jonka paksuus oli 100 mm. Laatta irrotettiin sokkelirakenteesta reunanauhan avulla.

Tuulettuvan ryömintätilan alueella alapohjan kantavana rakenteena toimii 200 mm:n ontelolaatta. Päälle tulevan pintabetoni-laatan alle asennettiin 200 mm EPS-eristettä. Kyseinen rakenne toimii myös varastotilojen ja huonetilojen välisenä välipohjarakenteena.

3.1.4 Välipohja

Välipohjan kantavaksi rakenteeksi valittiin 200 mm:n ontelolaatta, 20 mm:n EPS-eriste sekä pintabetonilaatta. Välipohja kannatetaan ulkoseinän eristeharkon sisäkuoren päältä ja osittain teräspilareiden varassa. Ontelolaatan valinta oli perusteltua, sillä sen avulla saadaan rakennettua pitkiäkin jännevälejä helposti ja turvallisesti. Pitkien jänneväliden ansiosta vältetään rakentamasta kantavia linjoja talon keskelle. Näin säästyy sekä rakennusmateriaaleja että aikaa. Lisäksi asennusnopeus on suuri. Parvekkeen kannatus toteutettiin teräsprofiileilla ontelolaattoja hyödyntäen.

Lisätietoa ontelolaatoilla saadaan sen hyvistä ääneneristävyyssominaisuuksista. Vaikka pientalon välipohjalle ei ole annettu normien mukaisia vaatimuksia äänieristävyydestä, on hyvä ääneneristävyys huomioitava asia pientalossakin.

3.1.5 Yläpohja

Yläpohja suunniteltiin toteutettavaksi NR-ristikoiden avulla. Kyseiset ristikot ovat esivalmisteisia naulalevyliitoksin koottuja puuristikoita. Katemateriaaliksi valittiin talon tyyliin sopiva rivepeltikate. Eristeeksi yläpohjaan valittiin 400 mm mineraalivillaa. Ristikoiden päälle asennettiin aluskate sekä korokerimat ja ruodelaudoitus peltikate valmistajan ohjeiden mukaisesti. Ristikoiden alapintaan asennettiin höyrynsulku-muovi, lautakoolaus sekä katon pintamateriaali.

3.1.6 Väliseinät

Väliseinien materiaaliksi valittiin 100 mm:n kevytsoraharkko. Pintamateriaalien valintaan ei suunnitelmissa otettu kantaa. Lisäksi rakentajalla on vapaus valita väliseinämateriaaliksi jokin muu, sillä enimmäkseen väliseinät olivat kevyitä ei-kantavia väliseiniä. Kantavat ja jäykistävät väliseinät ilmoitetaan rakennepiirustuksissa (LIITE 4).



Kuva 10: Pääsisäänkäynti tammikuussa 2009.

3.2 Kuormitukset

Rakennukselle määriteltiin pysyvistä kuormista, kuten rakenteiden omasta painosta, sekä muuttuvista kuormista, kuten lumi-, hyöty- ja tuulikuormista, eri kuormitustilanteita. Esimerkiksi kattorakenteiden mitoittavana tekijänä oli lumikuorma, kun taas välipohjan kuormat muodostuivat pääosin rakenteiden omasta painosta sekä hyötykuormasta.

Kevytsoraharkkorakenteita mitoittaessa käytettiin Suomen rakentamismääräyskoelman B1 (Rakenteiden varmuus ja kuormitukset, määräykset 1998) mukaisia kuormituksia. Teräs- ja betonirakenteita mitoittaessa puolestaan käytettiin Euronormien (Eurocode 1, Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat) mukaisia kuormituksia. Suomen normit ovat käytössä Euronormien rinnalla vielä vuoteen 2010 asti, kunnes ne poistuvat kokonaan käytöstä.

3.2.1 Pysyvät kuormat

”Pysyväksi kuormaksi katsotaan kiinteiden rakennusosien omapaino ja muu rakenteeseen vaikuttava muuttumaton kuorma. Omapaino lasketaan yleensä rakennusaineiden ja -tarvikkeiden painojen sekä nimellismittojen perusteella, jolloin voidaan käyttää aineiden keskimääräisiä tiheyksiä.” (9.)

Ellei tarkempia arvoja ole, voidaan yksittäisten rakenneosien painon ominaisarvo arvioida niiden aineksina olevien materiaalien nimellismittojen ja nimellistiheyksien avulla. (10.)

Rakenteiden pysyvät kuormat määriteltiin eri rakenneosien tiheyksien ja mittojen avulla ja laskemalla yhteen kyseessä olevien rakenneosien painot. Taulukosta 1 saadaan selville kunkin rakenteen neliömetrin alalle vaikuttava paino.

Taulukko 1: Rakenteiden omapaino

<u>YLÄPOHJA 1:</u>	<u>kN/m³</u>	<u>kN/m²</u>
Rivipeltikate	79,0	0,060
Harvalaudoitus 22x100 mm k250	4,80	0,042
Korokerimat 22x50 mm k900	4,80	0,006
Aluskate	10,0	0,002
NR-ristikot k900	4,80	0,060
Mineraalivilla 400 mm	0,35	0,140
Koolaus 50x50 mm k400	4,80	0,040
Höyrynsulkumuovi 0,2 mm	10,0	0,020
<u>Kipsilevy 13 mm</u>	<u>7,00</u>	<u>0,091</u>
YHTEENSÄ		0,461
<u>VÄLIPOHJA 1:</u>	<u>kN/m³</u>	<u>kN/m²</u>
Pintamateriaali (parketti)	6,00	0,120
Pintabetoni 65 mm	25,0	1,625
EPS-eriste 20 mm	0,05	0,001
Ontelolaatta 200 mm	13,0	2,600
Koolaus 22x100 mm k400	4,80	0,011
<u>Kipsilevy 13 mm</u>	<u>7,00</u>	<u>0,091</u>
YHTEENSÄ		4,448
<u>ALAPOHJA 1:</u>	<u>kN/m³</u>	<u>kN/m²</u>
Pintamateriaali	6,00	0,120
Pintabetoni 85 mm	25,0	2,125
EPS-eriste 200 mm	0,05	0,010
<u>Ontelolaatta 200 mm</u>	<u>13,0</u>	<u>2,600</u>
YHTEENSÄ		4,855

<u>ALAPOHJA 2:</u>	<u>kN/m³</u>	<u>kN/m²</u>
Teräsbetoni-laatta 85 mm	25,0	2,125
EPS-eriste 150 mm	0,05	0,008
YHTEENSÄ		2,133
<u>ULKOSEINÄ 1:</u>	<u>kN/m³</u>	<u>kN/m²</u>
Rappaus 10 mm	20,0	0,200
Eristeharkko 300 mm	8,00	2,000
Tasoite 5 mm	20,0	0,100
YHTEENSÄ		2,300
<u>ULKOSEINÄ 2:</u>	<u>kN/m³</u>	<u>kN/m²</u>
Vaakapaneeli 25x100 mm	4,80	0,120
Koolaus 22x100 mm k600	4,80	0,018
Rappaus 10 mm	20,0	0,200
Eristeharkko 300 mm	8,00	2,000
Tasoite 5 mm	20,0	0,100
YHTEENSÄ		2,438
<u>ULKOSEINÄ 3:</u>	<u>kN/m³</u>	<u>kN/m²</u>
Rappaus 10 mm	20,0	0,200
Betonisokkeli 200 mm (vanha)	25,0	5,000
EPS-eriste 100 mm	0,05	0,005
Pintamateriaali	4,80	0,120
YHTEENSÄ		5,325
<u>KANTAVA VÄLISEINÄ:</u>	<u>kN/m³</u>	<u>kN/m²</u>
Tasoite 5 mm	20,0	0,100
Kevytsoraharkko 290 mm	8,00	2,000
Tasoite 5 mm	20,0	0,100
YHTEENSÄ		2,200

KEVYT VÄLISEINÄ:	kN/m ³	kN/m ²
Tasoite 5 mm	20,0	0,100
Kevytsoraharkko 100 mm	8,00	0,800
Tasoite 5 mm	20,0	0,100
YHTEENSÄ		1,000

3.2.2 Hyötykuorma

Hyötykuormat voidaan määritellä kuormina, jotka aiheutuvat kyseisten tilojen käytöstä. Eurocode 1:n mukaan asuntojen, kokoontumis-, liike- ja toimistotilojen tilat jaetaan viiteen luokkaan niille ominaisen käytön perusteella. Luokkaan A kuuluvat asumistoimintoihin käytettävät tilat, kuten asuinrakennusten huoneet. (11.)

Rakennus kuuluu käyttöluokkaan A, jolloin välipohjille ja portaille hyötykuorman ominaisarvoksi saadaan taulukosta $q_{k,hyöty} = 2,0 \text{ kN/m}^2$. Parvekkeelle vastaavaksi arvoksi saadaan $q_{k,hyöty} = 2,5 \text{ kN/m}^2$.

Käyttöluokassa A hyötykuormia voidaan vaakarakenteita mitoitettaessa pienentää lattiarakennetta suoranaisesti kuormittavan alan perusteella pienennyskerroimella α_A seuraavasti:

$$\alpha_A = \frac{5}{7}\psi^0 + \frac{10}{A} \leq 1,0$$

missä

ψ^0 muuttuvan kuorman yhdistelykerroin

A rakennetta kuormittava alue [m^2] (11.)

Pystyrakenteiden mitoituksessa käytetään kerroskuormavähennystä α_n . Molempia vähennyskerroimia ei saa koskaan käyttää samanaikaisesti. Kumpaakaan vähennystä ei sovelleta lumi- tai tuulikuormaan. Pienennyskerroin α_n luokassa A määritetään seuraavasti:

$$\alpha_n = \frac{(2 + (n - 2)\psi^0)}{n}$$

missä

n kerrosluku (> 2 , $\psi^0 = 0,7$) kuormitettujen rakenneosien yläpuolella.

3.2.3 Lumikuorma

Kattojen lumikuormien määrittelyssä tulee ottaa huomioon mahdollinen lumen kinostuminen. Ominaisuuksia, jotka voivat aiheuttaa kinostumista, ovat esimerkiksi katon muoto ja sen lämpöominaisuudet, pinnan karheus, paikallinen maasto ja erityisesti tuulisuus. (11.) Katon lumikuorma on määritelty RIL 201-1-2008-julkaisussa seuraavasti:

$$s = \mu_i C_e C_t s_k$$

missä

μ_i lumikuorman muotokerroin

s_k maassa olevan lumikuorman ominaisarvo [kN/m^2]

C_e tuulensuojaiskerroin (1,0 tai 0,8)

C_t lämpökerroin, jonka arvo tavallisesti on 1,0

Tavallisissa olosuhteissa, kuten kyseisen rakennuskohteen tapauksessa, kaava pelkistyy muotoon:

$$s = \mu_i s_k$$

Muotokertoimeksi μ_i saatiin taulukosta 0,8. Vastaavasti lumikuorman ominaisarvona käytettiin $2,5 \text{ kN/m}^2$, jolloin katon lumikuormaksi saatiin $2,0 \text{ kN/m}^2$

3.2.4 Tuulikuorma

RIL 201-1-2008 määrittää tuulen vaikutuksen seuraavasti: Tuulikuormat aiheuttavat painetta umpinaisten rakenteiden ulkopintoihin ja ulkopinnan huokoisuuden vuoksi myös välillisesti sisäpintoihin. Ne voivat vaikuttaa myös suoraan avoimien rakentei-

den sisäpintaan. Paineet vaikuttavat pinnan alueisiin aiheuttaen rakenteen tai yksittäisten verhousoisien pintaa vastaan kohtisuoria voimia. (11.)

Asuinrakennuksen seinille tulevat tuulikuormat laskettiin kyseisen julkaisun mukaisesti voimakertoimen c_f avulla. Laskennassa käytettiin seuraavaa kaavaa:

$$F_w = c_s c_d c_f q_p(h) A_{ref}$$

missä

F_w kokonaistuulivoima [kN]

$c_s c_d$ rakennekerroin

c_f voimakerroin

$q_p(h)$ maaston pinnan muodon mukaan modifioitu nopeuspaine

A_{ref} tuulikuorman vaikutusala ($A_{ref} = b \cdot h$)

Katon tuulenpaine laskettiin painekertoimien avulla, jolloin katto jaetaan eri vyöhykeisiin. Tuulen katolle aiheuttama kuormitus tarkasteltiin koillisen ja luoteen suunnasta.

Asuinrakennuksen seinälle suurin tuulesta aiheutuva kuorma oli kaksikerroksisen osan kaakon puoleisella seinustalla, $F_w = 0,63 \text{ kN/m}^2$. Vastaavasti suurin tuulen aiheuttama kuorma katolle oli imua, $W_{e,F_{up}} = -1,26 \text{ kN/m}^2$. Tuulen suunta oli tällöin koillisesta. Muita ilmansuuntia katon tuulenpaineen tarkasteluissa ei otettu huomioon, sillä ne olivat joko suojassa metsän tai muiden rakennusosien takana. Laskennat ovat tarkemmin nähtävissä liitteessä 3.

3.3 Rakennuksen jäykistys

Rakennuksen kokonaisstabiliteettia varten huomioitiin rakennukselle aiheutuvat kuormitukset eri tilanteissa sekä tuulen aiheuttama paine. Lisäksi yksittäisille rakeneosille määriteltiin tilanteen mukaiset kuormat.

Kattorakenteen kokonaisjäykistys toteutettiin vinolautajäykistyksillä sekä erillisillä pukkirakenteilla. Tarvittavan jäykkyyden saamiseksi kattorakenteen ruodelaudoitusta käytettiin hyväksi pituussuuntaisten kuormien välittämisessä.

Alapohja- ja välipohjarakenteiden riittävä jäykkyys saavutettiin ontelolaattarakenteella. Ontelolaatasto toimii jäykkänä laattana saumavalujen jälkeen. Riittävä yhteistoiminta seinä- ja sokkelirakenteiden kanssa varmistettiin harjaterästartunnoilla.

Seinärakenteiden jäykkyys toteutettiin tarpeeksi laajoilla yhtenäisillä pinnoilla, jolloin seinien yhteenlaskettu jäykistävä vaikutus saatiin tarpeeksi suureksi. Rakennuksen jäykistämiseksi ulkoseinien nurkissa raudoitus jatkettiin poikittaisille seinille ja jäykistävät väliseinät sidottiin ulkoseiniin jokaiseen saumaan asennettavalla siteellä. Leca-harkkorakenteet-suunnitteluohjeen mukaan rungon riittävä jäykkyys saavutetaan tavallisesti Leca-rakennerratkaisulla ilman erityistoimenpiteitä. Ylä- ja alapohjarakenteet toimivat yleensä levyinä, jolloin ne siirtävät vaakakuormat poikittaisille ulko- ja väliseinille. (8.)

3.4 Asuinrakennuksen ja autokatoksen rakennepiirustukset

Rakennepiirustukset vaaditaan myös pientalon ja esimerkiksi autokatosten rakentamisessa. Rakennepiirustuksissa ja lujuuslaskelmissa osoitetaan kantavien rakenteiden kestävyys, rakennuksen kokonaisjäykistäminen ja mitat työn suoritusta varten. Lisäksi niissä esitetään rakenteiden lämpö- ja kosteustekniset rakennerratkaisut, jotta mahdolliset ongelmakohdat, kuten kylmäsillat ja vesivuotokohdat, voidaan minimoida rakentamisen yhteydessä. Rakennepiirustukset tulisikin tehdä siten, että rakentaminen onnistuisi helposti niitä noudattamalla, eikä työmaalla tarvitsisi tehdä omia, usein virheellisiä, ratkaisuja.

Asuinrakennuksesta laadittiin seuraavat rakennepiirustukset: perustus ja alapohja 1:50, 1.krs runko ja välipohja 1:50, 2.krs runko ja vesikattorakenteet 1:50, rakenneleikkaus A-A 1:50 sekä tarvittavat detaljipiirustukset 1:10 tai 1:20.

Vastaavasti autokatoksesta laadittiin seuraavat rakennepiirustukset: Perustus ja runko 1:50, Vesikattorakenteet 1:50 ja detaljipiirustukset 1:10 tai 1:20.

Autokatoksen rakenteiden mitoittamisessa piti huomioida myös maanpaineseinän mitoitus. Asuinrakennuksen ja autokatoksen rakennepiirustukset eroavat pääpiirustuksista korkojen osalta – rakennuksen aloittamisen yhteydessä maanpinnan muotojen tarkemman määrittelyn johdosta asuinrakennuksen korkeusasemaa nostettiin 400 mm ja tehtiin lisäksi 200 mm:n porrastus asuintilojen välille (LIITE 4/3).

3.5 Geotekninen suunnittelu

Geoteknisessä suunnittelussa mitoitetaan ja määritetään rakennusten ja rakenteiden liittyminen maa- tai kallioperään. Geotekninen suunnittelu perustuu geotekniseen mitoitukseen, jossa käytetään hyväksi maa- ja kallioperän tutkittuja teknisiä ominaisuuksia. Suunnittelussa huomioidaan muun muassa maarakenteet, kaivannot, perustamista-pa, maan sortumavaara, painuma- ja kantavuusominaisuudet, maakosteus, pohjavesi, routa, maaperän pilaantuneisuus sekä radon. (15.)

Rakennettavassa kohteessa asuinrakennuksen ja autokatoksen välinen tila täytetään pääasiassa soralla siten, että autokatoksen lännen puoleiselle seinälle aiheutuu kuormia maamassoista. Tämän perusteella MH-200 valuharkoista tehtävän maanpaineseinän tulee kestää normaalien katolta tulevien lumikuormien ja rakenteiden painon lisäksi maasta aiheutuva kuormitus. Rakennustyön aikana pitää erityisesti huomioida sopivat täyttökorkeudet ja sopiva tiivistäminen tukimuurin takana – suurilla täyttömäärillä ja ylimääräisillä kuormilla saadaan helposti rakenne rikottua.

Tukimuurin oletetaan olevan jäykkä siirtyvä rakenne, joten mitoitus tapahtuu aktiivipaineelle. Laskelmissa oletetaan täytön tapahtuvan kokonaan soralla, jolloin maanpaine jakautuu tasaisesti kitkamaata tukevassa tukimuurissa. Laskelmissa on huomioitu myös rakenteen käyttöajan vaikutukset maanpaineen jakautumisessa. Maan tilavuuspainona käytetään arvoa $\nu = 20 \text{ kN/m}^3$. Jos maanpainetta synnyttävä maakerros on kokonaan tai osittain pohjavesipinnan alapuolella, käytetään maanpainelaskelmissa maan tehokasta tilavuuspainoa ν' . Tällöin tukiseinän kuormaksi lasketaan edellä mainitun maanpaineen lisäksi pohjavedenpinnan korkeuden mukaan määräytyvä veden hydrostaattinen paine. Huomioitavaa on myös, että jos pohjaveden pinta on maanpaineen kuormittaman tukiseinän eri puolilla eri tasoissa ja seinän ali tapahtuu suotovirtausta, on siitä aiheutuvan hydraulisen gradientin vaikutus maan tehokkaisiin tilavuuspainoihin seinän kummallakin puolella otettava huomioon. (6.)

Ohjeet laskemiselle on määritelty Geotekniikka 464-teoksessa, jonka mukaan maanpaineen määrittämiseksi onkin kehitetty useita eri menetelmiä. Kyseisen tukimuurin laskelmat löytyvät liitteestä 3. Autokatoksen rakennekuvista (LIITE 4/5) selviää kyseinen rakenne.

4 RAKENNETEKNISET OMINAISUUDET

Pientalojen uudisrakentamisessa energiatehokkuutta ohjataan alati kiristyvillä rakennusmääräyksillä. Tämän hetkisenä linjauksena on tiukentaa energiataloutta koskevia määräyksiä 30–40 prosenttia aiemmasta tasosta. Uusien määräysten voimaantulo on suunniteltu vuoden 2010 alkuun. Lisäksi vuonna 2012 normeja vielä kiristetään vuoden 2010 tasosta. Uusilla määräystasoilla pienennetään rakennuksen lämpöhäviötä, joka muodostuu rakennuksen vaipan, ilmanvaihdon ja vuotoilman lämpöhäviöiden yhteenlasketusta kokonaisuudesta.

4.1 Lämmöneristys ja tasauslaskenta

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa C3 määrittelee rakennuksen lämpötekniiset vaatimukset eri rakennusosien osalta. Ikkunoille, oville ja eri vaipanosille on olemassa omat lämmönläpäisykertoimet. Ohjeissa on lisäksi määritelty eri vaatimukset rakennuksen tilojen käyttötarkoituksen tai lämpötilan mukaan. (14.) Kyseessä oleva kohde toteutettiin 1.1.2008 voimaan tulleen asetuksen määräykset täyttäväksi.

Asuinrakennuksen huonetilat suunniteltiin lämpimien tilojen lämmönläpäisykertoimet täyttäväksi. Kellarin varaston vaipparakenteet täyttävät vastaavasti puolilämpimän tilan määräykset. Asuinrakennuksen lisäksi kohteeseen suunniteltiin avoin autokatos, jolloin kyseessä olevaan rakennukseen ei kohdistunut erityisiä määräyksiä lämmöneristävyyden osalta. Rakenteiden U-arvot (*Taulukko 2*) määritettiin käsin laskennalla. Lisäksi käytettiin apuna Doflämpö-ohjelmaa, jolla rakenteiden kosteustekninen toiminta saatiin helposti määriteltyä.

Määräykset antavat myös mahdollisuuden sellaisiin kustannustehokkaisiin ratkaisuihin, joiden tekniset ominaisuudet poikkeavat esimerkiksi lämmönläpäisykertoimien vertailuarvoista. Jos esimerkiksi talon seinien eristävyysarvot ylittävät vertailuarvon, voidaan hyväksyttävä kokonaistaso saavuttaa parantamalla talon tiiveyttä, jonkin toisen rakenneosan eristävyyttä tai ilmanvaihdon lämmön talteenottoa. Kyseistä lämpö-

häviöiden tasauslaskentaa hyödynnettiin rakennuskohteessa. Ympäristöministeriön tasauslaskentaopas 2007:n mukaan lämpöhäviöiden tasauslaskenta on määritelty seuraavasti:

Rakennuksen lämpöhäviöiden tasauslaskennalla osoitetaan rakennuksen lämpöhäviölle asetetun vaatimuksen täyttyminen. Jonkin osatekijän (vaippa, vuotoilma, ilmanvaihto) vertailulämpöhäviötä suurempi lämpöhäviö edellyttää vähintään vastaavaa lämpöhäviön vähentämistä toisen osatekijän kohdalla. (4.)

Kyseistä laskentaa varten on olemassa valmiit Excel-laskentapohjat, joiden avulla hyväksyttävä kokonaistaso saadaan määriteltyä. Kohteesta laadittiin tasauslaskelma (LIITE 3/18-19), jolla osoitettiin rakennuksen määräystenmukaisuus lämpöhäviöiden osalta. Asuinrakennuksessa suuri ikkunoiden kokonaispinta-ala kompensoitiin paremmalla lämmön talteenoton vuosihyötysuhteella sekä lisäämällä eristettä rakennuksen yläpohjiin. Rakennuksen U-arvot vaipan osalta olivat minimiarvot täyttävät.

Taulukko 2: Rakenteiden U-arvot

ASUINRAKENNUS	U-arvot, W/(m ² K)	
	Vertailuarvo	Suunnittelu-arvo
lämpimät tilat:		
Ulkoseinä	0,24	0,25
Yläpohja	0,15	0,09
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)	0,19	0,13
Ikkunat	1,40	1,10
Ulko-ovet	1,40	1,20
puolilämpimät tilat:		
Ulkoseinä	0,38	0,25
Alapohja (maanvastainen)	0,34	0,17
Ikkunat	1,80	1,40
Ulko-ovet	1,80	1,20

4.2 Kosteustekninen toiminta

Kosteudella tarkoitetaan vettä eri olomuodoissaan. Näitä ovat jää, vesi ja vesihöyry. Kosteuden hallinta rakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa sekä rakennuksen käyttöaikana on erittäin tärkeää, koska hallitsematon kosteus voi aiheuttaa vakavia vaurioita rakennusmateriaaleille, rakenteille sekä terveyshaittoja rakennuksen käyttäjille. (5.)

Olennainen tekijä rakennuksen moitteettomassa kosteusteknisessä toiminnassa on huolellinen suunnittelu ja toteutus rakennusprojektin kaikissa vaiheissa. Pääpiirteittäin rakennukset on hyvin suojattu esimerkiksi sateen vaikutuksilta – suuria ongelmia kuitenkin aiheutuu melko pienistä asennus- tai suunnitteluvirheistä. Kylpyhuoneiden vedeneristäminen, katon läpiviennit sekä sade- ja sulamisvesien oikeanlainen poisjohdattaminen ovat tärkeä tehdä oikein. Tämän lisäksi rakennuksen koko vaipan tulee olla riittävän ilmatiivis, jotta haitallinen konvektio saadaan estettyä. Rakennuksen vaipan läpi kosteus liikkuu myös diffuusion avulla – kosteuspitoisuuserot pyrkivät tasoittumaan sisä- ja ulkopuolen välillä. Alapohjassa rakenteet tulee suunnitella siten, että maaperän kapillaarisesti liikkuva kosteus ei pääse vaurioittamaan valmista rakennetta. Kaikki nämä vähentävät terveys- ja hygieniariskiä asunnossa ja näin ollen lisäävät asumismukavuutta.

Rakennuksen seinärakenteet toteutettiin eristeharkoista, jolloin kosteustekninen toiminta on hyvin hallittua. Rakenteessa ei ole tällöin kosteuden kertymiselle riskialttiita kerroksia ja ilmatiiveysluku on erinomainen. Yläpohjassa NR-ristikoiden alapintaan asennettiin höyrynsulkumuovi, joka limitettiin ja teipattiin huolellisesti saumoista. Lisäksi ristikkorakenteiden välisen ylätilan tuuletus toteutettiin tapahtuvaksi kaikkien räystäiden kautta. Pesu-, WC- ja saunatilojen kosteustekninen toiminta varmistettiin käyttämällä vedeneristystä määräysten mukaisesti.

Varastotilan alapohjan eristeen alle asennettiin noin 200 mm kapillaarikatkosoraa, jolloin kosteuden nousu rakenteisiin pystytään estämään. Ryömintätillaisen alapohjan tuulettumisesta huolehdittiin suunnittelemalla tarpeeksi monta tuuletusaukkoa alapoh-

jan pinta-alaan nähden. Rakennus sijaitsee kallioisella rinnetontilla, jolloin myös valumavesien poisjohtamisesta rakennuksen sokkelin vierestä tulee huolehtia. Tästä johdun rakennuksen ympärille tehtiin tarvittavat määräysten mukaiset kallistukset ja lisäksi alaosaan päärakennuksen ja autokatoksen välitilaan asennettiin salaojat.

Ikkunoiden ja ovien karmien tiiveys ja kosteustekninen toiminta varmistettiin käyttämällä eristeenä kahta eri materiaalia; polyuretaanivahto sisäosissa estää tiiviinä materiaalina kosteuden kulun karmin lävitse ja mineraalivilla ulko-osissa mahdollistaa karmien kuivumisen. Lisäksi pellityksistä eri rakenneosissa, etenkin ikkuna- ja kattorakenteissa, tehtiin erilliset suunnitelmat.

4.3 Ääneneristys

RakMK:n osa C1 määrittelee rakennuksen ääneneristysvaatimukset. Määräyksenä on, että rakennus tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että ympäristöstä tuleva melu ei aiheuta terveydellistä haittaa rakennuksessa eikä sen lähellä oleskeleville ihmisille. Rakennuksen hyvän ääneneristävyysominaisuuden lisäksi ääniolosuhteisiin tulee kiinnittää huomiota - tilojen keskinäinen sijoittelu sekä melulähteiden voimakkuus vaikuttavat oleellisesti asumisolosuhteisiin. LVIS-laitteiden aiheuttama melutaso ei saa ylittää 45 desibeliä. Väliseinien ja muille huoneiston välisille rakenteille ei ole asetettu erityisiä määräyksiä ääneneristävyydelle. (12.)

Kohteessa ääneneristävyys toteutui hyvin massiivisella harkkorakenteella sekä rakenteiden hyvillä tiiveysominaisuuksilla. Lisäksi tilat suunniteltiin siten, että toiminnallisesti äänekkäät peseytymis- ja kodinhoitohuonetila sijoitettiin erilliseen osaan rakennusta. Rakennuspaikka sijaitsee rauhallisella alueella eikä tontille kuulu kovinkaan paljon esimerkiksi liikennemelua.

4.4 Paloturvallisuus

Pientalon paloturvallinen suunnittelu on hyvin tärkeää tulevien käyttäjien kannalta. Paloturvallisuussuunnittelu aloitetaan hankkeen rakennussuunnitteluvaiheessa, jolloin määritellään esimerkiksi poistumisteiden paikat. Käytännössä rakennuksen rakentei-

den tulee kestää palotilanteen sattuessa niille asetetut vähimmäisajat. Rakennus tulee suunnitella siten, että se noudattaa Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksiä ja ohjeita myös paloturvallisuuden osalta. Pientalojen rakennuspiirustuksissa tulee esittää paloturvallisuuteen liittyen yleensä seuraavat asiat: (13.)

Asemapiirroksessa

- rakennuksen tarkka etäisyys rajasta ja asemakaavan kaavamerkinnot
- lähiympäristö ja rakennukset tontin tai rakennuspaikan rajojen ulkopuolella tarpeellisessa laajuudessa, kuitenkin vähintään kymmenen metrin etäisyydeltä
- tarvittaessa pelastustie
- rakennuksen kerrosala ja paloluokka
- rakennusalueen raja.

Pohjapiirroksessa

- rakennuksen paloluokka
- huoneiden käyttötarkoitus
- portaiden nousu, etenemä, leveys ja kulkukorkeus
- palo-osastojen rajat, jotka merkitään yleensä kolmipistekatkoviivalla
- osastoivien rakennusosien paloluokat
- osastoivat palo-ovet
- varatiet tikkaineen
- tulisijat, lämmityskattilat, kiukaat ja hormit.

Leikkauspiirroksessa

- palo-osastojen rajat ja osastoivien rakennusosien rakennetyypit
- rakennusosien liittyminen välipohjaan, ulkoseinään, vesikatteeseen ja räystäääseen
- portaiden nousu, etenemä, leveys ja kulkukorkeus.

Julkisivupiirroksessa

- rakennuksen korkeus
- savupiiput korkeusasemineen, kattotikkaat, lapetikkaat, kattosillat ja kattoluukut
- päätyluukut ja varatietikkaat
- katemateriaali ja lumiesteet.

Savuhormi- ja tulisijapiirustuksissa

- hormin pystyleikkaus yläpohjan ja välipohjien kohdalla
- hormin ja tulisijan vaakaleikkaus ja liittyminen palaviin rakennusosiin ja kalusteisiin
- suojaetäisyydet ja suojaukset palaviin rakenteisiin.

Rakentamismääräyskokoelman osan E1 perusteella asuinrakennus kuuluu paloluokkaan P3. Kyseisessä paloluokassa kantaville rakenteille ei aseteta vaatimuksia. Turvallisuustaso saavutetaan rakennusten kokoa ja henkilömäärää rajoittamalla käytöstavasta riippuen. Luokkaan kuuluu kooltaan, käytöstavaltaan ja henkilömääriltään sellaisia rakennuksia, joista nopea poistuminen on helppoa. Rakennuksessa saa olla enintään kaksi varsinaista kerrosta.

5 RAKENNUKSEN KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJE

5.1 Yleistä

”Käyttö- ja huolto-ohje on laadittava sellaista rakennusta varten, jota käytetään pysyvään asumiseen tai työskentelyyn. Ohje on laadittava myös silloin, kun tehdään korjaus- ja muutostyö, joka on verrattavissa rakennuksen rakentamiseen. Lisäksi ohje koskee soveltuvien osien korjaus- ja muutostyötä, joka muutoin edellyttää rakennuslupaa.

Käyttö- ja huolto-ohje sisältää tarvittavat tiedot rakennuksen asianmukaista käyttöä ja kunnossapitovelvollisuudesta huolehtimista varten. Ohjetta laadittaessa otetaan huomioon rakennuksen käyttötarkoitus, rakennuksen ominaisuudet sekä rakennuksen ja sen rakennusosien ja laitteiden suunniteltu käyttöikä.

Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje koostuu rakennushankkeen aikana eri osapuolten laatimista ja eri tahoilta koottavista asiakirjoista, jotka luovutetaan kiinteistön omistajalle.” (17.)

Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje on siis eräänlainen rakennuksenomistajan käsikirja, johon on koottu kaikki tarvittavat tiedot kiinteistöstä ja sen hoidosta. Ohjeiden tekeminen tuli pakolliseksi kaikissa uusissa asuinrakennuksissa vuoden 2000 alussa. Huoltokirja auttaa paremmin hallitsemaan kiinteistöä koko sen elinkaaren ajan. Tällä hetkellä ei ole olemassa yksiselitteistä ohjetta tai määräystä hyväksyttävästä tavasta toteuttaa huoltokirja. Huoltokirja on esitettävä rakennusvalvontaviranomaisella loppukatselmuksen yhteydessä.

Liitteessä 5 on esitetty kohteessa käytetty huoltokirja osittain esitetytäänä. (20.) Tarkoituksena on, että käyttäjä tarkentaa ja täyttää kyseistä huoltokirjaa rakennusprojektin eri vaiheissa.

5.2 Huoltokirjan tarkoitus

Kiinteistön kunnossapito tarvitsee paljon huomiota ja muistettavaa. Huoltokirjan tarkoituksena on opastaminen ja auttaminen kaikessa kiinteistön kunnossapidossa koko rakennuksen elinkaaren ajan. Näin ollen saadaan kiinteistön arvo säilytettyä paremmin.

Huoltokirjaan jo rakennusvaiheessa kootut tiedot rakennusosista ja teknisistä järjestelmistä helpottavat huomattavasti esimerkiksi korjaus- ja perusparannushankkeiden suunnittelua. Tämän lisäksi hyvin hoidettu ja huollettu kiinteistö tarjoaa ajanmukaisen vaatimustason täyttävän, terveellisen ja viihtyisän asuinympäristön tavoitteiden mukaisen käyttöiän ajaksi.

5.3 Huoltokirjan käyttö

Rakennusvaiheen aikana työmaalla on usein monta erilaista materiaalia ja jokaisella samantapaisella materiaalilla lisäksi eri valmistajia. Kaiken tämän tiedon muistamisen helpottamiseksi huoltokirjan käyttö tulisi aloittaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Huoltokirjaan kootaan tiedot eri rakennusmateriaaleista, niiden paikantamiseen tarvittavat tiedot sekä kauppanimikkeet. Kaikki tuote-esitteet sekä rakennusosien huolto-ohjeet voidaan hankkia suoraan valmistajalta. Pintarakenteiden osalta kootaan tiedot mahdollisesta käsittely-yhdistelmästä ja jokaisen aineen päästöluokituksesta. Huoltokirjaan on myös hyvä liittää teknisten järjestelmien tiedot ja ohjeelliset käyttöarvot. Tämän lisäksi huoltokirjaan liitetään taloteknisten laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet. Huoltokirjassa rakennusosille on lisäksi määritelty tavoitteelliset käyttöiät. (18.)

Huoltokirjasta löytyvien perustietojen, kuten pinta-alojen sekä muotoa ja kokoa selvittävien tietojen, avulla saadaan kiinteistöstä hyvä yleiskuva sitä tarkemmin edes tunteematta. Huoltokirjaan kannattaa lisäksi liittää myös rakennuksen kaikki piirustukset. (18.)

Huoltokirja sisältää taulukot vuotuisen kulutuksen osalta sekä myös kulutuksen tavoitteelliset käyttöarvot. Vuotuista kulutusta ja aiheutuneita kustannuksia seurataan esimerkiksi veden, lämmitysenergiälähteiden ja käyttösähkön osalta. (18.)

5.4 Huoltokirjan laatija

Huoltokirja laaditaan suunnittelijan, rakennuttajan ja niin sanotun koordinoijan yhteistyönä. Pientalorakentamisen yhteydessä huoltokirjan laadinnasta vastaa usein rakentaja itse. Tällöin rakentaja on sekä rakennuttajan että koordinoijan roolissa. Hankkeeseen osallistuneet suunnittelijat auttavat rakentajaa saamaan oikeat ja tarpeeksi kattavat tiedot hankkeesta. Mahdollisuutena on myös palkata vaikkapa pääsuunnittelija laatimaan huoltokirja. (18.)

5.5 Kirjattavat asiat

Perustiedot antavat tarpeellisen tiedon rakennukseen liittyvistä asioista. Tietojen avulla saadaan nopeasti selville esimerkiksi mahdollinen jäljellä oleva rakennusoikeus. Seuraavat asiat perustietojen osalta on hyvä kirjata huoltokirjaan:

- omistajan nimi ja osoite
- kiinteistön sijaintikunta
- kaupunginosa/kylä
- kortteli/tila
- kerrosluku ja kerrosala
- huoneistoala ja huoneluku
- rakennusoikeustiedot
- ulkorakennusta tai laajennusta koskevat tiedot
- tekniset laitteet ja järjestelmät
- vesi- ja viemärointi
- sähköistys
- lämmitysjärjestelmä
- ilmanvaihto ja ilmastointi
- tietojärjestelmät

- suunnittelija ja rakentajat (18.)

Rakennus- ja pintamateriaalien osalta kirjataan seuraavat asiat:

- rakennusosat: seinä-, välipohja- ja yläpohjarakenteet sekä täydentävät rakenteet
- ovet ja ikkunat
- helat
- kiintokalusteet
- pintamateriaalit
- talovarusteet (18.)

Huoltokirjaa voidaan käyttää myös kustannusten seurannassa. Valmiiksi koottujen menekkitietojen lisäksi voidaan liittää myös hintatiedot.

Tarkastukset ja huoltotoimenpiteet voidaan jakaa esimerkiksi seuraavasti:

- päivittäiset ja viikoittaiset tehtävät
- kuukausittain tai vuosittain suoritettavat tehtävät
- tarvittaessa tehtävät: esimerkiksi nuohous
- yli viiden vuoden välein toistuvat tehtävät (18.)

Huoltokirjassa kiinnitetään erityistä huomiota energiatalouden hallintaan. Kirjaan merkitään ylös vuotuisen kulutuksen seuranta-arvot, jolloin vertaaminen ohjeellisiin tavoitearvoihin on mahdollista. Tällöin mahdolliset poikkeamat on helppo havaita.

6 ENERGIATODISTUS

6.1 Määritelmä

Energiatodistuksen avulla kuluttajat voivat vertailla rakennusten energiatehokkuutta ja siinä ilmoitetaan se energiamäärä, joka tarvitaan rakennuksen tarkoitusta vastaavaan käyttöön. Jotta energiatehokkuuden arviointi ja vertaaminen muihin vastaaviin rakennuksiin olisi mahdollista, energiatehokkuuden perusteella kiinteistölle määritellään energialuokka asteikolla A-G. Vähiten energiaa kuluttaa A-luokan kiinteistö, eniten G-luokan kiinteistö. Lämmitysmuoto ei vaikuta rakennuksen saamaan energialuokkaan. Energiatehokkuuden parantaminen on ennen kaikkea kiinteistön omistajan etu, sillä mitä vähemmän energiaa kiinteistö kuluttaa sitä enemmän omistaja säästää. Todistus voidaan antaa rakennuslupamenettelyn tai energiakatselmuksen yhteydessä osana isännöitsijäntodistusta tai erillisenä todistuksena. (19.)

Energiatodistuksen tarkoituksena on toisin sanoen auttaa kuluttajia energiataloudellisuuden valinnoissa, kuten jo yleisesti käytössä ollut kodinkoneiden energiamerkki tekee. Todistus on yleisesti sovittu mittaväline, jonka avulla rakennuksen energiatehokkuutta voidaan helposti verrata muihin vastaaviin rakennuksiin. Energiatodistuksen laadinta oli pakollinen myös rakennuskohteessa, sillä se vaaditaan nykyään kaikilta uudisrakennuksilta. Todistuksen antaa pääsuunnittelija.

6.2 Kohteen energiatodistus

Energiatodistuksen laadinnassa määriteltiin rakennuskohteen energiatehokkuus eli energiatehokkuusluku. Peruseriaatteena määrittelyssä on jakaa rakennuksen tarvitsema vuotuinen energiamäärä rakennuksen bruttopinta-alalla, jolloin yksiköksi saadaan kWh/brm². Rakennuksen tarvitsema energiamäärä muodostuu seuraavista kokonaisuuksista: lämmitysenergia, laitesähkö- ja jäähdytysenergia. Lämmitysmuoto ei vaikuta luokitukseen.

Asuinrakennus sijoittuu luokkaan D. Luokituksen tasoon vaikuttivat etenkin suuret ikkunapinta-alat sekä seinän vain kohtalainen lämmöneristyskyky. Kohteen energiato-
distus laadittiin pienten asuinrakennusten energiato-
distusmallin pohjalle. Energiato-
distus on liitteessä 6.

7 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli suunnitella työn tilaajan, tässä tapauksessa myös rakentajan, luonnossuunnitelmien pohjalta funktionalismin henkeen toteutettava kivitalo. Lähtökohtana piti lisäksi pystyä hyödyntämään rakennuspaikalla sijaitsevan puretun talon perustuksia.

Pääasiallisena rakennusmateriaalina käytettiin eristeharkkoa ulkoseinissä ja väliseinä-harkkoa huoneiden välisissä sisäseinissä. Julkisivu rapattiin kauttaaltaan ja lisäksi ulkonäköä kevennettiin puurimoituksilla. Vesikaton materiaaliksi valittiin rivipeltikate.

Rakennesuunnitteluvaiheessa yhdistettiin kuhunkin käyttötarkoitukseen parhaiten so-
pivia rakennusmateriaaleja – huomioiden ennen kaikkea kustannustehokkuuden yh-
dessä rakenteiden toimivuuden kanssa. Teräsrakenteilla saatiin hoikkia ja tehokkaasti
kantavia pilareita ja betonipalkit toimivat pääasiassa aukkojen ylityksissä. Väli- sekä
alapohjassa kantavana rakenteena olivat ontelolaatat. Katolle tulevat kuormat kannat-
ettiin NR-ristikoilla. Autokatoksen rakenteissa käytettiin samantapaisia rakenteita
kuin asuinrakennuksessa.

Asuinrakennuksen ja autokatoksen rakennus- ja rakennesuunnitelmien tekeminen oli
hyvin antoisaa. Valmiit arkkitehtuuriset ja rakenteelliset lähtökohdat sitoivat projektin
sopiviin raameihin, joiden sisällä oli haastavaa ja mielenkiintoista tehdä hyviä ratkai-
suja yhdessä rakennuttajan kanssa. Lisäksi työhön kuuluneet käyttö- ja huolto-ohjeen
sekä energiatodistuksen laatiminen opettivat paljon pientalosuunnitteluun liittyvistä
asioista.

8 LÄHTEET

Kirjallisuus

1. Vesterlundien tekemät luonnospiirustukset. 2008.
2. Kirjalansaaren osayleiskaava, kaavamääräykset. Paraisten kaupunki, Arkkitehtikonttori. Parainen 16.10.1996.
3. Kaavakartta. Paraisten kaupunki. Parainen 1996.
4. Asuintilojen suunnittelu, RT -ohjekortit. Rakennustietosäätiö 2003.
5. RakMK A2, Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat, määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriö 2002.
6. Jääskeläinen Raimo, Rantamäki Martti, Tammirinne Markku. Geotekniikka 464. 21. muuttumaton painos. Otatieto, Oy Yliopistokustannus University Press Finland Ltd. Helsinki 2006. s. 20.
7. Lindroos Ari. Talo Nygrenin rakennus- ja rakennesuunnittelu. Opinnäytetyö 2006. s. 22. Talonrakennustekniikka. Turun ammattikorkeakoulu.
8. Leca-harkkorakenteet, Suunnitteluohje 4-14. Maxit 15.6.2006.
9. RakMK B1, Rakenteiden varmuus ja kuormitukset, määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriö 1998.
10. RIL 201-1999, Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 1999.

11. RIL 201-1-2008, Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2008.
12. RakMK C1, Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa, määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriö 1998.
13. Rahikainen Jussi. Laajempi pientalon paloturvallisuuden suunnitteluopas versio 1.0 19.1.2009.
14. RakMK C3, Rakennuksen lämmöneristys, määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriö 2007.

Sähköiset lähteet

15. Rak-50.3135 Geotekninen suunnittelu. Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos. [viitattu 16.3.2009]. Saatavissa https://noppa.tkk.fi/noppa/kurssi/rak-50.3135/luennot/luennot_1_-_5.pdf.
16. Ohjeita rakentajalle. [viitattu 16.3.2009]. Saatavissa [www.loimaanseutu.fi/ FileRoot/328393.doc](http://www.loimaanseutu.fi/FileRoot/328393.doc).
17. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeet, Ympäristöministeriö 23.5.2007. [viitattu 16.3.2009]. Saatavissa www.ymparisto.fi > Maankäyttö ja rakentaminen > Kiinteistön ylläpito ja korjausrakentaminen > Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeet.
18. Koti-optimi Pientalorakentamisen hallintajärjestelmä, osa 4. [viitattu 16.3.2009]. Saatavissa www.rakentaja.fi.
19. Energiatodistus, Ympäristöministeriö 17.12.2008. [viitattu 16.3.2009]. Saatavissa www.ymparisto.fi > Maankäyttö ja rakentaminen > Energia- ja ekotehokkuus > Energiatodistus.

20. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. [viitattu 16.3.2009]. Saatavissa www.tekninen.sakyla.fi/lomakkeet/Rakentaminen/Huoltokirja.doc.

Rakennuslupa-asiakirjat, 16 s.

Asuinrakennuksen rakennuslupahakemus, 2 s.	1/1-2(16)
Asuinrakennuksen rakennushankeilmoitus, 3 s.	1/3-5(16)
Vastaavaa työnjohtajaa koskeva hakemus, 1 s.	1/6(16)
Autokatoksen rakennuslupahakemus, 2 s.	1/7-8(16)
Autokatoksen rakennushankeilmoitus, 3 s.	1/9-11(16)
Ilmoitus rakennushankkeen suunnittelijoiden nimeämisestä, 1 s.	1/12(16)
Ilmoitus naapurien kuulemisesta, 1 s.	1/13(16)
Suunnitelma jäteveden johtamisesta, 2 s.	1/14-15(16)
Selvitys rakennuspaikan perustus- ja pohjaolosuhteista, 1 s.	1/16(16)

Pääpiirustukset, 5 s.

Asemapiirustus (ARK01), 1 s.	2/1(5)
Asuinrakennuksen pohja- ja leikkauspiirustus (ARK02), 1 s.	2/2(5)
Asuinrakennuksen julkisivupiirustus (ARK03), 1 s.	2/3(5)
Autokatoksen pohja- ja leikkauspiirustus (ARK04), 1 s.	2/4(5)
Autokatoksen julkisivupiirustukset (ARK05), 1 s.	2/5(5)

Laskelmat, 19 s.

Tuulikuormat, 8 s.	3/1-8(19)
Autokatoksen maanpaineseinä, 2 s.	3/9-10(19)
Aukonylityspalkki, 3 s.	3/11-13(19)
Parvekkeen pääkannattimet, 2 s.	3/14-15(19)
Välipohjan pilari, 2 s.	3/16-17(19)
Tasauslaskelma, 2 s.	3/18-19(19)

TUULIKUORMAT

Seinille tulevat kuormat:

Tuulikuormien laskemisessa käytetään RIL 201-1-2008 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat -julkaisua avuksi. Asuinrakennuksen muodon takia tuulikuormat lasketaan kahdessa osassa. Ensin lasketaan kaksikerroksisen osan tuulikuormat koillisen ja kaakon suuntaisille seinille ja tämän jälkeen vastaavat laskelmat yksikerroksiselle niin sanotulle laajennusosalle.

Kokonaistuulivoima lasketaan voimakertoimen c_f avulla seuraavalla kaavalla:

$$F_w = c_s c_d c_f q_p(h) A_{ref}$$

missä

F_w kokonaistuulivoima [kN]

$c_s c_d$ rakennekerroin

c_f voimakerroin

$q_p(h)$ maaston pinnan muodon mukaan modifioitu nopeuspaine

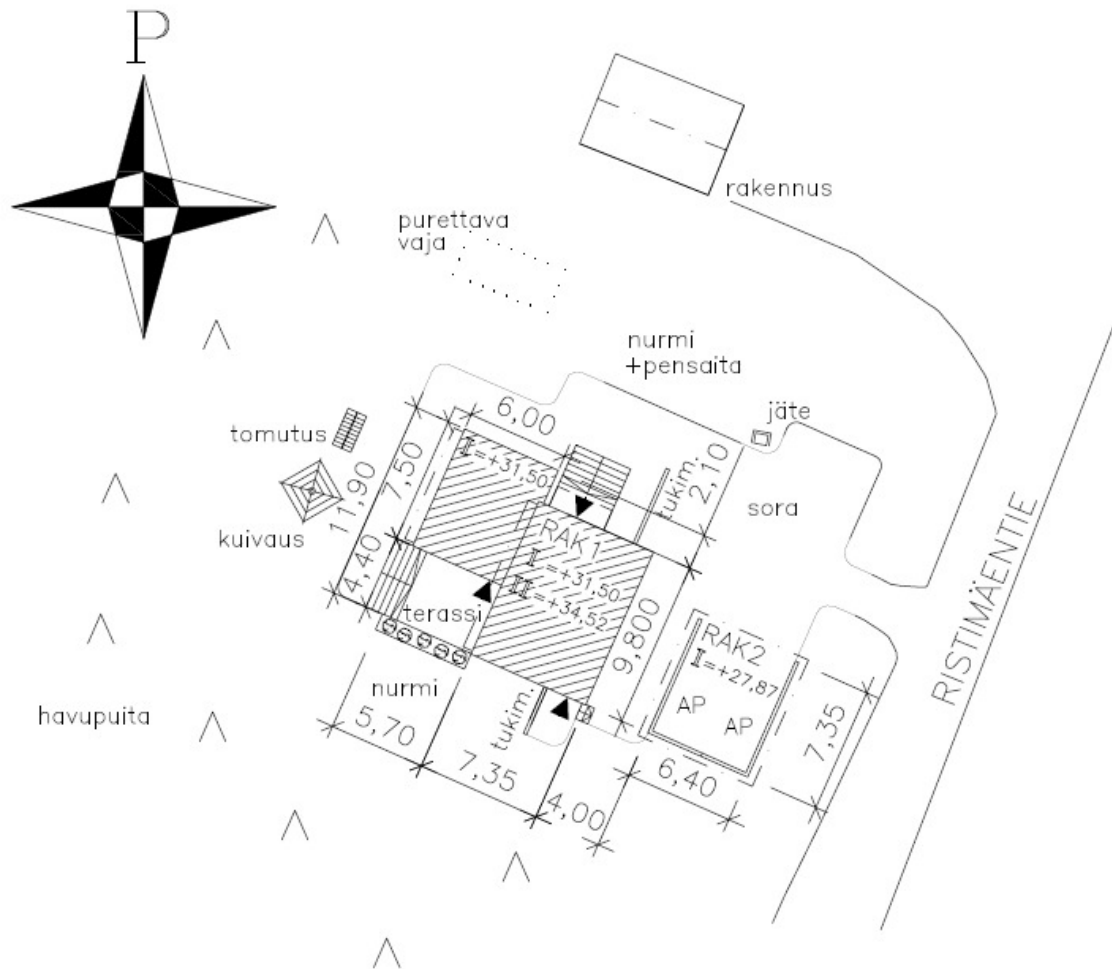
A_{ref} tuulikuorman vaikutusala ($A_{ref} = b \cdot h$)

Rakennekertoimelle $c_s c_d$ voidaan matalien rakennusten suunnittelussa käyttää varmallalla puolella olevaa arvoa $c_s c_d = 1,0$. Voimakertoimen määrittelyssä teräväsärmäisen suorakaidepoikkileikkauksen omaavalle matalalle rakennukselle tarvitsee laskea tehollinen hoikkuus λ ja rakennuksen $\frac{d}{b}$ suhde ja määrittää kyseisten arvojen perusteella kuvaajasta voimakerroin c_f . Tehollinen hoikkuus λ saadaan laskettua kaavalla

$\lambda = 2 \frac{h}{b}$, kun $h < 15 \text{ m}$. Kokonaisvoima lasketaan tässä neliömetrin suuruiselle pinta-alalle, $A_{ref} = 1,0 \text{ m}^2$.

ASUINRAKENNUS

Alla oleva kuva selventää tontin olosuhteita tuulen vaikutuksia huomioidessa.



Kaksikerroksinen osa, tuuli koillisen puoleiselle seinälle:

$$\lambda = 2 \cdot \frac{8,2 \text{ m}}{7,35 \text{ m}} = 2,23$$

$$\frac{d}{b} = \frac{9,8 \text{ m}}{7,35 \text{ m}} = 1,33$$

Kuvaajasta saadaan $c_f = 1,25$.

Maaston rosoisuuden perusteella valitaan maastoluokka III.

Nopeuspaineen ominaisarvoksi saadaan taulukosta $q_p(h) = 0,45 \text{ kN/m}^2$.

Tuulesta aiheutuva paine $F_w = 1,0 \cdot 1,25 \cdot 0,45 = 0,56 \text{ kN/m}^2$.

Kaksikerroksinen osa, tuuli kaakon puoleiselle seinälle:

$$\lambda = 2 \cdot \frac{8,2 \text{ m}}{9,8 \text{ m}} = 1,67.$$

$$\frac{d}{b} = \frac{7,35 \text{ m}}{9,8 \text{ m}} = 0,75.$$

Kuvaajasta saadaan $c_f = 1,4$.

Maaston rosoisuuden perusteella valitaan maastoluokka III.

Nopeuspaineen ominaisarvoksi saadaan taulukosta $q_p(h) = 0,45 \text{ kN/m}^2$.

Tuulesta aiheutuva paine $F_w = 1,0 \cdot 1,4 \cdot 0,45 = 0,63 \text{ kN/m}^2$.

Yksikerroksinen osa, tuuli koillisen puoleiselle seinälle:

$$\lambda = 2 \cdot \frac{4,8 \text{ m}}{6,0 \text{ m}} = 1,6$$

$$\frac{d}{b} = \frac{7,5 \text{ m}}{6,0 \text{ m}} = 1,25$$

Kuvaajasta saadaan $c_f = 1,25$.

Maaston rosoisuuden perusteella valitaan maastoluokka III.

Nopeuspaineen ominaisarvoksi saadaan taulukosta $q_p(h) = 0,35 \text{ kN/m}^2$.

Tuulesta aiheutuva paine $F_w = 1,0 \cdot 1,25 \cdot 0,35 = 0,44 \text{ kN/m}^2$.

Yksikerroksinen osa, tuuli luoteen puoleiselle seinälle:

$$\lambda = 2 \cdot \frac{4,8 \text{ m}}{7,5 \text{ m}} = 1,28$$

$$\frac{d}{b} = \frac{6,0 \text{ m}}{7,5 \text{ m}} = 0,8$$

Kuvaajasta saadaan $c_f = 1,4$.

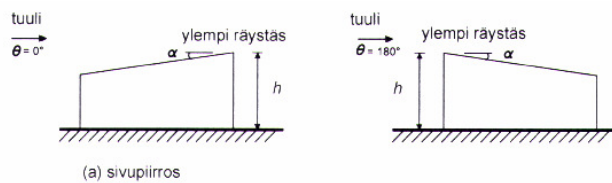
Maaston rosoisuuden perusteella valitaan maastoluokka III.

Nopeuspaineen ominaisarvoksi saadaan taulukosta $q_p(h) = 0,35 \text{ kN/m}^2$.

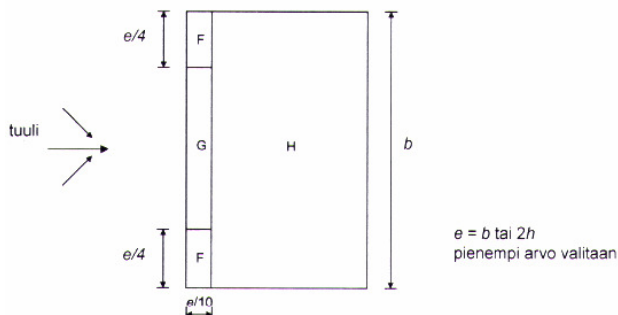
Tuulesta aiheutuva paine $F_w = 1,0 \cdot 1,4 \cdot 0,35 = 0,49 \text{ kN/m}^2$.

Katolle tulevat kuormat:

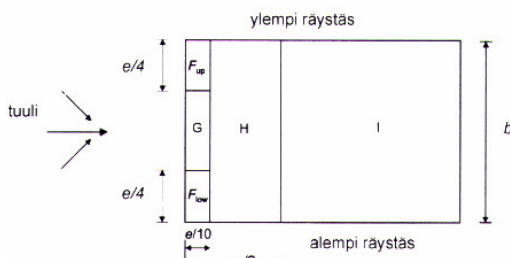
Katolle tulevat kuormat laskettiin RIL 201-1-2008 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat -julkaisun avulla. Katon tuulenpaineet laskettiin painekertoimien avulla, jolloin katto jaetaan vyöhykkeisiin alla olevan kuvan mukaisesti. Tuulen aiheuttama kuormitus tarkasteltiin koillisen ja luoteen suunnasta.



(a) sivupiirros



(b) tuulen suunnat $\theta = 0^\circ$ ja $\theta = 180^\circ$



(c) tuulen suunta $\theta = 90^\circ$

Kaksikerroksinen osa, tuuli katolle koillisesta:

Tuulen suunta $\theta = 90^\circ$

Kattokulma $\alpha = 7^\circ$

Pienempi arvo valitaan seuraavista, $e = b$ tai $2h$.

Arvoiksi saadaan $e = 7,35 \text{ m}$ tai $2 \cdot 8,2 \text{ m} = 16,4 \text{ m}$, jolloin valitaan $e = 7,35 \text{ m}$.

Vyöhykkeiden mitat:

$$\text{Alueen F pituus, } \frac{e}{4} = \frac{7,35 \text{ m}}{4} = 1,84 \text{ m}$$

$$\text{Alueen F / G leveys, } \frac{e}{10} = \frac{7,35 \text{ m}}{10} = 0,74 \text{ m}$$

$$\text{Alueen G pituus, } b - 2 \cdot \frac{e}{4} = 7,35 \text{ m} - 2 \cdot \frac{7,35 \text{ m}}{4} = 3,68 \text{ m}$$

$$\text{Alueen H leveys, } \frac{e}{2} - \frac{e}{10} = \frac{7,35 \text{ m}}{2} - \frac{7,35 \text{ m}}{10} = 2,94 \text{ m}$$

$$\text{Alueen I leveys, } d - \frac{e}{2} = 9,8 \text{ m} - \frac{7,35 \text{ m}}{2} = 6,12 \text{ m}$$

$$\text{Alueen H / I pituus, } e = 7,35 \text{ m}$$

Vyöhykkeiden pinta-alat:

$$A_F = \frac{1}{\cos 7^\circ} (1,84 \cdot 0,74) \text{ m}^2 = 1,37 \text{ m}^2$$

$$A_G = \frac{1}{\cos 7^\circ} (3,68 \cdot 0,74) \text{ m}^2 = 2,74 \text{ m}^2$$

$$A_H = \frac{1}{\cos 7^\circ} (7,35 \cdot 2,94) \text{ m}^2 = 21,77 \text{ m}^2$$

$$A_I = \frac{1}{\cos 7^\circ} (7,35 \cdot 6,12) \text{ m}^2 = 45,32 \text{ m}^2$$

Tuulenpaineiden vaikutusalueilla joiden pinta-ala on suurempi kuin 10 m^2 käytetään ulkoisen paineen kertoimina $c_{pe,10}$ -arvoja. Alueilla F ja G käytetään lauseketta

$c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10} A$ ulkoisen paineen laskemiselle. Kaikki arvot ovat interpoloitu kattokulman $\alpha = 7^\circ$ mukaisiksi.

Ulkoisen paineen kertoimet:

$$c_{pe,F_{up}} = -2,66 - (-2,66 + 2,16) \log_{10} 1,37 = -2,59$$

$$c_{pe,F_{low}} = -2,40 - (-2,40 + 2,00) \log_{10} 1,37 = -2,35$$

$$c_{pe,G} = -2,10 - (-2,10 + 1,81) \log_{10} 2,74 = -1,97$$

$$c_{pe,H} = -0,64$$

$$c_{pe,I} = -0,54$$

Sisäpuolinen paineen kerroin c_{pi} riippuu rakennuksen vaipassa olevien aukkojen koosta ja jakaumasta. Sisäisten ja ulkoisten paineiden katsotaan vaikuttavan samanaikaisesti. Lähes neliömäisille rakennuksille kertoimena käytetään vaarallisimman vaikutuksen tuottavaa arvoa, joko $c_{pi} = -0,3$ tai $c_{pi} = +0,2$.

Yhdistetyt tuulenpaineet:

$$c_{p,F_{up}} = c_{pe,F_{up}} - c_{pi} = -2,59 - (+0,2) = -2,79$$

$$c_{p,F_{low}} = c_{pe,F_{low}} - c_{pi} = -2,35 - (+0,2) = -2,55$$

$$c_{p,G} = c_{pe,G} - c_{pi} = -1,97 - (+0,2) = -2,17$$

$$c_{p,H} = c_{pe,H} - c_{pi} = -0,64 - (+0,2) = -0,84$$

$$c_{p,I} = c_{pe,I} - c_{pi} = -0,54 - (+0,2) = -0,74$$

$$W_{e,F_{up}} = c_{p,F_{up}} \cdot q_p(h) = (-2,79 \cdot 0,45) \text{ kN/m}^2 = -1,26 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{e,F_{low}} = c_{p,F_{low}} \cdot q_p(h) = (-2,55 \cdot 0,45) \text{ kN/m}^2 = -1,18 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{e,G} = c_{p,G} \cdot q_p(h) = (-2,17 \cdot 0,45) \text{ kN/m}^2 = -0,98 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{e,H} = c_{p,H} \cdot q_p(h) = (-0,84 \cdot 0,45) \text{ kN/m}^2 = -0,38 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{e,I} = c_{p,I} \cdot q_p(h) = (-0,74 \cdot 0,45) \text{ kN/m}^2 = -0,33 \text{ kN/m}^2$$

Kaksikerroksinen osa, tuuli katolle luoteesta:

Tuulen suunta $\theta = 180^\circ$

Kattokulma $\alpha = 7^\circ$

Pienempi arvo valitaan seuraavista, $e = b$ tai $2h$.

Arvoiksi saadaan $e = 9,8 \text{ m}$ tai $2 \cdot 8,2 \text{ m} = 16,4 \text{ m}$, jolloin valitaan $e = 9,8 \text{ m}$.

Vyöhykkeiden mitat:

$$\text{Alueen F pituus, } \frac{e}{4} = \frac{9,8 \text{ m}}{4} = 2,45 \text{ m}$$

$$\text{Alueen F / G leveys, } \frac{e}{10} = \frac{9,8 \text{ m}}{10} = 0,98 \text{ m}$$

$$\text{Alueen G pituus, } b - 2 \cdot \frac{e}{4} = 9,8 \text{ m} - 2 \cdot \frac{9,8 \text{ m}}{4} = 4,90 \text{ m}$$

$$\text{Alueen H leveys, } d - \frac{e}{10} = 7,35 \text{ m} - \frac{9,8 \text{ m}}{10} = 6,37 \text{ m}$$

$$\text{Alueen H pituus, } e = 9,8 \text{ m}$$

Vyöhykkeiden pinta-alat:

$$A_F = \frac{1}{\cos 7^\circ} (2,45 \cdot 0,98) \text{ m}^2 = 2,40 \text{ m}^2$$

$$A_G = \frac{1}{\cos 7^\circ} (4,90 \cdot 0,98) \text{ m}^2 = 4,80 \text{ m}^2$$

$$A_H = \frac{1}{\cos 7^\circ} (9,8 \cdot 6,37) \text{ m}^2 = 62,43 \text{ m}^2$$

Ulkoisen paineen kertoimet:

$$c_{pe,F} = -2,56 - (-2,56 + 2,34) \log_{10} 2,40 = -2,48$$

$$c_{pe,G} = -2,00 - (-2,00 + 1,30) \log_{10} 4,80 = -1,52$$

$$c_{pe,H} = -0,82$$

Yhdistetyt tuulenpaineet:

$$c_{p,F} = c_{pe,F} - c_{pi} = -2,48 - (+0,2) = -2,68$$

$$c_{p,G} = c_{pe,G} - c_{pi} = -1,52 - (+0,2) = -1,72$$

$$c_{p,H} = c_{pe,H} - c_{pi} = -0,82 - (+0,2) = -1,02$$

$$W_{e,F_{up}} = c_{p,F_{up}} \cdot q_p(h) = (-2,68 \cdot 0,45) \text{ kN/m}^2 = -1,21 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{e,G} = c_{p,G} \cdot q_p(h) = (-1,72 \cdot 0,45) \text{ kN/m}^2 = -0,78 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{e,H} = c_{p,H} \cdot q_p(h) = (-1,02 \cdot 0,45) \text{ kN/m}^2 = -0,46 \text{ kN/m}^2$$

Tulos:

Suurin tuulesta seinälle aiheutuva kuorma asuinrakennukselle oli kaksikerroksisen osan kaakon puoleisella seinustalla, $F_w = 0,63 \text{ kN/m}^2$. Vastaavasti suurin tuulen aiheuttama kuorma katolle oli imua, $W_{e,F_{up}} = -1,26 \text{ kN/m}^2$. Tuulen suunta oli tällöin koillisesta. Muita ilmansuuntia katon tuulenpaineen tarkasteluissa ei otettu huomioon, sillä ne olivat joko suojaissa metsän tai muiden rakennusosien takana.

AUTOKATOKSEN MAANPAINESEINÄ

Määritetään maanpaineen jakautuminen ja paineresultantti autokatoksen rakennekuviin (LIITE 4/5) mukaisessa maanvaraisessa kitkamaata tukevassa tukimuurissa. Laskelmat perustuvat Geotekniikka 464 -teokseen.

Tukimuurin oletetaan olevan jäykkä siirtyvä rakenne, joten mitoitus tapahtuu aktiivipaineelle. Täyttö on keskitiivistä soraa, jonka kuivatilavuuspaino on $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ ja kitkakulma $\varphi_n = 36^\circ$. Koska kysymyksessä on pysyvä rakenne sisäisen kitkan osavarmuuskertoimena käytetään arvoa $\nu_\varphi = 1,2$. Maanpaine lasketaan muunnetulle kitkakulmalle φ_n seuraavasti:

$$\tan \varphi_n = \frac{\tan 36^\circ}{1,2} = 0,605 \rightarrow \varphi_n = 31,2^\circ$$

Aktiivinen maanpaineluku:

$$K_a = \tan^2(45 - 31,2^\circ / 2) = 0,32$$

Maanpaine:

$$p_a = (\gamma \cdot z + q)K_a = (20 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,5 \text{ m} + 5 \text{ kN/m}^2) \cdot 0,32 = 11,2 \text{ kN/m}^2$$

Maanpaineeseinän rakenteena käytetään muottiharkkoa, MH-200. Vaakaraidoituksena on kaksi 8 mm harjaterästä joka toisessa harkkokierroksessa (k400). Pystysuuntaisena raidoituksena on myös kaksi 8 mm harjaterästä k400.

Pystysuuntaisen raidoituksen laskeminen:

Seinän tehollinen poikkileikkaus $d = 150 \text{ mm}$

Raidoitus A500HW

$$p_d = p_a = 11,2 \text{ kN/m}^2$$

$$R = \frac{p_d \cdot h}{2} = \frac{11,2 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 \text{ m}}{2} = 8,4 \text{ kN/m}$$

$$m_d = R \cdot \frac{h}{3} = 8,4 \text{ kN/m} \cdot \frac{1,5 \text{ m}}{3} = 4,2 \text{ kNm/m}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \cdot \frac{30 \text{ N/mm}^2}{1,5} = 17 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sd} = \frac{f_{sk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ N/mm}^2}{1,15} = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$d = (150 - 25 - 4 - 4) \text{ mm} = 117 \text{ mm}$$

$$\mu = \frac{M_d}{bd^2 f_{cd}} = \frac{4,2 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{100 \text{ mm} \cdot (117 \text{ mm})^2 \cdot 17 \text{ N/mm}^2} = 0,018 < \mu_b = 0,358$$

$$\beta = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,018} = 0,0182 < \beta_b = 0,467$$

$$A_s = \omega \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,0182 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 117 \text{ mm} \cdot \frac{17 \text{ N/mm}^2}{435 \text{ N/mm}^2} = 83,2 \text{ mm}^2$$

Tulos:

Maanpaineiselle aiheutuvan kuorman suuruudeksi saadaan $p_a = 11,2 \text{ kN/m}^2$.

Pystysuuntaiseksi raudoitukseksi valitaan $\phi 8$ k200 ($A_s = 251,3 \text{ mm}^2$).

AUKONYLITYSPALKKI

Mitoitetaan palkki P02 400x160 (LIITE 4). Palkki kannattaa ontelolaatta välipohjaa sekä parveketta. Betoni on K30-2, teräs A500HW ja haat $\phi 8$. Kiviaineksen maksimi raekoko 16 mm.

Omapaino:

$$\text{Pintalaatta: } 1,15 \cdot 0,08 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 3,4 \text{ m} = 7,8 \text{ kN/m}$$

$$\text{Ontelolaatat: } 1,15 \cdot 2,6 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,4 \text{ m} = 10,1 \text{ kN/m}$$

$$\text{Parvekelaatta: } 1,15 \cdot 0,18 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,5 \text{ m} = 7,8 \text{ kN/m}$$

$$\text{Palkki: } 1,15 \cdot 0,4 \text{ m} \cdot 0,16 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 1,8 \text{ kN/m}$$

Hyötykuormat:

$$\text{Välipohja: } 1,5 \cdot 1,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,4 \text{ m} = 7,6 \text{ kN/m}$$

$$\text{Parveke: } 1,5 \cdot 2,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 \text{ m} = 5,6 \text{ kN/m}$$

Parvekkeen ensimmäinen kannake on lähellä palkin P02 tukea, jolloin kuormat holvaantuvat suoraan tuelle A. Toinen kannakkeista sijaitsee 1,6 m päässä tuelta. Lisäksi on huomioitava, että osa välipohjan kuormista välittyy suoraan joko päätyseinälle ja palkille P01 sekä viereisille ontelolaatoille. Toisin sanoen osa välipohjan hyötykuormista ja ontelolaatan omasta painosta siirtyy palkilta P01 pois. Lisäksi palkin tehollista korkeutta voidaan kasvattaa ottamalla huomioon ontelolaattojen ja saumavalujen tuoma tehollisen puristuspinta-alan kasvaminen.

Tukireaktiot ja momentit:

Palkin pituus: 4,1 m

Parvekkeelta tuleva kuormitus $p_d = (7,8 + 5,6) \text{ kN/m} = 13,4 \text{ kN/m}$.

Toiselle kannakkeelle tästä siirtyy $P_2 = \frac{13,4 \text{ kN/m} \cdot 1,9 \text{ m}}{2} = 12,7 \text{ kN}$.

Palkille aiheutuva momentti parvekkeen kuormista saadaan seuraavasti:

$$A + B = 12,7 \text{ kN}$$

$$M_a : 1,6 \text{ m} \cdot 12,7 \text{ kN} - B \cdot 4 \text{ m} = 0 \rightarrow B = 5,1 \text{ kN ja } A = 7,6 \text{ kN}$$

Oletetaan suurimman momentin olevan 2,0 m päässä tuelta A.

Tällöin momentiksi palkille saadaan:

$$M_2 = 7,6 \text{ kN} \cdot 2 \text{ m} - 12,7 \text{ kN} \cdot (2,0 - 1,6) \text{ m} = 10,1 \text{ kNm}$$

Välipohjalta tuleva kuormitus $p_d = (7,8 + 10,1 + 1,8 + 7,6) \text{ kN/m} = 27,3 \text{ kN/m}$.

Välipohjan kuormia voidaan ajatella siirtyvän osittain tuille A ja B.

Suurin momentti on kohdassa 2,05 m ja se lasketaan seuraavasti:

$$A + B = 27,3 \text{ kN/m} \cdot 3 \text{ m} = 81,9 \text{ kN} \rightarrow A = B = \frac{81,9 \text{ kN}}{2} = 41 \text{ kN}$$

$$M_1 = 41 \text{ kN} \cdot 2,05 \text{ m} - 27,3 \text{ kN/m} \cdot 1,5 \text{ m} \cdot \frac{1,5 \text{ m}}{2} = 53,3 \text{ kNm}$$

Tällöin suurimmaksi momentiksi palkille saadaan $M_d = M_1 + M_2 = 63,4 \text{ kNm}$.

Palkin pääterästen laskeminen:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \cdot \frac{30 \text{ N/mm}^2}{1,5} = 17 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sd} = \frac{f_{sk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ N/mm}^2}{1,15} = 435 \text{ N/mm}^2$$

Tehollisen korkeuden laskemisessa huomioidaan puristuspuunnan kasvaminen.

$$d = (400 + 100 - 25 - 4 - 6) \text{ mm} = 465 \text{ mm}$$

$$\mu = \frac{M_d}{bd^2 f_{cd}} = \frac{63,4 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{160 \text{ mm} \cdot (465 \text{ mm})^2 \cdot 17 \text{ N/mm}^2} = 0,107 < \mu_b = 0,358$$

$$\beta = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,107} = 0,113 < \beta_b = 0,467$$

$$A_s = \omega \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,113 \cdot 160 \text{ mm} \cdot 465 \text{ mm} \cdot \frac{17 \text{ N/mm}^2}{435 \text{ N/mm}^2} = 329 \text{ mm}^2$$

Tulos:

Palkin pääteräksiksi valitaan 3 T12 ($A_s = 339,3 \text{ mm}^2$). Palkin mitoittamisessa olisi lisäksi voinut huomioida eri kuormitustilanteet. Todennäköisesti ei tule olemaan kuormitustapausta, jolloin sekä välipohja että parveke olisivat samanaikaisesti täysin kuormitettuja.

PARVEKKEEN PÄÄKANNATTIMET

Mitoitetaan parvekkeen pääkannattimet (LIITE 4). Kannakkeet ovat valssattuja U-profiileja ja parvekkeen laatta valetaan betonista.

Viivakuormat kannattajille:

$$\text{Parvekelaatan omapaino: } 1,15 \cdot 0,18 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot \frac{1,9 \text{ m}}{2} = 4,9 \text{ kN/m}$$

$$\text{Parvekelaatan hyötykuorma: } 1,5 \cdot 2,5 \text{ kN/m}^2 \cdot \frac{1,9 \text{ m}}{2} = 3,6 \text{ kN/m}$$

$$p_d = (4,9 + 3,6) \text{ kN/m} = 8,5 \text{ kN/m}$$

$$p_k = (4,3 + 2,4) \text{ kN/m} = 6,7 \text{ kN/m}$$

Kuormista aiheutuva momentti lasketaan seuraavasti:

$$M_d = \frac{p_d \cdot l^2}{2} = \frac{8,5 \text{ kN/m} \cdot (1,5 \text{ m})^2}{2} = 9,56 \text{ kNm}$$

Alustava mitoitus:

$$W_{pl} = \frac{M_d \cdot \gamma_c}{f_{yk}} = \frac{9,56 \text{ kNm} \cdot 1,1}{355} = 29623 \text{ mm}^3$$

Valitaan alustavasti U-tanko 100x50x6x8,5 ($W_{pl} = 41100 \text{ mm}^3$)

Taipuman tarkastelu:

$$f = \frac{p_k \cdot l^4}{8EI} = \frac{6,7 \text{ N/mm} \cdot (1500 \text{ mm})^4}{8 \cdot 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 2,053 \cdot 10^6 \text{ mm}^4} = 9,8 \text{ mm}$$

Taipumaraja:

$$f_{sall} = \frac{L}{100} = \frac{1500}{150} = 10,0 \text{ mm}$$

Tulos:

Parvekkeen pääkannattajiksi valitaan U-tanko 100x50x6x8,5, jolloin $W_{pl} = 41100 \text{ mm}^3$. Taipuman suurimmaksi arvoksi saatiin 9,8 mm.

VÄLIPOHJAN PILARI

Mitoitetaan välipohjan pilari, RHS 80x80x3.0 (LIITE 4). Kuormat pilarille tulevat ontelolaatta välipohjalta.

Lähtöarvot:

Teräs S355

Profiili RHS 80x80x3.0

$$A = 9,0082 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$I_{y,z} = 87,84 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$i_{y,z} = 31,2 \text{ mm}$$

Toimivat leveydet:

$$\bar{b} = b - 3t = 80 \text{ mm} - 3 \cdot 3 \text{ mm} = 71 \text{ mm}$$

Hoikkuus:

$$\bar{\lambda}_p = \frac{\bar{b}/t}{28,4\epsilon\sqrt{k_\sigma}} = \frac{71 \text{ mm}/3 \text{ mm}}{28,4 \cdot 0,814 \cdot \sqrt{4,0}} = 0,512 < 0,673 \rightarrow \rho = 1$$

eli sivut toimivat täysin tehollisina.

$$\epsilon = \sqrt{\frac{235 \text{ N/mm}^2}{f_y}} = \sqrt{\frac{235 \text{ N/mm}^2}{355 \text{ N/mm}^2}} = 0,814$$

Pistekuorma pilarille:

$$\text{Ontelolaattojen omapaino: } 1,15 \cdot 2,6 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,55 \text{ m} \cdot 1,2 \text{ m} = 9,1 \text{ kN}$$

$$\text{Pintalaatan omapaino: } 1,15 \cdot 0,08 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,55 \text{ m} \cdot 1,2 \text{ m} = 7,0 \text{ kN}$$

$$N_d = (9,1 + 7,0) \text{ kN/m} = 16,1 \text{ kN}$$

Nurjahduskuormat:

Nurjahdus molempiin suuntiin mahdollinen.

Nurjahduskäyrä b $\rightarrow \alpha = 0,34$

$$L_{eff} = 1,0 \cdot L = 3000 \text{ mm}$$

$$\bar{\lambda}_{y,z} = \frac{L_{eff}}{i_{y,z} \cdot \pi} \sqrt{\frac{\beta_A f_y}{E}} = \frac{3000 \text{ mm}}{31,2 \text{ mm} \cdot \pi} \sqrt{\frac{1,0 \cdot 355 \text{ N/mm}^2}{210000 \text{ N/mm}^2}} = 1,26$$

$$\phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (1,26 - 0,2) + 1,26^2] = 0,35$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{1,474 + \sqrt{1,474^2 - 1,26^2}} = 0,0061$$

Pilarin puristuskestävyys:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot \beta_A \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,35 \cdot 1,0 \cdot 9,0082 \cdot 10^2 \text{ mm}^2 \cdot \frac{0,355 \text{ kN/mm}^2}{1,1} = 101,8 \text{ kN}$$

Tulos:

Välipohjan kannatuspilariksi valitaan RHS 80x80x3. Pilarin puristuskestävyydeksi saatiin 101,8 kN.

Rakennepiirustukset, 7 s.

Asuinrakennus

Perustus / Alapohja ja 1. krs runko / Välipohja (RAK01), 1 s.	4/1(7)
2. krs runko / Vesikattorakenteet (RAK02), 1 s.	4/2(7)
Rakenneleikkaus A-A (RAK03), 1 s.	4/3(7)

Autokatos

Runko / Vesikattorakenteet (T01), 1 s.	4/4(7)
Rakenneleikkaus A-A (T02), 1 s.	4/5(7)

Kaaviot

Kattoristikkokaavio (KR1), 1 s.	4/6(7)
Ontelolaattakaavio (A20-01), 1 s.	4/7(7)

Huoltokirja, 23 s.

5/1-23(23)

Energiatodistus, 2 s.

6/1-2(2)