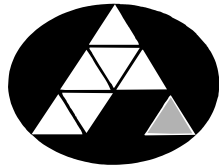


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Ville Silvast

JÄÄHALLI RAKENNUSHANKKEENA

Opinnäytetyö
4/2012



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2012
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Tekijä
Ville Silvast

Nimeke
Jäähalli rakennushankkeena

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kertoa lukijalle, mitä kaikkea hyvin toimivan jäähallin rakentamiseen vaaditaan, millaisia asioita huomioidaan jäähallin rakennesuunnittelussa, hallien rakennusfysiikassa sekä kertoa muutaman erityyppisen harjoitusjäähallin rakentamisratkaisusta sekä rakennuskustannuksista.

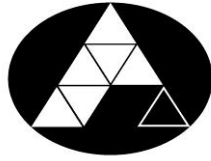
Opinnäytetyössä tehtiin tilamitoitus pieneen harjoitusjäähalliin, jonka pohjalta hallille laadittiin tavoitehinta. Budjetin pohjalta tehtiin rakennusosa-arvio, jossa tutkittiin kahden eri runkovaihtoehdon kustannuksia runko- ja vesikattorakenteiden osalta. Laskelmia ei ole tehty piirustusten pohjalta, vaan ne perustuvat pelkästään karkeisiin arvioihin.

Kirjallisuuden ja muun lähdemateriaalin avulla pyrittiin ottamaan selvää jäähallin eri toimintoista ja kokoamaan niistä tiivis paketti opinnäytetyöhön. Kustannusvertailun tavoitteena oli karkeasti selvittää lukijalle, millaiseksi hintaluokka ja hintaero muodostuvat kahden eri runkomateriaalin välillä, sekä pohtia niiden toimivuutta ja ulkonäöllisiä seikkoja. Saatujen tulosten perusteella liimapuurakenteinen halli on hieman teräsbetonista valmistettua hallia kalliimpi.

Kieli
suomi

Sivuja 40
Liitteet 3
Liitesivumäärä 13

Asiasanat
Jäähalli, rakennesuunnittelu, tilamitoitus, kustannusvertailu



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
April 2012
Degree Programme in Civil Engineering

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
Tel. (013) 260 6800

Author
Ville Silvast

Title
Ice rink construction project

Abstract

The purpose of this study is to examine what is required to construct a well-functioning ice rink and what factors are taken into account in the structural design and building physics of an ice rink. The study also presents building solutions and building costs for a few different types of training rinks.

The study was carried out by measuring the dimensions of a small training rink. The measurements were used to set a goal price for the rink. The budget was used as a basis for an evaluation of the building block. The evaluation included a comparison of costs of two different frame options for the frame and roof panels. The calculations are based only on rough estimations instead of drawings.

Literature and other source material were used to discover information about different functions of an ice rink and to assemble a compact description on this topic for the thesis. The purpose of the cost comparison was to describe the price range and price difference between two different frame materials and to discuss their functionality and aesthetic issues. According to the results a rink made of glulam is slightly more expensive than a rink made of reinforced concrete.

Language
Finnish

Pages 40
Appendices 3
Pages of Appendices 13

Keywords

Ice rink, ice rink construction, space design, cost comparison

Sisältö

1	Johdanto.....	5
1.1	Tausta	5
1.2	Työn tavoite.....	6
1.3	Työn rajaus	6
2	Jäähalli rakennushankkeena	7
2.1	Jäähallien käyttötarkoitus	7
2.2	Jäähallin tilasuunnittelu	7
3	Harjoitusjäähallin tilamitoitus	9
3.1	Hallityypit.....	9
3.1.1	Jäähalli ilman pukuhuoneita.....	9
3.1.2	Pukuhuoneet jäähallin päädyssä.....	10
3.1.3	Pukuhuoneet jäähallin sivulla	10
3.2	Harjoitushallin tilaohjelma ja tilojen vaatimukset.....	11
3.2.1	Yleisöä palvelevat tilat.....	11
3.2.3	Henkilöstötilat	12
3.2.4	Huollon ja tekniikan tilat.....	13
4	Jäähallin rakennesuunnittelu	14
4.1	Runko ja kannatinvaihtoehdot.....	14
4.2	Pilari-palkkirungot.....	15
4.2.1	Palkkikannattajat	15
4.2.2	Ristikkokannattajat.....	16
4.2.3	Vetotankokannattajat.....	17
4.2.4	Kaarirunko.....	17
4.2.5	Kehärunko	18
4.3	Jäähallin akustiikka	19
4.4	Jäähallin vaippa	19
4.5	Jäähallin alapohja	20
4.6	Jäähallin routasuojaus.....	21
5	Jäähallin laitetekniikka	25
5.1	Jäähallin lämpö- ja laitetekniikka.....	25
5.2	Jäähallin kosteustekniikka	27
5.2.1	Kosteuslähteet	27
5.2.2	Kosteuden liikkuminen	27
5.3	Jäähallin kylmätekniikka.....	30
5.4	Jäähallin energiankäyttö	31
6	Kustannusvertailu	35
6.1	Rakentamiskustannukset	35
6.2	Käyttökustannukset	35
7	Kustannusvertailun tulokset	36
8	Pohdinta.....	38
	Lähdeluettelo.....	40

1 Johdanto

1.1 Tausta

Suomen ensimmäinen jäähalli rakennettiin Tampereelle vuonna 1965. Sen jälkeen jäähalleja on rakennettu Suomeen yhteensä noin 240 kappaletta. Jäähallit ovat tekniikaltaan mutta myös taloudeltaan vaativia rakennuksia rakentaa, koska rakenne- ja rakennustekniikka aiheuttavat paljon haasteita. Rakenne-, ilmanvaihto- ja kosteustekniikka asettavat suurimmat haasteet jäähallin rakentamiselle. Rakenteiden kosteusongelmat sekä niistä aiheutuneet vauriot ovat johtaneet kalliisiin korjauksiin. Jäähallien kosteustekninen suunnittelu onkin yksi keskeisimmistä ja tärkeimmistä jäähalliin liittyvistä osa-alueista. Myös jäähallien vaativa routasuojaus, pitkät jännevälit sekä suuret henkilömäärät tekevät jäähallista paloturvallisuuden kannalta vaativan kohteen.

Jäähallit kuvitellaan usein pelkästään luistinradoiksi, jossa käydään vain luistelemassa tai pelaamassa jääkiekkoa. Suuremmissa jäähalleissa pidetään myös paljon muita tapahtumia, kuten konsertteja, messuja, näyttelyitä.

Jäähallien suunnittelu ja rakentaminen on erikoisrakentamista ja kaiken kaikkiaan vaativa rakennusprojekti, jotta halli saadaan toimimaan moitteettomasti koko jäähallin elinkaaren ajan. Projektissa tarvitaan paljon eri alan asiantuntijoita ja heidän välistä saumatonta yhteistyötä, koska jäähallin rakentaminen tarvitsee paljon erityisvaatimuksia ja erityisosaamista.

Opinnäytetyöni käsittelee yleisesti jäähalleihin liittyvää suunnittelua ja rakentamista sekä kahden eri runkomateriaalista valmistetun harjoitusjäähallin karkean kustannusvertailun. Työssä vertaillaan puurunkoisen ja teräsbetonirunkoisen hallin kustannuksia sekä niiden toimintaa ja käytännöllisyyttä. Näin ollen työ pitää aloittaa hanke- ja tilasuunnittelusta, jotta osataan hallita harjoitusjäähallin kokonaisvaltaista rakentamista. Pelkällä suunnittelulla voidaan vaikuttaa paljon kokonaiskustannuksiin.

Opinnäytetyön aiheen olen saanut yliopettaja Hannu Tyrväisen kanssa pitämässäni palaverissa. Tämä aihe vaikutti mielenkiintoiselta, joten aloin jalostaa jäähalleista kokonaispakettia. Lisäksi työ antaa hyvän valmiuden olla jäähallin rakentamisessa mukana tulevaisuudessa, mikäli sellaisessa projektin mukaan pääsee.

1.2 Työn tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on

- saada lisätietoa jäähallin rakennushankkeesta suunnittelusta lähtien, jotta jäähalli on toimiva koko sen elinkaaren ajan,
- selvittää jäähallin energiankulutusta ja siihen liittyviä lämpö- ja kosteusteknisiä ratkaisuja sekä
- tehdä karkea kustannusvertailu liimapuu- ja teräsbetonirunkoisen hallin kohdalla.

1.3 Työn rajaus

Opinnäytetyö on rajattu pieneen harjoitusjäähalliin, jotta työstä saadaan selkeä. Jäähallin kokoluokka tulee olemaan 2000 m^2 – 3000 m^2 . Rakennusfysiikan ja taloudellisuusvertailun perusteella lukija saa hahmotellun kuvan jäähallista yleisesti rakennushankkeena, sen suunnittelusta ja hankkeen kustannuksista, joita tulee harjoituskäyttöön tarkoitettun jäähallin rakentamisesta.

2 Jäähalli rakennushankkeena

2.1 Jäähallien käyttötarkoitus

Jääurheilu on Suomessa suosittu laji. Katettuja kilpa- ja harjoitushalleja on noin 240 kappaletta, kun taas vastaavasti esimerkiksi naapurimaassa Ruotsissa niitä on noin 330 kappaletta. Kanadassa on noin 2500 jäähallia ja Yhdysvalloissakin vajaa parituhatta hallia. Jäähalleja käytetään noin 15 tuntia vuorokaudessa jäähallin toimintakauden ollessa kahdeksan kuukautta. Harrastajia jäähalleissa käy keskimäärin päivittäin noin 300 henkeä/halli. Jäähalleissa voidaan harrastaa liikuntaa monella eri tavalla, mutta niiden pääasiallinen käyttötarkoitus on jääurheilu. Yleisesti ottaen halleissa pelataan jääkiekkoa, mutta jäähalleihin hakeutuu myös paljon harrastajia taitoluistelun, kuntoluistelun, kaukalopallon sekä curlingin parista. Tämän lisäksi on melko yleistä, että kesäisin jäähalleja käytetään rullakiekon ja muiden sisäpalloilupelien harrastamiseen.[1, s.6; 3.]

Jäähalleja käytetään urheilutapahtumien lisäksi myös erilaisten tilaisuuksien järjestämiseen kuten kokouksiin, messuihin ja näyttelyihin. Isot areenat toimivat myös suurten konserttien tai urheilutapahtumien kuten nyrkkeilyn, lento- ja koripallo tapahtumien järjestämiseen, mutta suurin osa jäähallien käyttöasteesta kuluu jääkiekkoon, taitoluisteluun ja koululiikuntaan. [1, s.6.]

2.2 Jäähallin tilasuunnittelu

Jäähallin suunnittelu on erittäin tärkeä osa rakennushanketta. Jo pelkkä rakennuspaikan valinta on tärkeä prosessi, koska paikan valinnalla voidaan vaikuttaa jäähallin rakennuskustannuksiin, käyttöasteeseen sekä käyttökustannuksiin. Yleensä jäähallit on pyritty rakentamaan paikkakunnan muun urheilutoiminnan läheisyyteen (ks. kuva 1) ja koulujen lähelle, joka mahdollistaa energiankäytön tehostamisen ja varmistaa hallin päiväkäytön. Hallin sijainti ja sopiminen ympäristöön on tärkeä esisuunnitteluvaiheessa tarkasteltava asia, koska hallin rakennusmassa on usein hallitseva ympäristön rakennuksiin verrattuna. Keskeinen sijainti asettaa vaatimuksen hallin arkkitehtuurille, koska hallin on sovittava rakennettuun ympäristöön. [1,s.6; 2.]

Tilojen mitoitus on tehtävä ajoissa, jotta pystytään arvioimaan tulevat kustannukset ja estämään mahdolliset muutoskustannukset rakennushankkeen aikana. Tilasuunnittelussa tulee miettiä käyttäjiä, yleisöä ja henkilöstöä palvelevat tilat sekä tilat tekniikalle ja huollolle. Näiden suunnittelussa kannattaa ottaa myös huomioon mahdollisuus laajentaa tiloja mahdollisen käyttäjämäärän kasvaessa. Hallin korkeus voi määräytyä jääkiekon lisäksi muiden lajien tai muun monikäytön kautta. Tilasuunnittelussa kannattaa ottaa huomioon katsomon ja kenttäalueen koko jotka vaikuttavat hallin pohjaratkaisuihin. Rata-alueen koko on yleensä 26–30 x 56–60 m² ja katsomoihin varataan tilaa muutamalle sadalle hengelle. Lisäksi kenttäalueen ympärille on varattava tilaa 1,6 m pitkille sivuille ja 0,6 m päätyihin. Suunnittelun lähtökohtana on tilaohjelma, harjoitushallin tilavaatimukset sekä valittu laatutaso, toimivuus, käytännöllisyys ja kestävyys sekä tilojen ja käytävien väljyystaso ja käytetyt rakenneratkaisut. [1,s.6; 2.]



Kuva 1. Jäähallin rakennuspaikan valinta [6]

3 Harjoitusjäähallin tilamitoitus

Jäähallin suunnittelussa tulee miettiä tiloja käyttötarkoituksen mukaan. Toimivuus, käytännöllisyys, helppohoitoisuus ja kestävyys ovat huomion arvoisia lähtökohtia suunnittelulle. Suunnittelun ja rakentamisen pääperiaatteena voidaan todeta, että samaa kohde-ryhmää palvelevat tilat tehdään yhteen. Tekniikalle, huollolle ja henkilöstölle tehdään omat tilansa, kuten myös käyttäjille. [12, s. 47.]

Jäähallin yksittäisen tilan muodot ja koko määräytyvät toiminnan ja käyttötarkoituksen pohjalta. Suorituspaikoille on määritelty omat ohjemitat, joista ei kannata tinkiä. Esimerkiksi jääkiekko on joukkueurheilua ja yhden joukkueen mukana kulkee paljon ihmisiä ja tavaraa. Tällöin aulat, käytävät ja kopit pitävät olla tarpeeksi tilavia. Lisäksi varastot pitää suunnitella tarpeeksi suuriksi, jotta tavarat eivät ole tiellä hallissa, käytävillä tai teknisissä tiloissa. [12, s.48.]

3.1 Hallityypit

Harjoitusjäähallit voidaan yleensä jakaa kolmeen päätyyppiin. Päätyypit ovat ilman pukuhuoneita olevat hallit, pukuhuoneet päädyssä sekä pukuhuoneet sivulla. Hallin pohjamittoihin (kuva 2) vaikuttaa valittu kaukalon koko, jonka leveys on 26–30 metriä ja pituus 56–60 metriä. Katsomon koko on yleensä noin 300–2000 henkilöä. Tilojen ja käytävien väljyystaso sekä käytetyt rakenneratkaisut on otettava myös huomioon. [2.]

3.1.1 Jäähalli ilman pukuhuoneita

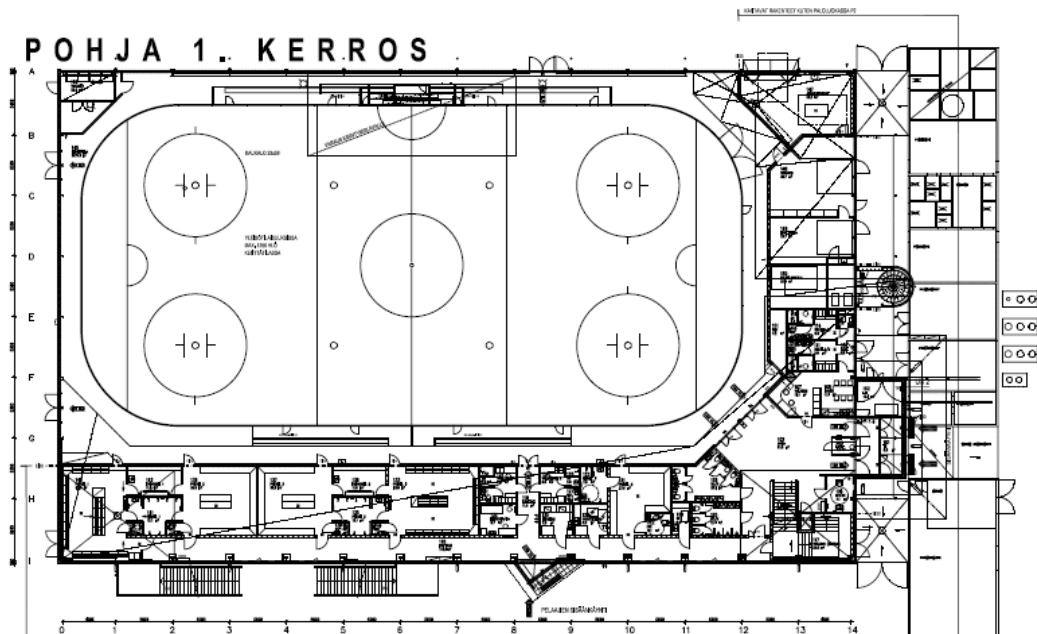
Halli rakennetaan tekojään tai hyvätasoisen luonnonjääkentän päälle. Tällaisella paikalla käyttökelpoiset pukutilat ovat usein jo olemassa, joten silloin uusi halli voidaan rakentaa siten, että uusia pukutiloja ei tarvitse ainakaan ensivaiheessa rakentaa, vaan voidaan hyödyntää jo olemassa olevia tiloja. Suunnittelussa tulisi kuitenkin huomioida mahdollisuus laajentaa hallia tulevaisuudessa, esimerkiksi erillisillä pukuhuonerakennuksilla, jotka kytetään suoraan kiinni halliin. Toinen ratkaistava asia on mahdollisen katsomon koko ja sijainti. Katsomo vaikuttaa poistumisteihin ja sisäänkäynteihin sekä pelaajien kulkureitteihin ja aitoidensijoitukseen. Hallit ovat yleensä leveydeltään 31–35 metriä ja pituudeltaan 60–64 metriä. [2.]

3.1.2 Pukuhuoneet jäähallin päädyssä

Jos halliin rakennetaan pukuhuoneet, ne voidaan sijoittaa rakennuksen päätyyn tai sivulle. Päätyyn sijoittaminen on edullisempi vaihtoehto, koska silloin pystytään hallin leveysmitta tekemään hieman pienemmäksi. Mikäli katsomo tehdään sivulle, koon määrävänä tekijänä on hallin kenttä ja katsomo yhdessä. Hallin päähän ei saa mahtumaan kuin neljä sopivankokoista pukutilaa suihkuhuoneineen muuten, kuin lisäämällä rakennuksen tai pukuhuoneosan mittaa reilusti. [2.]

3.1.3 Pukuhuoneet jäähallin sivulla

Yksi mahdollisuus on sijoittaa pukutilat rakennuksen pitkälle sivulle. Tämä ratkaisu antaa eniten tilaa useammalle pukutilalle kasvattamalla samalla kuitenkin rakennuksen leveyttä. Mikäli pukutilojen päälle sijoitetaan katsomot, lisää se myös hallin korkeutta ainakin siltä sivulta, koska katsomot vaativat pukutilojen päältä korkeutta ja katsomon päälle tulisi jäädä alimpiin kattorakenteisiin vapaata korkeutta kolmisen metriä. [2.]



Kuva 2. Jäähallin pohjakuva [16]

3.2 Harjoitushallin tilaohjelma ja tilojen vaatimukset

3.2.1 Yleisöä palvelevat tilat

Yleisöä palveleviksi tiloiksi harjoitushalliin voidaan laskea yleensä katsomo, taukotilat, wc:t, kioskit. [12, s. 53]

- Katsomon kaikista osista pitäisi olla hyvä ja esteetön näkyvyys koko kentän alueelle. Istumapaikan mitoitus on 0,5 m x 0,8 m x 0,4 m ja seisomakatsomon mitoitus on vastaavasti 0,5 m x 0,4–0,45 m x 0,2 m. Liikuntaesteisille tulee huomioida pyörätuolipaikat.
- Taukotilat määräytyvät katsojamäärän mukaan, harjoitushalliin ei ole annettu erillistä ohjetta, mutta pienen kilpahallin mitoitusohjeena on annettu 0,2-0,3 m²/katsomopaikka. Vaikka hallissa ei olisi katsomoa, on saattajia varten oltava vähintään yksi, myös liikuntaesteisille sopiva wc kooltaan noin 12 m².
- Harjoitushalli vaatii pienen kahvion tai kioskin, jonka koko on minimissään 50 m². [12, s. 53–54]

3.2.2 Käyttäjiä palvelevat tilat

Käyttäjiä palvelevia tiloja harjoitushallissa ovat halli ja kenttäalue, pukuhuoneet, pesuhuoneet, wc:t, mahdollisesti sauna, vaatehuolto, kuivaushuoneet, teroitustila, maila- ja varustehuoltotilat, ensiapu- ja lääkintätila, valmentajien tilat, erotuomareiden tilat sekä seurojen varastot. [12, s. 57- 64.]

- Harjoitushallin kenttäalueen koko tulee olemaan 56 m x 26 m. Harjoitushallin vapaakorkeus on 6 m. Pukuhuoneita käyttäjiä varten tulee neljä kappaletta, ja niiden koko on 30 m². Pukuhuoneiden minimileveys saa olla noin 3,6 m. Käyttäjää kohden pukuhuoneessa tulee olla tilaa noin 0,6–0,8 m². Lisäksi yksi pukuhuone suunnitellaan liikuntaesteisten käyttöön soveltuvaksi.
- Nykyisin hyvin yleinen järjestelmä on se, että yksi pesuhuone palvelee kahta pukuhuonetta. Pesuhuoneessa on oltava vähintään neljä suihkua, mutta suositeltava määrä on kuudesta kahdeksaan suihkua. Pesuhuoneistakin yksi on suunniteltava liikuntaesteisten käyttöön soveltuvaksi. Pesuhuoneiden koko on vähin-

tään 2 x 15 m². Saniteettitiloja halliin tulee käyttäjiä varten pukuhuoneisiin 4 x 2 m².

- Vaatehuollolle on varattava omat tilansa ja vaatehuoltotilan pinta-ala on yleensä noin 8 m² ja siellä on pesukone sekä linko. Halliin tulee myös kaksi kuivaushuonetta, jotka ovat kooltaan 10 m².
- Harjoitushalliin tulee myös teroituskoppi, jonka koko on 7 m². Teroituskopin läheisyyteen voidaan rakentaa myös maila- ja varustehuoltotilat, jonka pinta-ala on 6–10 m².
- Ensiaputila on hyvä olla myös pienessä harjoitushallissa ja sen koon tulee olla 10 m². Valmentajille voidaan varata oma tilansa tapauskohtaisesti, korkeintaan kuitenkin noin 10 m² huone harjoitushallissa. Erotuomarien tilat palvelevat myös koulukäytössä opettajia, näiden tilojen tilantarve on 2 x 12 m².
- Seurojen varastoja on halliin tehtävä siten, että varastoon mahtuvat kaikki joukkueen varusteet ja oheistarvikkeet. Varastoja tulee yhteensä neljä ja ne ovat kooltaan kukin 12 m². Lisäksi seuroille on tehtävä oma toimistohuone, joka on kooltaan 20 m². [12, s. 42–64.]

3.2.3 Henkilöstötilat

Henkilöstötiloihin kuuluu sosiaalityilat, hallintotilat ja valvomo. Henkilöstö- ja hallintotilat tehdään, jos mahdollista, lähelle huoltotiloja. Pääasia on, että tiloista tulee hyvin toimiva kokonaisuus. [12, s. 66.]

Sosiaalityilat mitoitetaan vakituisen henkilöstön mukaan. Pienissä halleissa on yleensä henkilökuntaa kahdesta kolmeen työntekijää. Sosiaalityilat tehdään harjoitushallissa 12 m² kokoiseksi. Lisäksi halliin tehdään yksi taukotila 7 m². [12, s. 66.]

Valvomosta käsin ohjataan pienissä halleissa lähestulkoon kaikkia toimintoja. Valvomo on hyvä sijoittaa halliin siten, että sieltä on hyvä näkyvyys kaikkialle halliin. Valvomossa on tekniikan valvonta-, hälytys- ja ohjuslaitteet. Valvomon koko on 12 m². [12, s. 66.]

3.2.4 Huollon ja tekniikan tilat

Harjoitushallin huollon ja tekniikan tiloihin kuuluivat kylmälaitehuone, jossa lauhduttimet sijaitsevat, muuntamo, sähköpääkeskus, lämpökeskus/lämmönjakohuone, IV-konehuone, sprinklerikeskus, jäänhoitokoneen tila, korjaus- ja huoltohuone, varastot ja siivoustilat. [12, s. 67.]

Kylmälaitehuoneen koko määräytyy yleensä sen mukaan, millainen jäähdytinjärjestelmä tilaan tulee, mutta kokoluokan ollessa noin 80 m². Ympäröivät seinät pitää rakentaa ilmatiiviiksi tilan luonteen vuoksi sekä ääntä eristäviksi määritetyn paloluokan mukaan. Muuntamo tehdään paikallisen sähkölaitoksen suunnittelun mukaan, mikäli sellaista tarvitaan. Muuntamon koko on 15 m². Lisäksi muuntamon viereen tehdään 10 m² sähköpääkeskus. [12, s. 67.]

Lämmönjakohuone tehdään, mikäli on saatavilla kaukolämpöä, muuten tehdään lämpökeskus, joka on kooltaan 12 m². Vaativien kosteusolosuhteiden ja hallitilan vuoksi ilmastointikonehuone on tavanomaisia rakennuksia suurempi kooltaan vähintään 60 m². [12, s. 67.]

Jäänhoitokoneen tila tehdään kentän välittömään läheisyyteen vaikka hallin nurkkaan. Tilassa pitää olla lattiakaivo ja täyttövesihana. Tilan koko on 40 m². [12, s. 67] Korjaus-tiloja halliin tehdään 20m². Lisäksi varastotiloja tulee olla 20 m² ja siivoustiloja 8 m². [12, s. 67.]

4 Jäähallin rakennesuunnittelu

Jäähalleja on mahdollista rakentaa usealla eri tavalla käyttäen erilaisia runkovaihtoehtoja. Yleisesti halleissa on käytetty kantavana runkona kolminivelkaari-, kupoli-, pilari-ristikko runkoa, pilaria ja vetotangollista kaarta tai kolminivelkehärakennettä runkomateriaalin ollessa perinteistä puuta, terästä tai jännitettyä betonielementtiä. Hallin koko ei yksinomaan johda tiettyyn runkovalintaan. Halleissa tarvitaan yleensä suuria pilarittomia kenttiä, jolloin pilari-palkkirakenne ei riitä ja päädytään järeämpiin valintoihin. Mikäli pilareita voidaan sallia muuallakin kuin ulkoseinillä ja useampilaivainen runkorakenne tulee kysymykseen, voidaan myös suurempi halli toteuttaa pilari-palkkirakenteena. [2; 12, s. 91.]

4.1 Runko ja kannatinvaihtoehdot

Runko valitaan aina tapauskohtaisesti arkkitehtuuri ja tekniikka huomioiden. Pienten harjoitushallien rungon jänneväli on yleensä 32–45 metriä riippuen hallin mitoituksista. Rakenteita valittaessa on otettava huomioon hallin runkorakentamisen kokonaisuus. Koska rungon kehäratkaisut vaikuttavat valittavan vaipan ja perustuksien kustannuksiin, edullinen runko voi aikaansaada kalliin vaipparatkaisun ja päinvastoin. [1, s. 7; 2; 12, s. 91.]

Runkoratkaisuja kannattaakin kokonaisuudessaan miettiä tarkkaan ja vertailla hintoja sekä laskea huolella niiden kokonaiskustannuksia. Jotta jäähallin rakenteet säilyvät hyvänä jäähallin elinkaaren ajan on tärkeää huomioida poikkeamat hallin sisäilman tavoiteolosuhteista, käytössä syntyvät virheet, rakentamisen aikana syntyneet virheet sekä mekaanisen kulutuksen kestävyys. Jos jäähallissa on liian poikkeavat olosuhteet esimerkiksi kosteuden osalta, voi kosteus olla vahingollista kaikkien jäähallin materiaalien ja rakenteiden kannalta. Jäähallin rakenteiden osalta rakenteiden tiiveys, lämpösäteilyn hallinta, lämmöneristys ja kentän alusrakenteet vaikuttavat suurelta osin käyttökuluihin. [1, s. 7; 2.]

4.2 Pilari-palkkirungot

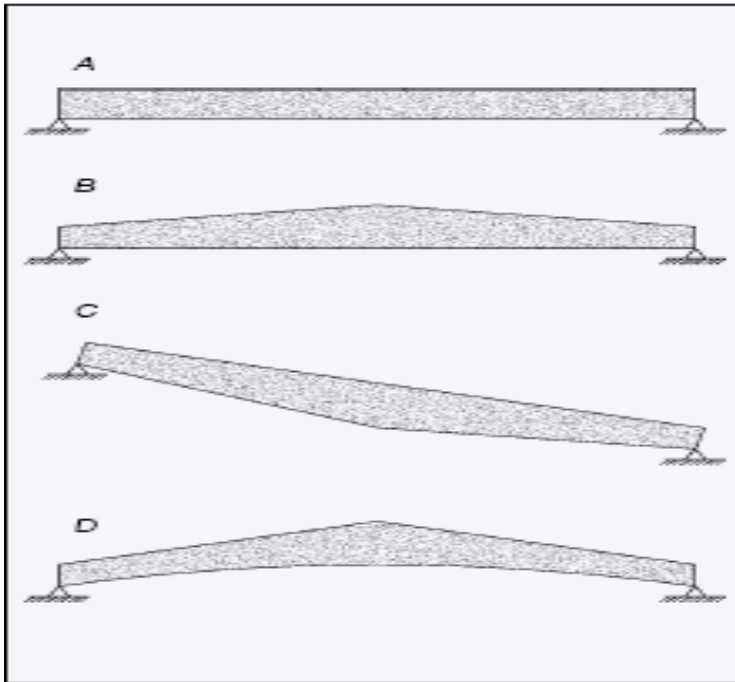
Pilarirunkoja käytetään yleensä silloin, kun hallin jänneväli on 25–65m. Rungot ovat tyypillisesti ainakin rungon poikkisuunnassa mastojäykistettyjä. Rungon päädyissä olevat tuulipilarit ovat joko jäykkä- tai nivelkantaisia. Päätyihin kohdistuva tuulikuorma pyritään siirtämään yläpohjarakenteen tai yläpohjaan rakennettavan erillisen tuuliristikön kautta rungon pääpilareille, jotka jäykistetään rungon pituussuunnassa tuuliristikoil-la. [10, s. 16.]

4.2.1 Palkkikannattajat

Palkkirakenteessa mitoitus perustuu kehän palkkien taivutusjännitykseen. Palkkikannattajan (kuva 3) materiaalina on mahdollista käyttää liimapuuta, kertopuuta, teräspalkkia tai jännitettyä betonipalkkia. Mitoitusta määrääväksi tekijäksi jäähalleissa muodostuu puuta ja terästä käytettäessä palkin taipuma ja leikkauskapasiteetti tuen lähellä. Korkeiden holkkien ja palkkienkiepahduserkkyys on otettava mitoituksessa huomioon. Palkkikannattajia voi olla suorapalkki, harjapalkki, mahapalkki sekä bumerangipalkki. [10, s.70.]

Palkkikannattajia ovat suorapalkki- harja-, maha- ja pulpettipalkki sekä bumerangipalkki. Suoran ja harjapalkin suurin jänneväli on 26–40 m. ja palkkien suurin mahdollinen korkeus on noin kaksi metriä. Viilupuiset palkit voivat olla joko massiivisia tai I- tai kotelo poikkileikkauksia. [10, s.70.]

Jos halli tehdään teräspalkeista, joudutaan pitkät palkit tekemään konepajalla hitsaamalla, jolloin I-palkkien taloudellinen jännevälimaksimi on noin 35 m, mutta ristikkorakenteilla päästään suurempiin jänneväleihin [12, s.91].



Kuva 3. Palkkikannattajat [5]

4.2.2 Ristikkokannattajat

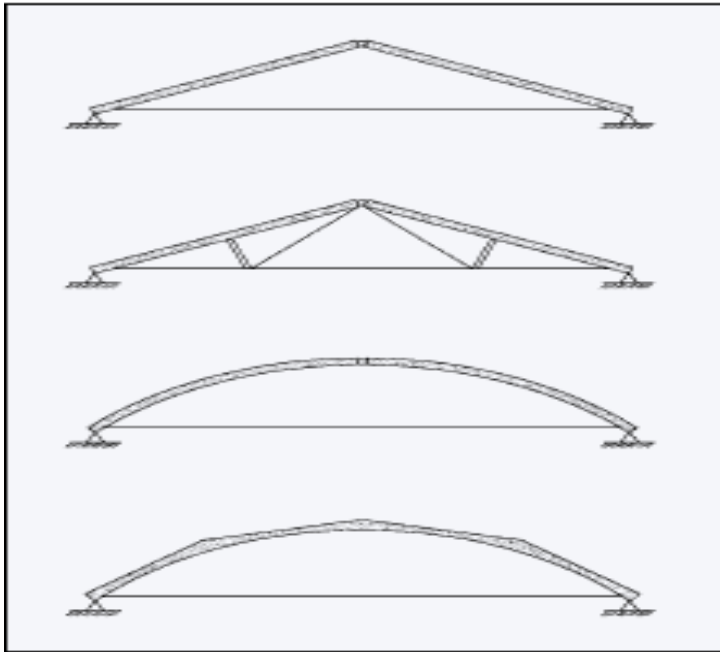
Pilarirungossa pääpilareiden varaan asetetaan kattokannattaja ristikko. Ristikkokannattaja (kuva 4) valmistetaan joko liima- tai viilupuusta sekä teräksestä. Sauvojen liitoksissa käytetään kaksi-, neljä- tai kuusileikkeisiä teräslevyjä ja -tappivaarvoja. Ristikkokannattajia voidaan koota työmaalla, joten niitä on helppo kuljettaa ja niillä voidaan toteuttaa pitkiäkin jännevälejä. [10, s. 72.]



Kuva 4. Jäähallin ristikkokannattajat [10]

4.2.3 Vetotankokannattajat

Vetotangollinen kannattaja (kuva 5) on kannatintyyppi, jonka yläpaarre on jatkuva ja jossa alapaarteena on vetotanko ilman varsinaisia diagonaalisauvoja. Vetotanko voi olla joko puuta tai terästä. Puun etuna voidaan huomioida hyvä palonkestävyys ja kannattaja on asennusvaiheessa helpompi käsitellä. [10, s.74- 75.]



Kuva 5. Vetotankokannattajat

4.2.4 Kaarirunko

Kaaren geometriasta riippuen kaarirakenteissa esiintyy lähinnä puristusrasitusta. Kaarirunko (kuva 6) tukeutuu suoraan vaakasuunnassa tuettuihin perustuksiin. Perustukset tuetaan joko vetotangoilla toisiinsa, suoraan peruskallioon tai vinopaaluilla. Kaari voidaan rakentaa massiiviliimapuusta tai ristikkona. Kaareen suunnitellaan yleensä kaksi tai kolme niveltä. [10, s. 76] Kaarirakenteet tehdään yleensä puusta tai teräksestä, koska niiden lujuuden ja tiheyden suhde on edullinen. [12, s.91.]

Liimapuukaaren jänneväli on kaksinivelisinä 20–30 m, ja kolminivelisinä päästään jo 40–130 m. Teräskaaret ovat yleensä erilaisia ristikko- ja teräslevyrakenteita, joiden jänneväli on 80–90 m. [12, s.91.]



Kuva 6. Kaarirunkoisen urheiluhallin asennus käynnissä [10]

4.2.5 Kehärunko

Kehärunko (kuva 7) on rakenne, jossa katon ja seinän runko on yhdistetty toisiinsa jäykkänurkkaisesti siten, että perustuksiin syntyy vaakavoima myös pystykuormasta. Vaakavoima otetaan vastaan sitomalla vastakkaiset anturat vetotangolla toisiinsa tai tukemalla perustukset suoraan peruskallioon tai vinopaaluille. [10, s. 78.]



Kuva 7. Kehärunko rakennusvaiheessa [10]

4.3 Jäähallin akustiikka

Akustiikka on sovitettava aina jäähalliin urheilun tarpeita mieltien. Yksi merkittävimmistä seikoista rakennesuunnittelussa käyttäjien viihtyvyyden kannalta on jäähallin akustiikka. Jos jäähallissa kaiku liikaa, se aiheuttaa epämiellyttävää jälkikaiuntaa. Akustiikan tulisikin olla sellainen, että kuulija saa puheesta selvää myös vahvistettuna. Hallin läheisyydessä asuvat saattavat häiriintyä ottelutapahtumien kuulutusten aikana, mikäli hallin vaipan läpi tulevat kaikki äänet. [2; 11, s. 47.]

Riittävän pieni jälkikaiunta-aika harjoitushalleissa saadaan aikaan riittävän suurilla määrillä ääntä imeviä pintoja. Tällöin tarvitaan lähes koko kattopinta-alaa vastaava määrä absorboivaa materiaalia, jotta valmentajan ohjeista ja kuulutuksista saadaan selvää. Hallin aula- tai taukotilat pitää myös tehdä akustiikan osalta sellaisiksi, että jälkikaiunta-aika on niissä tyhjänä suurin piirtein sama kuin hallin ollessa täynnä yleisöä. [2; 11, s. 47.]

4.4 Jäähallin vaippa

Jäähallin vaippaan tulee kiinnittää huomiota, koska siihen liittyy merkittävästi normaali-rakentamisesta poikkeavia vaatimuksia. Energiankäytön kannalta vaipan tulisi olla tiivis, jotta hallia olisi edullinen käyttää sekä energiankulutusta lisäävät ilmavuodot saataisiin estettyä mahdollisimman tehokkaasti. Jäähallin vaipan tiiviyteen voidaan vaikuttaa työn huolellisuudella sekä hyvillä rakennusmateriaaleilla. Höyrynsululla ei yleensä saada suurta vaikutusta rakenteen tiiveyteen, koska rakenteeseen tulee paljon lävistyksiä nauloista ja ruuveista riippuen höyrynsulun paikasta. [2.]

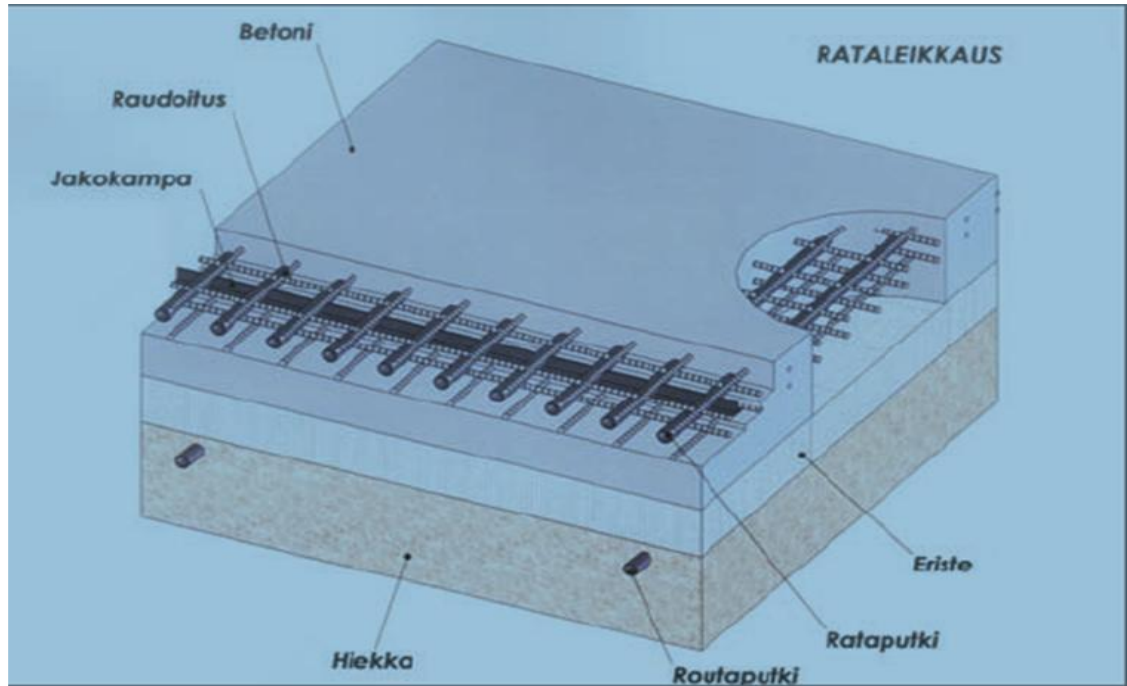
Vesihöyryn kulku olisi kuitenkin estettävä molempiin suuntiin rakenteen läpi sekä estää vesihöyryn tiivistyminen rakenteeseen. Parhaita lämmöneristeitä jäähallirakentamisessa ovat käytännössä sellaiset eristeet, joilla on itsessään suuri höyrynläpäisyvastus, eivätkä ne pysty imemään vettä itseensä eristeen umpisoluisuuden vuoksi. Kosteuden päästessä rakenteisiin esimerkiksi mineraalivillainen seinärakenne aiheuttaa yhdessä lämpötilan kanssa ajan mittaan rakenteen homehtumista, mikäli rakenne ei pääse tuulettumaan ja kuivumaan kunnolla.[2.]

Katosta tulevan lämpösäteilyn poistaminen hallista on ehdottomasti yksi suurimpia jäähallin energiankuluttajia. Koska jäähallien jäähdytysjärjestelmät on suunniteltu poistamaan lämpöä jääpinnan yläpuolelta, ne tarvitsevat vähemmän energiaa poistamaan syntynyttä lämpöä, jolloin jäähän kohdistuu lämpösäteilyä vähemmän. Jos jäähallin kattoon asennetaan kiillotettu alumiinifolio vähintään 10 cm kattorakenteiden alle, jonka emissiivisyyskerroin on 0,03, saadaan lämpösäteily vähentymään jopa 95 %. Käytännössä tämä tarkoittaa hallien rakenteista riippuen 20–35 % säästöä jäähdytyskuluissa. [2; 15.]

4.5 Jäähallin alapohja

Jäähallin kentän lattia voidaan tehdä joko betonista, kivituhkasta tai asfaltista. Edullisin on kivituhka ja monikäyttöisin betonilaatta. Betonilaatta sallii kuormitusta, mutta laatan halkeiluvaaran vuoksi on kiinnitettävä erityistä huomiota raudoitukseen ja betonin ominaisuuksiin. Kivituhka imee helpommin kosteutta itseensä kuin betonilaatta, joten routimisriski kasvaa huomattavasti. Lisäksi betonilaatta on paljon kestävämpi ja monikäyttöisempi. [2.]

Mikäli halli on käytössä ympäri vuoden, voi syntyä ikeroutaa eli kylmä on ajan mittaan voinut laskeutua alaspäin jopa 10 metrin syvyyteen. Ikeroudan syntyminen voidaan estää lämmöneristeellä jäähdytyskerroksen alapuolella ja asentamalla routaputket sekä alapuolisen maan lämpötilan seurannalla (kuva 8). Routaputkisto asennetaan lämmöneristeen alapuolella olevaan täyttöön, ja niissä kierrätetään tarpeen mukaan lämmitettä nestettä. Maakerroksen lämpötilaa seurataan lämpöantureilla, jotka ohjaavat tarvittaessa routaputkien nesteen kierron toimintaa. Ympäri vuoden käytössä olevan hallin perustusten ympäristöä on myös hyvä lämmitellä, jotta mahdollisia routavaurioita voidaan ehkäistä. [2.]



Kuva 8. Jäähallin rataleikkausesimerkki [9, s. 1]

Maassa vallitsee hyvin korkea suhteellinen kosteus, joten lämmöneristeen yläpuolella oleva kylmä aiheuttaa kondenssi-ilmiön lämmöneristeen sisälle. Lämmöneristeet menettävät voimakkaasti lämmöneristyskykyään kosteuden lisääntyessä. Tämän vuoksi alapohjassa käytettävän eristeen tulee säilyttää lämmöneristyskykynsä myös kosteana, koska muuten kylmäenergiaa alkaa ajan mittaan kulua alaspäin ja routaputkiin joudutaan lisäämään lämmitystehoa. Lämmöneriste voi saada kosteutta sulamisvedestä myös yläpuolelta, erityisesti kivituhkapäällystettä käytettäessä. [2.]

Pukutilojen alapohjat ovat normaaleja alapohjarakenteita mutta mukavuussyistä ja lattian kuivumisen nopeuttamiseksi käytetään usein lattialämmitystä. Jääkentän kohta on normaalirakentamiseen verrattuna poikkeava vaatimuksiltaan. [2.]

4.6 Jäähallin routasuojaus

Jäähalli on erikoisrakenne myös routamitoituksen puolesta, koska routa pyrkii tunkeutumaan rakennuksen alle ulkokautta, sekä kylmän rata-alueen vuoksi myös sisäkautta. Rakennuksen routasuojauksia tarkastellaan kolmella eri kohdalla; lämpimillä ja puoli-lämpimillä tiloilla sekä kenttäalueella. Routasuojauksen lähtökohtana voidaan pitää sitä, että perusmaa ei saa routia siitä kohtaa, mihin rakenteen kuormista syntyy jännitysja-

kaumaa sekä estää roudan aiheuttamat käyttöhaitat ja rakenneauriot. Kun kentän alusta on hyvin lämpöeristetty, se pienentää lämpöhäviötä, jolloin kylmäkoneistosta saatava teho saadaan paremmin kohdistettua jään ylläpitämiseen. Perustamissyvyydellä on siis tärkeä merkitys routamitoituksessa. Routasuojaus suunnitellaan aina pohjatutkimusasiakirjojen perusteella. Asiakirjoista saadaan selville topografia, maapohjan laatu ja kerrostuneisuus sekä pinta- ja pohjavesiolosuhteiden lisäksi myös, jos maapohjaa tulee kuivattaa tai jos sillä on routimisriski. [1, s. 48–49; 9.]

Routaeristeen paksuus voidaan määrittää kaavalla 1:

$$d = R * \lambda \quad (1)$$

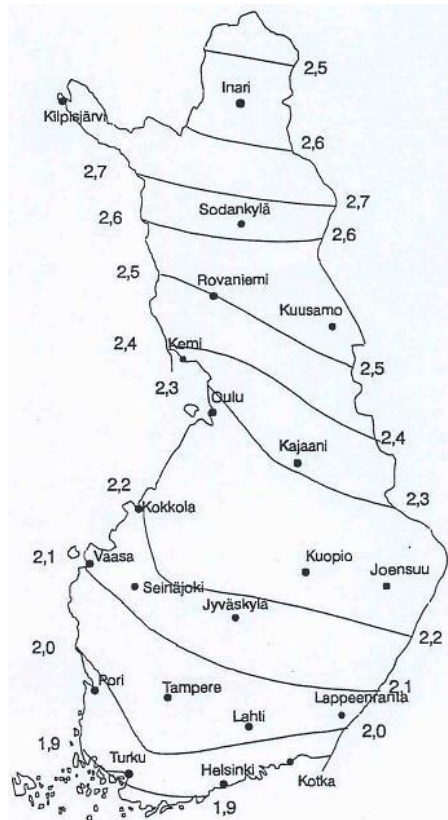
jossa d on routaeristeen paksuus [m]

R on routaeristeen lämmönvastus [$\text{m}^2 * \text{K/W}$]

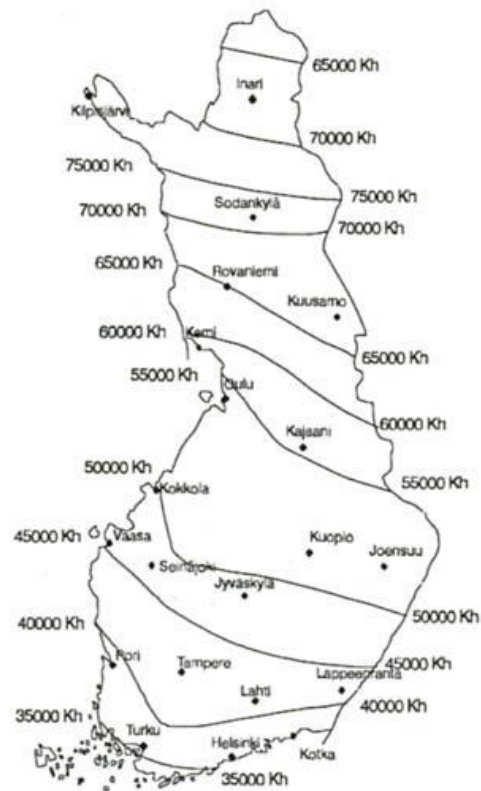
λ on routaeristeen lämmönjohtavuus [$\text{W/m} * \text{K}$]

Lämpimät rakennukset pyritään aina routasuojamaan siten, että maan jäätymisrintama ei pääse missään olosuhteissa perustusten maaperään aiheuttaman jännityskentän sisälle, joten perusmuurin ja routaeristeen on muodostettava riittävä lämpökatko routimista vastaan. Mitoituksessa on otettava huomioon routaeristykseen ja perusmuurin lämmönvastus sekä routaeristykseen vaadittava leveys ja rakennuksen ulkonurkkien eristelisäys. Lämmöneristeiden laitossa tulee kiinnittää erityistä huomioita siihen, ettei kylmäsiltoja pääse syntymään, jotta lämpökatko olisi riittävä varsinkin, jos perusrakenne on betonirakenteinen. [1, s. 49.]

Puolilämpimien rakennusten routasuojaus suunnitellaan ja tehdään samoilla periaatteilla lämpimien rakennusten kanssa. Mitoituksessa vain huomioidaan, että puolilämpimien tilojen perustussyvyys on 0,2–0,3 m syvempi kuin lämpimien tilojen perustussyvyys. Mikäli perustussyvyyttä (kuva 9) ei jostain syystä haluta kasvattaa, tulee routaeristeen lämmönvastuksen olla parempi puolilämpimien tilojen alueella. Taulukkomitoituksessa se tarkoittaa sitä, että puolilämpimät tilat tulee mitoittaa 0,2–0,3 m matalampaan perustussyvyyteen kuin lämpimien tilojen perustussyvyys on. Esimerkkinä voidaan todeta, että jos lämpimän tilan perustussyvyys on 1 m, puolilämmin tila mitoitetaan silloin 0,7–0,8 m:n mukaan, jonka vaikutuksesta routaeristeen lämmönvastus on puolilämpimällä alueella $R = 1,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ ja lämpimällä alueella $R = 1,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ jos alapohjan vastus $\leq 5,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ sekä mitoituspakkasmäärä (kuva 10) $F_{\text{mit}} = 55\,000 \text{ Kh}$. [1, s. 49.]



Kuva 9 Perustamissyvyys[13]

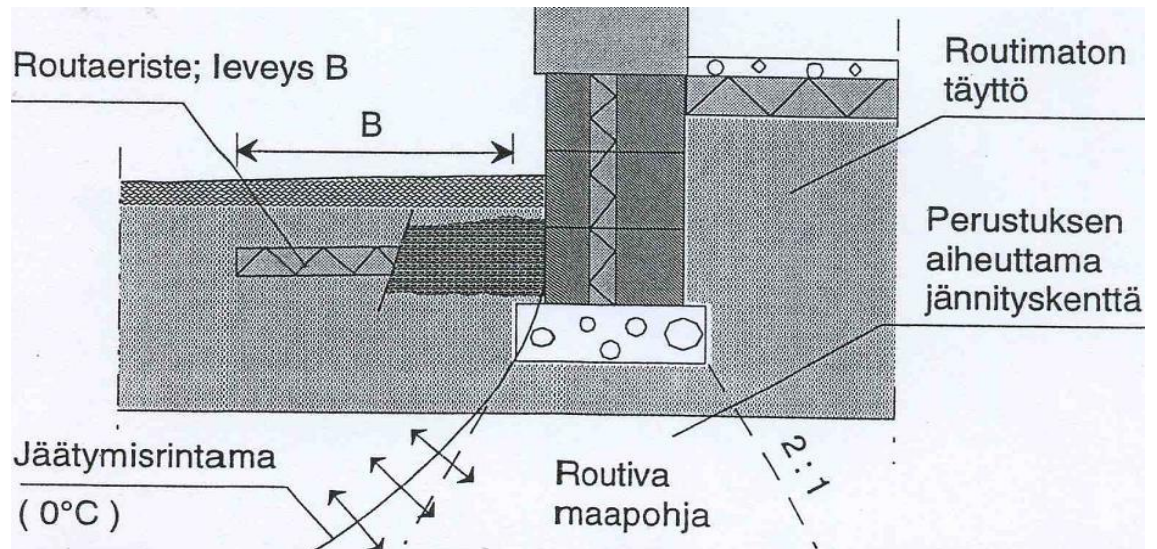


Kuva 10 Mitoituspakkasmäärä $F_{50}(Kh)$ [13]

Jäähallin rata-alueen routasuojaukseen tulee kiinnittää erityistä huomiota, koska pahimmillaan voi syntyä ikiroutaa, mikäli kentän alueen rakennuspohja pääsee routimaan. Rata-alueen suuret mittasuhteet ja käyttökauden pituus vaikuttavat oleellisesti kyseiseen ilmiöön. Rata-alueen routateknisellä mitoituksessa kentän alusrakenteeseen tulee huomioida lämmöneristys, vaikka maapohja ei olisikaan routivaa, koska tällä saadaan energiatehokkaampi rakenneratkaisu ja sitä kautta kokonaistaloudellisesti edullinen ratkaisu. Routasuojauksen (kuva 11) tärkeimpiä onnistumisen edellytyksiä on se, että kentän alusta on riittävän kantava. [1, s. 49–50.]

Käyttökauden pituus, rata-alueen alapuolisen routimattoman maakerroksen paksuus sekä rata-alueella olevan putkiston keskimääräinen liuoslämpötila vaikuttavat myös routa-eristyksen mitoitukseen. Vuotuinen keskilämpötila kentän päällysrakenteelle määritetään käyttökauden pituuden ja liuoslämpötilan avulla. Jos keskilämpötila jää alle 0°C , on mitoittava myös lämmöneristeen alle tuleva lämpöputkisto, jonka käyttö on lisävarmuuden vuoksi suositeltavaa, koska myöhemmin se mahdollistaa suunnitellun käyttökauden pidentämisen ilman lisäkustannuksia. Lämpöputkiston rakentaminen on jälkepäin lähestulkoon mahdotonta. [1, s. 49–50.]

Rata-alueen alle pitäisi aina suunnitella routasulatusputkisto, koska sillä ehkäistään rata-alueen routimista ja sillä voidaan hallita lämpötilaolosuhteita maaperässä. Routasuojauksen tarpeellisuuteen vaikuttavat oleellisesti maapohjan laatu, maapohjan keskilämpötila, kentän pintamateriaalit sekä maapohjan vettyminen. [1, s. 50; 9.]



Kuva 11 Routasuojauksen periaate [13, s. 8]

5 Jäähallin laitetekniikka

Jäähalli on vaativa kohde rakenne- ja ilmanvaihtosuunnittelun kannalta, koska kyseessä on rakennus, jossa on vierekkäin lämpimiä sekä puolilämpimiä tiloja. Pukuhuoneet ja kahvio kuuluvat lämpimiin tiloihin ja jäärata puolilämpimään tilaan. Lisäksi suunnittelun vaativuutta lisäävät hallitilan korkeus ja suuret yhtenäiset lattiapinta-alat sekä ilmatilavuus. [1, s. 7, 2; 12, s. 40.]

Puolilämpimällä tilalla tarkoitetaan jotain tilaa, jossa lämpötilan vaihteluväli on 5 °C–17°C. Harjoitusjäähallin sisälämpötila on viihtyvyystekijöiden ja kosteudenhallinnan kannalta yleensä +6°C± 1°C ja kentän lämpötila 1,5 metrin korkeudella +2...+6. Kilpailuhalleissa jäähallin kentän lämpötila on 1,5 metrin korkeudella +6°C ja katsomossa lämpötila pidetään noin +15°C:ssa. Koska hallissa on matalat sisälämpötilat, siitä seuraa, että jossain välissä jäähallin käyttöaikaa ulkolämpötila on alle sisälämpötilan ja toisin päin. Tämä aiheuttaa jäähalliin vaipparakenteeseen kosteuden tiivistymistä. Jäähallien maksimi suhteellinen kosteus saa olla korkeintaan RH 70 % [1,s. 7, 2; 12, s. 40.]

5.1 Jäähallin lämpö- ja laitetekniikka

Jäähallin lämpötekniinen suunnittelu käsittelee routasuojauksen suunnittelua, rakenneosien pintalämpötilojen tarkastamista sekä rakenneosien lämmöneristävyttä. Vaipan ilmanpitävyyden huomioiminen on tärkeä osa lämpöteknistä suunnittelua. [1, s.47.]

Lämmöneristysmääräykset ohjaavat rakenneosien suunnittelua. Mikäli jäähallissa hyödynnetään tehokkaasti lauhde-energiaa, eikä lämmittämiseen tarvita muuta energiaa kuin vähäisesti tai ei ollenkaan, lämmöneristysmääräyksiä ei tarvitse välttämättä soveltaa lainkaan. Silloin lämmöneristystarve määräytyy muulla tavoin, kuten lauhde-energiankäytön tai kosteusteknisen suunnittelun mukaan. Rakennusmääräyskokoelman osassa C3 annetaan puolilämpimäntilan lämmönläpäisevyydelle arvot:

Taulukko 1. Puolilämpimän tilan lämmönläpäisevyysarvot [1, s.47;8]

Rakennusosa	Lämmönläpäisykerroin U W/m ² K
Seinä	0,26
Yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,14
Ryömintätilaan rajoittuva alapohja	0,26
Maata vastaan oleva rakennusosa	0,24
Ikkuna, kattoikkuna, ovi	1,4
Tilojen välisten rakenteiden lämmönläpäisykertoimet:	
Seinä	0,6
Välipohja	0,6
Ikkuna, ovi	2,4

Jäähalleille ei ole annettu erikseen tarkkoja lämmönläpäisyarvoja, mutta näitä perusvaatimuksia on hyvä soveltaa energiansäästön takia. Suunniteltaessa lämmöneristystä tarvitsee suunnitelmissa ottaa huomioon vaipan ominaislämpöhäviö G_v , lämpökonduktanssi (W/K). Jäähalleissa sisälämpötila määrittää osat lämpimiin ja puolilämpimiin tiloihin, mikä lasketaan yhtälöstä 2:

$$G_{v20} = \sum(U_i A_i) \quad (2)$$

$$G_{v20-5} = \sum(U_i A_i)$$

$$G_{v5} = \sum(U_i A_i)$$

missä

G_{v20} lämpimän tilan vaipan lämpökonduktanssi ulkoilmaan

G_{v20-5} lämpimän tilan vaipan lämpökonduktanssi puolilämpimään tilaan

G_{v5} puolilämpimän tilan lämpökonduktanssi ulkoilmaan

U_i rakennusosan i lämmönläpäisykerroin

A_i rakennusosan i pinta-ala [1, s.48.]

Näiden laskelmien avulla arvioidaan eri tilojen lämmitystarvetta jäähallissa myös käyttöjakson lämpimänä ajankohtana. Laskemien avulla saadaan käsitys lauhde-energian

hyödyntämismahdollisuuksista vuositasolla sekä luonnosvaiheessa saadaan verratuksi eri toteutusvaihtoehtojen energiateknisiä eroja, koska lämpökonduktanssi riippuu myös rakenneosien pinta-alasta. [1, s. 48.]

5.2 Jäähallin kosteustekniikka

Kosteustekniikka on yksi jäähallisuunnittelun tärkeimmistä suunnittelukohteista. Jäähalleissa on yleisesti kosteusongelmia, jotka selittyvät jäähallin matalasta sisälämpötilasta ja hallin suurista mittasuhteista. [1, s. 9; 2.]

5.2.1 Kosteuslähteet

Kosteus tarkoittaa kemiallisesti sitoutumatonta vettä kaasumaisessa, nestemäisessä tai kiinteässä olomuodossa [14, s. 2].

Jäähalliin syntyy kosteuskuormitusta monista eri tekijöistä, kuten jäädästä, jäähdytysvedestä, lumesta, sateesta, ilman sisältämästä kosteudesta, maaperästä, käyttäjistä ja rakennekosteudesta. Kosteus pyrkii kondensoitumaan eli tiivistymään jäähän ja rakenteen pinnoille, koska niiden lämpötila on alle jäähallin ilman kastepistelämpötilan. Jäähän kondensoituva vesi heikentää jään laatua, jolloin jään jäähdytystarve lisääntyy. Rakenteiden pinnoille tiivistynyt vesi voi aiheuttaa kemiallisia ja biologisia vaurioita, kuten korroosiota ja homevaurioita. [12, s. 117–118.]

Rakennekosteudella tarkoitetaan sitä kosteutta jonka pitäisi poistua rakenteesta ennen kuin rakenne saavuttaa tasapainokosteuden ympäristönsä kanssa. [14, s. 2] Maaperän suhteellisen kosteuden voidaan olettaa olevan 100 %, kun tehdään kosteusteknisiä tarkasteluja. Maaperäkosteutta tulee pohjavedestä, vajovedestä, maaperän huokosten vesihöyrystä ja kapilaarivedestä. [14, s. 2.]

5.2.2 Kosteuden liikkuminen

Kosteus pyrkii yleensä liikkumaan vaipan läpi ulospäin tavallisissa rakennuksissa. Jäähalleissa kosteus voi siirtyä sisältä ulospäin ja ulkoa sisäänpäin riippuen vuodenajasta. [12, s. 93.]

Kosteus liikkuu rakennusmateriaaleissa yleensä konvektiona, minkä ilmavirtaukset saavat aikaan sekä vesihöyryn diffuusiona, mikä johtuu vaipan eri puolten välillä vallitsevasta osa-paine erosta. Ilmassa on vesihöyryä, joka kulkee lämpimästä ilmasta kylmään päin, jossa vesihöyryn osa-paine on pienempi. [12, s. 93.]

Konvektiossa kosteus siirtyy rakenteiden läpi kulkevien ilmavuotojen mukana. Vaipan tiiviys ja ilmanpaine-erot vaipan sisä- ja ulkopuolen välillä vaikuttavat kosteuden siirtymiseen. Kosteuden siirtyminen voi olla suurta ilmanvuotokohdissa, jolloin hallin ilmanvaihdon ja paineistusolosuhteilla on suuri merkitys konvektion mukana siirtyvän kosteuden määrään. [12, s. 93.]

Harjoitusjäähallissa ilman lämpötila on noin $5^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, joten kosteus siirtyy kesälämpötiloissa ulkoa sisään ja talviaikoina sisältä ulospäin. Hallin vaipan lämmöneristeen sisään syntyy kastepiste, mikäli hallin käyttöaika on sellainen, että ulkolämpötila on reilusti korkeampi kuin hallin sisälämpötila, jos vesihöyryn kulkeutumista ei ole estetty ulkoa sisään ja sisältä ulos. [1, s. 9; 2.]

Kastepiste tai tarkemmin kastepistelämpötila on se ilman lämpötila, jossa ilman sisältämän vesihöyryn tiivistyminen alkaa. Tähän lämpötilaan ilman lämpötilan tulee siis laskea, jotta tiivistyminen käynnistyisi. [15.]

Käytettäessä vaipparatkaisua tai lämmöneristystä, joka läpäisee vesihöyryä ulos- tai sisäänpäin, tarvitsee tehdä laskelmat vuosittaisten käyttöaikojen ja todellisten sisälämpötilojen mukaisesti siitä, minkä verran rakenteeseen kertyy kosteutta ja ehtiikö se myös kuivumiskausina kuivua riittävästi. Kylmänä kautena kosteutta siirtyy noin 25 % lämpimän kauden määrästä, tällöin hallin kosteuden kokonaismäärään vaikuttaa hallin käyttöaika. Kosteusolosuhteisiin vaikuttaa myös ilmasto-olosuhteet sekä jäähallin maantieteellinen sijainti. Liiallisista kosteusrasituksista halliin voi syntyä kosteus- ja homehaittoja, jos ilmanvaihto ja tekniset rakenteet ja järjestelmät eivät ole kunnolla rakennettuja tai mikäli niitä, ei käytetä oikealla tavalla. Mikäli jäähallin kosteuskuormat muodostuvat suuriksi, tarvitaan ilmanvaihtoon kiinnittää paljon huomiota. Suunnittelussa ilmanvaihdon ilmamäärät määräytyvät mitoitushenkilömäärien ja tilojen käyttötarkoitusten perusteella. [1, s. 9; 2.]

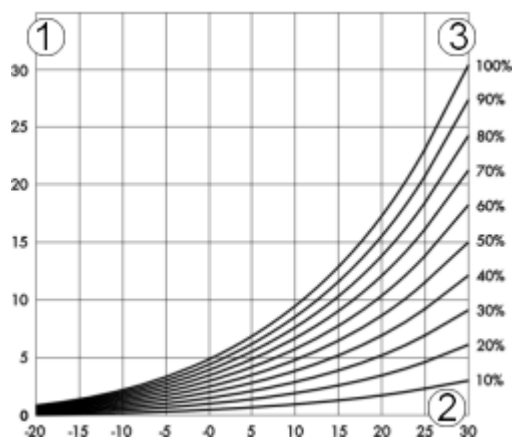
Mitoitusilmamäärät suunnitellaan helposti liian suuriksi vaihdellen välillä 4...12m³/s. Ilmanvaihtolaitos tosin toimii yleensä vajaa teholla suurimman osan ajasta, koska jäähallien pääkäyttö ei vaadi näin suuria ilmamääriä. Kosteusteknisen suunnittelun keskeisiä hallittavia asioita on jäähallin ilmavirtojen hallinta ja ilmankuivatus. Jäähallien sisäilmaa on kuivattava, varsinkin lämpimällä kaudella, koska ulkoilmaa pääsee kylmään halliin ilmanvuotoina rakenteesta tai ilmanvaihdon sekä ovien kautta. Tämä johtuu ulkoilman suurista kosteuskuormista, jolloin kosteus tiivistyy jäähallin sisälle. [1 s.10–11.]

Jäähallin ilmaa kuivataan kondenssi- tai sorptiokuivurilla. Jos sisäilmaa ei kuivattaisi, se aiheuttaisi jäähallin sumua ja kylmiin sisäpintoihin tiivistyisi kosteutta. Vaipparakenteen on kestettävä kosteusrasitusta sisältä ja ulkoa, koska kosteus liikkuu molempiin suuntiin jäähallin rakenteessa riippuen vuodenaikasta. Mikäli vaippa vuotaa, se aiheuttaa lisäkustannuksia, koska jäähallin sisään hallitsemattomasti tuleva ilma on jäähdytettävä, lämmitettävä tai kuivattava riippuen millainen ilma ulkoa sisään pääsee. Eniten käytettyihin oviin voidaan rakentaa tuulikaapit, jolla saadaan hillittyä ilmavuotoja.[1, s. 10–11; 2.]

Jäähallien sisäilman kosteus saa yleensä olla maksimissaan 70 % RH, koska jos tämän kosteuden yli mennään, kasvaa puurakenteiden home- ja lahorisiki paljon. Vastaavasti teräsrunkoisilla halleilla teräksen korroosioalttius lisääntyy, jos 70 % RH ylitetään huomattavasti. Jäähallin kosteusolosuhteita voidaan säätää ja helpottaa lämpötilan nostolla, mutta lämpötilan nosto lisää hallin energiantarvetta lämmitystehon sekä jään kylmätehontarpeena. Myös homeitiöiden kasvua voidaan avittaa liian suurella lämpötilalla. Jotta näiltä ongelmilta vältyttäisiin, tulisi jäähallissa olla riittävät kuivauslaitteet ja niitä pitäisi osata käyttää oikein. [1, s. 11; 2; 4.]

Koska jäähallin sisärakenteisiin ei saisi kondensoitua kosteutta, on hallin vaippa lämpöeristettävä, muuten vaipan sisäpinnan lämpötila laskee liian alas ja rakenteisiin syntyy kosteutta. Tämän vuoksi syntyy yleinen vesipisaroiden tippumisilmiö, joka synnyttää jäähän pieniä jääkekoja. Hallin lämmöneristyksestä tulee riippuvaiseksi myös hallin vuosittainen käyttöaika. Mikäli hallia käytetään paljon myös lämpimänä kautena, on

halli lämpöeristettävä hyvin, kun taas kylmänä kautena huonosti lämpöeristetty halli on vaikea pitää sopivan lämpöisenä ja se on silloin epämiellyttävä käyttää. Se tekee harjoitusjäähallien rakennusfysikaalisesta suunnittelusta vaikeaa laitteiden ja rakenteiden osalta. Esimerkiksi kesäinen ulkoilma on paljon kosteampaa kuin kuiva jäähallin ilma, koska suhteellinen kosteus on pienempi. Ulkoilman kosteuspitoisuuden (kuva 12) ylittäessä hallin kosteuspitoisuuden tulee ilman vaihdon raitisilma kuivata, ennen kuin se voidaan puhaltaa jäähalliin. Jos ulkoilman lämpötila on 25 °C ja suhteellinen kosteus 45 %, on ulkoilman kosteuspitoisuus noin 10 grammaa kuutiossa ilmaa. Jäähallissa ilman kosteuspitoisuus on yleensä 3–6 g/m³. [4.]



Kuva 12. Lämpötilan, absoluuttisen kosteuden ja suhteellisen kosteuden välinen suhde [4]

1. Absoluuttinen kosteus (g/m³)
2. Lämpötila (°C)
3. Suhteellinen kosteus RH

5.3 Jäähallin kylmätekniikka

Jäähallin kylmäkoneiston suunnitteluun tulee perehtyä huolellisesti. Jäähdytysjärjestelmän tulisi olla aina riittävän tehokas energiataloudellinen ja käyttövarma. Kylmälaitteisto sisältää siirtoputkiston, kylmäkoneiston, rata-alueen putkiston sekä kaikki muut tarvittavat apulaitteet. Kylmäkoneisto on yksi jäähallin huomattavista energiankuluttajista, koska kylmäkoneisto sisältää vähintään kaksi kompressoria. [1, s. 54.]

Jäähallin energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa kylmälaitteiston hyvällä suunnittelulla sekä nykyaikaisella automatiikalla, koska hyvän automatiikan johdosta lauhdelämpötilaa voidaan säädellä siten että, käytetäänkö lauhde-energiaa lämmittämiseen vai ei. [1, s.55.]

Jääkentän jäähdytystehontarpeen mitoituksessa on huomioitava muun muassa jään ylläpito, tekeminen ja hoito, maan lämpökuorma, jään käyttäjien lämpökuorma, kenttäalueen ilmasto, hallin vaipan ja valaistuksen lämpösäteily. Jääkentän jäähdytystarpeen mitoitusarvo harjoitushalleissa on luokkaa $150\text{--}200\text{ W/m}^2$, mikä tarkoittaa suuruudeltaan $30 \times 60\text{ m}^2$ kokoisen jääkentän tapauksessa $270\text{--}360\text{ kW}$ kylmätehovaatimusta. [1, s. 88, 11.]

Nykyään rata-alueen jäähdytys tapahtuu välillisellä jäähdytysjärjestelmällä, jossa rataputkistoon pumpataan höyrystimessä jäähdytettyä kylmäliuosta. Kylmäaineena jäähdytyksessä käytetään yleisesti ammoniakkaa. Koska ammoniakki on vaarallista, harjoitushalleissa on siirrytty käyttämään kylmäaineena lähes vaaratonta halogeenihiilivetyä. [1, s. 88.]

5.4 Jäähallin energiankäyttö

”Energiankäytön suunnittelulla ymmärretään sitä rakenne- ja laiteteknisten ratkaisujen muodostamaa kokonaisuutta, jolla pyritään jäähallin mahdollisimman hyvään energiatalouteen” [1, s. 43]. Energiankäyttösuunnitelma laaditaan jäähallin energiamuotojen ja lämmitysjärjestelmän valintaa varten, mutta sen avulla saadaan tehtyä myös tarvetarkastelua rakennuksen ilmanvaihdosta ja vaipan lämpöhäviöistä sekä lämpimän veden lämmitysenergiasta. Jäähalleissa kuluu paljon energiaa jäähallin erilaisiin toimintoihin, kuten jään tekemiseen ja sen ylläpitämiseen jäähallin puolilämpimässä tilassa, mikä muodostaa merkittävän käyttökustannuserän. Energiaa kuluu paljon jäähallin ylläpitoon, ja koska tulevaisuudessa energian hinta tulee todennäköisesti nousemaan, on jäähallit tehtävä energiatehokkaiksi rakenteiden ja myös koneiden osalta, koska tekniikka kehittyy ja koneiden tekninen käyttöikä on $10\text{--}20$ vuotta. [1, s. 43.]



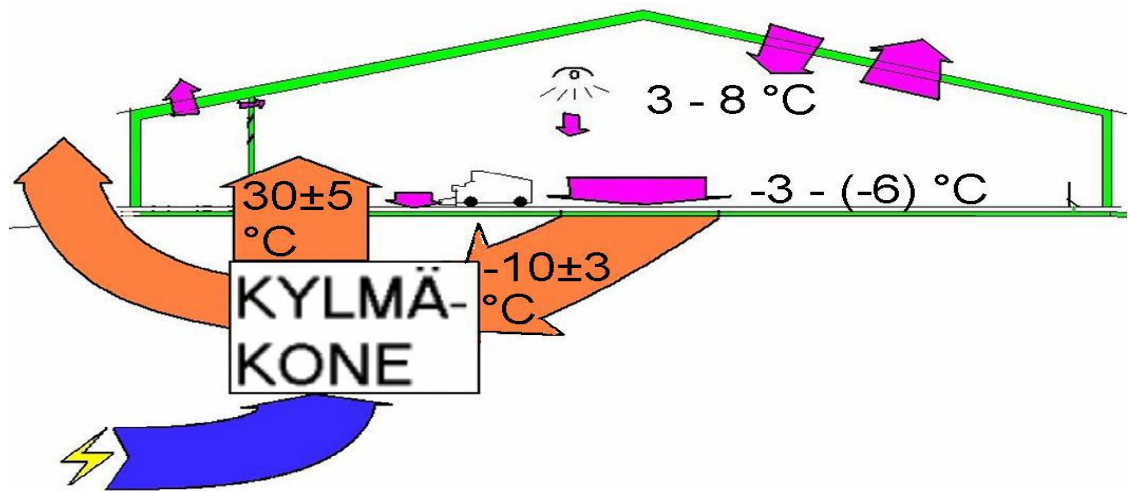
Kuva 13. Lauhde-energian hyödyntäminen edellyttää kompressorin välillistä lauhdutinta [6]

Jäähallin jään tekemiseen ja ylläpitämiseen tarvittavan energian sivutuotteena syntyy lauhde-energiaa (kuva 13). Jäähdytyskompressorit kuluttavat sähköenergiaa yhdeksän kuukauden käyttöjaksolla keskikokoisessa harjoitushallissa noin 500 MWh, vastaavasti lauhde-energiaa syntyy vuoden aikana noin 1500 MWh. Kyseisen jäähallin lämmitysenergian tarve on vuodessa 1200 MWh, joten lauhde-energiaa syntyy enemmän kuin mikä on hallin lämmitysenergian tarve. Kylmäkompressorissa on käytettävä välillistä lauhdutinta, jotta lauhde-energiaa voidaan hyödyntää. [1, s. 97.]

Nykyiset lämmönvaihdinlaitteet ovat kehittyneet niin paljon, että niillä voidaan hyödyntää kylmälaitteiden lauhdelämpöä, joka on jäähallin lämmityksessä lähes ilmaista energiaa, koska lauhde-energia on energian pääkäytön sivutuote. Lauhdelämpöä voidaan käyttää hyväksi hallin lämmitykseen, betonilaatan alle tuleviin routaputkiin, käyttöveteen tai mahdollisesti jopa lähellä sijaitsevan uimahallin käyttöveteen. Jäähallin pukutiloissa ja kahvioissa lauhdelämpöä voidaan käyttää lattialämmitykseen. Jos lauhdelämpöä päätetään hyödyntää, se vaatii tarkan esisuunnittelun ja kustannusarvion laatimisen, koska investoinnin kannattavuus on varmistettava laskelmilla. Kun lauhdelämpöä hyödynnetään tehokkaasti, sillä saadaan aikaan paljon energiansäästöä. [1, s. 45, 2, 6.]

Pienissä harjoitushalleissa lauhde-energiaa on riittävästi kattamaan lämmitystarpeen, mutta suuremmissa jäähalleissa tarvitaan usein myös muita energialähteitä, kuten suora sähkö, kaukolämpö tai hallin oma kattilalaitos. Pieniin halleihin voidaan saada suuri kustannussäästö, jos sinne ei tarvitse tehdä lainkaan kaukolämpöliittymää, vaan siellä pärjättäisiin omalla kattilalaitoksella. Kun halliin on löydetty sopiva ja tarkoituksenmu-

kainen ratkaisu lauhde-energian ja täydentävän energian yhdistelmälle, laaditaan koko hallin lämmitysenergiaratkaisuun konsepti (kuva 14), missä määritellään energiamuoto ja käyttötapa. Hallin lämmitys ja muu hyötykäyttö sisältyy käyttötapaan. [1, s. 45, 2, 6.]



Kuva 14. Jäähallin energiankäytön konsepti [6]

Harjoitusjäähallien keskimääräinen kuukausikustannus energiankäytöstä on Suomessa noin 2000–9000 euroa. Suurehko ero johtuu esimerkiksi päivittäisestä käyttöasteesta, energian hinnasta, hallin ja jään lämpötilasta, hallin kylmäkoneista, sisäilman kosteusolosuhteista, lauhdelämmön hyödyntämisestä, käytön osaamisesta ja vaipparakenteiden ominaisuuksista. [2.]

Vaipalla on merkittävä osuus jäähallin energiankulutukseen. Vaipan merkitys ei johdu juurikaan lämmöneristyskyvystä vaan rakenteen tiiveydestä ja lämpösäteilyn heijastusominaisuuksista. Tiiveydellä on suuri merkitys, koska vaipan läpi hallitsemattomasti kulkeva ulkoilma joudutaan sen lämpötilasta riippuen joko lämmittämään tai jäähdyttämään sekä lämpimän kauden aikana ulkoilman sisältämä liiallinen vesihöyry joudutaan kuivaamaan koneellisesti. Kaikki koneelliset tapahtumat kuluttavat luonnollisesti energiaa. [2.]

Jäähallissa säteily tapahtuu hallin vaipan sisäpinnan ja jään välillä. Säteilyn suuruuteen vaikuttaa pintojen välinen lämpötilaero. Eristystaso ja pinnan ominaisuudet vaikuttavat vaipan pintalämpötilaan. Säteilytehoon vaikuttavat jään pinta-alan suhde vaipan pinta-

alaan. Emissiviteetti kuvaa vaipan erilaisten pintamateriaalien säteilylämmönsiirto-ominaisuuksia. Emissiviteetti on lukuarvo, joka saa arvoja välillä 1–0. Jään lämpökuorman kannalta paras ratkaisu on materiaali, jolla on pieni emissiviteetti. Normaaleilla rakennusmateriaaleilla emissiviteetti on noin 0,9, mutta on olemassa erityisiä, matala-emissiviteettipintoja, kuten alumiiniset pinnat, joilla emissiviteetti on vain 0,1 tai jopa vähemmän. [6, s. 52.]

Vaipan eristystaso taas vaikuttaa vaipan pintalämpötilaan monimutkaisemmin. Mitä paremmin vaippa on eristetty, sitä lämpimämpi vaipan pintalämpötila on talvella, jolloin jään lämpökuorma on suurempi. Kesällä taas paremmin eristetyn vaipan sisäpinta on kylmempi ja myös jään lämpökuormakin on pienempi kuin talvella. [6, s. 52.]

6 Kustannusvertailu

Harjoitusjäähallin kustannukset voidaan jakaa kahteen ryhmään: rakentamiskustannuksiin ja käyttökustannuksiin. Teen karkean kustannusvertailun liimapuurunkoisen ja teräsbetonirunkoisen harjoitushallin välillä. Molemmissa halleissa tulee olemaan tilaohjelmassa samat tiedot, jolloin hallien tulevat hintaerot syntyvät tässä tapauksessa käytävästä runkorakenteesta. Kustannuslaskelmat tehdään TAKU- kustannuslaskentaohjelmalla. Ensiksi lasketaan tilamitoituksen pohjalta hallille budjetti, jota sitten verrataan rakennusosa-arviossa saatuihin hintoihin. Laskelmissa huomioidaan pelkästään hallin rungoista ja vaipasta syntyvät kustannuserot kahden eri materiaalin välillä sekä ylläpidosta aiheutuvia kustannuksia. Vertailussa ei oteta huomioon muita rakentamiseen liittyviä kustannuksia, koska laskelmissa haluttiin selvittää pelkästään runkojen väliset kustannuserot. Laskelmissa ei ole käytetty tarkkoja määräluetteloita materiaaleissa, minkä vuoksi laskelmista saadut tulokset ovat suuntaa antavia ja kuvitteellisia, eikä niiden pohjalta ole tarkoitus rakentaa jäähallia.

6.1 Rakentamiskustannukset

Rakentamiskustannukset määräytyvät tilaohjelman ja osakustannusten perusteella. Harjoitusjäähallin tarvittavat ja laskelmissa budjettiin huomioidut tilat on esitetty kohdassa 3.2 sekä tilaluettelo on liitteenä.

6.2 Käyttökustannukset

Jäähallien ylläpito- ja käyttökustannukset eivät eroa suurelta osin vastaavanlaisten urheilulaitosten käyttökustannuksista. Jäähallin käyttökustannukset voidaan jakaa seuraavanlaisiin osiin:

- henkilöstökustannukset
- energiakustannukset
- vuosikorjauskustannukset
- muut kustannukset
- pääomamenot.

Kustannuksia arvioidaan 3200 käyttötunnin perusteella jäähallin lämpötilan ollessa 1,5 metrin korkeudella keskimäärin +6°C.

7 Kustannusvertailun tulokset

Opinnäytetyön tutkimustarkoituksena oli vertailla harjoitusjäähallin kustannuksia ainoastaan teräsbetoni- ja liimapuusta valmistetun hallin rungon ja vesikattorakenteiden osalta. Kaikki muut suunnitelmat ja rakennustekniset työt jätettiin huomioitta kustannuksia laskiessa.

Jäähallille tehtiin tilaohjelma (liite 1), jonka jälkeen laskettiin hallin budjetti TAKU-kustannuslaskentaohjelmalla. Hallille laajuudeksi tuli 2749 m², bruttoalaksi 2885 brm² ja 16784 m³. TAKU-kustannuslaskentaohjelmalla laskettiin tilamitoituksen pohjalta hallille uudisrakennuksen perustamiskustannusten tavoitehinta, mikä oli yhteensä 3 991 000 € ilman arvonlisäveroa. Runko- ja vesikattorakenteiden tavoitehinnan osuudeksi budjetista muodostui 928 000 € (liite 1). TAKU-kustannuslaskentaohjelma ylimitoittaa hieman harjoitushallin budjettihinnan jo lähtökohtaisesti, koska eri lähteistä saatujen tietojen mukaan samankokoisen hallin rakentamiskustannukset ovat noin 2,5–3 miljoonaa euroa. Eron uskon syntyvän epätarkoista tilasuunnitelmista, koska esimerkiksi niiden sähkö- ja LVI-tekniikkaa sekä pintarakenteita ei ole huomioitu tarpeeksi tarkasti. Suurimman osan budjetista jäähallirakentamisessa lohkaisee talotekniikka, runkorakenteet ja pintarakenteet kyseisessä järjestyksessä.

Harjoitusjäähallin ylläpitokustannukset olivat vuositasolla 246 276 € (liite 1) ilman arvonlisäveroa, josta energian ja veden osuus vuodessa oli noin 151 000 €. Lähteiden mukaan harjoitushallin energiakustannukset ovat käyttötavan huomioon ottaen noin 2000–9000 € kuukaudessa. Tämän perusteella suunniteltu halli ei ole kovinkaan energiaystävällinen eikä taloudellinen. Mutta esimerkiksi Joensuun jäähallien kuukausittaiset sähkökustannukset ovat 28 000 €. Ohjelmaan ei tosin ole annettu täydellisiä tietoja hallista, koska kyseessä on kuvitteellinen harjoitushalli, minkä vuoksi talotekniikan suunnittelua ei ole otettu tarkasti huomioon. Hallin käyttötunnit ovat mitoitettu vuodessa noin 3200 h:iin.

Runko- ja vesikattorakenteiden osalta verrattiin karkeasti liimapuusta ja teräsbetonista valmistettua harjoitushallia. Liimapuinen halli olisi mielestäni visuaalisesti sekä paloteknisesti paras, koska se omaa jo valmiiksi tarvittavan palonkeston, mutta harjoitushal-

lin vaativat kosteusolosuhteet asettavat sille omat haasteensa, jotta hallin runko ei ala homehtua tai kärsi muutoin vaurioita. Betonirunkoinen halli ei ole välttämättä visuaalisesti niin viehättävä, mutta silläkin on luonnostaan hyvä palon- ja korroosion kesto.

Puurakenteinen halli tehtiin liimapuusta ja siihen otettiin karkeat pilarin ja palkin mitoitus *Puuhallin suunnittelu ja rakenteet* -oppaasta (2009). Mitoituksessa liimapuun kooksi arvioitiin 265 x1395–2270 mm (leveys x korkeus-keskikorkeus) kokoiset palkit. Pilarin kooksi arvioitiin 265 mm x 1000 mm x 6000 mm. Palkin jänneväli on 30 metriä. Sen oletus kuormitukseksi mitoitettiin 33 kN/m. Tämän jälkeen laskettiin karkeasti pilareiden ja palkkien kuutiomäärät, jonka perusteella TAKU- ohjelma laski hallin rungolle hinnaksi 838 000 €.

Toinen kustannuslaskelma tehtiin teräsbetonista valmistetulle hallille, jossa käytettiin betonipilareita sekä jännebetonipalkkeja sekä yläpohjassa ontelolaattoja. Tilamitoituksena olivat samat tilat kuin puurakenteisessa harjoitushallissa. Teräsbetonihallissa runko- ja vesikattorakenteet tulivat hieman liimapuurakenteista hallia edullisemmaksi kustantaen 737 000 €.

Taulukko 2. Rakenteiden karkeat mitoitus

Liimapuu	
Palkin mitoitus (leveys*keskikorkeus*pituus*kpl)	$0,265\text{m} \cdot 1,832\text{m} \cdot 30\text{m} \cdot 13 = 189,28 \text{ m}^3$
Pilarin mitoitus (leveys*korkeus*kpl)	$0,265\text{m} \cdot 1\text{m} \cdot 6\text{m} \cdot 38 = 60,5 \text{ m}^3$
Teräsbetoni	
Palkin mitoitus (leveys*korkeus*pituus*kpl)	$0,48\text{m} \cdot 1,8\text{m} \cdot 30\text{m} \cdot 13\text{kpl} = 337 \text{ bm}^3$
Pilarin mitoitus TAKU	$0,34 \text{ brm}^3 \cdot 6\text{m} \cdot 38\text{kpl} = 77 \text{ bm}^3$

8 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehdyttää lukijaa hieman jäähallin rakentamiseen, tilamitoitukseen, ylläpitoon ja siihen, mitä kaikkea jäähallien rakennusfysikaalisessa suunnittelussa täytyy huomioida, jotta saadaan rakennettua koko jäähallin elinkaaren ajan hyvin toimiva kokonaispaketti.

Jäähalli on rakennushankkeena vaativa ja paljon suunnittelua vaativa kohde. Opinnäytetyö kuvaa jäähallin rakennushanketta suurpiirtein kaikkine vaiheineen mitä tulee huomioida rakennettaessa jäähallia. Työn tarkoituksena oli selventää jäähallin toimintoja, kuten millaista tekniikkaa käytetään jäähallin kentän alla, jäähallien yleisimmät käyttötarkoitukset. Opinnäytetyössä käydään läpi myös harjoitusjäähallin tilamitoitus, millaisia ja minkä kokoisia tiloja harjoitushalli vaatii.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kertoa lukijalle jäähallin rakennussuunnittelusta yleisimmät harjoitusjäähallityypit sekä millaisia eri runko- ja kannatinvaihtoehtoja voidaan harjoitushalleissa käyttää sekä niiden etuja ja haittoja. Lisäksi työssä käsiteltiin jäähallin akustiikkaa, koska se on merkittävä tekijä jäähallin käyttäjien viihtyvyydessä. Jäähallin vaipasta, alapohjasta sekä jäähallin routasuojauksen käyttäytymistä käsiteltiin myös tarkemmin, koska niillä on suuri merkitys jäähallin elinkaariajattelun vuoksi.

Jäähallin laitetekniikka on yksi keskeisimmistä suunnittelun ja rakentamisen kohteista jäähallissa, ja opinnäytetyössä syvennyttiin niiden läpikäymiseen ja toimivuuteen sekä mitä vaatimuksia jäähalli asettaa lämpö-, kosteus- ja kylmätekniikan osalta sekä energiankäytön suunnittelusta. Hyvällä laitesuunnittelulla voidaan säästää paljon rahaa jäähallin energiankulutuksessa vuodessa.

Opinnäytetyössä tehtiin kustannusvertailu TAKU- kustannuslaskentaohjelmalla kahden eri runkomateriaalin välillä. Laskelmissa huomioitiin pelkästään rungon ja vesikattorakenteiden kustannukset. Lisäksi työssä mietittiin runkovaihtoehtojen hyviä ja huonoja puolia. Opinnäytetyön tekeminen opetti, että kokonaisuudessaan jäähallin rakentaminen vaatii paljon suunnittelua ja ammattiosaamista, jotta saadaan hyvin toimiva, kestävä sekä käyttäjien tarpeet huomioiva kokonaispaketti. Laskelmien perusteella teräsbe-

tonirunkoinen halli tuli hieman halvemmaksi kuin liimapuurunkoinen halli. Tulos ei tullut yllätyksenä, koska osasin etukäteen odottaa teräsbetonirakenteisen hallin olevan jonkin verran edullisempi. Hallin tekniikassa tuli osittain yllätyksiä, kuten esimerkiksi laatan alla oleva routalaitteisto ja sen toiminta. Mielestäni työn tekeminen ja tulokset onnistuivat hyvin. Tarkoitukseni oli myös verrata teräspalkeista ja pilareista tehdyn hallin runkoa, mutta siihen vaihtoehtoon ei saanut tarpeeksi karkeitakaan mitoituksia, joten se oli parempi jättää laskelmista ja vertailuista pois.

Tämän työ hyödyttää jäähalleista ja niiden toiminnoista kiinnostunutta lukijaa, ja selvittää niiden rakennusfysiikkaa ja rakennushanketta. Lukija saa kuvan siitä, millainen karkea kustannusero syntyy kahden eri runkomateriaalin välillä. Tämän työn lisäksi olisi hyvä tulevaisuudessa tutkia jäähallien ilmatiiveyttä sekä sellaisia vaihtoehtoja ja innovaatioita, jolla saataisiin jäähallien energiataloutta paremmaksi.

Lähdeluettelo

- 1 Tekninen korkeakoulu ja Suomen Jääkiekkoliitto. Jäähallien lämpö- ja kosteustekniikka. Suunnittelu- ja rakennuttamisopas. Liikuntapaikkajulkaisu 92. Opetusministeriö. Tampere. Rakennustieto Oy. 2007.
- 2 Sp elementit Oy. Jäähallin rakentaminen. [verkkodokumentti]. 2011. Saatavissa: <http://spe.fi/index.php?page=jaeaehallin-rakentaminen> 12.12.2011.
- 3 Lehti Eero, Paavola Pekka & Rinne Reijo. Jääurheiluolosuhteiden ympäristöohjelma. [verkkodokumentti] Suomen Jääkiekkoliitto. Julkaisuaika 26.5.2004. Saatavissa: http://www.finhockey.fi/mp/dp/file_library/x/IMG/203810/file/SJLYymparistooohjelma_olosuhteet.pdf 8.1.2012.
- 4 Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy. Kosteudenkesto. 2011. [verkkodokumentti] Saatavissa: <http://www.ecophon.com/fi/Tekniset-ominaisuudet/Kosteudenkesto/> 2.12.2011.
- 5 Keronen Asko. Puurakenteisiin hallirakennuksiin liittyvät perusratkaisut, niiden suunnitteluperusteet ja -ohjeet. 5.7 2010. [verkkodokumentti]. Saatavissa: www.puuinfo.fi/sites/.../090202-puuhallin-rakennesuunnittelu.pdf 22.2.2012.
- 6 Suomen Jääkiekkoliitto. Jäähallisuunnittelun energianäkökulma. [verkkodokumentti]. 2012. Saatavissa: http://www.finhockey.fi/mp/db/file_library/x/IMG/468387/file/Jaahallinsuunnittelu_nenergianakokulma.pdf 22.2.2012.
- 7 Arena Consult Oy. Jäähallien energiaa säästävät lämpösuojaverhot. [verkkodokumentti]. 2012. Saatavissa: <http://www.arenaconsult.com/12fin.php> 15.1.2012.
- 8 Suomen rakennusmääräyskokoelma. Osa C3. Rakennuksen lämmöneristys määräykset. [verkkodokumentti]. 19.6.2007. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/29517-C3_2007.pdf 16.2.2012.
- 9 Prorink Internatioanal Ab. Rata- ja routasuojausputkistot. [verkkodokumentti]. 2012. Saatavissa: <http://www.prorink.com/tuotteet/rata.html>. 16.2.2012.
- 10 Puuinfo. Puuhallin suunnittelu. Esisuunnittelu ja arkkitehtoniset valinnat PDF julkaisu. 2009. [verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/puuhallin-suunnittelu-esisuunnittelu-ja-arkkitehtoniset-valinnat/puuhallin-suunnittelu-090202www.pdf> 23.1.2012.
- 11 Laitinen Ari, Nykänen Veijo & Paiho Satu. Jäähallin kylmäkoneistojen hankintaopas. Espoo 2010. VTT Tiedotteita. [verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2548.pdf> 14.12.2011.
- 12 Jäähallit ja tekojääkentät. Suomen Jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö. Liikuntapaikkajulkaisu 71. Tampere. Rakennustieto Oy. 1999.

- 13 Pohjarakennus routasuojaus 1. Routiminen ja routivuus [verkkodokumentti]. Aalto yliopisto. Saatavissa: https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/rak.../Rak-50_2122_luento12.pdf 5.2.2012.
- 14 Suomen rakennusmääräyskokoelma Ympäristöministeriö. Osa C2. Kosteus. Asunto ja rakennusosasto. [verkkodokumentti]. 1998. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/1918-c2.pdf> 25.1.2012.
- 15 Ilmatieteen laitos. Kastepistelämpötila. [verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.ilmatieteenlaitos.fi/lampotila-ja-kosteus> 3.3.2012.
- 16 Lieksan kaupunki. Jäähallin pohjakuva. [verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.lieksa.fi/Resource.phx/sivut/sivut-lieksa/sivistys/liikunta/talviliikunta/talviliikunta.htx> 12.4.2012.

TAKU™

TAVOITEHINTA

23.3.2012

Sivu 1/1

Opetuskäyttö

Pohjois-Karjalan AMK

Hanke:
2012 1 Ville Silvast

Kukkolankatu 4
80200 Joensuu

Vaihe:
Paikkakunta: Joensuu
Haahtela-ind.: 72,0/ 1.2011
Hintataso: 79,0/ 5.2012
Laajuus: 2 749 m², 2 885 brm², 16 784 m³
Hankekoko: 2 885 brm²

TILALUETTELO

Osa	Käyttäjä	Huonro	Tila/Toiminta	m ² /tila	kpl	m ²
A			Yleisöä palvelevat tilat			
A			Jäähalli	2 160,0	1,0	2 160
A			Katsomo	100,0	1,0	100
A			Kahvila	50,0	1,0	50
A			Wo-huone, inva	12,0	1,0	12
Yhteensä					4	2 322
B			Käyttäjä palvelevat tilat			
B			Puku huone	30,0	4,0	120
B			Pesuhuone	15,0	2,0	30
B			Wo-huone	3,0	4,0	12
B			Vaatehuolto	8,0	1,0	8
B			Kuivaushuone	10,0	2,0	20
B			Teroitus ja huolto	15,0	1,0	15
B			Puku tilat	12,0	3,0	36
B			Varastotila	12,0	4,0	48
Yhteensä					21	289
C			Henkilöstötilat			
C			Sosiaalitila	12,0	1,0	12
C			Taukotila	7,0	1,0	7
C			Valvomo	12,0	1,0	12
Yhteensä					3	31
D			Huollon ja tekniikan tilat			
D			Sähköpääkeskus	15,0	1,0	15
D			Lämpökeskus	12,0	1,0	12
D			Ilmanvaihto	60,0	1,0	60
D			Varastotila	20,0	1,0	20
Yhteensä					4	107

TAKU™

RAKENNUSOSA-ARVIO

4.4.2012

Sivu 1/1

Opetuskäyttö

Pohjois-Karjalan AMK

Hanke:
2012 1 Ville Silvast

Kukkolankatu 4
80200 Joensuu

Vaihe:
Paikkakunta: Joensuu
Haahntela-ind.: 72,0 / 1.2011
Hintataso: 79,0 / 5.2012
Laajuus: 2 885 brm2

■ SUUNNITELMAN TILAT

Osa	HNro	Tila/Toiminta	m2/tila	lkm	m²
		Jäähalli	2 160,0	1,0	2 160
		Katsomo	100,0	1,0	100
		Kahvila	50,0	1,0	50
		Wo-huone, inva	12,0	1,0	12
		Pukuhuone	30,0	4,0	120
		Pesuhuone	15,0	2,0	30
		Wo-huone	3,0	4,0	12
		Vaatehuolto	8,0	1,0	8
		Kuivaushuone	10,0	2,0	20
		Teroitus ja huolto	15,0	1,0	15
		Pukutilat	12,0	3,0	36
		Varastotila	12,0	4,0	48
		Sosiaalitila	12,0	1,0	12
		Taukotila	7,0	1,0	7
		Valvomo	12,0	1,0	12
		Sähköpääkeskus	15,0	1,0	15
		Lämpökeskus	12,0	1,0	12
		Ilmanvaihto	60,0	1,0	60
		Varastotila	20,0	1,0	20
		Tilat yhteensä	85,9	32,0	2 749
		Ei kantavat rakenteet			29
		Huoneistoala (m2)			2 778
		Kantavat ja osastivat rakenteet			32
		Ulkoseinät			75
		Bruttoala (brm2)			2 885
		Tavoitebruttoala (brm2)			2 885
		Bruttoala ylittää tavoitebruttoalan			

TAKU™

TAVOITEHINTA

23.3.2012

Sivu 1/1

Opetuskäyttö

Pohjois-Karjalan AMK

Hanke:
2012 1 Ville Silvast

Kukkolankatu 4
80200 Joensuu

Vaihe:
Paikkakunta: Joensuu
Haahtela-ind.: 72,0 / 1.2011
Hintataso: 79,0 / 5.2012
Laajuus: 2 749 m², 2 885 brm², 16 784 m³
Hankekoko: 2 885 brm²
Jakaja: 2 749 m²

■ YLLÄPITOKUSTANNUKSET

Ylläpitokustannukset	määrä	yks	€/yks	€/vuosi	€/m ² /v
Hallintokustannukset					
53 Isännöinti	2 885	m ²	2,11	6 087	2,2
Hoito ja huolto					
54 Rakennuksen hoito ja huolto	731	h	17,58	12 833	4,7
55 Ulkoalueiden hoito	4 933	m ²	2,08	10 178	3,7
60 Jätehuolto	133	m ²	21,63	2 879	1,0
Siivous					
56 Siivous	1 003	h	14,78	14 817	5,4
Energia ja vesi					
57 Lämpöenergia	379 847	kWh	0,049	18 613	6,8
58 Vesi ja jätevesi	12 924	m ³	2,98	38 512	14,0
59 Sähköenergia	1 025 802	kWh	0,092	94 374	34,3
Vuosikorjaukset					
65 Vuosikorjaukset	3 963 611	€	0,40 %	15 854	5,8
Muut ylläpitokustannukset					
61 Vahinkovakuutukset				1 189	0,4
62 Vuokrat	2 885	brm ²			0,0
63 Kiinteistövero, tontti	38 367	€	1,10 %	422	0,2
64 Kiinteistövero, rakennus	2 774 528	€	1,10 %	30 520	11,1
68 Muut hoitokulut	2 885	brm ²			0,0
Ylläpitokustannukset (0% alv) yht.				246 276	89,6
Arvonlisävero 23% hintaerille 53...62+65+68				49 527	18,0
Ylläpitokustannukset yht.				295 803	107,6

TAKU™

TAVOITEHINTA

23.3.2012

Sivu 1/2

Opetuskäyttö

Pohjois-Karjalan AMK

Hanke:
2012 1 Ville Silvast

Kukkolankatu 4
80200 Joensuu

Vaihe:
Paikkakunta: Joensuu
Haahtela-ind.: 72,0 / 1.2011
Hintataso: 79,0 / 5.2012
Laajuus: 2 749 m², 2 885 brm², 16 784 m³
Hankekoko: 2 885 brm²
Jakaja: 2 749 m²

PERUSTAMISKUSTANNUKSET, UUDIS - PÄÄRYHMITÄIN

Talo 80 -nimikkeistö	€	€/m ²	%
B1 Rakennuttajan kustannukset			
Suunnittelu ja tutkimukset	218 000	79	5,5
Rakennuttaminen ja valvonta	171 000	62	4,3
Liittymismaksut	36 000	13	0,9
Muut rakennuttajan kustannukset			
Yhteensä	424 000	154	10,6
B2 Rakennustekniset työt			
1 Alue työt	182 000	66	4,6
1 Rakennuksen maa työt	80 000	29	2,0
2 Perustukset ja kellarin erityisrakenteet	220 000	80	5,5
3 Runko- ja vesikattorarakenteet	928 000	338	23,3
4 Täydentävät rakenteet	98 000	36	2,5
5 Sisäpuoliset pinta rakenteet	103 000	37	2,6
6 Kalusteet, varusteet, laitteet	123 000	45	3,1
7 Konetekniset työt	4 000	1	0,1
8,9 Työmaan käyttö- ja yhteiskust.	283 000	103	7,1
Kate	294 000	107	7,4
Yhteensä	2 316 000	842	58,0
B3 LVI-työt			
71 Lämmityslaitteet	72 000	26	1,8
71 Vesi- ja viemäryöt	75 000	27	1,9
71 Muut putkityöt	296 000	108	7,4
72 Ilmanvaihtotyöt	319 000	116	8,0
72 Säätilaitteet	23 000	8	0,6
72 Muut iv-työt	29 000	11	0,7
Yhteensä	815 000	296	20,4

TAVOITEHINTA

Sivu 2/2

Talo 80 -nimikkeistö	€	€/m2	%
B4 Sähkötyöt			
Valaistus	188 000	61	4,2
Sähkön jakelu	4 000	1	0,1
Sähkökeskukset	20 000	7	0,5
Muu sähkö	154 000	58	3,9
Yhteensä	345 000	126	8,6
B5 Erillishankinnat	10 000	4	0,2
B1...B5 Rakennuskustannukset yhteensä	3 910 000	1 422	98,0
Muut kustannukset			
Tontti			
Toimintavarustus			
Toiminnan ylläpito			
Rahoitus			
Hankevaraukset	81 000	29	2,0
Muut kustannukset	81 000	29	2,0
PERUSTA MISKUSTA NNUKSET	3 991 000	1 452	100,0
Arvonlisävero 23% (ei sis. tontin hankintaa ja hanke-rahoitusta)	918 000	334	
PERUSTA MISKUSTA NNUKSET YHTEENSÄ	4 909 000	1 786	

Teräsbetoni

TAKU™

RAKENNUSOSA-ARVIO

4.4.2012

Sivu 1/2

Opetuskäyttö

Pohjois-Karjalan AMK

Hanke:
2012 1 Ville Silvast

Kukkolankatu 4
80200 Joensuu

Vaihe:
Paikkakunta: Joensuu
Haahtela-ind.: 72,0 / 1.2011
Hintataso: 79,0 / 5.2012
Laajuus: 2 885 brm²

■ PERUSTAMISKUSTANNUKSET

Talo 80 -nimikkeistö	€	€/brm ²	%	Vrt €/brm ²
B1 Rakennuttajan kustannukset				
Suunnittelu ja tutkimukset				75
Rakennuttaminen ja valvonta				59
Liitymismaksut				12
Muut rakennuttajan kustannukset				
Yhteensä				147
B2 Rakennustekniset työt				
1 Alueytöt				63
1 Rakennuksen maatyöt				28
2 Perustukset ja kellarin erityisrakenteet				76
3 Runko- ja vesikattorakenteet	737 000	255	72,2	322
4 Täydentävät rakenteet				34
5 Sisäpuoliset pintarakenteet	113 000	39	11,0	36
6 Kalusteet, varusteet, laitteet	123 000	43	12,0	43
7 Kone tekniset työt				1
8,9 Työmaan käyttö- ja yhteiskust.	49 000	17	4,8	98
Kate				102
Yhteensä	1 021 000	354	100,0	803
B3 LVI-työt				
71 Lämmityslaitteet				25
71 Vesi- ja viemäriytöt				26
71 Muut putkityöt				103
72 Ilmanvaihtotyöt				111
72 Säätilalaitteet				8
72 Muut iv-työt				10
Yhteensä				282

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 2/2

Talo 80 -nimikkeistö	€	€/brm2	%	Vrt €/brm²
B4 Sähköt				
Valaistus				58
Sähkön jakelu				1
Sähkökeskukset				7
Muu sähkö				53
Yhteensä				120
B5 Erillishankinnat				3
B1...B5 Rakennuskustannukset yhteensä	1 021 000	354	100,0	1 355
Muut kustannukset				
Tontti				
Toiminta varustus				
Toiminnan ylläpito				
Rahoitus				
Hankevaraukset				28
Muut kustannukset				28
PERUSTA MISKU STANNUKSET	1 021 000	354	100,0	1 384
Arvonlisävero 23% (ei sis. tontin hankintaa ja hankerahoitusta)	235 000	81		318
PERUSTA MISKU STANNUKSET YHTEENSÄ	1 256 000	435		1 702

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 2/14

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€
1145	Erityiset aluevarusteet	erä				
	Alueen varusteet					
115	A lueen rakenteet					
1151	Pihavarastot	brn2				
1152	Pihakatkokset	brn2				
1153	Aidat ja tukimuurit	brn2				
1154	Alueen portaat, luiskat ja terassit	brn2				
1155	Alueen pysäköintirakenteet	brn2				
1156	Erityiset aluerakenteet	brn2				
	Alueen rakenteet					
	A lueosat					
TALO-O SAT						
121	Perustukset					
1211	Anturat	m2				
1212	Perusmuurit, peruspilarit ja peruspalkit	m2				
1213	Erityiset perustukset	m2				
	Perustukset					
122	A lapohjat					
1221	Alapohjalaatat	m2				
1222	Alapohjakanaalit	m2				
1223	Erityiset alapohjat	m2				
	Alapohjat					
123	Runko					
1231	Väestönsuojat	vsm2				
1232	Kantavat seinät	m2				
1233	Pilarit	brn3	77	541		41 623
	tb-pilari, 0,34brn3/jm, 100 kg/brn3, sys	brn3	77	541	41 623	
1234	Palkit	brn2				266 436
	jännebetonipalkki	brn3*	337	791	266 436	
1235	Välipohjat	m2				
1236	Yläpohjat	m2	2 370	52		122 844
	ontelolaatta 200, jv7m, pien.kuorm. h	m2	2 370	52	122 844	
1237	Runkoportaat	kpl				
1238	Erityiset runkorakenteet	kpl				
	Runko					430 903
124	Julkisivut					

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 3/14

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€
1241	Ulkoseinät	m2	1 200	92		110 200
	pelti+ kova villa + pelti, ei aukkoja	m2	1 200	92	110 200	
1242	Ikkunat	m2				
1243	Ulko-ovet	kpl				
1244	Julkisivuvarusteet	brm2				
1245	Erityiset julkisivurakenteet	brm2				
	Julkisiwit					110 200
125	Ulkotasot					
1251	Parvekkeet	m2				
1252	Katokset	m2				
1253	Erityiset ulkotasot	brm2				
	Ulkotasot					
126	Vesikatot					
1261	Vesikattorakenteet	m2	2 370	63		149 470
	prof100+ polyuretaani	m2	2 370	63	149 470	
1262	Räystäs rakenteet	jm	144	55		7 973
	harjak. puuräyst 0,6m yksink.kouru	jm	144	55	7 973	
1263	Vesikatteet	m2	2 370	16		38 450
	bitumikermi VE10/VE20 (harjak.) nor	m2	2 370	16	38 450	
1264	Vesikattovarusteet	m2				
1265	Lasikattorakenteet	m2				
1266	Kattokkunat ja luukut	m2				
1267	Erityiset vesikattorakenteet	brm2				
	Vesikatot					195 894
	Talo-osat					736 997

TILAOSAT

131 Tilan jako-osat

1311	Väliseinät	m2				
1312	Lasiväliseinät	m2				
1313	Erityisväliseinät	m2				
1314	Kaiteet	jm				
1315	Vällovet	kpl				
1316	Erityisovet	m2				
1317	Tilaportaat	m2				
1318	Erityiset tilajako-osat	brm2				
	Tilan jako-osat					

132 Tilapinnat

Liimapuurakenne

TAKU™

RAKENNUSOSA-ARVIO

4.4.2012

Sivu 1/2

Opetuskäyttö

Pohjois-Karjalan AMK

Hanke:
2012 1 Ville Silvast

Kukkolankatu 4
80200 Joensuu

Vaihe:
Paikkakunta: Joensuu
Haahtela-ind.: 72,0 / 1.2011
Hintataso: 79,0 / 5.2012
Laajuus: 2 885 brm²

PERUSTAMISKUSTANNUKSET

Talo 80 -nimikkeistö	€	€/brm ²	%	Vrt €/brm ²
B1 Rakennuttajan kustannukset				
Suunnittelu ja tutkimukset				75
Rakennuttaminen ja valvonta				59
Liittymismaksut				12
Muut rakennuttajan kustannukset				
Yhteensä				147
B2 Rakennustekniset työt				
1 Alue-työt				63
1 Rakennuksen maatyöt				28
2 Perustukset ja kellarin erityisrakenteet				78
3 Runko- ja vesikattorarakenteet	838 000	290	74,3	322
4 Täydentävät rakenteet				34
5 Sisäpuoliset pintarakenteet	113 000	39	10,0	38
6 Kalusteet, varusteet, laitteet	123 000	43	10,9	43
7 Kone- ja sähkötyöt				1
8,9 Työmaan käyttö- ja yhteiskust.	54 000	19	4,8	98
Kate				102
Yhteensä	1 127 000	391	100,0	803
B3 LVI-työt				
71 Lämmityslaitteet				25
71 Vesi- ja viemäryöt				28
71 Muut putkityöt				103
72 Ilmanvaihtotyöt				111
72 Säätilalaitteet				8
72 Muut iv-työt				10
Yhteensä				282

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 2/2

Talo 80 -nimikkeistö	€	€/bm2	%	Vrt €/bm²
B4 Sähkötyöt				
Valaistus				58
Sähkön jakelu				1
Sähkökeskukset				7
Muu sähkö				53
Yhteensä				120
B5 Erillishankinnat				3
B1...B5 Rakennuskustannukset yhteensä	1 127 000	391	100,0	1 355
Muut kustannukset				
Tontti				
Toiminta varustus				
Toiminnan ylläpito				
Rahoitus				
Hankevaraukset				28
Muut kustannukset				28
PERUSTA MISKUSTANNUKSET	1 127 000	391	100,0	1 384
Arvonlisävero 23% (ei sis. tontin hankintaa ja hankerahoitusta)	259 000	90		318
PERUSTA MISKUSTANNUKSET YHTEENSÄ	1 386 000	480		1 702

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 2/14

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€
1145	Erityiset aluevarusteet	erä				
	Alueen varusteet					
115	A lueen rakenteet					
1151	Pihavarastot	brm2				
1152	Pihakatokset	brm2				
1153	Aidat ja tukimuurit	brm2				
1154	Alueen portaat, luiskat ja terassit	brm2				
1155	Alueen pysäköintirakenteet	brm2				
1156	Erityiset aluerakenteet	brm2				
	Alueen rakenteet					
	A lueosat					
TALO-O SAT						
121	Perustukset					
1211	Anturat	rm2				
1212	Perusmuurit, peruspilarit ja peruspalkit	rm2				
1213	Erityiset perustukset	rm2				
	Perustukset					
122	A lapohjat					
1221	Alapohjalaatat	rm2				
1222	Alapohjakanaalit	rm2				
1223	Erityiset alapohjat	rm2				
	Alapohjat					
123	Runko					
1231	Väestönsuojat	vsm2				
1232	Kantavat seinät	m2				
1233	Pilarit	bm3				55 510
	Liimapuupilari	m3	61	910	55 510	
1234	Palkit	brm2				172 826
	liimapuupalkki, yli 10m3	m3	190	910	172 826	
1235	Välipohjat	m2				
1236	Yläpohjat	m2				
1237	Runkoportaat	kpl				
1238	Erityiset runkorakenteet	kpl				
	Runko					228 336
124	Julkisivut					
1241	Ulkoseinät	m2	1 200	254		305 049

RAKENNU SOSA-ARVIO

Sivu 3/14

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€
	levy+met rak +eriste+peltikas.elemen	m2	1 200	254	305 049	
1242	Ikkunat	m2				
1243	Ulko-ovet	kpl				
1244	Julkisivuvarusteet	brm2				
1245	Erityiset julkisivurakenteet	brm2				
	Julkisivut					305 049
125	Ulkotasot					
1251	Parvekkeet	m2				
1252	Katokset	m2				
1253	Erityiset ulkotasot	brm2				
	Ulkotasot					
126	Vesikatot					
1261	Vesikattorakenteet	m2	2 370	109		257 880
	puurak.palkit+eriste (041), pont. jv7m	m2	2 370	109	257 880	
1262	Räystäärakenteet	jm	144	55		7 973
	harjak. puuräyst 0,8m yksink.kouru	jm	144	55	7 973	
1263	Vesikatteet	m2	2 370	16		38 450
	bitumikermi VE10/VE20 (harjak.) nor	m2	2 370	16	38 450	
1264	Vesikattovarusteet	m2				
1265	Lasikattorakenteet	m2				
1266	Kattoikkunat ja luukut	m2				
1267	Erityiset vesikattorakenteet	brm2				
	Vesikatot					304 284
	Talo-osat					883 169

TILAOSAT

131 Tilan jako-osat

1311	Väliseinät	m2				
1312	Lasiväliseinät	m2				
1313	Erityisväliseinät	m2				
1314	Kaiteet	jm				
1315	Väliovet	kpl				
1316	Erityisovet	m2				
1317	Tilaportaat	m2				
1318	Erityiset tilajako-osat	brm2				
	Tilan jako-osat					

132 Tilapinnat

1321	Lattioiden pintarakenteet	m2				
------	---------------------------	----	--	--	--	--