

Jäähallin hankesuunnittelun alkuvaiheen päätösten energiatehokkuusnäkökulma

Yleistä

Tämä ohje on tehty opastamaan jäähallin hankesuunnittelun alkuvaihetta, jotta tehtävillä päätöksillä ei vaaranneta hyvän energiatehokkuuden toteuttamista. Ohjeen on laatinut TKK:n rakennusfysiikan tutkimusryhmä yhteistyössä Suomen jääkiekkoliiton ja Opetusministeriön kanssa.

Jäähallin hankesuunnittelun alkuvaiheen päätösten energiatehokkuusnäkökulma

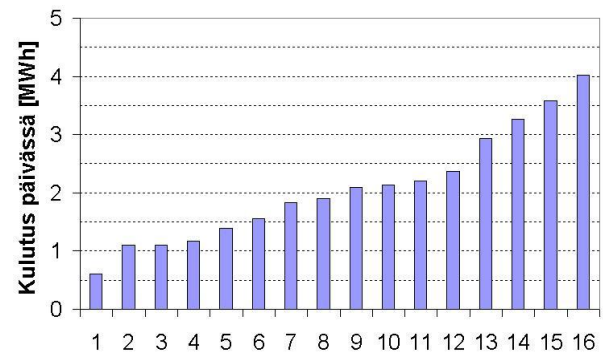
Hankesuunnittelu käynnistetään, kun on olemassa tarve uuden jäähallin rakentamisesta, vanhan jäähallin peruskorjauksesta tai molemmista. Tarve perustuu hankeselvitykseen, jonka on laatinut jäähallin käyttöön perehtyneet asiantuntijat. Rakennuttaja tai rakennuttajan edustaja kokoaa hankesuunnittelu-ryhmän, jossa tulee olla riittävä asiantuntemus hallin ylläpidosta ja käytöstä sekä eri teknisten alojen asiantuntijat ja jäähallin suunnitteluun perehtynyt pääsuunnittelija. Lopputulos on aina monen eri toimialan yhteistyön tulos, jolloin kokonaisuuden hallinta muodostuu ratkaisevaksi. Hankesuunnittelun alkuvaiheessa tehdään paljon päätöksiä, joilla on kokonaisuuden kannalta merkitystä energiatehokkuusnäkökulmasta.

Jäähalli on taloudellisesti ja teknisesti vaativa rakennushanke. Jäähallin tarkoituksenmukainen kannattavuus ja toiminta tulee aina saavuttaa urheiluun liittyvässä toiminnassa. Siten jäähalli tulee sijoittaa mahdollisimman keskeisesti tulevaa käyttäjäkuntaan nähden ja hallin tavoitettavuus tulee aina olla hyvä. Teknistä vaativuutta lisää se, että jäätä ylläpidetään puolilämpimässä tilassa, joka on yhteydessä lämpimiin tiloihin ja ulkotilaan. Jään ylläpitäminen edellyttää kylmätekniikkaa, joka kuluttaa puolilämpimästä tilasta johtuen yli puolet jäähallin sähköenergiankulutuksesta. Toisaalta jää jäähtyy rata-alueen halliosaa, jolloin tilaa joudutaan vastaavasti lämmittämään suurella teholla aiheuttaen valtaosan jäähallin lämmitysenergian kulutuksesta.

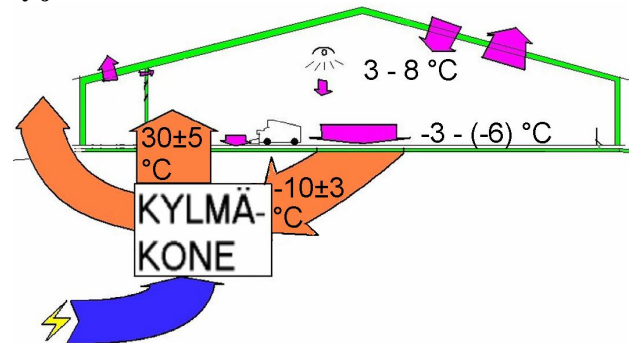
Energiatehokkuusnäkökulmasta ensimmäinen päätös onkin se, millä konseptilla suunnitellun hallin energiahuolto valitaan toteutettavaksi. Tässä tarkastelu tulee tehdä tiloittain muistaen, että lauhde-energia on matalalämpöistä energiaa, joka johtaa ilma- ja/tai lattialämmitysjärjestelmiin. Lisäksi olosuhdehallinnan kannalta parhaimpaan tulokseen päästään varautumalla lauhde-energian varastointiin ja tämän edellyttämään tilavaraukseen. Jotta tapauskohtaisesti löydettäisiin aina energiatehokain ja samalla edullisin kokonaisratkaisu,



Kuva 1. Jo hankkeen käynnistymisen alkuvaiheessa tulee tutustua erityisesti jäähallin suunnitteluun annettuihin ohjeisiin. /OPM 71/ Liikuntapaikkajulkaisu 71, Jäähallit ja tekojääkentät. Opetusministeriö. Rakennustieto Oy. /OPM 92/ Liikuntapaikkajulkaisu 92, Jäähallien lämpö- ja kosteustekniikka suunnittelu- ja rakennuttamisopas. Opetusministeriö. Rakennustieto Oy



Kuva 2. Jäähallin suunnittelussa energiatehokkuudella on keskeinen asema. Esimerkiksi 16 jäähallin päivittäinen sähköenergiankulutus voi seuranta- ja tutkimuksen mukaan vaihdella yhtä kenttää kohden 0,5 – 4 MWh välillä. Pienin sähköenergian kulutus on hallissa 1, joka on lämmittämätön kylmä lämmöneristetty jäähalli.



Kuva 3. Jäähallin energiankäytön konsepti voi perustua ratkaisuun jossa kylmälaitteen lauhde-energiaa käytetään jäähallin lämmittämisessä täysmääräisesti. Kylmälaitteen ottoteho on suuruusluokkaa 150-200 kW jäärataa kohden. Tämä vastaa jäädytystehoa 250-600 kW

tulee hankeryhmän selvittää toteutusvaihtoehtojen keskinäistä vertailua varten vaihtoehtoisiin rakennuspaikkoihin sidotut eri liittymisehdot, kuten:

- Mikä on pääsulakkeen ja vuosittaisen sähkönkulutuksen merkitys liittymismaksuihin ja vuosittaisiin käyttötariffeihin.
- Mikä on lämmitystehotarpeen ja vuosittaisen lämmitysenergiatarpeen merkitys kaukolämmön liittymismaksuihin ja vuosittaisiin käyttötariffeihin.
- Mitkä ovat vesi- ja viemärlaitoksen liittymismaksut ja onko vuosittaisiin tariffeihin merkitystä sillä, sulatetaanko jäähoidossa syntyvä lumisohjo viemäriin vai varastoidaanko se tilapäisesti hallin ulkopuolelle.

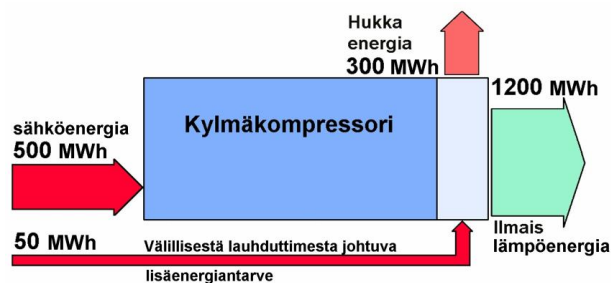
Yllä esitetyt tiedot auttavat kulloinkin tarkoituksenmukaisimman energiankäyttökäsitteiden valintaa. Lisäksi hankesuunnittelun alkuvaiheessa tehdään valintoja, joilla on myös energiateknisiä vaikutuksia. Näitä ovat esim. seuraavat:

Rakennuspaikan valinta

Rakennuspaikan valintaan vaikuttaa osittain se, onko kyseessä osavuotiseen vai ympärivuotiseen käyttöön suunniteltu halli. Viimeksi mainitussa tapauksessa rakennuspohjan tulisi olla mahdollisimman kuiva ja routimaton, etenkin jos roudansulatus putkistossa energiamuotona käytetään kaukolämpöä. Lauhde-energian täysimääräisen hyödyntämisen tapauksessa rakennuspaikkaa tulee tarkastella mahdollisuudella hyödyntää ylimääräinen lauhde-energia myös hallin lähiympäristössä, esim. jalkapallokentän lämmityksessä tai uimahallin käyttöveden esilämmityksessä. Tätä mahdollisuutta lisää, jos kyseessä on useampiratainen halli. Lisäksi jäähoidossa syntyvän lumisohjon käsittelytavalla on energiateknistä merkitystä. Tässä lähtökohtaisesti tulee pyrkiä ko. lumisohjon hyötykäyttöön tai sen tilapäiseen varastointiin ja sulattamiseen hallin ulkopuolella. Sen sijaan erillisen sulatusaltaan käyttö sisätiloissa on kokonaistaloudellisesti usein kallein ratkaisu.

Hallin mittasuhteet

Hallin mittasuhteet määräytyvät pitkälti valitun rata-alueen koon ja katsomohenkilömäärän perusteella. Suuret mittasuhteet ja geometrinen monimuotoisuus vaikeuttavat hallin ilmanvaihdon ja kosteuden hallintaa nostaten samalla investointi ja energiakustannuksia. Siten jo hankkeen alkuvaiheessa tavoitteita asetettaessa mittasuhteita tulee tarkastella ja arvioida maltilla muistaen kuitenkin, että valitulla mittasuhteilla ei saa vaarantaa pääkäytön, jääurheilun, asettamia toimivuusvaatimuksia.



Kuva 4. Hyödyntäminen edellyttää kompressorin väillistä lauhdutinta, mikä heikentää kompressorin kylmäkerrointa, tapauksesta riippuen n. 10%. Esimerkiksi kompressorin 500 MWh energian vuosikulutuksella lisäkulutus on n. 50 MWh, jolla saadaan katettua jäähallin koko vuotuinen lämmitysenergiatarve n. 1200 MWh vuodessa.



Kuva 5. Lauhdelämmön suuri hyötykäyttöaste suuressa osassa hallin lämmitystarpeesta edellyttää lauhde ja tulistuslämmön varastointia varaajissa. Lämmön varastoinnin tilantarpeen lisäys on suuruusluokkaa $20 \pm 5 \text{ m}^2$.



Kuva 6. Rakennuspaikan valinnassa energiantehokkuusnäkökulman kannalta on tärkeää tutkia aina mahdollisuus hyödyntää ylimääräinen lauhdelämpö hallin lähiympäristössä esim. Kankaanpää. Kankaanpään jäähallin lauhdelämpöä hyödynnetään viereisessä uimahallissa. Vuonna 2007 jäähalli myi uimahallille 88,7 MWh lämpöenergiaa käyttöveden esilämmitykseen.

Tilaohjelma

Tilaohjelman valinnassa tulee lämpimät ja puoli-lämpimät tilat tarkastella omina kokonaisuuksina ja ilmanvaihtoteknisinä osastoina. Lämpimien tilojen ja niiden keskinäisen sijainnin valinnassa tulee myös kiinnittää huomiota lauhde-energian hyödyntämiseen ja tämän edellyttämiin tilavarauksiin. Siten ko. tilat tulee sijoittaa mahdollisimman keskitetyksi eikä koskaan hajallaan. Kulkuyhteydet puolilämpimistä tiloista lämpimiin tiloihin tai ulos tulisi aina toteuttaa osastoituna, mikä parantaa hallin kosteudenhallintaa ja samalla energiatehokkuutta.

Jääajan valinta

Jääajan valinnassa tulee muistaa, että valitun jääajan lämpimin kuukausi muodostuu hallin ilmankuivausjärjestelmän ja kosteudenhallinnan suunnittelussa mitoittavaksi. Siten jääaikaa tulisi tarkastella pitkällä aikajänteellä. Esimerkiksi, jos on todennäköistä, että jääaikaa tullaan myöhemmin jatkamaan lämpimälle vuodelle, se tulee ilmoittaa hankeryhmä laatimassa suunnitteluohjeessa. Tällöin ilmanvaihto osataan suunnitella asteittain toteutettavaksi ja välttää hukka-investoinnit.

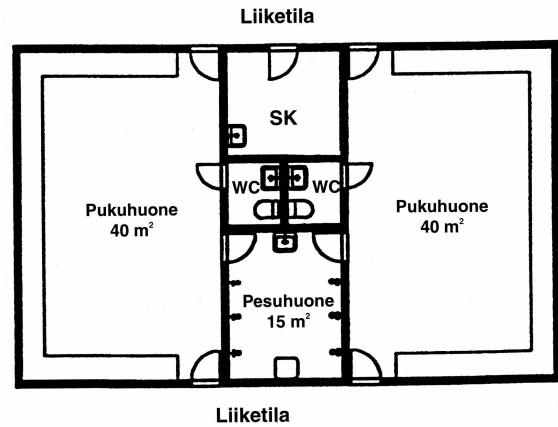
Hallin monikäyttö

Hallin eri käyttötarkoitusten valinnassa tulee muistaa, että henkilömäärä muodostuu ilmanvaihdon suunnittelussa mitoittavaksi. Siten suunnitteluohjeessa tulee ilmoittaa suunniteltujen käyttötarkoitusten edellyttämät sisäolosuhteet ja niiden ajoittuminen eri vuodenaajoille. Täten suunnittelussa osataan varautua eri tilanteisiin ja saavutetaan hyvä energiatehokkuus kaikissa käyttötilanteissa. Yleensä muilla tapahtumilla ei tule ylittää jääurheilutapahtumien asettamaa mitoittamista.

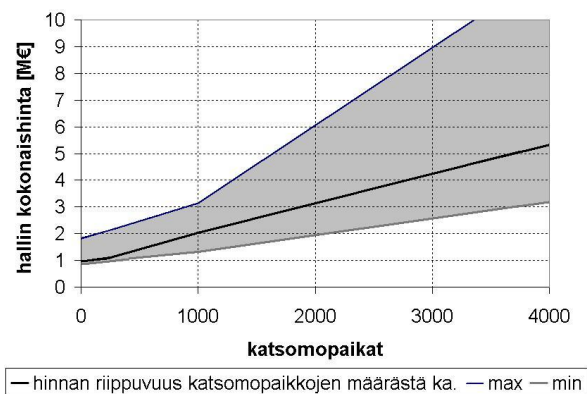
Kokonaisuuden hallinta

Edellä esitettyjen eri näkökohtien huolellinen läpikäynti ja arviointi jo hankesuunnittelun alkuvaiheessa luo tapauskohtaisesti hyvän pohjan löytää toimivan ja energiatehokkaan hallin toteutusperiaatteet (L1), jotka tarkentuvat luonnossuunnittelussa (L2). Kokonaisuuden hallinnan kannalta on aina muistettava, että jäähallien kosteudenhallinta lämpiminä vuodenaikoina on suunnittelun yksi keskeinen osa-alue. Toisaalta kosteudenhallinnassa on kyse aina myös energiatekniikasta ja samalla energiatehokkuudesta. Tämän vuoksi hankeryhmän tulee muiden suunnitteluasiakirjojen lisäksi vaatia:

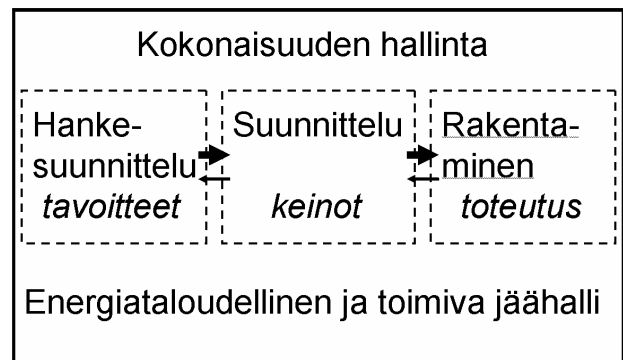
- Energiankäyttösuunnitelma /OPM 92/ luku 5
- Kosteudenhallintasuunnitelma /OPM 92/ luku 6



Kuva 7. OPM:n liikuntapaikkajulkaisu 71:ssä /OPM 71/ on annettu ohjeita eri tilojen tilamitoituksesta. Kokonaisuudensuunnittelussa hallin käyttötekniisiä ominaisuuksia ei tule koskaan vaarantaa.



Kuva 8. Hallin katsomopaikat ja monikäyttöisyys määrä hallin mittasuhteet ja samalla pitkälti myös hallin rakentamiskustannukset.



Kuva 9. Hankesuunnitteluun panostamisella suunnittelu etenee johdonmukaisesti eikä suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa tule enää ikäviä yllätyksiä.

- Rakenteiden ja laitteiden toiminnan valvontajärjestelmän suunnitelma /OPM 92/ luku 7.5
- Käyttötekniinen suunnitelma

Energian käyttösuunnitelma määrittää hallin merkittävimmät energian käyttökohteet, energiaratkaisut ja toimenpiteet hyvän energiatehokkuuden saavuttamiseksi

Kosteudenhallintasuunnitelma määrittää tiloittain kosteudenhallinnan periaatteet ja ratkaisut sekä niiden energiatehokkuuden

Rakenteiden ja laitteiden toiminnan valvontajärjestelmä määrittää tavanomaisten mittaustiedon lisäksi sen mittaustiedon, jonka avulla voidaan seurata rakenteiden moitteetonta lämpö- ja kosteusteknistä käyttäytymistä, kosteudenhallinnan onnistumista ja hallin energiatehokasta käyttöä koko elinkaaren ajan.

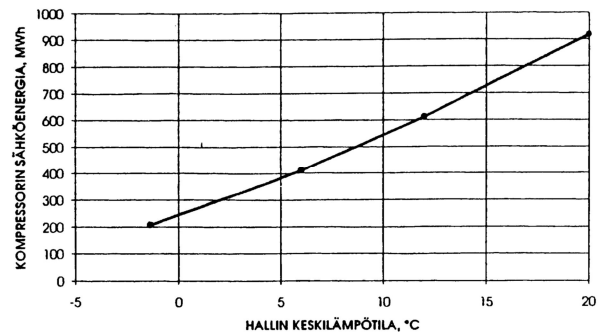
Käyttötekniinen suunnittelu määrittelee ne rakente- ja laitetekniset testit, joilla eri ratkaisujen toimivuus ja suoritusarvot todetaan. Luonteeltaan käyttötekniinen suunnittelu eroaa ym. muista suunnittelukokonaisuuksista siinä, että se ei vaadi investointeja ellei jokin laite osoittaudu testeissä toiminnaltaan puutteelliseksi. Lisäksi se sisältää kaikki ohjeet, joiden avulla käyttöhenkilökunta osaa tulkita valvontajärjestelmän mittaustietoa ja kehittää toimintaansa mahdollisimman energiatehokkaaksi.

Kaikki edellä esitetyt tekijät tulee käsitellä ja arvioida jo hankesuunnittelun alkuvaiheessa. Samalla tämä varmistaa, että energianäkökulma on keskeisessä asemassa hankesuunnittelussa ja myöhemmin rakenne- ja laiteteknisessä suunnittelussa. Lisäksi tämä auttaa hankeryhmää laatimaan realistiset tavoitteet, jolloin suunnitteluvaiheessa joudutaan tekemään vähemmän kompromisseja. Kompromisseja ei tule tehdä koskaan hallin energiatehokkuuteen, kosteudenhallintaan ja käyttötekniisiin ominaisuuksiin liittyvissä kysymyksissä. Jäähallin lopullinen energiatehokkuus määräytyy rakenne- ja laiteteknisestä suunnittelun tuloksena, jolloin puhutaan myös valittujen teknisten ratkaisujen hyötysuhteista. Hyötysuhteeseen vaikuttavat laitteiden asetusarvot, minkä vuoksi tulee vaatia arviota eri laitteiden hyötysuhteista mitoitustilanteen lisäksi myös eri käyttötilanteissa, ja varautua investoimaan ohjausautomaatiikkaan.

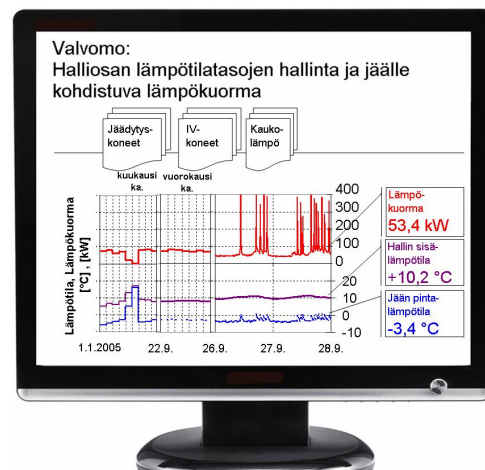
Päätös siitä, millä konseptilla hallin energianhuolto tullaan toteuttamaan, tulee perustua eri tekijöiden kokonaisvaltaiseen tarkasteluun. Tässä tarkasteluajanjaksona pitää käyttää jäähallin laitteiston koko elinkaarta, 20 v, jolloin eri tekniikan vaatimia investointikustannuksia verrataan eri teknisten ratkaisujen elinkaarikustannuksissa.



Kuva 10. Suunnitteluvaiheessa tulee vaatia energiankäyttö-, kosteudenhallinta- ja käyttötekniinen suunnitelma, jotka parhaiten takaavat toimivan ja energiatehokkaan jäähallin, jota henkilökunta osaa käyttää oikein.



Kuva 11. Käyttötekniinen suunnittelu opastaa elinkaaren aikana hallin käyttöä ja ylläpitoa energiatehokkuusnäkökulmasta. Esimerkiksi yksin rata-alueen halliosan sisälämpötilan tasolla ja ajallisella ohjauksella voidaan energiankulutukseen vaikuttaa merkittävästi. Kuvassa jäähallin sisälämpötilan vaikutus kylmälaitteen kompressorin vuosittaiseen energiankulutukseen /OPM 49/ Liikuntapaikkajulkaisu 49, Jäähallien energiatalous. Opetusministeriö. Rakennustieto Oy.



Kuva 12. Nykyaikaisilla ohjaus ja taloteknisillä järjestelmillä voidaan seurata esim. reaaliaikaisesti jäähdytystehotarvetta eri käyttötilanteissa. Siten henkilökunta oppii parhaiten ylläpitämään hallia mahdollisimman energiatehokkaasti.