

IV Toimintaselvitys

27.6.2019

Jari Ketola

LVI Kalske OY

IV Toimintaselvitys

Tässä esityksessä kuvataan Talo Marjakuusi, Orapihlajatie 17 C, 33210 Helsinki (420:1:268) uudisrakennuksen ilmanvaihdon toiminta. Talossa on asuintiloissa painovoimainen ilmanvaihto ja saunaosastossa koneellinen poisto.

Tärkeintä rakennuksessa on siihen liittyvien märkätilojen toimivuus. Yläkerran Pesuhuoneen hormista on tässä laskelma. Saunaosastossa on koneellinen ilmanvaihto.

Lisäksi tarkastellaan alakerran WC:n hormia sekä yläkerran kodinhoitohuoneen hormia. Näissä hormoneissa on suurin sivulle siirtymä. Myös makuuhuoneen, jossa on suurin sivuittaissiirtymä ja suuri ilmamäärä hormi tarkistetaan.

Ilmanvaihtoventtiilien äänieristyksen vaikutus ilmanvaihdon toimintaan

Tässä tarkastelen ilmanvaihdon äänieristyksen vaikutusta. Tuloilmaventtiileihin vaaditaan äänieristys. Rakennuspaikasta tulee ulkovaipalle erityinen ääneneristävyysvaatimus.

- **Pienet rakennusosat (ulkoilmaventtiilit):** liikennemelun yksikköääneneristysluku $D_{n,e,A,tr}$ ($=D_{n,e,w}+C_{tr}$) ≥ 50 dB.

Kuva: Kuva TOPTEN ohjekortista 117f 02.

Taulukko 1. Julkisivurakenteet asuinhuoneissa.

Rakennetyyppi	Rakenne (ulkoa lukien)	Ääneneristävyys
US1	28 mm ulkoverhouslauta 2 x 22 mm ristikoolaus 25 mm tuulensuojalevy (huokoinen puukuitulevy) 220 mm CLT 220 C7	$R_W + C_{tr} = 37$ dB
YP1	Huopakate (kumibitumikermi) 23 mm raakaponttilauta 98 mm tuuletusrako + koolaus k600 12 mm tuulensuojalevy, huokoinen puukuitulevy 500 mm kantava rakenne + puhallettava puukuitueriste höyrynsulku 60 mm CLT	$R_W + C_{tr} = 43$ dB
Ikkunat	Pihla Thermo, 4-lasiset puu-alumiini-ikkunat 170 mm karmisyyvyys	$R_W + C_{tr} = 41$ dB
Ulkio-ovet	Pihla ulko-ovet	$R_W + C_{tr} = 32$ dB
Korvausilmaventtiilit	Velco VKK-160 äänenvaimentimella	$D_{n,e,w} + C_{tr} = 46$ dB

Kuva: Kuva rakennuksen ääneneristävyys selvityksestä.

Rakennuksen ääneneristävyys selvityksessä on käytetty laskennassa Velco VKK-160 venttiiliä ja sen äänenvaimenninta. Muilta valmistajilta ei löydy vastaavaa mittaustulosta äänenvaimentimesta. Laskennassa on käytetty Terveysilman ilmoittamaa lukua 46dB.

160 mm kanavassa oleva äänenvaimennin pienentää kanavakoon 125 mm kokoiseksi. Toisaalta venttiili on kuitenkin 160 mm. Silti seuraavassa tarkastelen tilannetta, jossa venttiili olisi 125 mm. Siitä saan suuremman painehäviön tarkasteluun kuin tulokanavasta.

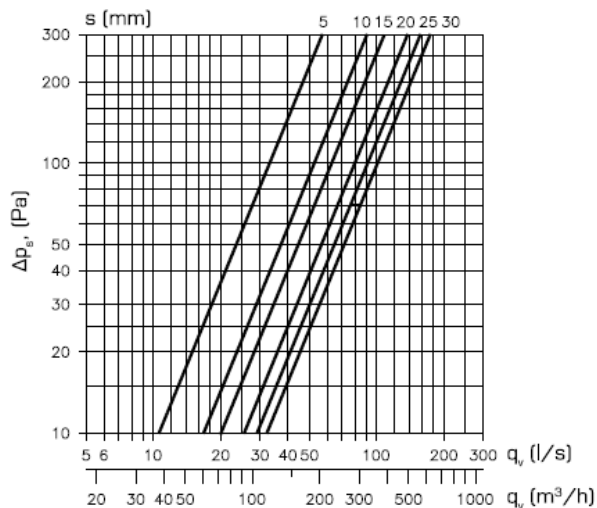
Kanavan koko =	125 mm	
Suoran osuuden pituus	500 mm	
Ilman tiheys	1,2	
ilman nopeus	1	
Kitkakerroin	0,037	Sinkitty peltikanava
Painehäviö on	0,0888	

Kuva: Painehäviö suorassa 125 mm kanavassa ilmannopeudella 1m/s.

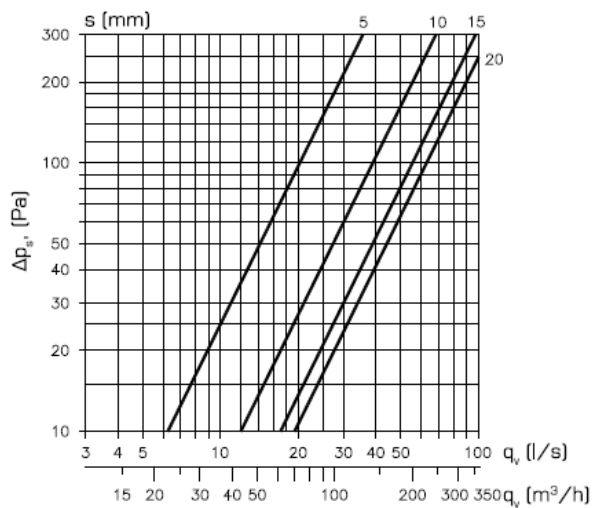
Ilmamäärät tuloventtiileissä ovat 6-8 l/s. Nopeudet ovat silloin 125 mm aukossa 0,5 -0,65 m/s. Nopeudet 160 mm aukossa ovat 0,3 -0,4 m/s. Edellä laskettu painehäviö on siis jopa liian suuri, koska laskussa ilmavirran nopeus on 1 m/s.

Fläkt Woodsin venttiileille löytyy painehäviökäyrästöt mallille RK. Käytän niitä ja CADS:in ilmoittamia tässä tarkastelussa.

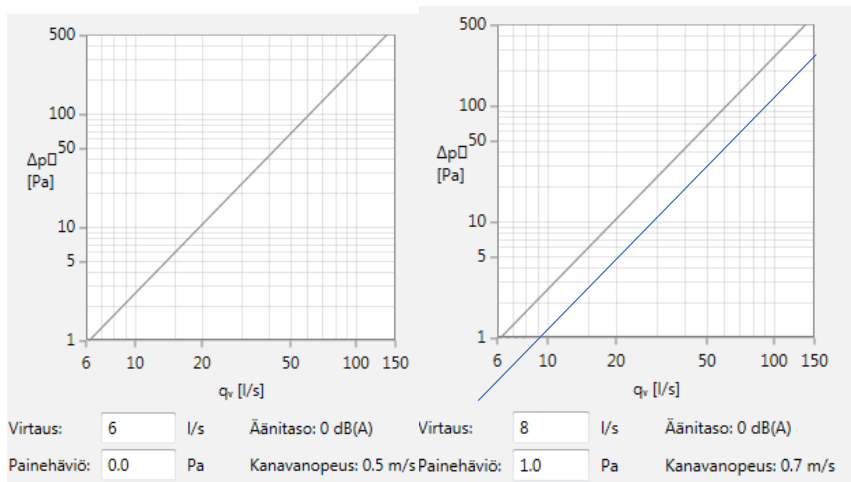
RK-160



RK-125

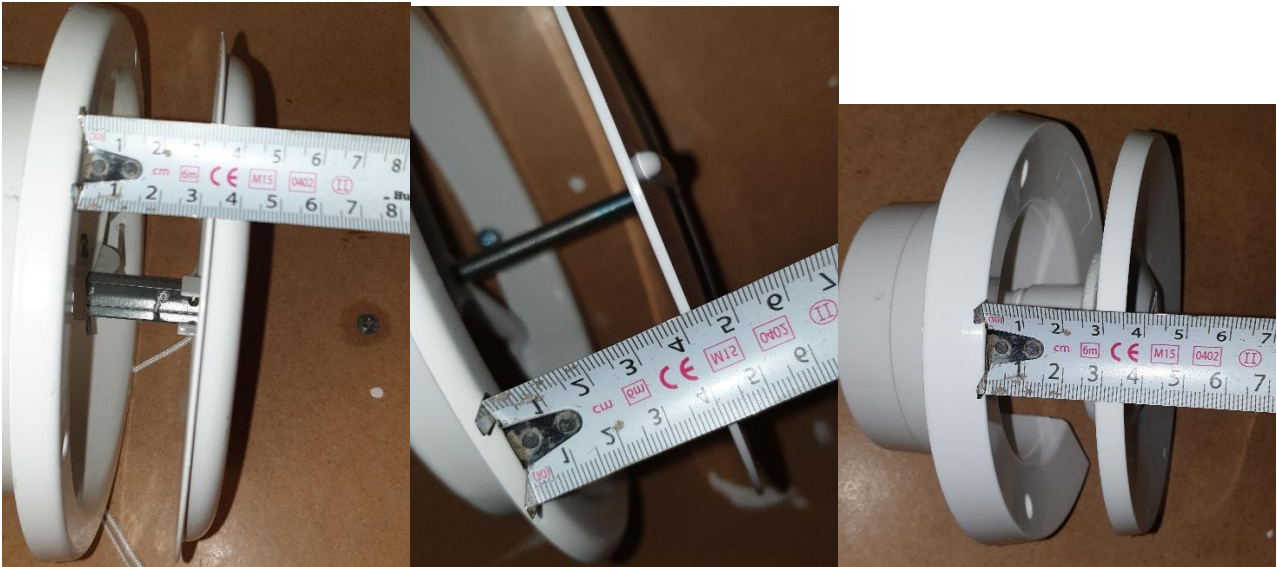


Kuvat: Kuvat FläktWoods RK-venttiilien käyrästöistä.



Kuvat: RK-125 tiedot CADS ohjelmasta. Lisätty viiva osoittamaan avausta 30mm.

FläktWoodsin kuvaajat alkavat vasta 10Pa paineesta. CADS ottaa kuvaajan avauksella 20 mm ja jatkaa sen 6 l/s asti, jolloin painehäviö olisi 0 Pa. Tämä on loogista ja siten uskon CADS ilmoittaman painehäviön olevan tarpeeksi oikein. Tässä on kuitenkin huomattava, että avaus on vain 20mm käytännössä (PSV-160) venttiili avautuu enemmän.



Kuvat: PSV-160, RK-16 ja Velco-125 maksimiavaukset mitattuna.

Periaatteessa voisi tässä kohtaa todeta, että täydellä avauksella painehäviö on 0 Pa. Perusteluna edellä todettu 1 Pa painehäviö 8 l/s avauksella 20 mm ja sen kuvaajaa siirtämällä voi todeta painehäviön täydellä avauksella 8l/s ilmamäärällä olevan em. 0 Pa.

125 mm kanavasta aiheutuu laskennallista painehäviötä ilmavirran nopeudella 1m/s 0,09 Pa. Sitä ei voi mitata tavallisilla mittalaitteilla. Pidän sitä merkityksettömänä. Jäljempänä sitä kuitenkin vielä tarkastelen.

Tarkastelua jos venttiilistä aiheutuisi painehäviö 8l/s ilmavirralla

Edellä totesin painehäviön olevan 125 mm venttiilillä täydellä avauksella olevan 0 Pa ja siten tämä tarkastelu on turha, mutta se lisää tietoa tästä tapauksesta. Tässä vielä korostan että, venttiileinä on 160 mm venttiili.

Jatkan tarkastelua tuloaukkojen painehäviöstä laskemalla ilmavirtoja siten kuin painehäviötä aukkoon muodostuisi äänenvaimentimen vuoksi. Tällä tavoin tarkasteluun saadaan hiukan lisää tietoa. Jäljempänä muissa luvuissa ilman äänenvaimennusta tehdyt laskelmat on laskettu huomioimalla venttiileitä kertavastuksella 0,5 ja 1.

Ulkolämpötilalla	17,8	astetta celssiasta			
Hormin halkaisijalla	0,16	hydraulinen halkaisija taulukon alusta			
Hormin pituudella	8,5	m			
Hormin karheus	0,15	Sinkitty			
Kertavastukset	1,6				
ON Tilavuusvirta	13,4643	l/s			

Kuva: Kuva exelistä. Laskettu ilmavirta mukana venttiilin kertavastus 1, ei mukana 1 Pa lisättyä painehäviötä.

Ulkolämpötilalla	17,8	astetta celssiusta			
Hormin halkaisijalla	0,16	hydraulinen halkaisija taulukon alusta			
Hormin pituudella	8,5	m			
Hormin karheus	0,15	Sinkitty			
Kertavastukset	0,6				
ON Tilavuusvirta	12,6203	l/s			

Kuva: Kuva exelistä. Laskettu ilmavirta ilman kertavastusta 1, mutta mukana painehäviötä 1Pa.

Edellä olevista taulukoista voi todeta että, jos käytetään varmuuskertoimen/kertavastuksen tilalla oletettua painehäviötä 1 Pa, on laskennallisissa ilmamäärissä eroa yli 0,8 l/s. Ero ei ole aivan 10% suuruinen.

Tavallinen mittavirhe venttiileiden ilmamääriä säädettyä on n. 10%. Se tulee mittalaitteesta ja mittaajasta. Usein jopa 20% mittauseroja esiintyy. Tyypillisesti venttiilien ilmamäärät tarkistetaan samalla mittarilla millä ne on säädetty. Silloin tarkistukseen ei vaikuta mittalaitteen aiheuttama mittavirhe.

Tässä totean edellisen perusteella, että vaikka laskennassa käyttäisi 1 Pa painehäviötä kertavastuskertoimen sijaan ei tuloksessa olisi merkittävää eroa. Ero on pienempi kuin mittavirhe ilmamäärien säätämisessä.

Seuraavaksi otan laskelmaan lisää painehäviötä eli tuloaukon 125 mm pituus 500 mm aiheuttaman laskennallisen 0,09 Pa painehäviön.

Ulkolämpötilalla	17,8	astetta celssiusta			
Hormin halkaisijalla	0,16	hydraulinen halkaisija taulukon alusta			
Hormin pituudella	8,5	m			
Hormin karheus	0,15	Sinkitty			
Kertavastukset	0,6				
ON Tilavuusvirta	12,4193	l/s			

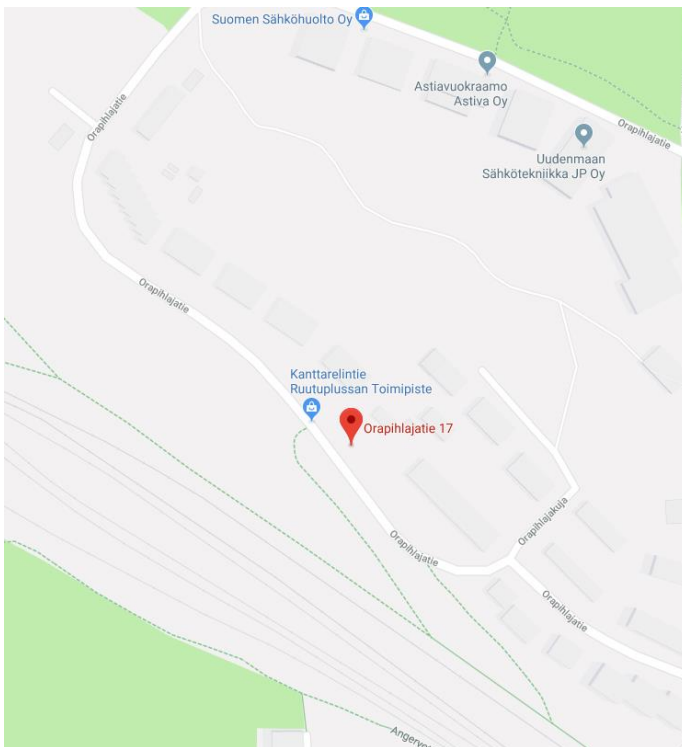
Kuva: Kuva exelistä. Laskettu kuten edellä lisättynä 0,09 Pa painehäviötä.

Laskelman mukaan äänenvaimentimen aiheuttama maksimi painehäviö 0,09 Pa vaikuttaa n. 0,2 l/s vähentävästi tilavuusvirtaan/ilmamäärään. Totean sen käytännössä olevan merkityksetön, ainakin näillä ilmamäärillä ja tässä käyttö/tarkastelukohteessa.

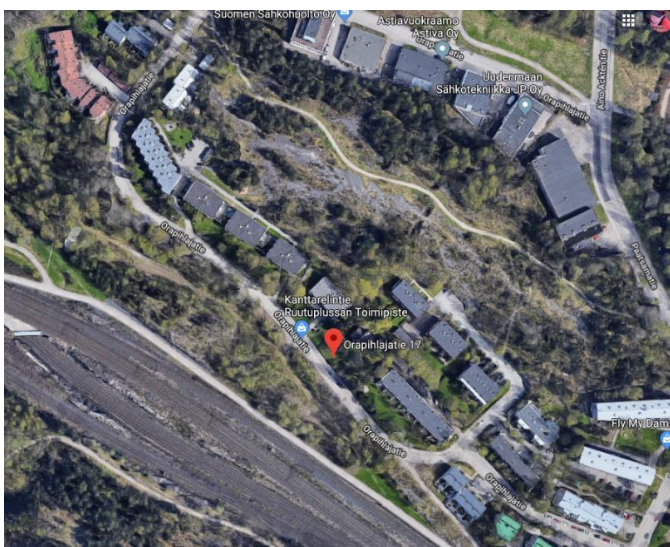
Talon Rakennuspaikka

Talo sijaitsee omakotialueella. Ympäristössä on radan aiheuttama äänilähde. Ilmanlaatu on alueella tavanomaisen hyvä.

Alueella ei ole juurikaan liikennettä. Katu ei ole läpiajokatu tai muuten suuri kulkuväylä.



Kuva: Kuva Googlemaps. Rakennuspaikka on harvaan rakennuttua pienkerrostalo/omakotitaloaluetta.



Kuva: Kuva Googlemaps.

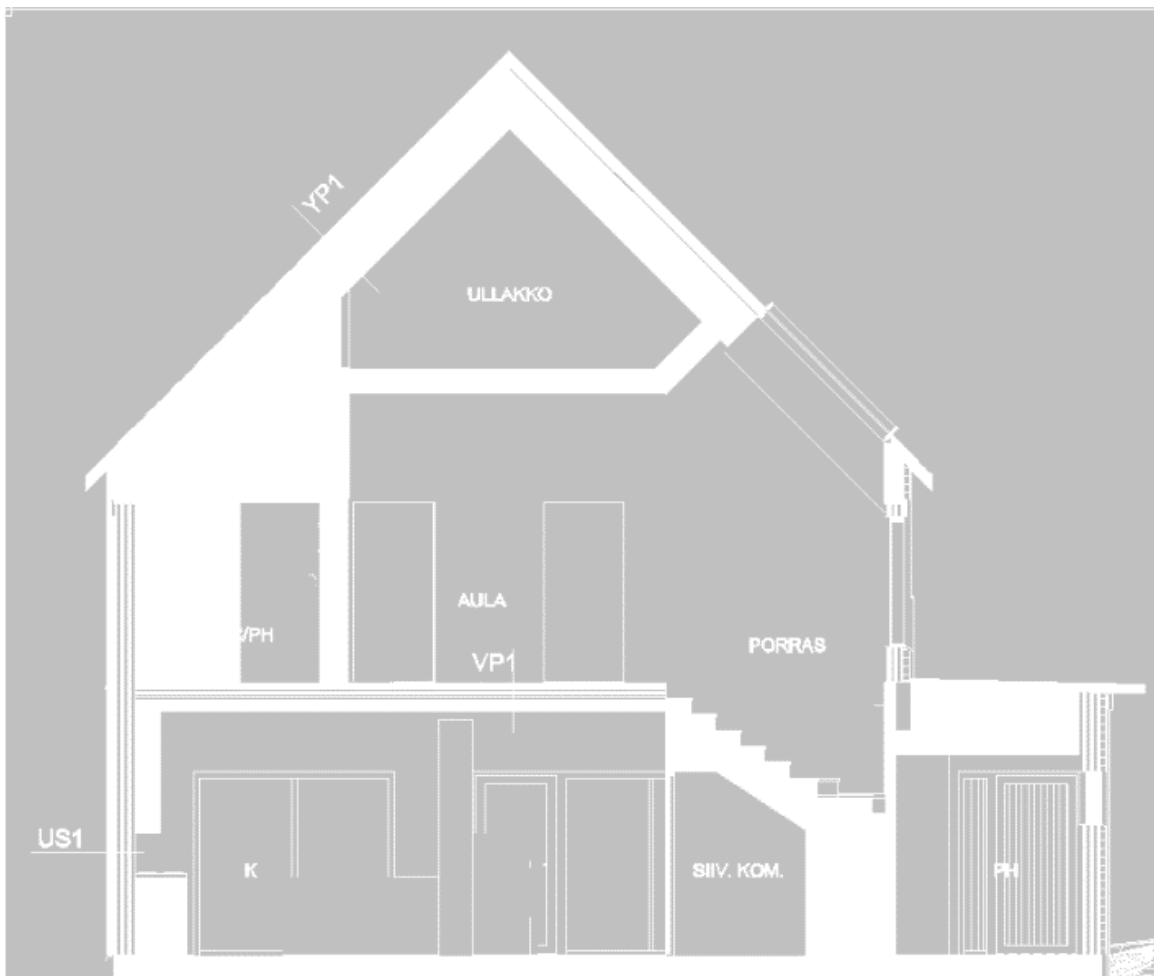
Rakennuksen sijainti ja äänet

Rakennuksen sijainti on sopiva myös painovoimaiselle ilmanvaihdon. Pölyä ja saasteita liikenteestä ei alueella juurikaan ole.

Rakennuspaikasta johtuvia äänirasitteita on käsitelty äänisuunnittelijan laskelmissa.

Talon yleiset rakenteet.

Talo on suunniteltu siten että siinä on hyvä toteuttaa painovoimainen ilmanvaihto.

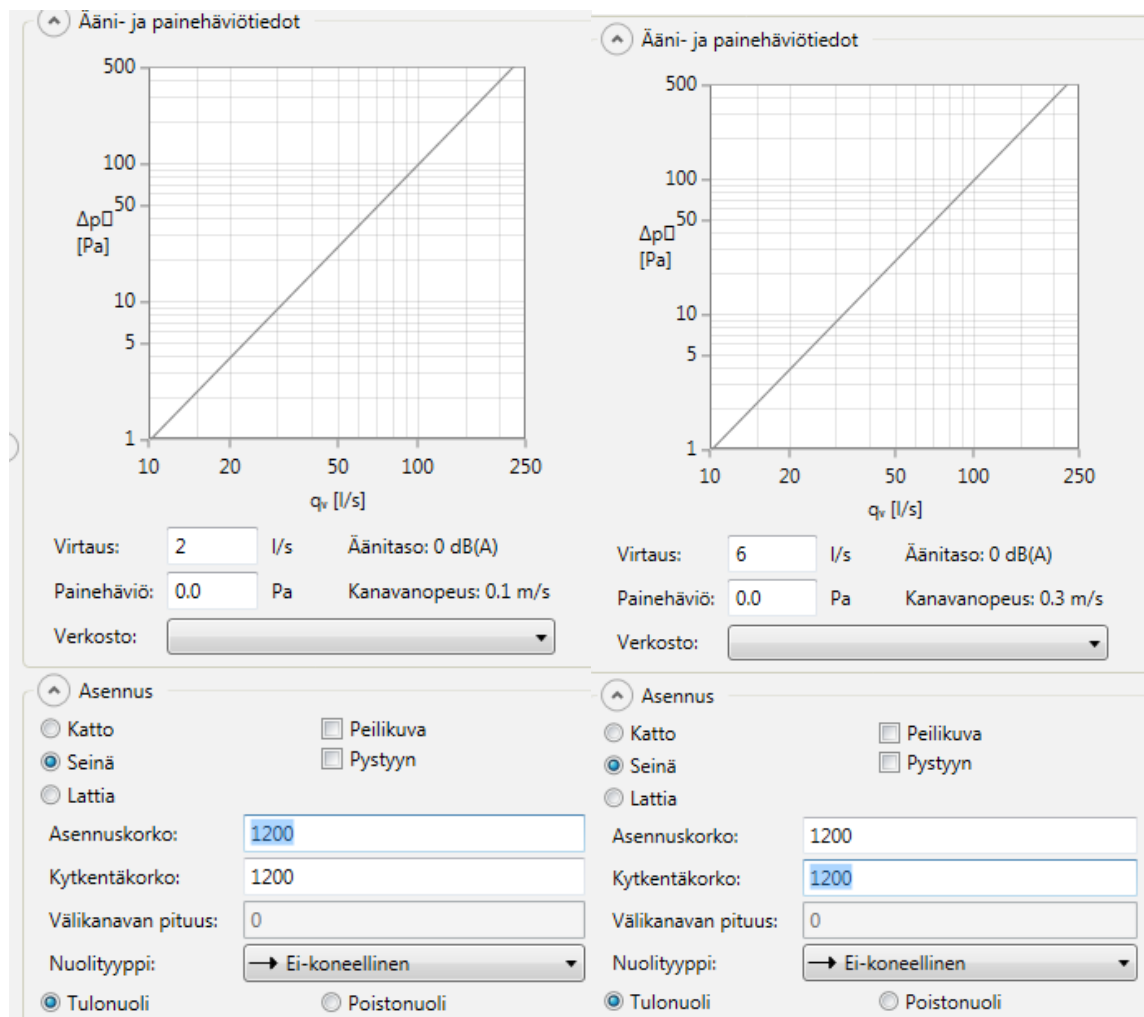


Kuva: Kuva talon leikkauksesta.

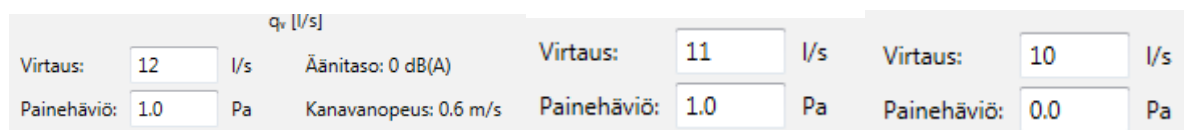
Talon korkea katto ja siinä oleva ullakko mahdollistaa hyvin painovoimaisen ilmanvaihdon.

Painehäviöt suunnitelluilla ilmajirroilla painovoimaisessa ilmanvaihrossa

Venttiileinä PSV-160, RKT-160, joita on käytetty laskennassa. Säädettävät mahdollisesti käytettävät tuloilma/tuuletusluukut/kippiventtiilit ovat vielä väljempiä ja totean niiden painehäviön olevan nolla. Samoin poistoissa käytettävät venttiilit.



Kuva: Kuva CADS ohjelman RKT-160 venttiilin valinnasta, painehäviö 0 Pa



Kuva: Kuva RKT venttiilin painehäviöistä eri ilmamäärillä. Vasta 11 l/s aiheuttaa häviön.

Tuloilma-aukot ovat väljiä. Silloin ilmavirran nopeus on pieni. Hitaan ilmavirran on mahdollista sekoittua nousevaan lämpöön tulon lähellä ja vetoefekti estyy. Rakennuksen käytön aikana voidaan tuloilmaventtiilejä säätää pienemmälle tuulen aiheuttaman liian suuren ilmavirran estämiseksi.

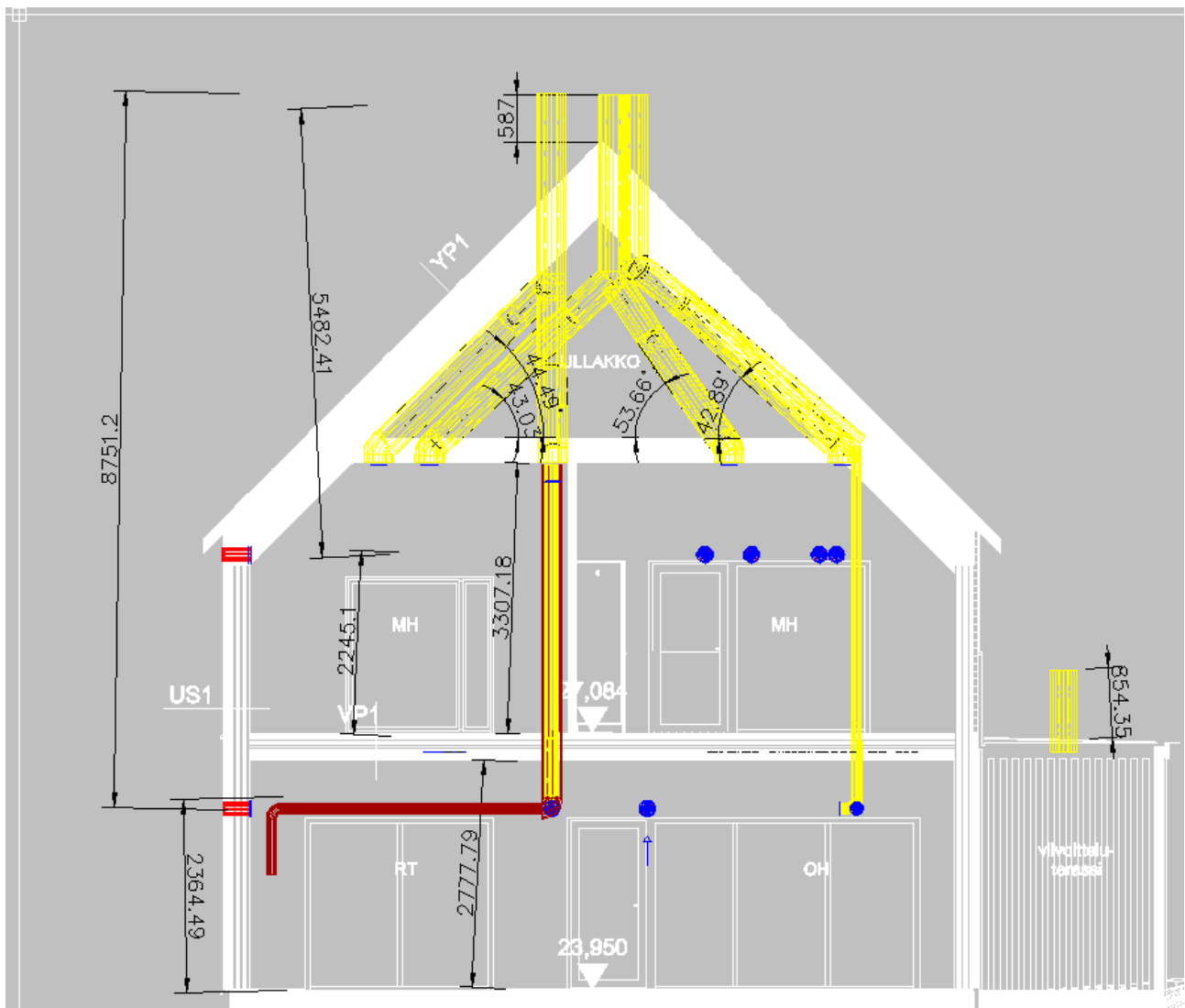
Sähkösuunnitelmassa on lisäksi huomioitu kovien pakkasten aiheuttama mahdollinen lisälämmön tarve ikkunoiden lähelle. Siirrettävällä lämmittimellä lämmitetään myös tuloilma silloin, jos muu lämmitys ei tähän riitä.

Ääniympäristö ja tarvittava äänenvaimennus

Ulkovaippa mitoitetaan aina kokonaisuutena. Painovoimaisen ilmanvaihdon osalta tuloilmaventtiilien vaatimustaso määrittyy yleensä pienten rakennusosien vaatimustason mukaan.

Rakennuksen paikasta johtuva radan aiheuttama ääneneristysvaatimus on huomioitu äänisuunnittelijan selvityksessä. Muuten ääniympäristö on rauhallinen ja tuloaukot on sijoitettu mahdollisen äänilähteen vaimennuksen suhteen edullisimpaan suuntaan.

Laskelma YK Pesuhuoneen -10 l/s poistohormista ja sen toimivuudesta



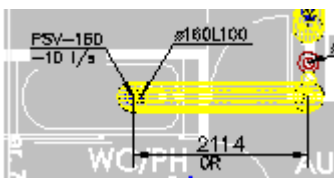
Kuva: Rakennuksen korkeuksia ja etäisyyksiä.

Tässä seuraavaksi esitän laskelmat YK PH poistohormista.

Helsinki Kaisaniemi koko vuoden keskilämpötila on 5,9 ja heinäkuun keskilämpötila on 17,8 astetta. Tuulen tehostavaa vaikutusta ei huomioida. Muuten tuuli on huomioitu suunnitelmissa vain siten että koska rakennus on tuulelta suojassa muilta kuin lounaan suunnalta, jossa on vain KHH ja eteisen tuloventtiilit (niissä on ”myrskysäleikkö estämässä suuren tuulen vaikutuksen) ei sitä tarkastella. Rakennuksen käytön aikana voidaan tuloilmaventtiilejä säätää pienemmälle tuulen aiheuttaman liian suuren ilmavirran estämiseksi.

PH hormista halutaan poistoa -10 l/s.

Hormin pään etäisyys tuloilma-aukosta on n. 8,7 m (Ilma siirtoilmana alakerrasta). Laskennallinen vaakasiirtymä on 2,1 m. Lisäksi otan varmuudeksi mukaan kertavastuksia 0,5, huomioimaan esim. tuloilmaventtiilin mahd. vastusta.

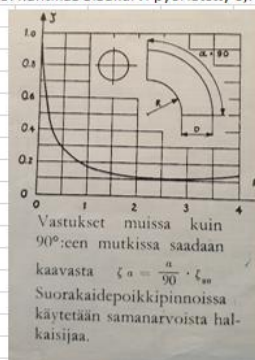


Kuva: Kuva PH hormista.

Laskelmissa huomioidaan kanavan materiaalin aiheuttama kitkapainehäviö. Venttiilistä ja ulkoilmalaitteesta yms. laitan varmuuden vuoksi kertavastuskertoimen 0,5 ja 45 asteen mutkista 0,3. Näin saan kertavastuskertoimeksi 0,8. Vaakasiirtymästä tulokanavassa aiheutuu 0,29 Pa painehäviö, joka on laskelmassa mukana. Käytännössä kitkapainehäviö ei vaikuta tässä koko matkalla mutta sen niin esitän.

Heinäkuussa 17,8 °C lämpötilassa 8,7 m pitkä Ø160 mm kierresaumakanava

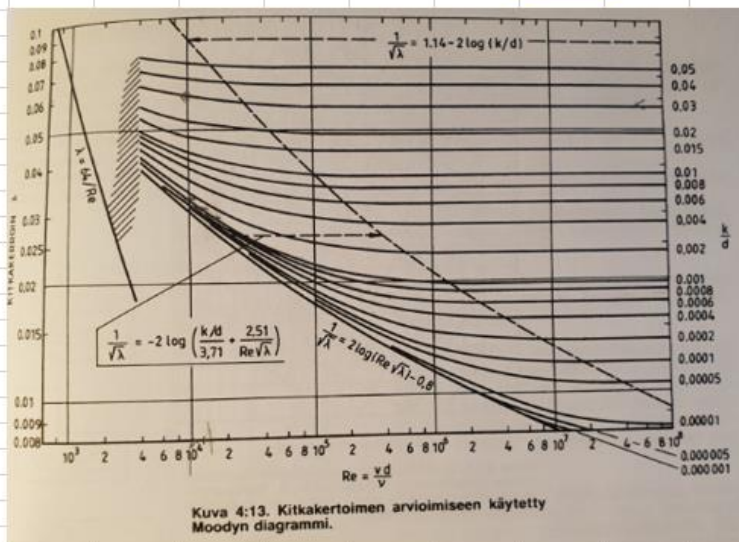
Lasketaan ilmavirtaa painovoimaisessa hormissa Seppänen, Ilmastointitekniikka ja sisäilmastao, 1996. s. 113-114.									
Hormin koko	neliömäinen	0,15 x	0,15	A=	0,0225	U=	0,6	dh =	0,15
	pyöreä halkaisija	0,16 m		A=	0,0201			dh=	0,16
Hormin pituus		8,7 m							
Ulkolämpötila	17,8 astetta	290,8 K							
Sisälämpötila	21 astetta	294 K							
Vastuksia	5								
	Ulkoilmalaite	0							
	Mutkat	0,3							
	Venttiili	0,5							
		0							
Vastukset yhteensä	Σ5	0,8							
Kitkakertoimen laskemiseksi tarvitaan nopeus, Reynoldsin luku ja hydraulin halkaisija. Arvioidaan v = 1 m/s.									
Hydraulin halkaisija on kaavan (4:17) mukaan									
$d_h = \frac{4A}{U}$									
Reynoldsin luku saadaan kaavasta (4:10).									
$Re = \frac{v d_h}{\nu} =$									



45 asteenmutka on siten 0,15

Taulukko 4:4. Kanavam	
Putki- tai pintamateriaali	
Vedettyä putkea lasista, kuparista tai alumiinista	
Muoviputki	
Teräsputki, valssattu	
Teräsputki, sinkitty	

Nopeus v=	1 m/s																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
-----------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Hormin painehäviö on	$\Delta p = \left(\sum \zeta + \frac{\lambda l}{d_h} \right) \frac{1}{2} \rho v^2$	1,62188 v^2
Tämä on yhtäsuuri kuin hormin KÄYTTÖVOIMA	$\Delta p = \rho_s g h \left(\frac{T_s - T_u}{T_u} \right) =$	1,127 Pa
Asettamalla painehäviö ja käyttövoima yhtäsuuriksi saadaan		
1,91188 v^2	yhtäsuuri kuin	1,127 J71
AA75 tai H68		
v=	0,76777	
Tilavuusvirta	$q_v = A v =$	"= 0,01543 m3/s
	ala x nopeus	15,4292 l/s
		55,545 m3/h

Ulkolämpötilalla	17,8	astetta celssiasta	
Hormin halkaisijalla	0,16	hydraulinen halkaisija taulukon alusta	
Hormin pituudella	8,7	m	
Hormin karheus	0,15	Sinkitty	
Kertavastukset	0,8		
ON Tilavuusvirta	15,273	l/s	

Heinäkuun keskilämpötilalla hormista poistuu riittävästi ilmaa laskelman mukaan, tuulta huomiomatta.

Voidaan todeta hormin toimivan painovoimaisena heinäkuun keskilämpötilassa.

Koko vuoden keskilämpötilassa 5,9 °C

Ulkolämpötilalla	5,9	astetta celssiasta			
Hormin halkaisijall	0,16	hydraulinen halkaisija taulukon alusta			
Hormin pituudella	8,7	m			
Hormin karheus	0,15	Sinkitty			
Kertavastukset	0,8				
ON Tilavuusvirta	34,1632	l/s			

Kuva: Kuva laskelmasta Exelissä.

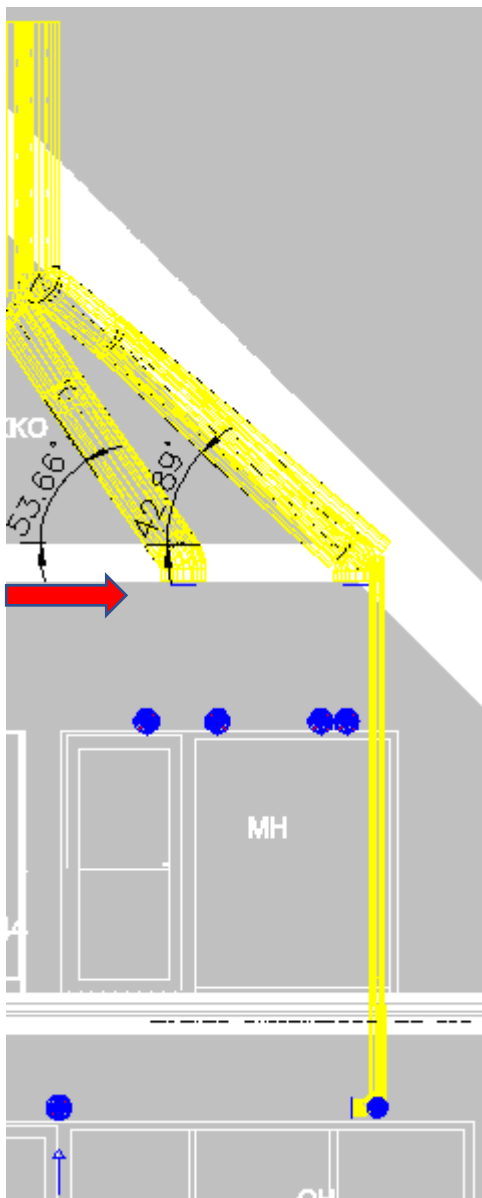
Lämpötilassa 10 °C

Ulkolämpötilalla	10	astetta celssiasta			
Hormin halkaisijall	0,16	hydraulinen halkaisija taulukon alusta			
Hormin pituudella	8,7	m			
Hormin karheus	0,15	Sinkitty			
Kertavastukset	0,8				
ON Tilavuusvirta	28,9382	l/s			

Kuva: Kuva laskelmasta Exelissä.

Laskelmien perusteella on todettava, että painovoimaisen poiston luonnollinen voima riittää poistamaan tarpeeksi ilmaa PH venttiilistä. Erityisesti on huomattava, että yleensä poistoa on pienennettävä, jottei ilmavirta kasva liian suureksi.

AK WC:n poisto -7 l/s



Kuva: AK WC:n poisto ja 8,7 m etäisyys tuloaukkoon.

Lasketaan heinäkuun keskilämpötilassa ilman tuulen vaikutusta ja käyttäen kertavastuksia yhteensä 1,1, painehäviönä 0,48 Pa sekä hormin pituutena 8,7 m.

Ulkolämpötilalla	17,8	astetta celssiasta			
Hormin halkaisijalla	0,125	hydraulinen halkaisija taulukon alusta			
Hormin pituudella	8,7	m			
Hormin karheus	0,15	Sinkitty			
Kertavastukset	1,1				
ON Tilavuusvirta	7,97266	l/s			

Rakennuksen AK WC:n tilan hormi on toimiva vaikeimmassa olosuhteessa.

YK KHH poiston hormi -8 l/s

Ukolämpötilalla	17,8	astetta celssiusta			
Hormin halkaisijall	0,16	hydraulinen halkaisija taulukon alusta			
Hormin pituudella	5,5	m			
Hormin karheus	0,15	Sinkitty			
Kertavastukset	1,1				
ON Tilavuusvirta	12,8614	l/s			

Kuva: Kuva exelistä laskettu 160 mm kierresaumakanavalla KHH poistoa.

YK vaikein MH -12 l/s

Ukolämpötilalla	17,8	astetta celssiusta			
Hormin halkaisijall	0,16	hydraulinen halkaisija taulukon alusta			
Hormin pituudella	5,5	m			
Hormin karheus	0,15	Sinkitty			
Kertavastukset	1,1				
ON Tilavuusvirta	12,8614	l/s			

Kuva: Kuva Exelistä. MH -12 l/s laskettu sivulle siirtymän painehäviö täysimääräisenä/maksimina mukana. Venttiilistä kertavastuksena 0,5.

Ukolämpötilalla	17,8	astetta celssiusta			
Hormin halkaisijall	0,16	hydraulinen halkaisija taulukon alusta			
Hormin pituudella	5,5	m			
Hormin karheus	0,15	Sinkitty			
Kertavastukset	1,6				
ON Tilavuusvirta	11,8566	l/s			

Kuva: Kuva Exelistä. Muuten sama kuin em. mutta suuren ilmavirran vuoksi venttiilin kertavastuksena 1.

Laskelma osoittaa, että heinäkuussa vaikeimmastakin makuuhuoneesta saadaan poistoa n. -12 l/s. Makuuhuone on 0,4 m² suurempi kuin ohjeen 11 m², jossa voisi käyttää ilmavirtaa -8 l/s. Tässä on kuitenkin haluttu mennä laskelmissa siinä suhteessa tarkasti ohjeen mukaan.

Johtopäätökset

Totean edellä olevien vaikeimpien hormien tarkastelun perusteella rakennuksen painovoimaisen ilmanvaihdon toimivan heinäkuun keskilämpötilassa erittäin hyvin. Hormit tulevat toimimaan normaalioloissa erittäin tehokkaasti ja niillä on helppo tehostaa ilmanvaihtoa tarvittaessa. Suosittelen hormien säätöön säätöpeltejä (kanaviin ullakolle) jotta niiden suuret ilmavirrat olisivat mahdollisimman hyvin hallittavissa. Säätöpellit voivat olla automaattisia (FläktWoods ULSA) tai manuaalisia. Myös tavallisiin säätöpelteihin saa moottoriohjauksen tarvittaessa.



Kuva: Kuva FläktWoods BDEP säätöpeltimallistosta.