



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Mikko Kukkola

## Hissin tasonovien asennuksen kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

27.10.2019

Tekijä Otsikko	Mikko Kukkola Hissin tasonovien asennuksen kehittäminen
Sivumäärä Aika	38 sivua 27.10.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Arja Ristola asiantuntija Harri Anttila
<p>Opinnäytetyön toimeksiantajana oli KONE Oyj, ja opinnäytetyön tavoitteena on kehittää uusia hissien tasonovien kiinnitys- ja asennusmenetelmiä vaiheittain käyttöönotettavien rakennusten tarpeeseen. Uusilla ratkaisuilla parannetaan rakentajien sekä hissiasentajien turvallisuutta rakentamisen aikana, nopeutetaan hissien asennuksessa tarvittavien työkalujen kiertonopeutta ja vähennetään väliaikaisten suojauksien tarvetta.</p> <p>Lähtökohtana opinnäytetyölle oli KONEen KES800-tasonovimalli ja tasonovien asennusmenetelmä, joista mahdollisimman pienillä muokkauksilla kehitettiin uusia asennusmenetelmiä ja kiinnikkeitä asennuksen suorittamiseksi hissikuilun ulkopuolelta. Työssä käytiin läpi kaupungistumisen kasvu, rakentamisen tulevaisuudennäkymät, kuvattiin hissien ovien asennusmenetelmä nykyisellä ja uusilla asennusmenetelmillä sekä vertailtiin uusien tasonovien kiinnitysmuutosten ja asennusmenetelmien tuomia etuja ja haittoja turvallisuuden, laadun ja kustannusten kannalta.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin kaksi uutta vaihtoehtoista asennusmenetelmää hissien tasonovien asentamiseen hissikuilun ulkopuolelta. Uusien asennusmenetelmien tuomat hyödyt ja haitat saatiin arvioitua työssä, jotka auttavat asennusmenetelmien jatkokehityksessä.</p>	
Avainsanat	tasonovi, hissi, asennusmenetelmä

Author Title	Mikko Kukkola Elevator Landing Door Installation Development
Number of Pages Date	38 pages 27 October 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and automation engineering
Professional Major	Electrical power engineering
Instructors	Arja Ristola, Senior Lecturer Harri Anttila, Senior Expert, Elevator Doors
<p>The main aim of this thesis study was to develop new methods for elevator landing door installation to the needs of the partially commission buildings. The commissioner of this thesis was KONE Corporation. The new solutions will improve the safety of builders and elevator installers during construction, speed up the rotation speed of the tools needed to install the elevator, and reduce the needed temporary protections.</p> <p>The starting point for this thesis work was the KONE KES800 landing door model and landing door installation method. Purpose was to develop with minimal modifications new installation methods and brackets to perform installation from outside the elevator shaft. The thesis handles the growth of urbanization, future prospects for construction, describes the installation method of landing door installation with existing and new methods and compares the benefits and drawbacks of new landing door fixing modifications and installation methods in terms of safety, quality and cost.</p> <p>As a result of the thesis study, two new alternative installation methods for elevator landing door installation from outside the elevator shaft were obtained. The benefits and disadvantages of the new installation methods were evaluated in the work. This will assist in the further development of the installation methods.</p>	
Keywords	landing door, elevator, installation method

## Sisällys

### Lyhenteet ja termit

1	Johdanto	1
2	Rakennukset, hissit ja kaupungistuminen	6
2.1	Hissikuilu ja hissi	6
2.2	Rakennuksien korkeus ja koko	7
2.3	Kaupungistumisen ja rakentamisen tulevaisuudennäkymät	8
3	Tasonovityypit ja vaatimukset suunnittelulle	9
3.1	Eri käyttötarkoitukset	9
3.2	Tasonoven osat ja tarvittavat kiinnikevaraukset	11
3.3	Tasonovien suunnitteluvaatimukset	14
4	Asennusmenetelmät	16
4.1	Nykyinen tasonovien asennusmenetelmä	16
4.2	Suunniteltu asennusmenetelmä 1	20
4.3	Suunniteltu asennusmenetelmä 2	26
5	Taloudellinen laskelma ja tulokset	34
5.1	Arvioidut kustannukset ja asennusaikojen vertailu	34
5.2	Kehitystyön tulokset ja tulevaisuus	36
6	Yhteenveto	37
	Lähteet	38

## Lyhenteet ja termit

### Asennusmenetelmä

Hissin asennukseen kehitetty asennustapa, jossa asentamiseen liittyvät riskit on arvioitu ja asennus on suunniteltu toteutettavaksi turvallisesti ja tehokkaasti.

Elinkaari Tarkoittaa esineen käyttöaikaa tuotteena.

EN 81-20 Hissin valmistamista ja suunnittelua koskeva standardi, joka tuli voimaan 1.9.2017 korvaten standardin EN 81-1.

EN 81-50 Hissin valmistamista ja suunnittelua koskeva standardi, jossa kerrotaan hisseille tehtävistä lujuuksista.

Johde Ohjaavat ja pitävät hissikorin ja vastapainon radallaan.

Kerrostaso Rakennuksen taso, jolta hissikorin purkaminen ja lastaaminen normaalisti tapahtuu.

KES800 KONE Oyj:n valmistama hissien tasonovityyppi kohteisiin, joissa oven käyttö määrä on yli 400 000 käynnistystä vuodessa.

### Konehuoneeton hissi

Hissi, jossa ei ole erillistä konehuonetta vaan kaikki hissien liikuttamiseen tarvittava tekniikka on asennettu hissikuiluun.

Kääntöovi Toisesta reunasta saranoitu ovi.

Liukuovi Sivulle liukuva ovi, joka on kiinnitetty yläpäästä oven kiskoon ja alapäässä ovea ohjaa urassa kulkevat liukupinnat.

Mukaanottaja Ovikoneistossa oleva mekaaninen laite, joka avaa hissien tasonoven lukon.

**Nostokoneisto** Nostokoneisto on kokonaisuus, johon kuuluvat moottori, jarrut ja vetopyörä, joiden avulla hissikoria nostetaan, lasketaan ja pysäytetään.

**Nostokorkeus** Hissin alimman ja ylimmän kerroksen tasonoven kynnysten välinen etäisyys.

#### Ohjausjärjestelmä

Ohjausjärjestelmä vastaanottaa ja käsittelee hissien saamat kutsut ja ohjaa hissien toimintoja.

**Ovikoneisto** Yleensä hissikorin katolle sijoitettu laite, joka avaa ja sulkee hissien tasonovet.

**Raaka-aukko** Hissikuiluun johtava oviaukko, johon tasonovi asennetaan.

**Riskikartoitus** Riskikartoituksessa arvioidaan, luokitellaan ja tunnistetaan työvaiheeseen liittyvät riskit.

**Tarrain** Hissikoriin tai vastapainoon kiinnitetty mekaaninen laite, jonka tehtävänä on pysäyttää ja pitää paikoillaan johteissa alaspäin kulkeva hissi tai vastapaino nopeuden kasvaessa yli määritellyn arvon.

**Tasonovi** Tasonovilla tarkoitetaan käsin tai automaattisesti toimivia ovia, joista päästään hissikoriin ja jotka estävät kuiluun menemisen lukittumalla automaattisesti hissikorin lähdettyä kerrostasolta.

**Valoaukko** Hissin ovien vapaa aukeamisleveys.

**Vastapaino** Vastapainolla kumotaan hissikorin paino ja osa hissikorin kuormasta.

## 1 Johdanto

Opinnäytetyössä kehitetään hissien tasonovien asennus- ja kiinnitysmuutoksia uusien asennusmenetelmien toteuttamiseksi rakennettaessa yli sata metriä korkeita rakennuksia vaiheittaisella rakennustavalla. Vaiheittaisessa rakentamisessa osa rakennuksen kerroksista luovutetaan lopulliseen asiakaskäyttöön ennen rakennuksen valmistumista ja luovutettavien kerrosten on oltava rakennusteknisesti valmiit ja turvallisia käyttäjille.

Nykyisessä hissien asennusmenetelmässä tasonovet asennetaan hissikorin katolta työskennellen, jolloin hissien tasonovien asentaminen voidaan suorittaa vasta hissikuilun ollessa täysin valmis. Tästä aiheutuu rakennuttajille ylimääräistä työtä, koska hissikuilun raaka-aukot ovat suojattava väliaikaisilla ratkaisuilla. Opinnäytetyössä kehitetään uusia tasonoven asennusmenetelmiä ja kiinnitysten rakenteellisia muutoksia, jotka mahdollistavat tasonovien asentamisen hissikuiluun ennen lopullisen hissien asentamista. Uudistettaville asennus- ja kiinnitysmuutoksille suunnitellaan asennusmenetelmät, joissa käydään vaiheittain läpi hissien tasonovien asentaminen. Työssä käytetään pohjana KONE Oyj:n KES800 -tasonovea, johon tehdään tarvittavat muutokset uusille asennusmenetelmille.

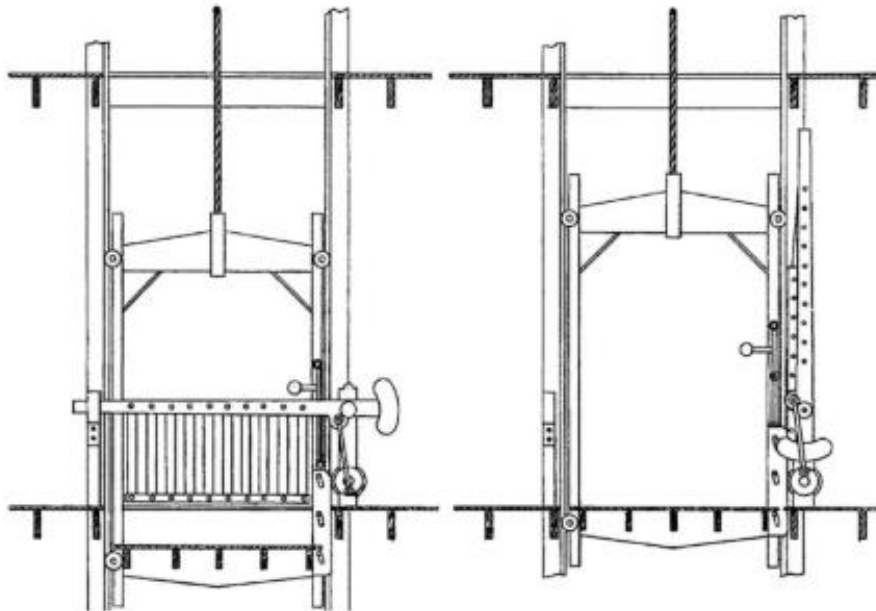
Hissien asennusmenetelmä on työsuunnitelma työvaiheen toteuttamiseksi. Asennuksesta tehdään ohjeet, johon kootaan asennuksen yksityiskohtaiset työvaiheet, komponenttien asennusjärjestys, työhön liittyvät työturvallisuusriskit, asennusohjeesta poikkeamisesta aiheutuvat laatu- ja työturvallisuus vaikutukset sekä asennuksessa tarvittavat työkalut ja suojaimet.

Kehitettävien asennusmenetelmien ja kiinnitystapojen edut ja haitat sekä osien muutostarve selvitetään työn aikana. Työstä saatavien tulosten perusteella uusia asennusmenetelmiä ja kiinnitystapoja tullaan pilotoimaan ensin tehdastiloissa, jonka jälkeen saatujen havaintojen pohjalta voidaan tehdä päätös, ovatko suunnitellut muutokset mahdollista toteuttaa turvallisuusnäkökohdat huomioon ottaen ja onko tasonoven ja asennusmenetelmien kehityksestä saatavissa taloudellista hyötyä.

## Tausta ja tavoite

Opinnäytetyö tehdään yhteistyössä KONE Oyj:n Major Project-yksikön, KTI-yksikön ja Ovi-yksikön kanssa. KONE Major Project-yksikkö kehittää ja valvoo suuria yli miljoonan euron projekteja maailmanlaajuisesti. KTI-yksikkö on KONEen globaali tuotekehitys- ja tutkimusyksikkö.

Hissin tasonovien asennusmenetelmät ja ovityypit ovat muuttuneet ajan kuluessa. Ensimmäisissä hisseissä kerroksiin oli asennettu portit, jotka eivät peittäneet koko hissikuilun raaka-aukkoa. (Kuva 1.) Porttien jälkeen yleistyivät manuaalisesti avattavat liukuovet, jotka avattiin käsin hissien saapuessa oikeaan kerrokseen. [1.]



Kuva 1. Hissin kerrosportti [1].

Manuaalisten liukuovien rinnalla markkinoille tuotiin kerrostasolle avautuvat kääntöovet, joita käytetään nykyäänkin esimerkiksi jälkiasennettavassa KONEen ProSpace™ -hisseissä. Kääntöovien jälkeen hisseissä aloitettiin käyttää automaattisia sivulle liukuvia tasonovia. (Kuva 2.)





Kuva 2. KONEen hissin kääntöovi ja sivulle liukuva tasonovi [3].

Hissi asennettiin ennen konehuoneettoman hissin asennusmenetelmää hissikuilun asennetuilta työskentelytelineiltä. Työskentelytelineiltä asennettiin hissin kaikki kuilussa sijaitsevat komponentit ja tasonovet. Konehuoneettomien hissiratkaisujen kehittyessä asennusmenetelmät kehittyivät siten, että hissikorin kattoa aloitettiin käyttää liikkuvana työtasona, jolta kaikki hissin asennuksessa tehtävät työt suoritetaan.

Rakennusten korkeuden kasvaessa rakennusvaiheiden vaatimukset muuttuvat. Kun rakennetaan yli 100 metriä korkeita rakennuksia, niiden rakentamisessa on otettava paremmin huomioon turvallisuus-, asennus- ja laatuakselit. Rakennuksia pyritään luovuttamaan asiakaskäyttöön vaiheittain jo rakentamisen aikana. Korkeassa rakentamisessa rakennuksesta voidaan ottaa käyttöön osa kerroksista, vaikka rakennuksen kaikki kerrokset eivät ole vielä valmiit. Ennen rakennuksen käyttöönottoa vaiheittain, käyttöön otettavalle rakennuksen osalle tehdään käyttöönottotarkastus, jossa todetaan käyttöön otettavien kerrosten olevan rakennusteknisesti valmiit, pelastusreittien soveltuvan pelastamiseen, ja että rakennus on turvallinen loppukäyttäjille. [2.]

Kaupungistumisen voimakkaan kasvun, lisääntyvän korkean rakentamisen ja vaiheittain käyttöön otettavien rakennusten tarve asettaa vaatimuksia hissin asennusmenetelmien ja asennusjärjestyksien uudistamiselle. Insinööriyön tavoitteena on esitellä vaihtoehtoisia asennusmenetelmiä hissin tasonovien asentamiseen, joilla voidaan vastata vaiheittain käyttöön otettavien rakennuksien tuomiin haasteisiin. Insinööriyössä suunnitellaan

tasonoville uusia asennusmenetelmiä, suunnitellaan asennusmenetelmien aiheuttamat muutokset oven komponentteihin, vertaillaan asennusmenetelmien etuja ja haittoja nykyiseen asennusmenetelmään ja pohditaan menetelmien tuomia muutoksia käyttäjäturvallisuuteen sekä asennuksen aikaiseen turvallisuuteen. Komponenttien muutokset piirretään kolmiulotteisina CAD-suunnitteluohjelmistolla, jolloin niiden toimivuutta voidaan testata virtuaaliympäristössä. Asennusmenetelmiä ja tason ovea kehitetään nykyisestä KONEen valmistamasta KES800-tasonovesta. Suunniteltujen asennusmenetelmien kiinnikkeiden ja oven osien muutostarpeet piirretään ProgeCad 2019 professional -suunnitteluohjelmalla.

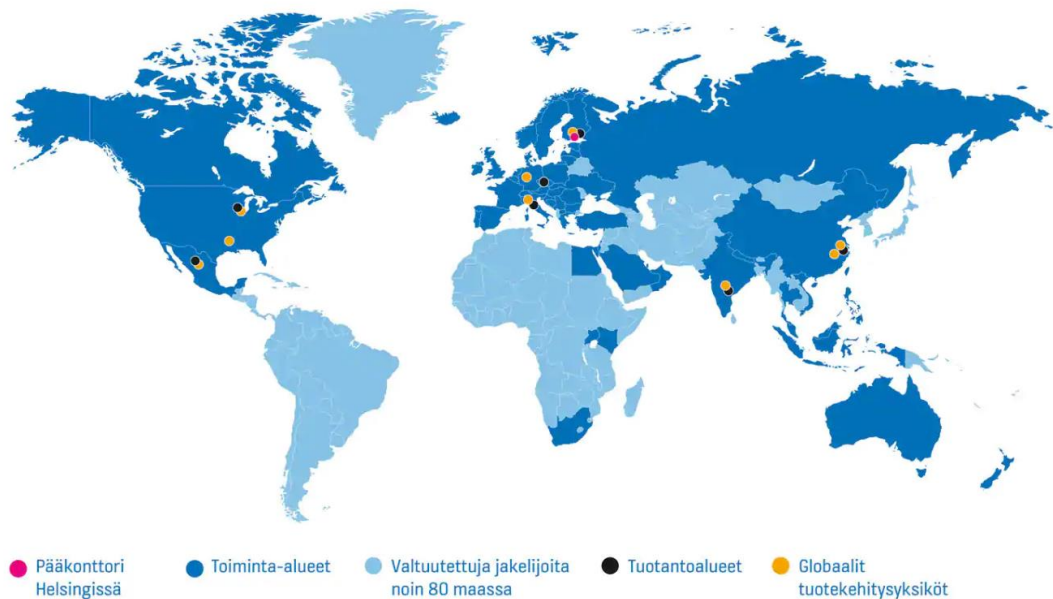
Insinööriyön lopputuloksesta tullaan tekemään riskikartoitus, turvallisuussuunnitelma, tarkka taloudellinen laskelma sekä tuotteen ja asennusmenetelmien testaus laboratoriossa tuotteen soveltuvuudesta käytäntöön. Lopputuloksen ja testien perusteella arvioidaan saavutettavat turvallisuus- ja kustannushyödyt.

## KONE Oyj

KONEen tavoitteena on tehdä kaupungeista parempia paikkoja elää, johon yksi KONEen strategia pohjautuu.

Ymmärrämme, miten rakennuksissa ja niiden välillä liikutaan ja teemme liikkumisesta turvallista ja mukavaa. Olemme alallamme yksi maailman johtavista yrityksistä. Valmistamme hissejä, liukuportaita ja automaattioivia sekä tarjoamme ratkaisuja laitteiden kunnossapitoon ja peruskorjaukseen rakennusten koko elinkaaren ajan. Teemme ihmisten liikkumisesta entistäkin korkeammissa ja älykkäämmissä rakennuksissa turvallista, mukavaa ja luotettavaa. [3.]

Vuonna 2018 KONEen liikevaihto oli 9,1 miljardia euroa ja vuoden 2018 lopulla henkilöstömäärä oli yli 57 000. Yhtiön B-sarjan osake noteerataan Nasdaq Helsinki Oy:ssä.



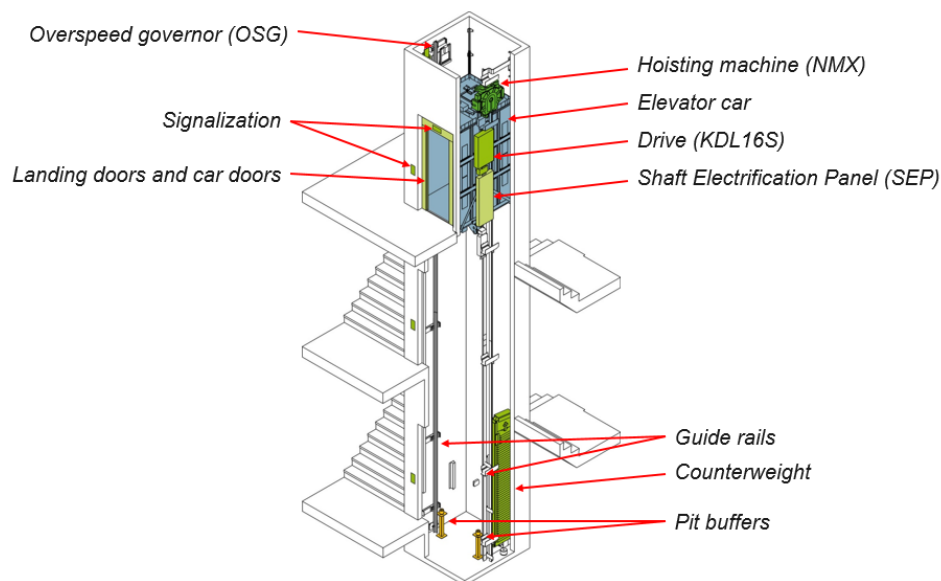
Kuva 3. KONE maailmanlaajuisesti [3].

Kuvassa 3 on esiteltyä KONEen maailmanlaajuiset toiminnot. KONEella on seitsemän tuotantoaluetta ja kahdeksan globaalia tuotekehitys- ja tutkimuskeskusta ympäri maailman, jotka palvelevat päämarkkina-alueita. Lisäksi KONEella on valtuutettuja jakelijoita lähes 80:ssä eri maassa. [3.]

## 2 Rakennukset, hissit ja kaupungistuminen

### 2.1 Hissikuilu ja hissi

Hissikuilulla tarkoitetaan sitä suljettua tilaa, jossa hissikori ja vastapaino liikkuvat ja jonka tilan rajoittavat seinät, katto, pohja ja ovet. Hissikuilu on yleensä rakennuksen korkuinen betonista tai teräksestä valmistettu kuilu, johon rakennusta käyttävien ihmisten kulkua ja tavaroiden liikuttamista varten asennetaan hissi. Hissin pääosat ovat hissikuilu, nostokoneisto, hissikori, ohjausjärjestelmä, johteet, vastapaino ja tasonovet, jotka ovat esiteltyinä kuvassa 4. Hissien sijainti ja lukumäärä rakennuksissa perustuu käyttötarpeeseen ja liikennemäärien laskelmaan. Laskelmassa huomioidaan rakennuksen korkeus, rakennuksen kerrosmäärä, rakennuksen käyttäjät, hissien käyttöaste eri vuorokaudenaikoina ja kuljetuskapasiteetti. Korkeammissa rakennuksissa hissikuilut sijoitetaan palvelemaan tiettyä määrää kerroksista, jolloin hisseistä saadaan suurin hyöty käyttäjille, eikä hissien odotusaika kasva liian suureksi. [4.]



Kuva 4. Konehuoneeton hissi ja hissikuilu [4].

Hissi on suunniteltu liikuttamaan asiakasvirtoja mahdollisimman tehokkaasti. Nykyisellä tekniikalla yhden hissien nostokorkeus voi olla jopa 500 metriä. [4.] Rakennukset voivat sisältää kymmeniä hissejä käyttötarkoituksen mukaisesti. Hissien käyttötarkoitus vaihtelee kohteen mukaan, mutta yleisesti kun puhutaan korkeasta rakentamisesta, niin rakennus on suunniteltu hotelli-, toimisto- tai asuinkäyttöön. Rakennuksiin rakennettavien hissien nostokorkeus vaihtelee sadasta metrillä viiteensataan metriin.

## 2.2 Rakennuksien korkeus ja koko

Rakennusten korkeus ja koko muuttuvat eri maiden ja maanosien välillä suuresti, ja kaupungistumisen trendi kasvattaa rakennusten korkeutta. Korkeuden kasvaessa rakennus- ja palomääräysten vaatimukset kasvavat tuoden mukanaan erilaisia haasteita.

Nykyään korkeasta rakentamisesta eli pilvenpiirtäjistä puhutaan, kun rakennuksen korkeus on sadasta metristä jopa kilometriin ja kerroksia rakennuksessa on kolmestakymmenestä kolmeensataan. Pilvenpiirtäjät ovat yleensä toimisto- tai asuinkäytössä olevia rakennuksia. [5.]

Korkeasta rakentamisesta ja pilvenpiirtäjistä aloitettiin kuitenkin puhumaan jo maailman ensimmäinen pilvenpiirtäjäksi kutsutun rakennuksen valmistuttua Chicagoon 1884-1885, joka oli 42 metriä korkea ja siinä oli kymmenen kerrosta. Vuoteen 1930 mennessä rakennusten korkeus oli kasvanut jo 300 metriin ja suurin osa pilvenpiirtäjistä sijaitsi Yhdysvalloissa. Vuoden 1989 jälkeen pilvenpiirtäjiä on rakennettu eniten Aasiaan ja Lähi-itään ja nykyään kymmenestä korkeimmasta pilvenpiirtäjästä enää yksi sijaitsee Yhdysvalloissa. [6.]

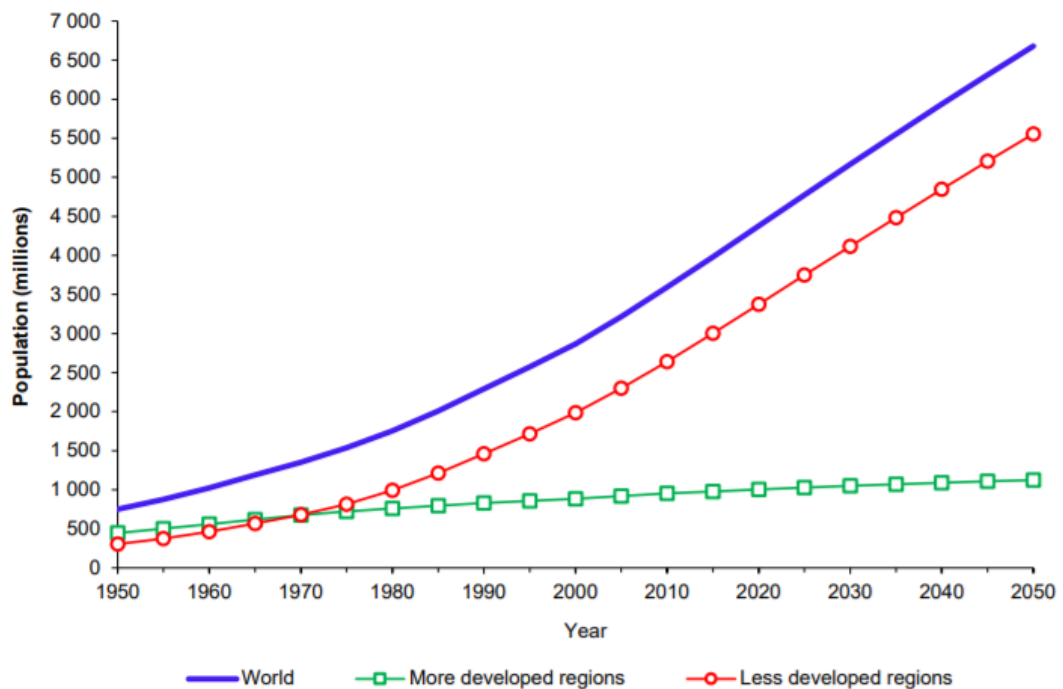
Euroopassa kaupunkien keskustat kasvoivat ennen pilvenpiirtäjien rakennustekniikan kehittymistä mistä johtuen Euroopassa on verrattain vähän pilvenpiirtäjiä. Suomessa on lähiaikoina suunniteltu rakennettavaksi useita pilvenpiirtäjiä, joista ensimmäisenä valmistui kuvan 5 tornitalo Majakka Helsingin Kalasatamaan syksyllä 2019. [5.]



Kuva 5. Suomen ensimmäinen pilvenpiirtäjä Helsingissä [5].

### 2.3 Kaupungistumisen ja rakentamisen tulevaisuudennäkymät

Noin 200 000 ihmisen päivittäinen muuttoliike maalta kaupunkiin asettaa haasteita infrastruktuurille ja kaupunkisuunnittelulle. Vuosien 1950 ja 2018 välisenä aikana kaupungeissa asuvien ihmisten määrä on noussut 751 miljoonasta 4,2 miljardiin. Tällä hetkellä noin 55 % maapallon väestöstä asuu kaupungeissa ja on arvioitu, että vuonna 2050 kaupungeissa asuisi jo 68 % maapallon väestöstä. (Kuva 6.) Voimakkainta kaupungistumisen kasvu on kehittyvissä maissa. [7.]



Kuva 6. Arvioitu kaupungistumisen kasvu maailmanlaajuisesti [7].

Kaupunkien väestötiheyden kasvaessa tarvitaan pikemminkin korkeita kuin leveitä rakennuksia. Kaupunkeja ei voida rajattomasti kasvattaa asuinalueita laajentamalla, vaan kaupunkien kehittämisen ja palveluiden takaamiseksi kaupunkien keskustoja yritetään pitää ydinalueella, joka kasvattaa korkeiden rakennusten tarvetta tulevaisuudessa. [6.]

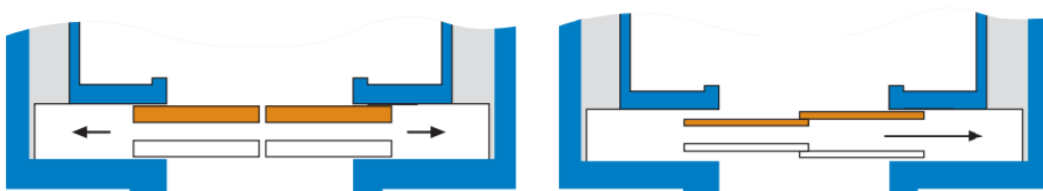
### 3 Tasonovityypit ja vaatimukset suunnittelulle

#### 3.1 Eri käyttötarkoitukset

Hissin tasonovia on erilaisia ja erilevyisiä riippuen hissien käyttökohteesta. Tasonovet on jaoteltu ovien käyttöluokan mukaan kolmeen eri vaatimusluokkaan, jotka ovat perus, keskimääräinen ja korkea. Käyttöluokka kuvaa tasonoven käyttömääristä johtuvaa mekaanista rasitusta. Käynnistysmäärä ovelle lasketaan yhteen suuntaan liikkumisesta, eli kun hissi pysähtyy tasolle, avaa sekä sulkee ovet, jolloin ovien käyttömääräksi saadaan kaksi.

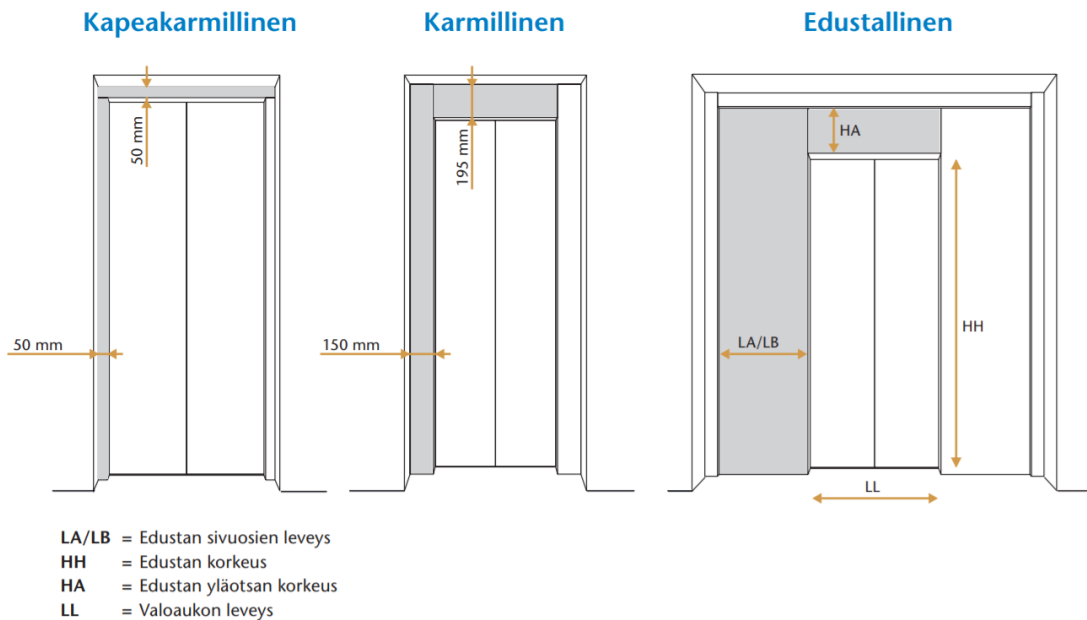
Peruskäyttöluokan ovi on mitoitettu enintään 200 000 käynnistyskerran vuosittaiselle käyttömäärälle. Peruskäyttöluokan tasonovi on yleisimmin käytössä asuintalojen hisseissä. Toimisto- ja liikekiinteistöissä yleisimmin käytössä olevat ovet on suunniteltu alle 400 000 vuosittaisiin käynnistysmääriin. Korkeassa käyttöluokassa olevat ovet on suunniteltu yli 400 000 käynnistysmäärän mukaan ja näitä ovia käytetään yleisesti julkisissa kohteissa, kuten sairaaloissa, kauppakeskuksissa, lentoasemilla ja muilla julkisen liikenteen asemilla. Tasonovia on saatavissa kaikkiin eri käyttötarkoituksiin riippuen paloluokasta, oviaukon leveydestä, raaka-aukon leveydestä, hissien käyttötarpeesta ja hissien sijoittamisesta kuiluun. [8, s. 2–5.] Oviaukolla tarkoitetaan hissien tasonoven kulkuaukon leveyttä ovien ollessa täysin avattuina.

Hissien tasonovet voivat olla sivulta tai keskeltä avautuvia (kuva 7). Sivulta avautuvissa ovissa ovilehdet ovat limittäin toisiinsa nähden ja avautuvat oikealle tai vasemmalle riippuen halutusta avautumissuunnasta. Keskeltä avautuvat ovet aukeavat valoaukon keskeltä molemmille sivuille.



Kuva 7. Keskeltä ja sivulle aukeavat 2-lehtiset tasonovet [8].

Ovilehtien leveys ja karmien leveys määräytyvät hissikuilun leveyden ja tarvittavan valoaukon mukaan. Ovilehtiä on tasonovessa kahdesta kuuteen. Tasonoven karmi peittää hissikuilun raaka-aukon ja ovilehtien väliset aukot, ja niiden leveys määräytyy raaka-aukon leveyden mukaan.



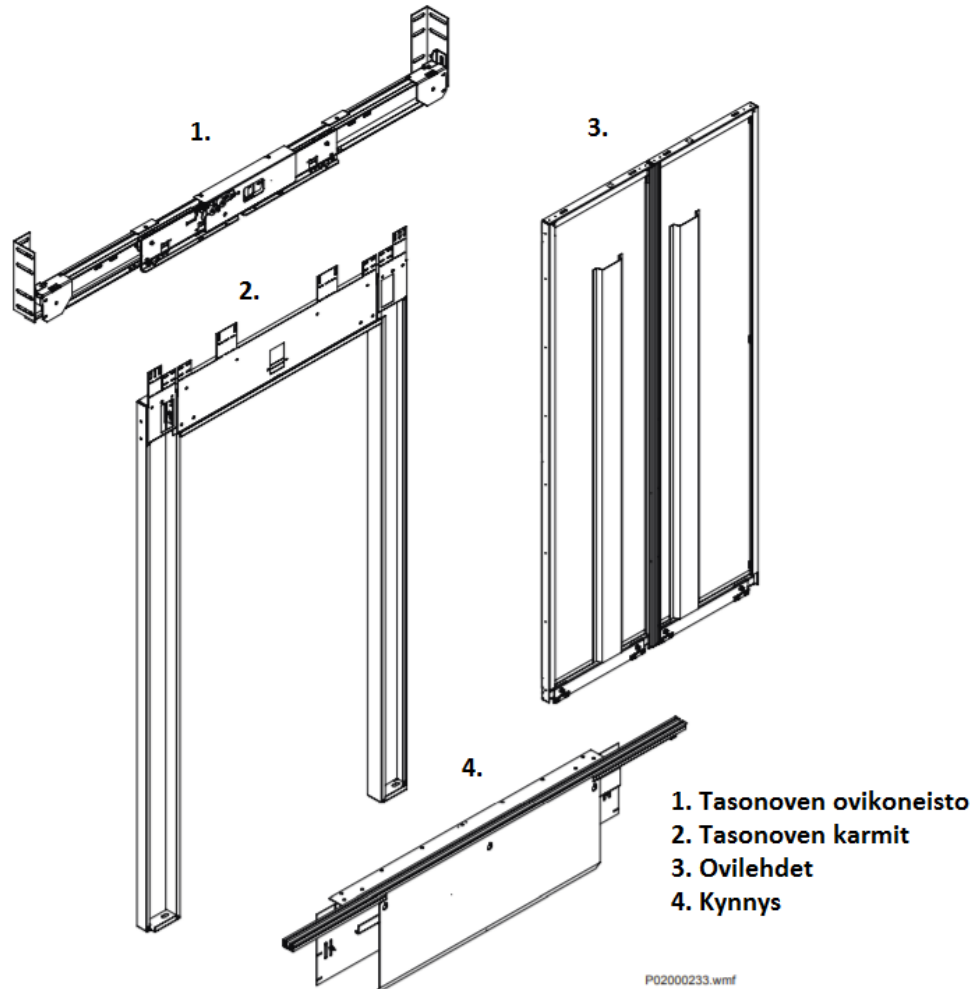
Kuva 8. Tasonoven karmimallit [8].

Insinööriyössä keskitytään KONEen valmistamaan kahdella ovilehdellä olevaan keskeltä avautuvaan korkean käyttöluokan KES800-tasonoveen kapealla karmilla. Kapealla karmilla tarkoitetaan oven reunoissa kiertävää metallista valmistettua oven runkorakennetta, jonka leveys on 50 millimetriä.



### 3.2 Tasonoven osat ja tarvittavat kiinnikevaraukset

Hissin tasonoven pääkomponentit ovat ovikoneisto, karmit, ovilehdet ja kynnyks (kuva 9).

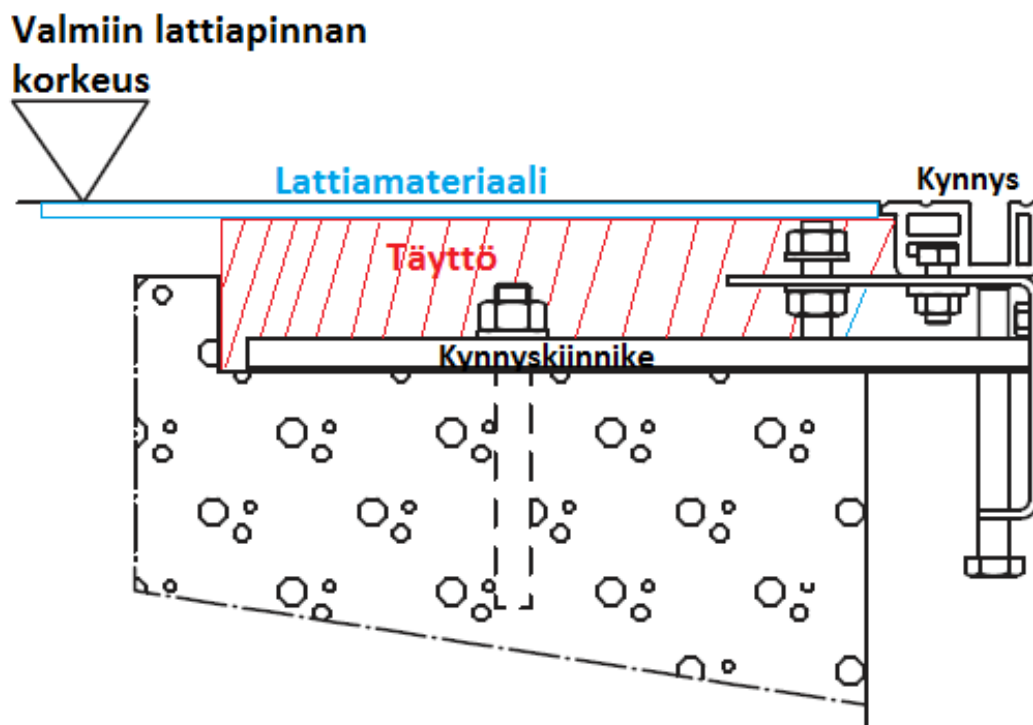


Kuva 9. Tasonoven pääkomponentit [9].

Tasonovi asennetaan kuilun raaka-aukkoon kynnyskiinnikkeillä ja ovikoneiston kiinnikkeillä. Kynnyskiinnikkeet asennetaan kuilun seinään tai tasolle tehtyyn kynnyksvaraukseen kiila-ankkureilla.

## Kynnysvaraus

Kynnysvaraus on hissikuilun raaka-aukon levyinen upotus betonissa tai metallirakenteessa, johon tasonoven kynnykset asennetaan. Kynnysvaraus peitetään esimerkiksi valamalla tasonoven asennuksen jälkeen. (Kuva 10.)



Kuva 10. Kynnysvarauksen jälkitäyttö [9].

Hissin kynnyskiinnikkeet ja vahvikkeet jäävät valun sisälle, ja lopullinen kerrostason lattiamateriaali ulottuu hissien kynnykseen asti. Joissakin tapauksissa kynnysvarausta ei täytetä, vaan tyhjäksi jäävä upotus peitetään esimerkiksi alumiinilevyllä.

## Tasonoven kiinnitys

Tasonovi voidaan kiinnittää kuilun seinään eri tavoilla. Yleisimmin kiinnikkeet asennetaan kuilun seinään kiila-ankkureilla. Kiinnikkeitä on erilaisia riippuen oven tyypistä ja siitä, mihin käyttöön hissi on suunniteltu. Metallirakenteisessa kuilussa kiinnikkeet asennetaan esiasennettuihin C-profiileihin T-pulteilla tai suoraan metallipalkkiin kierrereiden ja

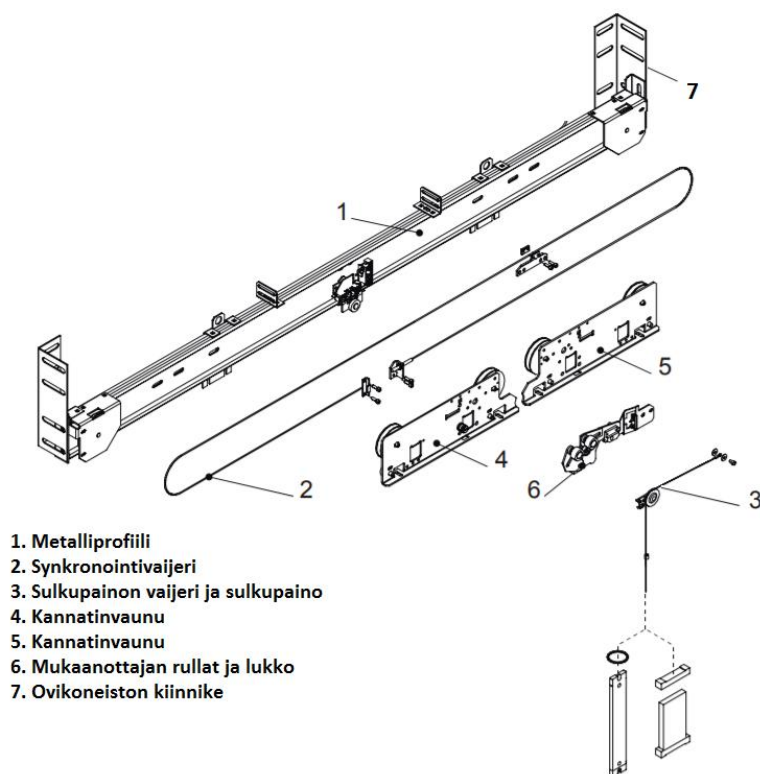
pultin avulla. Tasonoven yläpää kiinnitetään kuilun seinään joko kulmarauodoilla, tai vaihtoehtoisesti ovikoneisto on osa edustarakennetta ja ovikoneisto on kiinnitetty pulteilla suoraan tasonoven karmiin.

### Tasonoven kynnyks

Hissin tasonoven kynnyksprofiili on yleensä valmistettu muotoon valetusta alumiinista, ruostumattomasta teräksestä tai alumiinilla päällystetystä metallirungosta. Kynnyksprofiili on kiinnitetty kynnyksen vahvikelevyyn ja yhdessä nämä muodostavat kynnyksen. Tasonoven kynnyksprofiilissa on kulku-urat tasonoven alaohjaimille, jotka pitävät ovilehtien alapää oikeassa kohdassa. Kulku-urien pohjassa on soikeat reiät, joista kulku-uraan kertyneet epäpuhtaudet tippuvat hissikuiluun oven sulkeutuessa.

### Tasonoven ovikoneisto

Tasonoven ovikoneisto liikuttaa tasonovia. Ovikoneisto koostuu metalliprofiilista, ovilehtien kannatinvaunuista, kannatinvaunujen tukirullista, sulkupainon vaijerista, sulkupainon vaijerin ohjausrullasta, synkronointivaijerista, mukaanottajan rullista ja lukosta. (Kuva 11.)



Kuva 11. Tasonoven ovikoneiston räjäytyskuva. [9.]

Ovilehdet ovat kiinni ovikoneiston kannatinvaunuissa, jotka liukuvat metalliprofiilin sisällä tukirullilla. Kannatinvaunut ovat yhteydessä toisiinsa synkronointivaijereiden avulla, joiden tehtävänä on avata kannatinvaunuja samassa suhteessa. Kannatinvaunujen tukirullat ovat laakeroituja ja muovipinnoitteisia äänten minimoimiseksi. Tasonoven mukaanottajan rullien avulla korin ovikoneiston mukaanottaja avaa ja sulkee tasonoven lukon ja ovet hissien ollessa kerroksessa. Tasonoveen tai karmiin kiinnitetty tasonoven sulkupaino on kytketty vaijerilla toiseen oven kannattimista. Hissistandardin EN81-20 mukaan painon on oltava riittävän painava, jotta tasonovet sulkeutuvat ja lukkiutuvat mistä tahansa asennosta ilman ulkoista voimanlähdettä.

#### Tasonoven lukituslaitteet

Tasonovien pitää olla lukittuina aina, kun hissi ei ole kerroksessa. Tasonovet lukitaan ovikoneistossa olevalla lukkosalvalla. Yleensä lukkosalpa on painovoimalla toimiva, jolloin riski lukituksen toimimattomuudesta on hyvin pieni. Lukituslaitteen toimintaa valvotaan sähköisesti, eikä hissi saa lähtölupaa ennen kuin sähköinen valvonta on antanut luvan.

#### Tasonoven ovilehdet

Tasonoven ovilehdet peittävät hissien valoaukon tasolta kuiluun. Ovilehdet ovat yleensä valmistettu pinnoitetusta metallista. Pinnoitteena voi olla maali, kuviopinnoite, ruostumattomasta teräksestä valmistettu kuvioitu tai kuvioimaton pelti. Ovilehtiä löytyy täyslasisena, metallikehystetyllä lasilla, umpinaisena ja paloluokallisena.

### 3.3 Tasonovien suunnitteluvaatimukset

#### Tasonovien yleiset vaatimukset

Hissikuilun aukot, joista tavallisesti kuljetaan hissikoriin on varustettava umpinaisilla ovilla. Tasonovien ollessa suljettuina, kulkuaukon on oltava täysin suljettu lukuunottamatta oven toiminnan kannalta välttämättömiä rakoja. Tasonovet on suunniteltava siten, etteivät ovet pääse putoamaan kannatinkiskoilta, kynnyksurista tai takerru kynnykseen. Vaakasuoraan liukuvia ovia on ohjattava sekä ylä-, että alareunastaan. Tasonovet on

varustettava mekaanisilla esteillä, jotka pitävät ovilehdet paikoillaan ohjaimien pettäessä. Tasonovet on varustettava riittävän lujalla kynnyksellä kestäväksi kuormat koria lastattaessa ja purettaessa. Tasonoven kynnykseen pystysuorasti vaikuttava voima laskeaan erityyppisille hisseille seuraavilla kaavoilla: [10, s. 88, 92.]

$$F_s = 0,4 \times g \times Q \quad \text{Henkilöhissit}$$

$$F_s = 0,6 \times g \times Q \quad \text{Tavarahenkilöhissit}$$

$$F_s = 0,8 \times g \times Q \quad \text{Tavarahenkilöhissit, jos raskaiden lastauslaitteiden paino ei sisälly nimelliskuorman ja niitä käytetään.}$$

$g$  on vapaan pudotuksen standardi kiihtyvyys (9,81 m/s<sup>2</sup>).

$Q$  on hissien nimelliskuorma. [10, s. 178.]

Kuilun oven komponentit on valmistettava materiaaleista, jotka kestävät vallitsevissa ympäristöolosuhteissa koko niiden suunnitellun elinkaaren ajan. Valmiille tasonoville on asetettu lujuusvaatimukset standardissa EN81-20, jonka mukaan niiden on kestävä kummalle puolelle tahansa mielivaltaisesti kohdistettu 300 newtonin voiman siten, että pintaan syntyy enintään 1 millimetrin pysyvä muodonmuutos tai enintään 15 millimetriä palautuva painauma. Tasonovien on myös kestävä ilman merkittäviä turvallisuuteen tai toimintaan vaikuttavia muodonmuutoksia kerrostason puolelta oveen kohdistuva kohdistus 1000 newtonin voima, joka kohdistuu 100 neliösenttimetrin alueelle. Tasonovien toiminnan kannalta sallitaan maksimissaan 6 millimetrin toimintaväliset ovilehtien ympärillä. [10, s. 92.]

Tasonovet on varustettava standardin EN81-20 mukaisella lukituslaitteella, joka on suojattava väärinkäyttöä vastaan. Tasonoven lukon on oltava lukittuna ennen kuin kori voi liikkua paria poikkeusta lukuun ottamatta. Kuilun jokainen ovi on oltava avattavissa ulkopuolelta standardoidun hätäavaimen avulla. Lukon toimintaa on valvottava sähköisellä turvalaitteella, eikä turvalaite saa sallia korin liikkeellelähtöä ellei lukituslappi ole vähintään 7 millimetriä oven lukitsevan osan sisällä. Lukituslaitteen on oltava mekaaniselta kestävyydeltään rakennettu siten, että oveen avaussuunnassa kohdistettava 300 newtonin voima ei vähennä sen tehokkuutta. Lukitus on suunniteltava niin, että painovoima pitää oven lukittuna. [11, s. 106, 108.]

## 4 Asennusmenetelmät

### 4.1 Nykyinen tasonovien asennusmenetelmä

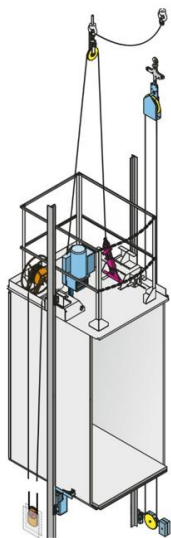
Nykyisessä tasonovien asennusmenetelmässä ovien asentaminen suoritetaan hissikorin katolta. Asennustyömaalle toimitetaan kaikki hissien asennuksessa tarvittava materiaali ja työkalut. Rakennuttaja suojaa hissikuilun oviaukot puisilla kaiteilla ja asentaja asentaa ensimmäisenä työnään koko oviaukon peittävät suojaverkot estämään tavaroiden putoamisen kuiluun. (Kuva 12.)



Kuva 12. Hissikuilun asennusaikainen suojaus.

Hissin asennus aloitetaan ripustamalla asennusaikainen nostin ja nopeudenrajoitin hissikuiluun. Nostimen avulla kuiluun asennetaan vastapainon johteet ja vastapainon keuhikko sekä ensimmäiset korin johteet, joiden väliin kasataan hissien korikehys ja kori.

Hissikorin katolle asennetaan turvakaiteet, asennusaikainen nostin ja automaattinen tarraimen aktivointilaite. Korin katto toimii liikuteltavana työtasona asennuksen loppuun asti. (Kuva 13.)



Kuva 13. Hissikori työskentelytasona. [12, s. 10.]

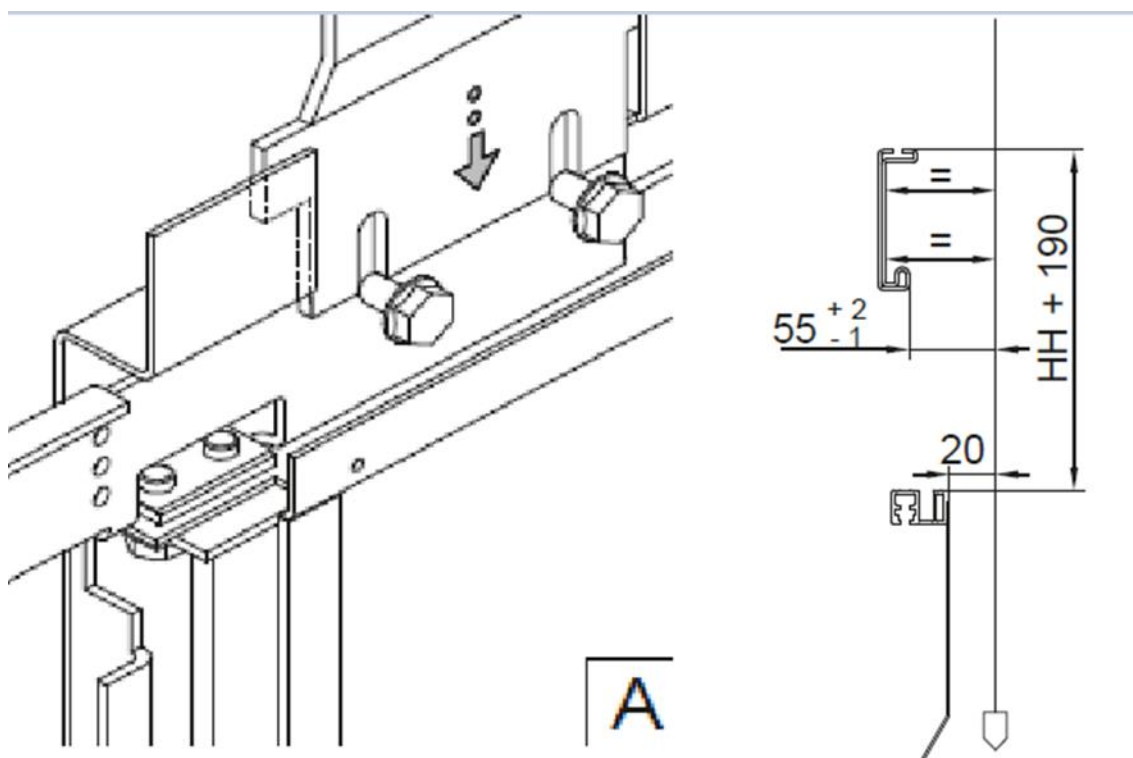
Korin katolta työskennellen asennetaan loput hissikuilun johteet ja koneisto. Koneiston asennuksen jälkeen kuiluun asennetaan luotilangat, joiden avulla hissikori säädetään pystysuoraan ja tasonovet asennetaan oikealle paikalle. Luotilanka on 0,8 millimetrin vahvuista teräslankaa. Tasonoven osat kuljetetaan hissikorilla tai työmaahissillä kerrokseen ja valmistellaan asennusta varten.

Luotilangat kiinnitetään ylimmän oviaukon yläpuolelle kuilun seinään ja lasketaan kuilun pohjalle. Luotilankojen alapää kiinnitetään kuilun etuseinään ja luotilankoihin lisätään painot, jotka pitävät langat kireänä. Luotilangat säädetään korin valoaukon reunojen kanssa samaan linjaan.

Tasonovien asennus aloitetaan ylimmästä kerroksesta. Oviaukon sivuttaissuunnan linja siirretään luotilangoista kuilun seinään. Sivuttaissuunnan merkeistä ja valmiin lattiapinnan merkistä saadaan kynnyksen kiinnityspisteiden kohdat. Kuilun seinään asennetaan kynnyskiinnikkeet asennusohjeen mukaisesti mittoihin. Kynnys asennetaan kiinnikkeisiin ja säädetään oikealle paikalle mittaamalla etäisyys ja sivusuunta luotilangoista.

Kynnyksen asentamisen jälkeen oven karmin pystytolpat kiinnitetään kynnyksen vahvi-kerautaan. Pystytolppien väliin asennetaan karmin ylätolppa ja karmi kiinnitetään yläpäästä seinään. Karmi säädetään pystysuoraan luotilankoja apuna käyttäen.

Tasonoven ovikoneisto asennetaan karmissa olevien ohjainpulttien varaan ja kiinnitetään kulmarauodoilla ovikoneiston päistä kuilun seinään. Ovikoneisto säädetään pystysuoraan ja oikealle etäisyydelle luotilangoista. (Kuva 14.)



Kuva 14. Kuilun oven ovikoneiston asennus ohjainpultteihin ja etäisyys luotilangoista. [9, s. 46.]

Ovikoneiston asennuksen jälkeen asennetaan ovilehdet. Ovilehdet nostetaan kynnyksuraan ja kiinnitetään yläpäästä ovikoneiston kannattimiin. Ovilehdet säädetään pystysuoraan, avautumaan tasaisesti ja tarkastetaan ovilehtien välykset ympäröiviin osiin. Tasonovien karmien ympärille asennetaan peitelistat, pielipellit tai ympäröivät raot kuiluun peitetään rakennusteknisillä ratkaisulla. Peitelistat ja pielipellit ovat taivutettuja peltejä, jotka ovat tehty tasonoven kanssa samasta materiaalista.



## Asennusmenetelmän edut

Nykyisessä tasonovien asennusmenetelmään s on etuja asiakkaalle ja Seuraavassa esitellään nykyisen tasonovien asennusmenetelmän edut asiakkaalle.

- Hissin asennus kuilussa on täysin valmis ennen tasonovien asentamista, jolloin tavaroiden kuljettamisesta oviaukkojen kautta ei aiheudu materiaali- vahinkoja.
- Hissin asennus aloitetaan, kun rakennus on säältä suojattu, jolloin sään aiheuttamat vauriot jäävät pienemmiksi.
- Hissin oviaukkojen viimeistely pystytään tekemään täysin valmiiksi ympäröivien tilojen ollessa valmiimpia.
- Rakennuksen lattioiden korot eivät yleensä muutu hissien asennuksen jälkeen, jolloin mahdolliset tasonovien nostosta tai laskusta syntyvät kustannukset rakennuttajalle minimoituvat.

## Asennusmenetelmän haitat

Tasonovien nykyisen asennusmenetelmän haitat:

- Kuilun oviaukot pitää suojata koko aukon peittäväillä kuilun suojilla ja kai-teilla ennen asennuksen aloitusta, jotta asentajalla on turvallinen työskentele-ympäristö kuilussa.
- Hissin asennuksen aikana rakennuksessa työskentelee suuri joukko muiden toimialojen työntekijöitä, joilla ei ole selvää käsitystä hissikuilun vaaroista.
- Kokonaisen hissien tavaroiden säilyttäminen ja varastointi aiheuttaa ylimääräisiä kuluja työmaaympäristössä.
- Kuilun oviaukot suojataan kevyillä verkoilla, jolloin kuiluun putoavan ras-kaan tavaran riski kasvaa.
- Hissi valmistuu rakennuksen käyttöön rakennuksen sisätyövaiheessa ja siitä saadaan vain osittainen etu rakennusaikana.
- Tasonovien asennus tehdään rakennuksen valmistumisen lähestyessä, jolloin mahdollinen viivästys hissitoimituksessa viivästyttää muiden toimi-joiden aikataulua.
- Tasonovien asennus voidaan tehdä vasta hissiasennuksen aikana.

## 4.2 Suunniteltu asennusmenetelmä 1

Suunnitellussa asennusmenetelmässä 1 hissien tasonovien asentaminen tapahtuisi ennen varsinaista hissien asentamista kerrostaolta työskennellen. Tasonovelle asennetaan kiinnikkeet raaka-aukon ylä- ja alareunoihin, jonka jälkeen asennettava tason ovi kasatetaan asennettavalla kerrostaolla. Asennus suoritettaisiin ainoastaan hissikuilun oviaukon edustalla, ilman ulkoista nostinta. Kasauksen jälkeen tason ovi nostettaisiin käsin pystyyn peittämään avonainen hissikuilun raaka-aukko.

### Asennuksen aloitus

Tasonovien asentaminen aloitetaan toimittamalla tarvittavat oviosat asennettavaan kerrokseen. Oven osat toimitetaan kerrokseen joko työmaan nosturilla, rakennusaikaisella työmaahissillä tai tarvittaessa portaita pitkin, jos edellä mainittuja apuvälineitä ei ole käytettävissä.

### Luotilankojen asennus

Ensiksi hissikuiluun lasketaan luotilangat ovien paikkojen määrittämistä varten. Luotilankojen telineet kiinnitetään ylimmän kerroksen hissien oviaukkoon, joista lasketaan kaksi luotilankaa osoittamaan hissien valoaukon lopullinen paikka hissikuilun syvyys- ja leveys-suunnassa.

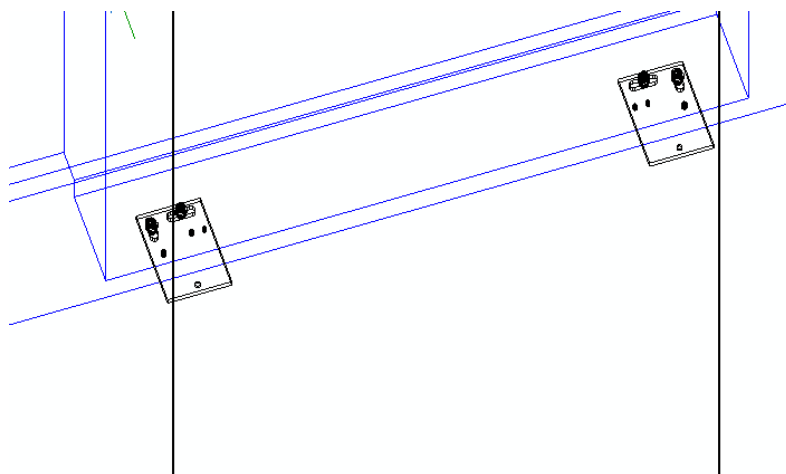
Luotilankojen telineet mitoitetaan ja asennetaan ylimmän oviaukon yläreunaan kiila-ankureilla. Luotilankoihin kiinnitetään pienet painot ja luotilankojen toinen pää lasketaan kuilun pohjalle. Luotilangat säädetään kuilun etuseinästä irti asennuskuvien etäisyyteen. Luotilangat keskitetään sivuttaissuunnassa raaka-aukon keskelle. Luotilankojen etäisyys toisiinsa säädetään tasonoven valoaukon levyiseksi. Kuilun pohjalla luotilankoihin asennetaan kilon painoiset punnukset, jotka jätetään irti kuilunpohjasta. Painojen asennuksen jälkeen luotilankojen heiluminen rauhoitetaan. Luotilankojen ollessa paikoillaan ne kiinnitetään kuilun etuseinään lankakiinnikkeillä. Luotilangoista otetaan mitta kuilun seiniin sivu- ja syvyys-suunnassa jokaisesta kerroksesta. Mittauksesta tehdään pöytäkirja, josta selviää kuilun mahdollinen vinous ja ovilinjaa voidaan tarvittaessa siirtää. Jos mitat pysyvät annetuissa toleransseissa, kiinnikkeiden asennus voidaan aloittaa. Toleranssi

luotilangasta kuilun etuseinään on +30 ... -20 millimetriä ja raaka-aukon reunaan  $\pm 25$  millimetriä asennuskuvien mitoista.

### Kynnyskiinnikkeiden ja kynnyksen asentaminen

Ovien asentaminen aloitetaan ylimmältä mahdolliselta tasolta. Oven kasaaminen aloitetaan kiinnittämällä 10 millimetrin paksuinen kiinnikelevy kiila-ankkureilla hissioviaukon kynnyksivaraukseen. Porauskohta kiila-ankkurille tulee olla minimissään 60 millimetriä hissikuilun reunasta betonin lohkeamisen estämiseksi. Kiinnikelevyjien kuilun sivuseinien puoleiset laidat asennetaan luotilankoihin kohtisuorasti. Kiinnikelevyt asennetaan vaakasuoraan ja mitataan kiinnikelevyjien etäisyys toisistaan. Kiinnikelevyjien etäisyys toisistaan pitää olla tasonoven luotilankojen levyinen molemmista reunoista.

(Kuva 15.)

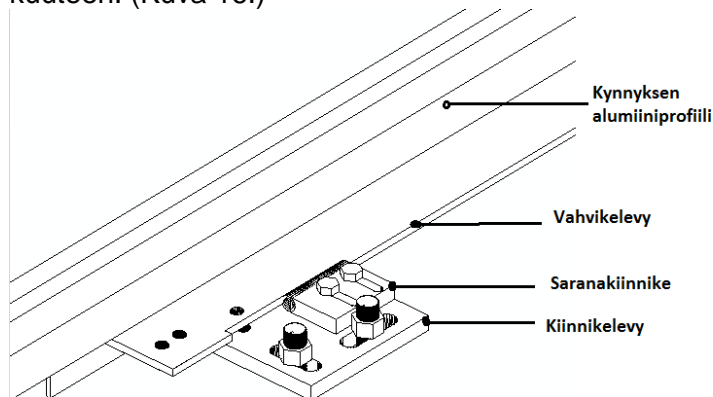


Kuva 15. Kynnyksen kiinnikelevyt asennettuina kynnykseen.

Kiinnikelevyn korkeus säädetään valmiista lattiapinnasta 35 millimetriä alaspäin. Korkeuden säätöön käytetään tarvittaessa mukana toimitettuja säätölevyjä, jotka asennetaan kiinnikelevyn ja kynnyksivarauksen väliin.

Kerrostason raaka-aukon ylälaitaan asennetaan yläkiinnikkeeksi L-mallinen ohjainrauta estämään ovipaketin kaatumisen kuiluun oven pystyyn nostossa. Ohjainrauta säädetään luotilankojen kanssa kohtisuoraan ennen oven pystyyn nostamista. Ohjainraudan oikea mitoitus saadaan ottamalla mitta luotilangasta ohjainrautaan. Ohjainraudan oikealla säädöllä varmistetaan tasonoven yläpään oikea sijoitus.

Kynnyksen saranalevy asennetaan kynnyskiinnikkeisiin. Saranalevy kiinnitetään kahdella M8 pultilla kiinnikelevyyn sekä kynnyksen vahvikelevyyn ja kiristetään sormitiukuuteen. (Kuva 16.)

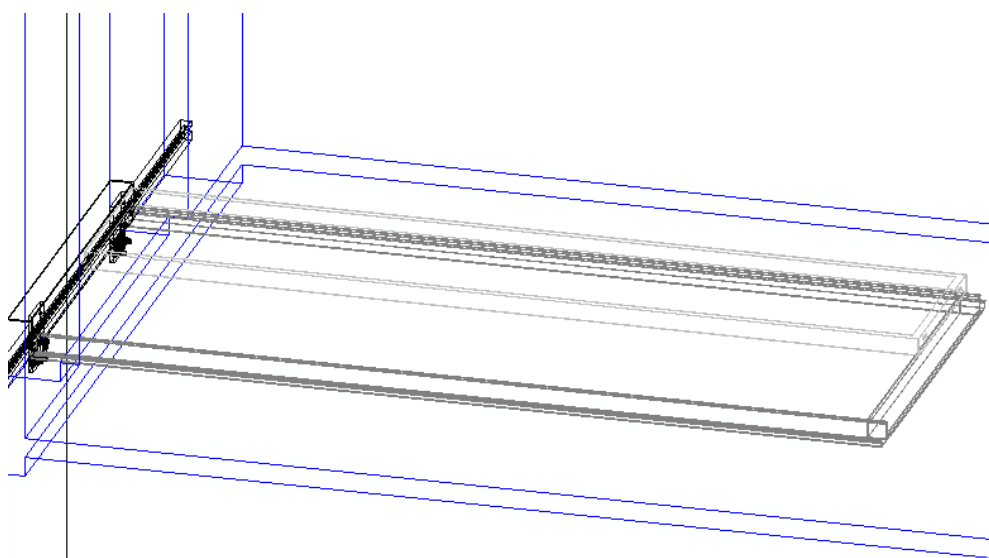


Kuva 16. Kynnyksen kiinnitys kiinnikelevyyn.

Saranalevy säädetään ääriasentoon, jolloin kynnyks liikkuu mahdollisimman paljon kuilun puolelle mahdollistaen kynnyksen kallistuksen tasolle. Kynnyks kallistetaan tasolle, jolloin saadaan turvallinen työskentely-ympäristö loppujen oven osien paikoilleen asentamista varten.

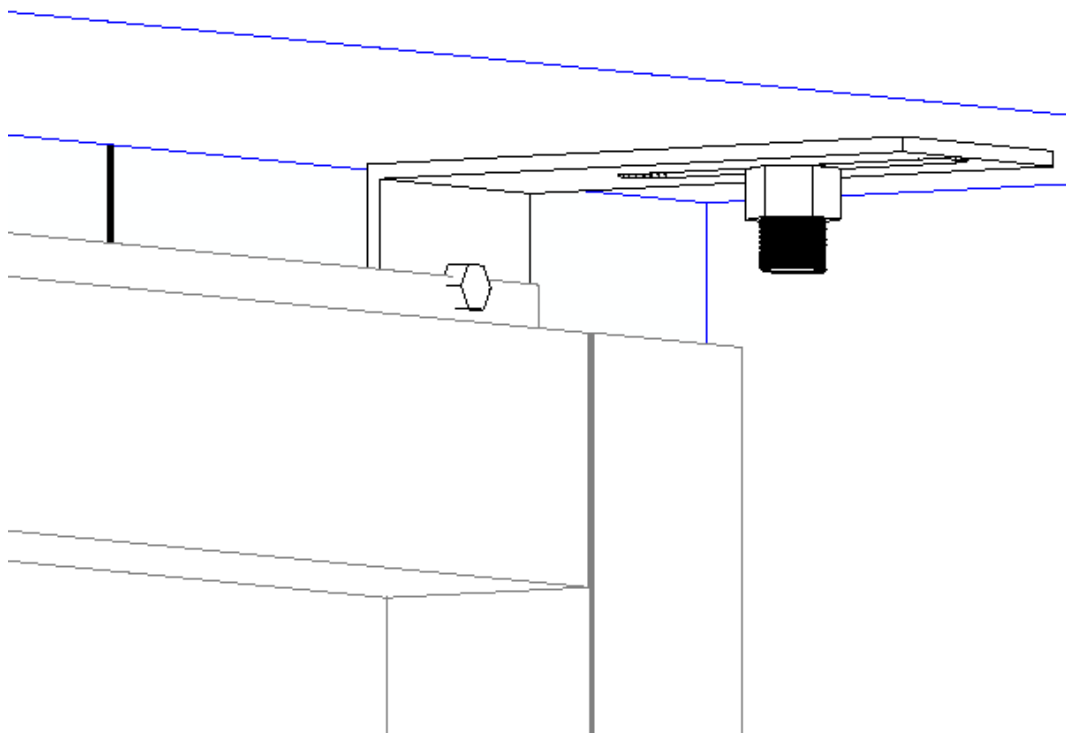
#### Karmin ja ovilehtien asentaminen ja lukitseminen

Kynnyksen vahvikkeeseen kiinnitetään oven pystytolpat pulteilla. Pystytolppien väliin asennetaan karmin yläpala. Ovilehdet lasketaan valmiin karmin päälle ja alaohjaimet asennetaan kynnyksuraan. (Kuva 17.)

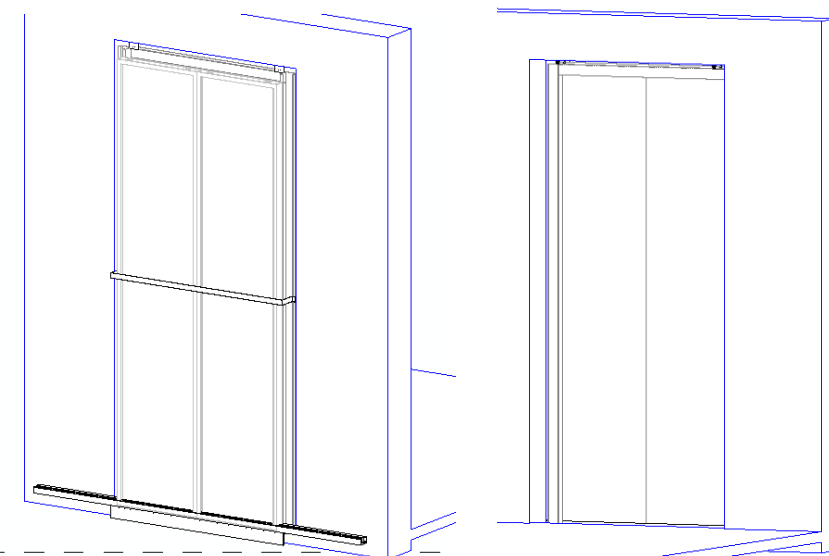


Kuva 17. Tasonoven kasaus kerrostasanteella ennen pystyyn nostoa.

Ovilehtien paikoillaan pysymisen varmistamiseksi asennetaan kiinnikerauta ovilehtien taakse, joka kiinnitetään karmin pystytolppiin. Tasonovi nostetaan pystyyn käsin, jolloin tasonoven karmin yläosa asettuu vasten ohjainraudan pintaa. Tasonovi kiinnitetään ylälipasta ohjainrautaan pulttiliitoksella. (Kuva 18 ja 19.)



Kuva 18. Tasonoven kiinnitys yläreunasta.



Kuva 19. Tasonovi pystyyn nostettuna kuilusta ja tasolta katsottuna.

## Tasonoven asennuksen viimeistely

Tasonovien ovikoneistojen asennus suoritettaisiin vasta varsinaisen hissien asennuksen yhteydessä, jolloin ne olisivat suojassa rakennustyömaan ulkoisilta vaurioilta kuten pölyltä, vedeltä, siivousjätteeltä ja betonilta. Ovikoneiston asennuksen yhteydessä ovilehdet kiinnitetään ovikoneiston kannattimiin ja poistetaan tason ovien lukitusrauta, jolloin tasonovesta kulkeminen hissikoriin ja korin katolle on mahdollista. Tason ovien ulkopuolinen viimeistely on mahdollista tehdä heti tasonovien asennuksen jälkeen listoittamalla, pielipelleillä tai rakennusteknisellä toteutuksella, jolloin tasonovi näyttää tasolle täysin valmiilta.

## Asennusmenetelmän vaatimat muutokset oven osiin ja kiinnikkeisiin

Asennusmenetelmä vaatii tasonoven kiinnikkeiden muutokset ylä- ja alakiinnikkeisiin. Kynnyskiinnikkeet muokattaisiin nykyisistä kiinnikkeistä lisäämällä kiinnikkeisiin kohdistintappi sekä kierrereiat saranakiinnikettä ja kynnyksen paikoilleen lukitusta varten. Kynnyksen vahvikelevy täytyy tehdä nykyistä vahvikelevyä vahvemmassa materiaalista. Ohjainkiinnikkeet tasonoven ylälaitaan valmistettaisiin kiinnikkeestä tehtyjen kuvien mukaan. Ovien lukitsemiseen ennen ovikoneistojen asentamista pitäisi valmistaa sidosrauta, jolla estettäisiin ovien kaatuminen kuiluun ja avaaminen tasolta ennen hissien asentamista.

## Asennusmenetelmän työturvallisuusriskit

Ovien asentamiseen liittyviä riskejä, joita voidaan hyvällä asennuksen suunnittelulla minimoida. Seuraavassa esitellään asennusmenetelmään 1 liittyvät riskit ja niiden minimoiminen.

- Kuiluun putoamisen riski esiintyy kuilun mittauksen sekä kiinnikkeiden ja nostimen asentamisen aikana. Putoamisriski voidaan poistaa kiinnikkeiden ja nostimen asennuksen aikana käyttämällä putoamisen estävää suojainta ja työskentelemällä kuilun suojakaiteiden ulkopuolelta.
- Kompastumisriski tasolla. Tason ovi kootaan tasolla vaakatasossa ja aiheuttaa kompastumisriskin kerroksessa liikkuville. Riskiä voidaan pienentää rajaamalla tai sulkemalla työskentelyalue suoja-aidoin tai suojanauhoin tasonoven asentamisen ajaksi.

- Oven nostoon liittyvät riskit. Oven pystyyn nostaminen on ergonomisesti haastava, kun valmis ovi nostetaan kokonaisuudessaan pystyyn. Nostamiseen liittyviä riskejä vähentämään pitää oven nostossa kiinnittää huomiota oikeaan nostotekniikkaan.

#### Suunnitellun asennusmenetelmä 1:n edut

Suunnitellun tasonovien asennusmenetelmä 1:n muutoksesta aiheutuvien etujen arviointi nykyiseen asennusmenetelmään verrattuna.

- Tasonoven raaka-aukko on suojattu kokonaan valmiiksi hissiasennuksen alkaessa, jolloin kuilussa työskentely on turvallisempaa.
- Kiinnikkeiden asennus suoritetaan tasolta kaiteiden takaa.
- Hissin tavarat toimitetaan osissa työmaalle, jolloin varastointitarve pienenee.
- Tasonovien asennus suoritetaan täysin tason puolelta.
- Tasonovien asennus suoritetaan ilman työnaikaista nostinta.
- Asennusaikaisen nostimen käyttöaika hissin asennuksessa pienenee noin kahdella tunnilla kerrosta kohden.
- Ovikoneistojen asennus suoritetaan hissin asennuksen yhteydessä, jolloin ne eivät ole alttiita likaantumisen tai vaurioitumiselle.

#### Suunnitellun asennusmenetelmän haitat

Suunnitellun tasonovien asennusmenetelmä 1:n muutoksesta aiheutuvien haittojen arviointi nykyiseen asennusmenetelmään verrattuna.

- Alimmainen tasonovi on poistettava varsinaisen hissin asennuksen alkaessa, jotta vältetään oven vaurioituminen hissin asennuksen yhteydessä.
- Kerrostaolla tasonoven kokoamiseen tarvittava tila on suuri, eikä kokoamista ole mahdollista toteuttaa jokaisessa kohteessa, jos tason käytävä on kapea tasonoven kohdalla.
- Tasonoven kokoaminen kerrostaolla rajoittaa muiden rakennuksen käyttäjien liikkumista asennuksen aikana.
- Tasonoven kynnyksivaraukset ovat oltava suorina, eikä suuria heittoja sallita.

### 4.3 Suunniteltu asennusmenetelmä 2

Suunnitellussa asennusmenetelmässä 2 hissien tasonovien asentaminen tapahtuisi ennen varsinaista hissien asentamista kokoamalla tasonovi kuilun pohjalla ja nostamalla ovi materiaalinostimen avulla asennettavaan kerrokseen. Tasonoven kasaaminen kuilun pohjalla vaatii erillisen suojauksen asentamisen kuiluun, jolla varmistetaan kuilussa työskentelevien turvallisuus oven kokoamisen aikana.

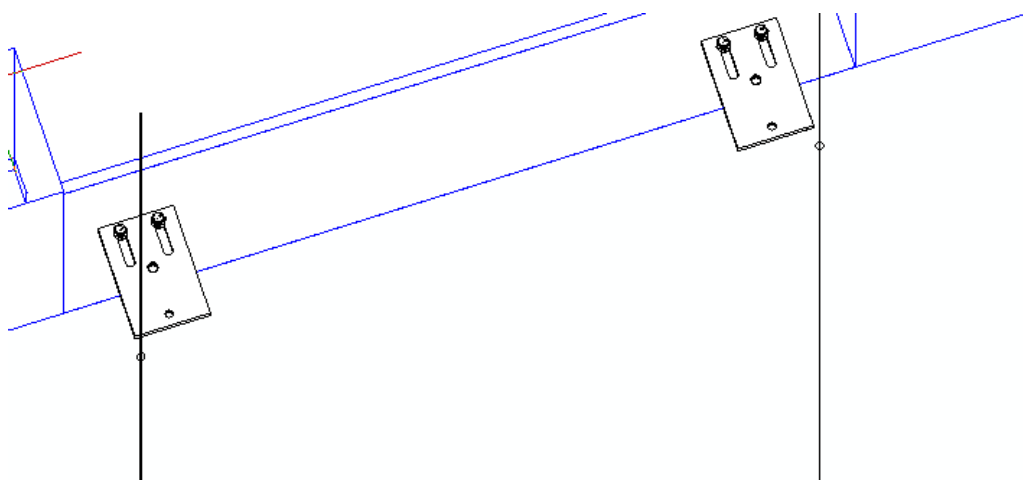
#### Luotilankojen asennus kuiluun

Luotilankojen telineet mitoitetaan ja asennetaan ylimmän oviaukon yläreunaan kiila-ankkureilla. Luotilankoihin kiinnitetään pienet painot ja lasketaan kuilun pohjalle. Luotilangat säädetään kuilun etuseinästä irti asennuskuvien mukaiseen etäisyyteen. Luotilangat keskitetään sivuttaissuunnassa raaka-aukon keskelle siten, että luotilankojen etäisyys toisiinsa säädetään tasonoven valoaukon levyiseksi. Kuilun pohjalla luotilankoihin asennetaan kilon painoiset punnukset, jotka jäävät muutaman sentin irti kuilun pohjasta. Painojen asennuksen jälkeen luotilankojen heilunnan annetaan rauhoittua. Luotilankojen ollessa stabiileita, luotilangat kiinnitetään kuilun etuseinään lankakiinnikkeillä. Luotilangoista mitataan etäisyys kuilun etuseinään ja raaka-aukon reunaan. Toleranssi luotilangasta kuilun etuseinään on +30 ... -20 millimetriä ja raaka-aukon reunaan  $\pm 25$  millimetriä asennuskuvien mukaisista mitoista.

#### Oven kiinnikkeiden asennus tason raaka-aukkoon

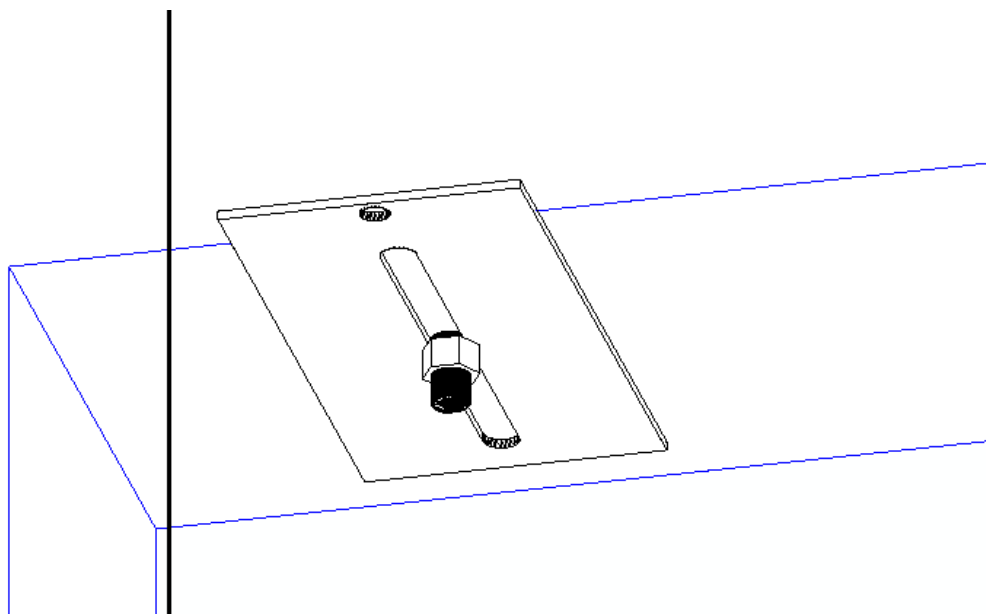
Oven kynnyksen kiinnikkeet asennetaan raaka-aukon kynnykseen kuvan 20 mukaisesti kiila-ankkureilla. Kiinnikelevyjen korkeus kiinnikelevyn yläpinnasta valmiin lattiapinnan merkkiin on oltava 35 millimetriä. Kiinnikelevyjä korotetaan tarvittaessa asentamalla kiinnikelevyn alle säätölevyjä. Kiinnikkeen toinen sivu asennetaan luotilankaan nähden kohtisuoraan ja kiinnikkeen kulma 25 millimetriä irti luotilangasta. Kiinnikkeiden ristimita mitataan ja säädetään tarvittaessa.





Kuva 20. Kynnyskiinnikkeet asennettuna kerrostasolle.

Tason oven yläkiinnikkeet asennetaan raaka-aukon yläpintaan samoilla mitoilla, kuin kynnykseen tulevat kiinnikkeet. (Kuva 21.) Kynnyskiinnikkeen ja yläkiinnikkeen pystysuora etäisyys mitataan molemmista kiinnikkeistä ja tulokset merkitään mittaustaulukoon, mittaustuloksia tarvitaan tasonovien ovikoneiston kiinnikkeiden oikean korkeuden määrittämiseen.



Kuva 21. Tason oven yläkiinnike.

Ovien kiinnikkeet asennetaan järjestelmällisesti samaan linjaan jokaiseen kerrokseen ylhäältä alaspäin ja tallennetaan kiinnikkeiden pystysuuntainen etäisyys mittaustaulukoon. Kiinnikkeiden asentamisen jälkeen luotilangat poistetaan kuilusta.

## Materiaalinostin ja kuilun suojataso

Materiaalinostin kuljetetaan ylimpään kerrokseen. Nostimelle asennetaan kiinnityslevy kuilun ylimmän kerrostason lattiaan noin puolen metrin etäisyydelle hissikuilusta. Materiaalinostin kiinnitetään nostimen kiinnityslevyyn. Raaka-aukkoon asennetaan nostimen taittopyörän teline keskelle raaka-aukon yläreunaa. Taittopyörän telineen vääntymisen estävät kolmiotuet asennetaan kynnyksvarauksen takalaitaan raaka-aukon reunoihin kiila-ankkureilla. Taittopyörän etäisyys kuilun etuseinästä säädetään ylimmän tasonoven asennuksen ajaksi mahdollisimman lähelle kuilun etureunaa ja ylimmän tasonoven asennuksen jälkeen taittopyörän teline säädetään äärimittaan, jolloin nostimen vaijeri ja koukku menevät noin 20 senttimetriä kuilun puolelle. Nostimen vaijeri reititetään taittopyörän kautta kuiluun ja vaijerin toinen pää asennetaan nostimeen. Nostopiste testataan kiinnittämällä nostimen koukku nostimen kiinnityslevyyn ja kiristämällä nostimen vaijeria niin pitkään, että nostimen kuormaraja katkaisee ajon. Nostimen kuormarajalla varmistetaan nostimen nostokyvyn olevan mitoitettu nostimen kapasiteetille. Vetokokeella varmistetaan, että nostopiste kestää vähintään nostimen maksimikuormituksella olevan kuormituksen.

Kuiluun putoavien tavaroiden riskin pienentämiseksi kuiluun toiseksi alimman kerrostason alareunan korkeuteen asennetaan avattava suojataso. Suojataso toimii tasonoven kokoamisen aikana esteenä, jos kuiluun putoaa tavaraa ylemmiltä tasoilta. Tasonoven noston alkaessa avataan suojatason etulaita, jolloin tasonovi voidaan nostaa suojatason ohi. Suojatason rakentamisesta ja asentamisesta vastaa rakennuttaja.

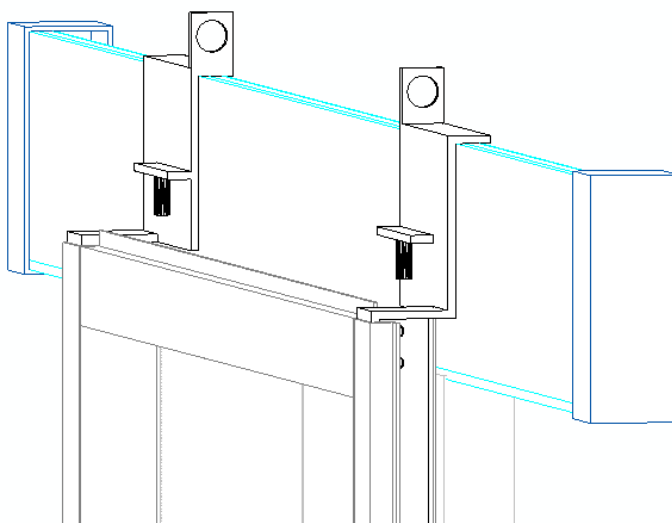
## Tasonovien asennus

Tasonovien asennus aloitetaan ylimmästä kerroksesta. Ylimmäisen kerroksen kuilun kaiteita ei poisteta oven asennuksen jälkeen, koska tasonoven välistä reititetään kulkemaan nostimen vaijeri. Ylimmän tasonoven asennuksen jälkeen materiaalinostimen taittopyörä työnnetään kuilun puolelle, jolloin nostimen vaijeri kulkee irti asennetuista tasonovista alempien kerrosten tasonovien asennuksen aikana.

Asennettavan kerroksen tasonoven osat tuodaan alimman kerroksen raaka-aukon eteen ja oven osat valmistellaan kuilun edessä kerrostasolla. Tasonovien esivalmistelussa osista poistetaan suojamuovit paikoista, joissa ne jäävät puristuksiin osien väliin ja joista

ne on mahdoton poistaa kokoamisen jälkeen. Tasonoven kokoaminen kuilun pohjalla aloitetaan nostamalla tasonoven kynnyksen kuilun pohjalle. Kynnykseen kiinnitetään oven karmien pystytolpat ja pystytolpat säädetään suoraan kulmaan kynnykseen nähden. Pystytolppien väliin asennetaan karmin ylätolppa ja ovikoneiston kiinnikkeet ja asetetaan karmin osien näkyvät pinnat tasaisesti toisiinsa. Karmin asennuksen jälkeen tasonoven ovikoneistoon kiinnitetään haaraketju, joka on kiinni materiaalinostimen koukussa. Ovikoneisto nostetaan materiaalinostinta apuna käyttäen kuiluun. Ovikoneisto nostetaan oikealle korkeudelle, josta se on helppo asentaa tasonovessa oleviin kiinnikkeisiin. Materiaalinostin jätetään ovikoneistoon kiinni tasonoven nostamista varten. Ovikoneiston pystyvuoruu tarkastetaan ja säädetään tarvittaessa.

Ovikoneiston vahvikkeisiin asennetaan oven yläkiinnikkeet. (Kuva 22.) Ovikoneistoa säädetään mittaustaulukon mukaiselle etäisyydelle. Tasonoven ovilehdet nostetaan kuiluun ja ovilehtien alaohjaimet ohjataan kynnyksiin. Ovilehdet kiinnitetään ovikoneiston kannatinvaunuihin ja oviraot säädetään standardin mukaisiksi.

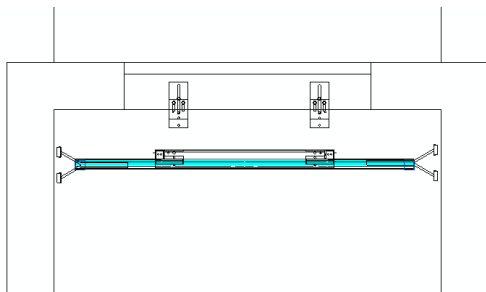


Kuva 22. Tason oven yläkiinnikkeet ja ohjaustapit asennettuina kiinnikkeisiin.

Oven sulkupaino asennetaan ovilehteen ja hätäavauslaitteen toiminta tarkastetaan. Tasonoveen asennetaan ohjausnarut neljään kulmaan, joiden avulla tasonovea voidaan ohjata oven noston aikana kerrostasanteelta kurottautumatta kuiluun.

## Tasonoven nosto kuilussa ja asennus kerrosten välillä

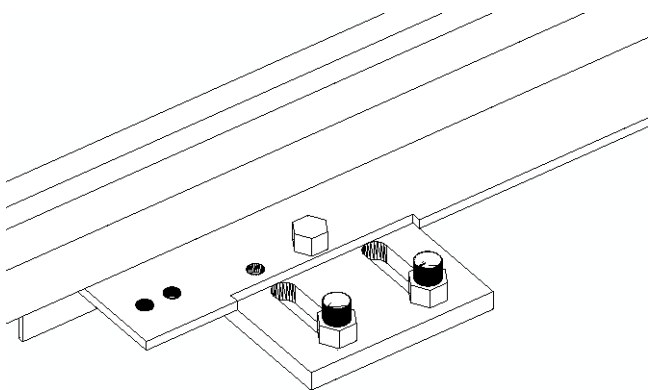
Tasonoven kynnyksen ja ovikoneiston päihin asennetaan ohjaustyökalut, jotka estävät oven hallitsemattoman liikkeen kuilussa noston aikana. Ohjaustyökalun pituus säädetään kuilun levyiseksi ja kiinnitetään ovikoneiston päälle ja kynnyksuraan. (Kuva 23.)



Kuva 23. Ohjaustyökalut kiinnitettynä tasonoveen.

Tasonovea nostetaan kuilun pohjasta irti ja mennään avaamaan suojatason etureuna. Tasonovea nostetaan kuilussa kerros kerrallaan ja näköyhteys on säilytettävä nostettavan oveen jatkuvasti. Ovi nostetaan asennettavaan kerrokseen. Tasonoven ovikoneiston ollessa noin metrin asennettavan tason lattian yläpuolella poistetaan ohjaustyökalu ovikoneiston päältä. Nostoa jatketaan ja ohjataan samalla oven yläpäättä ohjausnaruilla. Tasonovi nostetaan muutama sentti kerrosten yläpuolelle ja poistetaan ohjaustyökalut kynnyksestä. Ovi nostetaan noin 30 millimetriä kerroksen lattian yläpuolelle, vedetään ohjausnaruilla kynnyskiinnikkeiden päälle ja lasketaan kiinnikkeiden varaan.

Tason ovi lukitaan kynnyksen vahvikepellistä kynnyksen kiinnikkeisiin pulteilla. Lukitus varmistaa kynnyksen pysymisen ala-asennossa. (Kuva 23.)



Kuva 24. Tason oven kynnyks lukittuna kiinnikkeeseen.

Materiaalinostimen ketju irrotetaan tasonoven ovikoneistosta ja lasketaan kuilun pohjalle seuraavan oven nostoa varten. Asennusta jatketaan kerros kerrokselta alaspäin ja valmistuneen oviasennuksen jälkeen tasoilta voidaan poistaa kuilun suojakaiteet.

#### Asennuksen viimeistely

Alimmaisen tason oven asennuksen jälkeen materiaalinostin ja materiaalinostimen vaijeri poistetaan kuilusta ja pakataan nostinlaatikkoon. Taittopyörän teline ja tuet poistetaan tasonovien välistä, pakataan säilytyslaatikkoon ja tasonovet suljetaan. Tasonovien pinnat tarkastetaan ja valokuvataan asennuksen jälkeen, jotta virheettömyys on mahdollista todentaa jälkikäteen.

#### Tasonoven ja asennusmenetelmän muutokset

Asennusmenetelmä vaatii muutoksia ovien kiinnikkeisiin ja ovikoneiston kiinnikkeiden rakenteisiin. Tasonoven kiinnittäminen kuilun raaka-aukon kynnyksivaraukseen ja raaka-aukon ylälaitaan vaativat kiinnikkeiden muutoksia, koska ovea ei kiinnitetä kuilun puolelta. Kiinnikkeiden kustannukset pysyvät nykyisellä tasolla vanhojen kiinnikkeiden poistuessa toimituksista. Kustannuksia kasvattaa nykyiseen menetelmään verrattuna asennusaikaisen nostimen kiinnityspiste, taittopyörän teline ja ohjausrullat tasonovelle. Asennusaikaisen nostimen käyttötarpeen pieneneminen taas vähentää asennuksissa käytettävien nostinten tarvetta, jolloin asennuksen aikana nostinten kiertonopeus kasvaa vähentäen nostimiin käytettäviä investointeja. Tason ovien asennus kuilun pohjalla tehdään nykyiseen asennusmenetelmään verrattuna ergonomisemmin ja turvallisemmin, josta seuraa kustannusten pieneneminen pitkällä aikavälillä sairauskustannuksissa ja asennuksen tehokkuuden kasvamisena. Kuilun raaka-aukkojen suojaus jää pois asennusajasta ja tehostaa lopullisen hissien asennusta. Hissien asennuksen aloitus on nopeampaa, kun kuilussa on valmiiksi ovet, joista saadaan mitoitettua hissien sijainti kuilussa.

## Asennusmenetelmään liittyvät työturvallisuusriskit

Ovien asentamiseen liittyvät riskit, joita voidaan hyvällä asennuksen suunnittelulla minimoida. Seuraavassa esitellään asennusmenetelmään 2 liittyvät riskit ja niiden minimoiminen.

- Kuiluun putoamisen riski esiintyy kiinnikkeiden ja nostimen asentamisen aikana. Putoamisriski voidaan poistaa kiinnikkeiden ja nostimen asennuksen aikana käyttämällä putoamisen estävää suojainta.
- Kuiluun putoamisen riski kuilun mittausta tehdessä. Putoamisriskin minimoimiseksi kuilun mittaus ja kiinnikkeiden paikkojen merkitseminen suoritetaan suojakaiteiden takaa.
- Kuilun pohjalla työskennellessä on tavaroiden putoamisriski tasoilta kuiluun. Muiden rakennuksessa työskentelevien tiedottaminen kuilussa työskentelystä ennaltaehkäisee tahallista tavaran pudottamista kuiluun ja kuilun alaosaan asennettava suojataso suojaa kuilussa työskenteleviä oven kokoamisen ajan.
- Nostimen käytöstä aiheutuvat riskit. Nostimen väärinkäyttö on estettävä luotettavasti lukitsemalla nostimen jännitteensyöttö aina kun nostin ei ole käytössä. Nostimen kaukosäädintä käyttää vain oven kokoaja. Noston aikana näköyhteys nostettavaan kappaleeseen on säilytettävä katkeamattomana.
- Oven putoaminen noston aikana. Noston aikana kuilussa nostettavan taakan alla ei työskennellä. Nostin on koeponnistettava ja nostimen suurinta nostokykyä ei saa ylittää. Nostimen vuositarkastus on oltava suoritettuna ja dokumentoituna.

## Asennusmenetelmän vaatimat erikoistyökalut ja suojaukset

Asennuksessa tarvitaan materiaalinostin, jolla ovet nostetaan kuilua pitkin kerrokseen. Materiaalinostimen kapasiteetiksi riittää 300 kilogrammaa, jolla voidaan asentaa lähes tulkoon kaikki eri ovivariaatiot. Nostimen vaijerin ohjaamiseen kuilussa valmistetaan kolmiojalka, jolla nostimen vaijeri reititetään taittopyörän kautta kuiluun oikealle etäisyydelle.

Oven nostamiseen kuilua pitkin valmistetaan ohjaimet tasonovelle, jotka estävät oven törmäämisen kuilun seiniin noston aikana. Oven ohjainten runko valmistetaan alumiinista ja ohjainten päätyihin tulevat ohjaukselliset muoviset ohjaimet. Ohjainten rullat kiinnitetään runkoon jousikuormitteisella teleskooppiputkella, jotta kuilun seinien epätasaisuudet eivät estäisi oven nostoa.

Tasonoven kokoaminen kuilun pohjalla vaatii suojatason, jolla estetään kuiluun putoavien tavaroiden aiheuttamat materiaali- ja henkilövahingot. Suojatason on oltava riittävän lujasta materiaalista valmistettu ja varustettava koko kuilun levyisellä avautuvalla etulaidalla.

#### Suunnitellun asennusmenetelmän edut

Suunnitellun tasonovien asennusmenetelmä 2:n muutoksesta aiheutuvien etujen arviointi nykyiseen asennusmenetelmään verrattuna.

- Tasonovi asennetaan täysin valmiiksi kasattuna, jolloin hissien asennuksen aikana hissikuilu on täysin suojattu.
- Kuilun tasonoven ympäristö voidaan viimeistellä aikaisemmin rakentamisen aikana.
- Tasonovi toimii rakentamisen aikana putoamissuojauksena, eikä raaka-ainekoihin tarvitse asentaa erillisiä suojauksia.
- Tasonovet asennetaan lopulliselle paikalle, jolloin hissien asennuksen jälkeen tasonoviin tehdään enää hienosäätöä.
- Tasonoven kokoaminen kuilun pohjalla mahdollistaa työn suorittamisen ergonomisessa työasennossa.
- Tasonoven osia ei jaeta kerroksiin, jolloin niistä ei ole ylemmissä kerroksissa esimerkiksi kompastumisriskiä muille rakennuksen työntekijöille.
- Tasonovet voidaan asentaa melkein missä tahansa vaiheessa rakennuksen rakentamisen aikana.
- Asennusaikaisen nostimen käyttöaika hissien asennuksen aikana pienenee, jolloin asennusnostinten kiertoaika lyhenee.
- Logistiikan ja tavaroiden varastotilojen tarve pienenee työmaalla.

Suunnitellun asennusmenetelmän haitat

Suunnitellun tasonovien asennusmenetelmä 2:n muutoksesta aiheutuvien haittojen arviointi nykyiseen asennusmenetelmään verrattuna.

- Tasonovien kiinnikkeiden asentaminen etukäteen vaatii tarkkaa työtä.
- Tasonovien asentamisen jälkeen tehtävät säätötyöt voidaan suorittaa vasta hissiasennuksen yhteydessä.
- Tasonovien nostamiseen kuilua pitkin tarvitaan materiaalinostin ja ohjaustyökalut hallittuun nostamiseen.
- Tasonovet ovat alttiita vaurioille johtuen tasonovien asennuksen aikaisesta vaiheesta.
- Alin tasonovi joudutaan poistamaan varsinaisen hissiasennuksen ajaksi, jotta hissin tavaroiden haalaus kuiluun onnistuu.

## 5 Taloudellinen laskelma ja tulokset

### 5.1 Arvioidut kustannukset ja asennusaikojen vertailu

Asennusaikojen arvioitaessa taulukossa 1 on käytetty esimerkkilaskelmissa kymmenenkerroksista hissiä, joka asennetaan yhden asentajan menetelmällä. Tavaroiden etäisyys kuilusta on kaksikymmentä metriä. Yhden hissiasentajan kustannus on laskelmissa 60 euroa tunnissa. Materiaalikustannuksia asennusmenetelmä 2:ssa lisää ohjaustyökalujen ja nostimen telineiden valmistuskustannus, jotka ovat kertaluontoisia kustannuksia. Asennusajaksi oville laskettiin kolme tuntia kerrosta kohden, kun asennus tapahtuu korin katolta. Asennusmenetelmä 1:n asennusajaksi tavaroiden haalaukset mukaan luettuna laskettiin neljä tuntia kerrosta kohden. Asennusmenetelmä 2:n asennusaika laskelmissa on 3,5 tuntia kerrosta kohden.

Nostimen kustannuksissa huomioitiin erilaiset nostintyyppit ja niiden kustannukset vertailtuna hankintahintaan. Asennuksessa käytettävän nostimen hankintahinta on noin nelinkertainen materiaalinostimeen verrattuna.



Taulukko 1. Arvioidut asennusmenetelmien kustannukset.

Nykyinen asennusmenetelmä		
Materiaalikustannukset (työkalut):	-	
Tason oven kiinnikkeet	150	€
Asennusnostimen kustannus á 20€/h	600	€
Asennuksen kustannus á 60€/h	1800	€
Kustannukset yhteensä:	2550	€

Asennusmenetelmä 1		
Materiaalikustannukset (työkalut):	-	
Tason oven kiinnikkeet:	180	€
Asennusnostimen kustannus á 20€/h	300	€
Asennuksen kustannus á 60€/h	2400	€
Kustannukset yhteensä:	2880	€

Asennusmenetelmä 2		
Materiaalikustannukset (työkalut):	500	€
Tason oven kiinnikkeet:	250	€
Materiaalinostimen kustannus á 5€/h	200	€
Asennuksen kustannus á 60€/h	2100	€
Kustannukset yhteensä:	3050	€

Taulukon 1 laskelmissa ei ole huomioitu asennuksessa saavutettavia asennusaikojen säästöä kuilun suojausten asennuksen osalta. Asennusaika yhdelle kuilun raaka-aukon suojalle on noin 15 minuuttia. Kokonaisuudessa tämä tuo rahallista säästöä laskelman mukaiseen asennukseen uusissa menetelmissä yhteensä 150 euroa asennusta kohden.

Kustannusvertailun perusteella kannattavin asennusmenetelmä on nykyisin käytössä oleva menetelmä, mutta jos uuden asennusmenetelmä 2:n työkalut jaetaan useamman asennuksen kesken, on tämä menetelmä pitkällä aikavälillä kustannustehokkain. Turvallisuusnäkökohdat huomioiden suunnitellussa asennusmenetelmä 2:ssa työturvallisuus tasonovien asennuksen ja hissien asennuksen aikana on korkeampi kuin nykyisessä menetelmässä.

## 5.2 Kehitystyön tulokset ja tulevaisuus

Asennusmenetelmien kehitystyössä eri variaatioiden kirjo rajautui lopulta kahteen toisistaan poikkeavaan vaihtoehtoon, joita on mahdollista käyttää tulevaisuudessa osana hissien asentamista. Lähtökohtana työssä pidettiin mahdollisimman pieniä muutoksia nykyiseen oviratkaisuun, asennuksen kehittämistä asiakkaan tarpeiden näkökulmasta ja rakennuksen käyttäjien sekä asennusaikaisen turvallisuuden parantamista. Eri asennusvariaatioita ja kiinnitysvaihtoehtoja ideoitiin työn aikana noin kymmenen, joista valittiin kaksi vaihtoehtoa kehitystyöhön. Yhtenä valintaperusteena pidettiin hissien asennuksessa yleistyvän robotiikan hyväksikäytön mahdollisuutta, jonka käyttö tulevaisuudessa lisääntyy jatkuvasti. Kehitystyössä huomioitiin asennuksen näkökulma työhistoriaan peilaten ja arvioiden turvallisuutta kuilussa työskentelyyn.

Kehityksessä onnistuttiin ottamaan huomioon työn tavoitteet ja täyttämään asetetut vaatimukset. Kehitystyön tuloksena saadut suunnitelmat menevät arvioitavaksi globaaliin tuotekehitysyksikköön, jossa kehitystyöstä saadut ideat kerätään yhteen. Arvioinnin jälkeen kehitystyössä tehdyistä asennusmalleista tehdään ensimmäiset versiot ja asennusmenetelmät testataan testikuiluissa. Asennusmenetelmien testauksesta koostetaan raportti, johon kerätään mahdolliset kehitysehdotukset.

## 6 Yhteenveto

Opinnäytetyössä kehitettiin uutta oviratkaisua ja asennusmenetelmää hissien tasonoville. Kehitystyöksi valittiin asennusmenetelmän kehittäminen hissien tasonovien asentamiseksi ennen varsinaista hissien asentamista, jolloin hissikuilu on täysin tyhjä.

Työn tavoitteena oli kehittää hissien tasonoven asennusmenetelmiä ja kiinnikkeitä, joilla voidaan vastata asiakkaiden tarpeisiin vaihteittain käyttöön otettavien kiinteistöjen rakentamisessa. Työn tavoitteena oli myös kehittää asennuksen aikaista turvallisuutta ja karsia päällekkäisiä töitä eri toimijoiden välillä. Henkilökohtaiseksi tavoitteeksi asetin itseleni kolmiulotteisten kuvien toteuttamisen ja suunnitelmien piirtämisen suunnitteluohjelmalla nykyisen työtehtävän tukemiseksi.

Työ aloitettiin suunnitteleamalla raakaversiot paperille ja miettimällä eri asennusvaihtoehtoja. Asennusvaihtoehtoista arvioitiin asennuksen aikasäästöt, materiaalien muutostarpeet, asennuksen toteutettavuus teoriassa, käytännön asennushaasteet ja tuotteen soveltuvuus tulevaisuuden tarpeisiin. Useasta eri vaihtoehdosta koostuvan työn rajaaminen työmäärältä sopivaksi osoittautui haastavimmaksi jokaisen vaihtoehdon sisältämien hyvien puolien johdosta. Aikaa työssä meni arvioitua enemmän myös uuden suunnitteluohjelman käytön harjoitteluun, kun aikaisempi kokemus kolmiulotteisesta komponenttien suunnittelusta oli rajautunut valmiiksi piirrettyjen komponenttien sijoittamiseen.

Kehitystyön lopputuloksena syntyi kaksi vaihtoehtoista menetelmää tasonovien asentamiseen, joka oli tämän kehitystyön tarkoitus. Asennusmenetelmissä on arvioitu edut, haitat, kustannukset, riskit ja työturvallisuuteen vaikuttavat asiat. Komponentit piirrettiin kolmiulotteisina.

Kehitystyötä jatketaan testikuiluissa tehtävillä asennuksilla kehitetyistä oviversioista. Testien perusteella voidaan tehdä päätös tuotteiden soveltuvuudesta käyttötarkoitukseen.

## Lähteet

- 1 A history of elevator doors. Verkkoaineisto. Elevator World Inc. <<https://www.elevatorworld.com/a-history-of-elevator-doors/>>. Luettu 24.10.2019.
- 2 Maankäyttö- ja rakennuslaki, osittainen loppukatselmus. 2014. 41/17.1.2014.
- 3 KONE Yrityksenä. Verkkoaineisto. KONE Oyj. <<https://www.kone.com/fi/yhtio/>>. Luettu 14.9.2019.
- 4 Elevator solutions. Verkkoaineisto. KONE Oyj. <<https://www.kone.com.au/new-buildings/elevators-lifts>>. Luettu 14.9.2019.
- 5 Pilvenpiirtäjä. Verkkoaineisto. Wikipedia. <[https://fi.wikipedia.org/wiki/Pilvenpiirt%C3%A4j%C3%A4#cite\\_note-10](https://fi.wikipedia.org/wiki/Pilvenpiirt%C3%A4j%C3%A4#cite_note-10)>. Luettu 28.10.2019.
- 6 Skyscraper 2017. Verkkoaineisto. Britannica. <<https://www.britannica.com/technology/skyscraper>>. 11.10.2017. Luettu 15.10.2019.
- 7 World urbanization prospects the 2018 revision. Verkkoaineisto. United Nations. <<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>>. 2019. Luettu 16.6.2019.
- 8 Koneen tasonoviratkaisut. Verkkoaineisto. KONE Oyj. <[https://www.kone.fi/Images/AMD-ovet\\_tcm36-50924.pdf](https://www.kone.fi/Images/AMD-ovet_tcm36-50924.pdf)>. Luettu 18.10.2019.
- 9 AMDC automatic landing door installation instruction. 2013. Yrityksen sisäinen dokumentti. KONE Oyj.
- 10 SFS-EN 81-20:2014. Hissien suunnittelua ja rakentamista koskevat turvallisuusohjeet. Henkilöiden ja tavaroiden kuljettamiseen tarkoitetut hissit. Osa 20: Henkilö ja tavarahenkilöhissit. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS Ry.
- 11 SFS-EN 81-50:2014. Hissien suunnittelua ja rakentamista koskevat turvallisuusohjeet. Arvioinnit. Osa 50: Hissin komponenttien suunnittelusäännöt, tarkastukset, laskelmat ja testit. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS Ry.
- 12 Take 2 basic module – using hoist for man riding. 9.10.2017. Yrityksen sisäinen dokumentti. KONE Oyj.