

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Petri Valkama

Selvitys henkilökuljetukseen tarkoitetun köysiradan  
peruskorjauksesta

Opinnäytetyö  
Kesäkuu 2018



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Kesäkuu 2018**  
**Kone- ja tuotantotekniikan**  
**koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80220 JOENSUU  
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)  
Petri Valkama

Nimeke  
Selvitys henkilökuljetukseen tarkoitetun köysiradan peruskorjauksesta

Toimeksiantaja  
Rinnekeskus Pääskyvuori Oy

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin Pääskyvuoren laskettelukeskuksen ensimmäisen hiihtohissin eli köysiradan kuntoa mekaniikan osalta. Hissin kunnosta ei ollut tietoa, sillä se on ollut poissa käytöstä yli 10 vuotta. Työssä perehdyttiin köysiradan rakenteeseen ja sitä koskeviin asetuksiin ja standardeihin. Työhön sisältyi suunnitelman laatiminen kustannusarvioineen köysiradan peruskorjaamiseksi.

Työn tavoitteena oli lisätä ymmärrystä köysiradoista, niitä koskevista määräyksistä, niiden rakenteesta ja kunnossapidosta. Toimeksiantajayrityksen kannalta työn keskeisin tavoite oli kuntoselvityksen tekeminen, josta selviää toimenpiteet ja kustannukset, jos hissi päätettäisiin ottaa käyttöön.

Työn tuloksena toimeksiantajayritys sai hyvän käsityksen köysiradan nykykunnosta ja voi arvioida peruskorjauksen ja hissin uudelleen käyttöönoton kannattavuutta.

Kieli

suomi

Sivuja 38

Liitteet 4

Liitesivumäärä 4

Asiasanat

hiihtohissi, köysirata, kuntoselvitys, peruskorjaus



**THESIS**  
**June 2018**  
**Degree Programme in Mechanical and  
Production Engineering**

Karjalankatu 3  
80220 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600 (switchboard)

Author (s)  
Petri Valkama

Title  
Renovation plan for ropeway installation which designed to transport persons

Commissioned by  
Rinnekeskus Pääskyvuori Oy

Abstract

The main task of this thesis was to evaluate the mechanical condition of a ski lift. The current status of the lift was unknown since it has been out of service for over 10 years. The operator of the ski lift is Ski Resort Pääskyvuori Ltd. The structure of the ropeway of the lift and the regulations and the standards concerning the ropeways are investigated in the thesis. The second part is to make a renovation plan including a cost estimate for taking the ropeway back into service.

The purpose of the thesis was to improve the knowledge about ropeways, their regulations, structure and maintenance. The main goal for the client company was to make a renovation plan where the actions and expenses are shown for taking the lift back into service.

As a result of this thesis the company gained a good understanding of the current mechanical condition of the ski lift and it can utilize the results of the thesis to estimate the expenses of the recommissioning of the ski lift.

Language

Finnish

Pages 38

Appendices 4

Pages of Appendices 4

Keywords

ski lift, ropeway, renovation plan

## Sisältö

1	Johdanto .....	5
1.1	Rinnekeskus Pääskyvuori Oy .....	5
2	Henkilökuljetukseen tarkoitettu köysirata .....	6
2.1	Yleiskuvaus.....	7
2.2	Euroopan Parlamentin asetus 2016/424 köysiratalaitteistoista .....	9
2.3	Köysiratalaitteiston tarkastaminen .....	10
2.4	Hiihtohissit Suomessa.....	11
2.5	Laahaushissin rakenne .....	12
2.6	Köysiratoja koskevat standardit .....	14
2.7	Köysiradan mitoitus.....	20
3	Pääskyvuoren Koltek-hiihtohissi .....	20
3.1	Koltek Oy .....	21
3.2	Rakenne .....	22
3.3	Vetoasema.....	22
3.4	Pylväät ja köysipyörästöt .....	23
3.5	Kääntöasema.....	24
3.6	Vetoköysi .....	27
3.7	Vetolaitteet.....	28
4	Kuntoselvitys.....	28
4.1	Vetoasema.....	28
4.2	Pylväät ja köysipyörästöt .....	29
4.3	Kääntöasema.....	31
4.4	Vetoköysi .....	32
4.5	Vetolaitteet.....	32
5	Kustannusarvio .....	33
5.1	Yhteenveto.....	34
6	Johtopäätökset .....	35
7	Pohdinta.....	36
	Lähteet.....	37

### Liitteet

Liite 1 6206 urakuulalaakerin tekniset tiedot

Liite 2 22214 pallomaisen rullalaakerin tekniset tiedot

Liite 3 Koltek-hissin kääntöpyörän kokoonpanokuva

Liite 4 Pääskyvuoren Koltek-hissin profiilikuva, pylväät 1-2

## **Määritelmät ja lyhenteet**

Henkilökuljetukseen tarkoitettu köysirata: Asetuksissa ja standardeissa käytetty virallinen nimitys hiihtohissille.

Peruskorjaus: Laitteen kunnostaminen sellaiseksi, kuin se uutena on ollut.

Modernisointi: Laitteen kunnostaminen uutta nykypäivän laitetta vastaavaksi.

MRT: Magnetic Rope Testing

Spleissaus (eng. splicing): Säikeisen köyden liittäminen toiseen punomalla säikeet yhteen.

# 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä selvitetään Pääskyvuoren laskettelukeskuksen ensimmäisen hiihtohissin kuntoa mekaniikan osalta. Työssä perehdytään köysiradan rakenteeseen ja sitä koskeviin asetuksiin ja standardeihin. Lisäksi laaditaan suunnitelma kustannusarvioineen köysiradan peruskorjaamiseksi.

Hissi on rakennettu vuonna 1973 ja sen on valmistanut suomalainen Koltek Oy. Hissi jäi pois käytöstä vuoden 2004 tietämällä, eikä tarkkaa syytä käytöstä poistolle ole tiedossa. Syyn selvittäminen on vaikeaa, sillä Pääskyvuoren edellinen yrittäjä on jo edesmennyt. Joka tapauksessa hissi on ollut poissa käytöstä niin pitkään, että sen perusteellinen läpikäynti on turvallisen ja luotettavan käytön kannalta välttämätöntä.

Työn tavoitteena on lisätä ymmärrystä köysiradoista, niitä koskevista määräyksistä, niiden rakenteesta ja kunnossapidosta. Toimeksiantajayrityksen kannalta työn keskeisin tavoite oli kuntoselvityksen tekeminen, josta selviää toimenpiteet ja kustannukset, jos hissi päätettäisiin ottaa käyttöön.

Työstä on rajattu pois kaikki sähköalan asiat. Mitään käytännön korjaustoimenpiteitä ei sisältynyt työhön, vaan kyseessä on suunnitelma peruskorjauksesta.

## 1.1 Rinnekeskus Pääskyvuori Oy

Rinnekeskus Pääskyvuori Oy on joulukuussa 2015 yritys, jonka kotipaikka on Heinävesi. Yritys harjoittaa hiihtokeskus toimintaa Heinäveden Pääskyvuorella. Pääskyvuorella on 5 rinnettä ja 3 hissiä. Pääskyvuoren suurin korkeusero on 102 metriä ja pisin rinne on 700 metrin pituinen. Pääskyvuoren kauden 2016-2017 liikevaihto oli 91 000 euroa ja se työllisti talvikaudella 3 – 5 työntekijää yrittäjä mukaan lukien.

Vaikka Rinnekeskus Pääskyvuori Oy on toiminut vasta kaksi talvikautta, on Pääskyvuorella lasketeltu jo 60-luvun lopulta alkaen. Aluksi mäen päälle noustiin lihasvoimin, sillä ensimmäinen hissi rakennettiin Heinäveden kunnan toimesta vuonna 1973. Kunta ylläpiti hiihtokeskus toimintaa vuoteen 1986, kunnes Jussi Pesu ja Olavi Karttunen vuokrasivat rinnealueen. Karttunen kuoli

vuonna 1993, jonka jälkeen Jussi ja Elina Pesu jatkoivat rinneyrittäjinä. Yrittäjät kehittivät Pääskyvuorta merkittävästi, esimerkkeinä mainittakoon 2 hissiä, lumetusjärjestelmä ja karavaanialue. Jussi Pesun terveydellisistä syistä Pesut laittoivat keskuksen myyntiin talven 2012 päätteeksi ja luopuivat rinteiden ylläpitämisestä. (Heinäveden Urheilun Historia.)

Joulukuussa 2015 Rinnekeskus Pääskyvuori Oy vuokrasi rinnealueen Heinäveden kunnalta ja osti Laskettelukeskus Pääskyvuori Ky:ltä hissit, rakennukset ja muun kaluston. Uuden omistajan myötä keskuksen kehittämistä on jatkettu, Pääskyvuorelle on muun muassa rakennettu snowpark ja uusittu lumitykit ja vuokraamokalusto.

Omistajat:

Petri Valkama (Toimitusjohtaja, yrittäjä)

Aarno Happonen

Ari Hiltunen

Veli-Matti Asikainen

Aulis Asikainen

Hallitus:

Veli-Matti Asikainen (Hallituksen puheenjohtaja)

Ari Hiltunen (Hallituksen jäsen)

Aimo Paukkonen (Hallituksen jäsen)

Petri Valkama (Hallituksen jäsen)

## **2 Henkilökuljetukseen tarkoitettu köysirata**

Henkilökuljetukseen tarkoitetut köysiradat voidaan jakaa seuraaviin tyypeihin

- Laahaushissit
- Tuolihissit
- Gondolihissit

Laahaushissit jakaantuvat tyypeittäin:

Hissit ilman välipylväitä ja varsinaisia vetolaitteita (harjoitteluhissit aloittelijoille)

- naruhissit
- kapulahissit

Vetolaitteilla varustetut laahaushissit välipylväillä

- Sompahissi
- Teleskooppihissi
- Ankkurihissi

Harjoitteluhisseinä käytettävät mattohissit eivät ole köysiratoja, vaan ne luokitellaan koneiksi. Näin ollen köysiratamääräykset eivät kosketa niitä. (Rytövaara 2014.)

## **2.1 Yleiskuvaus**

Henkilökuljetukseen tarkoitettu köysirata, eli hiihtohissi on laite, joka kuljettaa laskettelijan ylös mäen päälle. Laahaushississä laskettelija tarttuu vetolaitteeseen hissien lähtöpaikalla ja nousee vetolaitteen avulla nousulata pitkin hissien poistumispaikalle asti, jossa laskettelija irrottautuu vetolaitteesta ja siirtyy rinteeseen.



Kuva 1. Pääskyvuoren Vintertec VM 45 ankkurihissi.

### Kapasiteetti

Hiihtohissin kapasiteetti ilmoitetaan muodossa henkilöä tunnissa eli kuinka monta laskettelijaa hissi voi tunnin aikana kuljettaa mäen päälle. Kapasiteettiin vaikuttavat hissin pituus, hissin nopeus, vetolaitteiden lukumäärä ja tyyppi.

$s$  = hissin vaijerin pituus [m]

$x$  = vetolaitteiden lkm

$x_2$  = vetolaitteen henkilömäärä

$v$  = hissin nopeus [m/s]

$$\text{Kapasiteetti} = \left( 3600 : ((s : x) : v) \right) * x_2$$

## 2.2 Euroopan Parlamentin asetus (EU) 2016/424 köysiratalaitteistoista

### EU-asetus

EU-asetus on Euroopan Unionin antama määräys. Määräyksiä on neljänlaisia: asetus, direktiivi, päätös ja suositus. EU:n asetukset, direktiivit ja päätökset ovat vahvempia kuin jäsenmaan omat päätökset ja lait. Jokaisen jäsenmaan on pakko noudattaa niitä. Vahvin määräys on asetus. Se tulee voimaan sellaisenaan jokaisessa jäsenmaassa. (Euroopan Unioni 2018.)

Määritelmä köysiratalaitteistosta Euroopan Parlamentin ja Neuvoston asetuksen (EU) 2016/424 mukaan:

Köysiratalaitteistolla tarkoitetaan paikalleen asennettua infrastruktuurista ja osajärjestelmistä koostuvaa kokonaista järjestelmää, joka on suunniteltu, toteutettu, kokoonpantu ja otettu käyttöön henkilökuljetusta varten ja jota liikutetaan radan suuntaisesti sijoitettujen vetoköysien avulla.

Infrastruktuurilla tarkoitetaan kutakin köysiratalaitteistoa varten erityisesti suunniteltavia ja paikalla toteutettavia asemarakenteita tai linjarakenteita, joissa otetaan huomioon järjestelmän sijoitus ja järjestelmätiedot ja jotka ovat tarpeen köysiratalaitteiston rakentamisessa ja toiminnassa, perustukset mukaan luettuna.

Vetohissillä tarkoitetaan köysiratalaitteistoa, jossa asianmukaisesti varustautuneita matkustajia kuljetetaan köyden avulla valmista nousurataa pitkin.

Matkustajien, käyttöhenkilöstön ja ulkopuolisten henkilöiden turvallisuus on perusvaatimus köysiratalaitteistojen suunnittelussa, toteutuksessa ja käytössä.

Köysiratalaitteiston osajärjestelmät (EU) 2016/424 mukaan:

1. Köydet ja niiden kiinnikkeet

2. Käyttölaitteistot ja jarrut
3. Mekaaniset laitteet
  - 3.1 Köysien kiristyslaitteet
  - 3.2 Asemien mekaaniset laitteet
  - 3.3 Linjarakenteiden mekaaniset laitteet
4. Kuljetuslaitteet
  - 4.1 Kori-, tuoli- ja vetolaitteet
  - 4.2 Ripustukset
  - 4.3 Käyttömekanismi
  - 4.4 Köysien liitännät
5. Sähkötekniset laitteet
  - 5.1 Ohjaus-, valvonta- ja turvalaitteet
  - 5.2 Viestintä- ja tiedotuslaitteet
  - 5.3 Ukkosenjohtimet
6. Pelastuslaitteet
  - 6.1 Kiinteät pelastuslaitteet
  - 6.2 Liikkuvat pelastuslaitteet

### **2.3 Köysiratalaitteiston tarkastaminen**

Valtioneuvoston asetuksella 220/2018 köysiratalaitteistojen käytöstä ja tarkastamisesta täsmennetään Euroopan Parlamentin köysiratalaitteistoasetusta 2016/424.

Käytössä olevalle köysiratalaitteistolle on tehtävä käyttökauden aikana säännöllisesti vuosittain määräaikaistarkastus. Joka neljäs vuosittainen tarkastus on kuitenkin tehtävä käyttökaudesta riippumatta lumettomana aikana. (220/2018.) Lisäksi köysiratalaitteistolle on tehtävä perusteellinen määräaikaistarkastus lähestyttäessä valmistajan määrittämiä köysiratalaitteiston suunnittelurajoja, tai elleivät nämä ole tiedossa, viimeistään 15 vuoden kuluessa ensimmäisestä käyttöönotosta. (220/2018.)

Perusteellisessa määräaikaistarkastuksessa on käytettävä ainetta rikkomattomia tarkastusmenetelmiä ja sellaiset turvallisuuden kannalta tärkeät

kokoonpano-osat, joiden toimintakunnon tarkastaminen ei muutoin ole luotettavasti mahdollista, on tarkastettava purettuina. (220/2018.)

Määräaikaistarkastukset saa suorittaa vain tehtävään pätevyytensä osoittanut asiantuntijayhteisö. Suomessa tällaisia yhteisöjä ovat Inspecta ja Nosturiexpertit.

Määräaikaistarkastusten lisäksi käyttäjän on valvottava köysiradan kuntoa kuukausittain tehtävien kunnossapitotarkastusten ja päivittäin tehtävien käyttötarkastusten muodossa.

## **2.4 Hiihtohissit Suomessa**

Suomen Hiihtokeskus Yhdistys ry:n jäsenkeskuksissa on tällä hetkellä käytössä yhteensä 353 hiihtohissiä (SHKY 2018). Lisäksi Suomessa on yhdistykseen kuulumattomia pieniä keskuksia on noin 10 – 20, joissa hissejä on tyypillisesti 1 – 2 kpl. Voidaan todeta, että Suomessa on tällä hetkellä käytössä vajaa 400 hiihtohissiä. Suurin osa käytössä olevista hisseistä ovat tyypiltään ankkuri- tai sompahissejä. Ne soveltuvat rakentamis- ja käyttökustannuksiltaan tuolihissejä paremmin Suomen lyhyihin rinteisiin.

Suomen ensimmäinen hiihtohissi rakennettiin Janakkalan Kiianlinnaan vuonna 1949. Se oli naruhissi, jossa laskija kytkeytyi hissinarussa kulkeviin kapuloihin vyöllä. Kolille rakennettiin samankaltainen hissi vuonna 1952. Ensimmäiset hissit olivat hyvin alkeellisia ja toiminnaltaan epävarmoja, sillä tietotaitoa hissien rakentamiseen ei ollut. Esimerkiksi Mielakassa 1960-luvulla hissien rakensivat Kouvolan ammattiopiston metallimieslinja. (Ovaskainen 2018.)

Mitään turvallisuusmääräyksiä koskien hiihtohissien rakentamista ja käyttöä ei ollut, kunnes 1960-luvun lopussa muutaman vakavan hissitapaturman jälkeen viranomaiset kiinnostuivat rinnetoiminnasta. Ensimmäiseksi hissitarkastajaksi valittiin sähköinsinööri Reijo Riila. Hänet lähetettiin Itävaltaan tutustumaan maailman vanhimman kaupallisen köysiratavalmistajan Doppelmayrin hissivalmistuksen teknologiaan. Tarkastusten aloittamisen myötä hissien käyttövarmuus ja turvallisuus paranivat. (Ovaskainen 2018.)

## 2.5 Laahaushissin rakenne

Yleisin laahaushissisovellus on suora hissilinja, jonka vetoasema sijaitsee alhaalla ja kääntöasema ylhäällä. Hiihtohissi on laite, joka voidaan peruskorjata uutta vastaavaksi tai modernisoida aivan samanlaatuiseksi, kuin uusi 2012 hankittu hissi (Rytövaara 2012).

### Vetoasema

Vetoaseman pääkomponentteja ovat runkorakenteet, moottori, vaihteisto, jarru / takaisinpyörinnän estolaite ja vetopyörä. Voima moottorilta vaihteistolta siirtyy akselikytkimen, kardaanin tai hihnakäytön välityksellä. Käyttövoima tuotetaan oikosulkumoottorilla (yleisin), tasavirtamoottorilla tai polttomoottorilla. Oikosulkumoottori vaatii käyttölaitteeksi taajuusmuuttajan, jotta hissien nopeutta voidaan säätää. (Rytövaara 2014.)

### Välipylväät ja köysipyörästöt

Välipylväät sijoitetaan veto- ja kääntöaseman välille toimittajan määrittelemiin paikkoihin. Pylväiden määrä määräytyy hissilinjan profiilin ja pituuden mukaan. Köysipyörästöt sijaitsevat pylväissä ja niiden tehtävä on kannatella vetoköyttä. Köysipyörät ovat kumipäällysteisiä ja köysiuralla varustettuja. Pyörästöjen ohjaus ja kaltevuus ovat säädettävissä. Pyörästöt voivat myös olla itsesäätyviä ns. keinuvia pyörästöjä. Vetoköysi voi kulkea pyörästön ylä- tai alapuolella. Pyörästöjä, joissa on sekä ylä-, että alapuolisia köysipyöriä kutsutaan kombipyörästöiksi. Kombipyörästöä tarvitaan, kun vetoköyden aiheuttama voima pyörästöön on pienempi kuin mitä standardi edellyttää. Köysipyörästöt voivat olla 1, 2, 4, 6, 8, 10 tai 12 pyörillä varustettuja. (Rytövaara 2014.)

### Kääntöasema

Kääntöasemalle on sijoitettu hissien toinen kääntöpyörä ja vetoköyden kiristyslaitteisto. Vetoköysi kiristetään vastapainolla, sähköisellä vedolla tai hydraulisylinterillä vakiovoimaan (Rytövaara 2014). Yleisin sovellus on käyttää

vastapainoa. Vastapaino roikkuu vaijerin varassa, jonka välityksellä väkipyörien kautta kohdistetaan voima kiristyskelkkaan, johon kääntöpyörä on kiinnitetty.

### Vetolaitteet

Vetolaitteen pääkomponentteja ovat vetolaitetekotelo, vetolaitteen kannatinvarsi, köysipuristin ja vetolaittevarsi. Vetolaittevarsina käytetään yleisimmin joko ankkurin tai somman muotoista vartta. Vetolaitteet ovat jousipalautteisia ja jarruvaimennettuja. Vetolaitetekotelo käsittää rummun, jossa on ns. kellojousi, narukela ja jarrumekanismi.

Vetolaitteen jarru voi toimia mekaanisesti, hydraulisesti tai magneettisesti. Jarru toimii sekä ulos että sisään kelautuessa (Rytövaara 2014). Jarrun tehtävänä on hidastaa ankkurin ulos kelautumista ja mahdollistaa laskettelijan pehmeä liikkeelle lähtö. Vastaavasti laskettelijan poistuessa hissistä jarru hidastaa ankkurin sisään kelautumista, jotta ankkuri ei sinkoutuisi holtittomasti kovalla vauhdilla kohti vetolaitetekoteloä.



Kuva 2. Somp- ja ankkurivetolaite. (Graffer)

## 2.6 Köysiratoja koskevat standardit

- Koneistot SFS-EN 12929-1, SFS-EN 13223
- Asemarakenteet SFS-EN 13223
- Rakenteet SFS-EN 13107
- Kulkuradan mekaaniset laitteet SFS-EN 12929-1, SFS-EN 13223
- Kiristyslaitteet SFS-EN 1908
- Puristimet ja vetolaitteet SFS-EN 13796-1
- Köydet SFS-EN 12927

Standardi on yhteinen menettelytapa toistuvaan toimintaan. Standardit ovat luonteeltaan suosituksia, mutta viranomaiset saattavat edellyttää niiden käyttöä. Standardi on kirjallinen julkaisu ja standardisoinnista huolehtivan viranomaisen, järjestön tai muun tunnustetun elimen hyväksymä. (Suomen standardoimisliitto SFS ry 2018.)

Standardit koskevat ennen kaikkea hissien valmistajaa, mutta niiden tunteminen auttaa ymmärtämään köysiradoissa käytettyjä rakenteellisia ratkaisuja. Osa standardeista käsittelee hissien käyttöä ja tarkastamista, joten vähintäänkin niihin tulisi myös hissien käyttäjän tutustua. Kun hissien käyttäjä tuntee hyvin hissinsä rakenteen, on ennakoiva kunnossapito helppoa. Tähän kappaleeseen on poimittu otteita standardeista.

### Koneistot

Käyttökoneisto on varustettava siten, että hissiä voidaan ajaa köysitarkastukseen sopivalla nopeudella, eli 1-2 m/s. Hissien pysähtymismatka saa olla enintään se matka, jonka kuljetusköysi liikkuu suurimmalla nopeudella 3s aikana. Mikäli edellä olevaa pysähtymismatkaa ei voida muutoin noudattaa, tulee hissi varustaa itsetoimivalla jarrulla. (Kemppi 2012.)

Standardissa on kielletty vetopyörän pyöriminen taaksepäin. Vaatimukselle on olemassa selkeä turvallisuusperuste. Tuolihissin pysähtyessä ja jarrun pettäessä lähtee se laskettelijoiden massan vaikutuksesta pyörimään kiihtyvällä vauhdilla taaksepäin aiheuttaen vakavan vaaratilanteen.

Laahaushississä tilanne ei ole aivan yhtä vakava, sillä vetolaitteesta on mahdollista irrottautua hissilinjalla, mutta asiakkaiden luottamus hissin kuntoon on varmasti koetuksella.

Yksi koneistoja koskeva vaatimus on, että niiden on oltava helposti luokse päästävissä kunnossapitoa varten. Vaatimus voidaan tulkita siten, että koneistoja ei saa peittää monimutkaisilla kotelorakenteilla, joiden purkaminen vie kohtuuttomasti aikaa. Vaatimus täyttyy esimerkiksi saranoitua luukkua käyttämällä, josta tavanomaiset huoltotyöt voidaan suorittaa.

### Asemarakenteet

Asemarakenteilla tarkoitetaan hissien ala- ja yläasemaa eli veto- ja kääntöasemaa.

Asemilla tulee olla laitteet joilla köysiura voidaan pitää puhtaana jäädystä ja lumesta, jos pyörän laipat eivät ulotu vähintään vetoköyden halkaisijan verran pinnoitteen ulkopuolelle. Standardi edellyttää, että kääntöpyörät on pinnoitettu kumilla tai sopivalla muovilla.

Kääntöpyörän laakerit on mitoitettava vähintään 15 000 tunnin käytölle.

Kääntöpyörien laakerointi on tuettava siten, että pyörän kielletty kallistuma tai putoaminen on estetty laakerin vikaantuessa.



Kuva 3. Vintertec VM 45 hissien vetopyörä.

## Rakenteet

Standardissa annetaan ohjeet rakenteiden mitoittamiseksi. Esimerkiksi pylväiden orsipalkin sallittu taipuma köyden yläpuolisilla rullilla on  $H / 500$ , eli 7 metrin pylväällä taipuma saa olla enintään 14 mm.

Pylväiden anturoiden pinta tulee olla vähintään 0,2 m maanpinnan yläpuolella.

## Työtasot

Tasot tulee suunnitella ja sijoittaa siten, että huollettavat komponentit ovat niistä turvallisesti saavutettavissa. Työtasojen vähimmäisleveys laahaushississä on 350 mm. Työtasojen läheisyyteen on sijoitettava kiinnityspiste henkilökohtaiselle putoamissuojalle. Asemilla tulee olla kiinteät tikkaat, jos portaita ei voida rakentaa.

## Kulkuradan mekaaniset laitteet

Köysipyörästöt on säädettävä siten, että kuljetusköysi kulkee mahdollisimman keskellä uraa (Kempfi 2012). Ensisijaisesti vaatimuksella haetaan turvallisuutta, sillä riski köyden putoamiseen köysipyörältä on isompi, jos köysi kulkee köysipyörän reunassa. Väärin säädetty köysipyörästö tuhoaa köysipyöräkumit jopa yhdessä vuodessa, kun oikein säädettyinä kumit kestävät noin 5 vuotta (Rytövaara 2014).

Köysipyörissä tulee olla köyttä suojaava pehmeä pinnoite, jossa tulee olla ura köyden ohjausta varten (Kempfi 2012). Standardi ei siis ota suoraan kantaa, mitä materiaalia pinnoite on, mutta valmistajat suosivat kumipinnoitteisia pyöriä. Uudessa rullassa uran kokonaissyvyyden on oltava  $(D1-D2) / 2 \geq 1/5 * \text{köyden halkaisija}$  tai  $\geq 5$  mm.

Kun vetoköyden halkaisija on enintään 16 mm, niin köysipyörän halkaisijan tulee olla vähintään 200 mm ja vähintään 250 mm, kun vetoköyden halkaisija on yli 16 mm. Köysipyörien laakerit on mitoittettava vähintään 25 000 tunnin käytölle.

Pylvää on varustettava niin, että kuljetusköysi voidaan nostaa kokonaan pois.

Köysiradan suunnittelijan tulee ottaa huomioon standardin antamat vähimmäiskuormat köysipyörille:

- Köyden alapuolisille pyörille on 500 N.
- Köyden yläpuolisille pyörille on 900 N.



Kuva 4. Vetoköysi kevennettynä huoltotöitä varten.



Kuva 5. Koltek hissien köysipyörä.

## Kiristyslaitteet

Liikematkan mitoitus on tehtävä siten, että se vastaa seuraavien vaikutusten summaa:

- Köyden pituuden muutosta 60 asteen lämpötilaerolla.
- Köyden pysyvää venymää 0,5 ‰ kannatusköydessä ja 1,5 ‰ kuljetusköydessä.
- Köyden elastisen pituuden muutosta kaikissa kuormitustilanteissa.

Kiristysliike on rajoitettava molemmissa suunnissa mekaanisilla pysäyttimillä tai sitä on valvottava rajakytkimillä. Normaalisissa käyttötilanteissa kiristyslaitteet eivät saa tavoittaa mekaanisia pysäyttimiä. Huoltoa varten kiristyslaitteen kuormitus tulee pystyä poistamaan. (SFS-EN 1908.)

## Puristimet ja vetolaitteet

Vetolaitteista tulee määrittää ainakin seuraavat asiat:

- Vetolaitenarun pituus ja halkaisija
- Suurin ja pienin jousivoima
- Sallittu henkilöiden lukumäärä
- Vetolaitteen massa
- Sallitut käyttölämpötilarajat
- Suurin sallittu nopeus

Vetolaitenarun pitää tulla kokonaan ulos 30 kg:n kuormalla ja sen murtolujuuden tulee olla vähintään 4000 N. Standardissa määritellään itsepalveluvetotankojen pituudeksi vähintään 1,5 metriä. (Kempfi 2012.)

Sisään vetäytyneen tangon pitää päästä liikkumaan vapaasti taaksepäin, jotta vältetään loukkaantumiselta, jos vetolaitetanko yllättää laskettelijan lähtöpaikalla.

## Köydet

Standardissa SFS-EN 12927 on 8 osaa jotka ovat:

- Osa 1: Köysien ja köysipäätteiden valinta
- Osa 2: Varmuuskertoimet
- Osa 3: 6-säikeisten veto- ja kuljetusköyden pitkä pujotusliitos
- Osa 4: Pääteliitokset
- Osa 5: Varastointi, kuljetus, asennus ja kiristys
- Osa 6: Hylkäämisperusteet
- Osa 7: Tarkastus, korjaus ja kunnossapito
- Osa 8: Köyden ainetta rikkomaton tarkastus

## Tarkastus ja hylkäämisperusteet

Köysissä esiintyviä vikoja ovat:

- pintaviat: yleinen kuluminen, paikallinen kuluminen ja korroosio
- rakenteelliset viat: katkenneet langat, löystyneet langat, paikalliset vääntymät
- geometriset viat: halkaisijan pienentyminen, muutokset punoksen pituudessa, muodonmuutokset spleississä

Vetoköysi on tarkastettava MRT -menetelmällä (Magnetic Rope Testing) neljän vuoden välein. Tarkastusväliä voidaan kuitenkin lyhentää havaittujen vikojen perusteella. Mahdollisesti köyttä vahingoittavien tapahtumien jälkeen (esim. köyden suistuminen), on köysi tarkastettava silmämääräisesti ennen käytön jatkamista.

Säikeisen köyden suurin sallittu metallisen poikkipinta-alan pienentyminen on referenssipituudella  $500 \times d$  on 25 %. Poikkipinta-alan pienentymistä aiheuttavat lankakatkeamat, kuluminen ja korroosio.

Vastapainon kannatusköysi on vaihdettava 12 vuoden välein.



Kuva 6. Vetoköyden MRT-mittaus.

## 2.7 Köysiradan mitoitus

Köysiradan mitoitukseen vaikuttavia tekijöitä:

- Hissilinjan pituus, profiili ja korkeusero
- Hissin kapasiteetti
- Ajonopeus
- Tuuliolosuhteet
- Käyttö kesäaikaan (esim. mäkiautokäyttö)

Täydelliset köysilaskelmat, profiilipiirustukset ja teholaskelmat ovat laajuudeltaan n. 50 sivua. (Rytövaara 2014.)

## 3 Pääskytuoren Koltek RKP-Veto 22 hiihtohissi

Pääskytuoren Koltek-hissi on ensimmäinen Pääskytuorelle rakennettu hissi.

Kuvassa 7 on Koltek-hissi vasemmalla ja käytössä oleva Vintertec-hissi oikealla.

Hissifaktat:

- Rakennusvuosi: 1973
- Korkeusero: 91 m
- Pituus: 405 m

- Teho: 22 kW
- Nopeus: 3 m/s
- Kapasiteetti: 930 hlö / h
- Valmistaja: Koltek Oy, Suomi

(Koltek Oy 1973.)



Kuva 7. Pääskyvuoren hissit. (Rasmus Luostarinen)

### 3.1 Koltek Oy

Koltek Oy:n historia ulottuu vuoteen 1951, kun Erkki Niskanen ja Jouko Soila perustivat yrityksen vastatakseen kovaan kysyntään meijerilaitteista. Asteittain yhtiön tuotanto-ohjelmaan lisättiin myös muita meijerilaitteistoa. 1960-luvulla hiihtokeskus buumin myötä Koltekin tuotanto-ohjelmaan lisättiin hiihtohissit. (Koltek Oy 1971.) Yritystietohaun mukaan Koltek Oy on lakannut vuonna 1993.

### 3.2 Rakenne

Koltek-hissin rakenne on laahaushissille tyypillinen, sen vetoasema on alhaalla ja kääntöasema ylhäällä, jonne on sijoitettu myös vetoköyden kiristyslaitteisto. Välipylväitä on 5 kpl. Merkittävä ero uudempiin hisseihin on se, että Koltekissa on lyhyet, 750 mm:n pituiset ankkurivetolaitteet ja sen takia ns. itsepalvelukäyttö ankkurihissinä ei ole mahdollista (SFS-EN 13796-1). Kapean 2,4 metrin köysivälin takia pitkiä 1500 mm:n pituisia ankkureita ei voida käyttää. Suurin osa hissien alkuperäisistä teknisistä piirustuksista on tallessa.

Hissin kapasiteetiksi lasketaan:

$$Kapasiteetti = \left( 3600s : \left( (817m : 35) : \frac{3m}{s} \right) \right) * 2$$

$$Kapasiteetti = 930 \text{ hlö/h}$$

Vetolaitteen välinen etäisyys on 23 metriä ja aika n. 8 sekuntia hissien pyöriessä täydellä nopeudella.

### 3.3 Vetoasema

- Vaihteisto: Santasalo 2 H 28 PF, Öljy Mobil ATF 200, tilavuus 32 l
- Moottori: ASEA liukurengasmoottori, 22 kW, 1460 r/min, 380 V, tyyppi MA200 L-55-4 214B
- Vetopyörän halkaisija 2400 mm, kumin korkeus 45 mm, pituus 7540 mm

Vaihteiston ensiöakselin halkaisija on 42 mm ja toisioakselin halkaisija 140 mm. Vaihteiston välityssuhdetta ei tiedetä, mutta se voidaan laskea, kun tiedetään moottorin pyörimisnopeus ja hissien nopeus (oletetaan, että moottori pyörii täydellä nopeudella, kun hissi on suurimmalla nopeudella).

$$V = \pi dn \text{ (Ahoranta \& Helakorpi 2007).}$$

$$V = \text{hissin nopeus [m/s]}$$

$$d = \text{vetopyörän halkaisija [m]}$$

$n$  = pyörimisnopeus [1/min]

$$\frac{3m}{s} = \pi * 2,4m * n$$

$$n = 0,397 \frac{1}{s} = 23,87 \approx 24 \text{ 1/min}$$

Vaihteiston välityssuhde  $i = \frac{n_1}{n_2}$  (Ahoranta & Helakorpi 2007).

$n_1$  = ensiöakselin pyörimisnopeus

$n_2$  = toisioakselin pyörimisnopeus

$$i = \frac{1460}{23,87} \quad i = 61,16 \approx 61$$

Oletetaan sähkömoottorin hyötysuhteeksi 90 %

$$22000 \text{ W} * 0,9 = 19800 \text{ W}$$

Lasketaan seuraavaksi vetoköyteen vaikuttava voima  $F$ , jota tarvitaan kappaleessa 3.5 kääntöpyörän laakerivoimia määritettäessä.

$P = F * V$  (Valtanen 2012).

$$F = \frac{19800 \text{ W}}{3 \text{ m/s}}$$

$$F = 6600 \text{ N}$$

### 3.4 Pylväät ja köysipyörästöt

Hississä on viisi välipylvästä ja ne ovat tyypiltään kaltevia T pylväitä.

Köysipyörät

Hississä on yhteensä 62 köysipyörää, eli rullaa. Jokaisessa rullassa on kaksi laakeria, eli niitä on yhteensä 124 kpl. Laakerina on käytetty 6206 urakuulalaakeria. Standardin mukaan laakerien mitoitusvaatimus on vähintään

25 000 h. Suurin staattinen kuormitus yksittäiselle köysipyörälle alkuperäisten dokumenttien mukaan on 135 KP eli 1350 N.

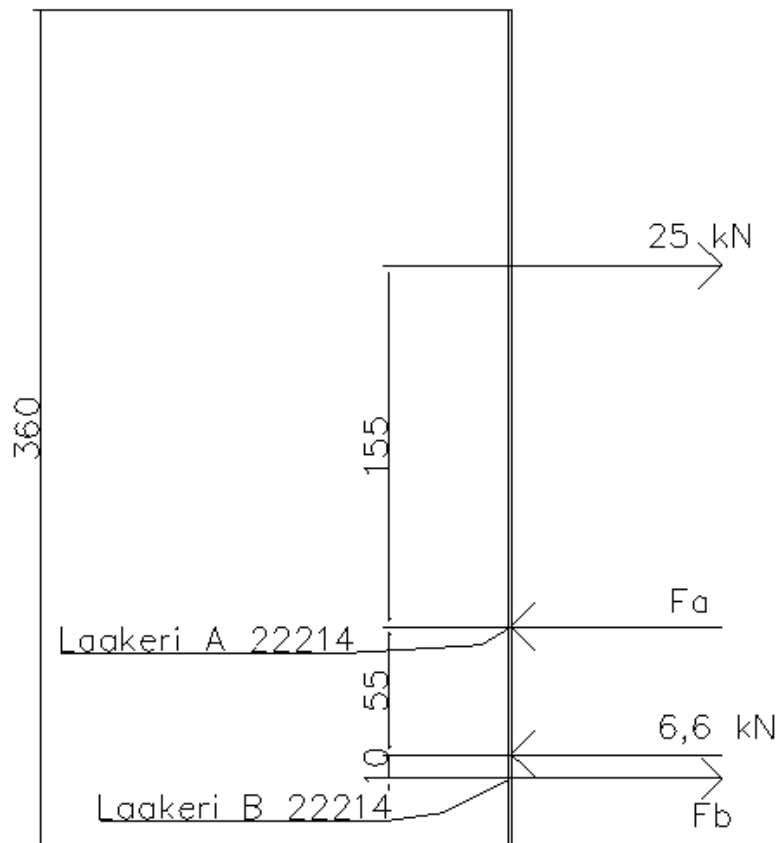
Rullan halkaisija on 250 mm ja halkaisija köysiuran pohjalta on 238 mm. Tällöin kumin uran syvyydeksi saadaan  $(250 \text{ mm} - 238 \text{ mm}) / 2 = 6 \text{ mm}$ . Standardin mukaan köysiuran syvyyden tulee olla vähintään 1/5 köyden halkaisijasta tai vähintään 5 mm. Käytettäessä 16 mm köyttä saadaan  $1/5 * 16 = 3,2 \text{ mm}$ . Molemmat ehdot täyttyvät.

### **3.5 Kääntöasema**

Köyden kiristyslaitteisto on toteutettu mekaanisella vastapainolla. Käytetyllä väkipyörämekanismilla vetoköyteen kohdistuva voima on yhtä suuri kuin vastapainon massa. Vastapainon massa on 2500 kg eli vetoköyteen kohdistuu kokonaisuudessaan 25 kN staattinen voima, joka jakautuu tasan nousu ja paluu puolelle. Hissin pyörimisliike aiheuttaa vetoköyteen 6600 N dynaamisen voiman.

Kääntöpyörän laakerina on käytetty kahta kaksirivistä pallomaista rullalaakeria, jotka ovat tyypiltään 22214. Laakerin 22214 tekniset tiedot ja laskentakertoimet ovat nähtävillä liitteessä 1. Standardin mukaan mitoitusvaatimus on vähintään 15 000 h. Selvitetään laskemalla, miten vaadittu 15 000 h kestoikä toteutuu Koltek-hissin tapauksessa.

Ratkaistaan ensin laakereihin kohdistuvat voimat kääntöpyörän akselin vapaakappalekuvion avulla. Kääntöpyörän kokoonpanokuva on liitteessä 2.



Kuvio 1. Kääntöpyörän akselin vapaakappalekuvio.

25 kN: Vastapainon aiheuttama voima kääntöpyörän akseliin.

$F_a$ : Laakeriin A kohdistuva säteisvoima.

6,6 kN: Vetoköyden aiheuttama voima kääntöpyörän akseliin.

$F_b$ : Laakeriin B kohdistuva säteisvoima.

$F_{ba}$ : Kääntöpyörän massan (500 kg) aiheuttama aksiaalivoima (5 kN) laakeriin B. (ei piirretty kuvioon)

Momenttilause laakeri A:

$$-25 \text{ kN} * 155 \text{ mm} + F_b * 65 \text{ mm} - 6,6 \text{ kN} * 55 \text{ mm} = 0$$

$$F_b = 65,2 \text{ kN}$$

Momenttilause laakeri B:

$$-25 \text{ kN} * 220 \text{ mm} + F_a * 65 \text{ mm} + 6,6 \text{ kN} * 10 \text{ mm} = 0$$

$$F_a = 83,6 \text{ kN}$$

Tarkistus:

$$25 \text{ kN} - 83,6 \text{ kN} - 6,6 \text{ kN} + 65,2 \text{ kN} = 0$$

Lasketaan laakerin A (vapaa) dynaaminen kantavuus:

$L_{10h}$  = Laakerin elinikä [h]

$n$  = kierrosnopeus [1/min]

$P$  = dynaaminen ekvivalenttikuormitus [kN]

$p$  = eksponentti, rullalaakerille 10/3

$C$  = dynaaminen kantavuus [kN]

$$\frac{C}{P} = \left( \frac{L_{10h} * 60 * n}{10^6} \right)^{\frac{1}{p}} \text{ (Luosma 2014).}$$

$$\frac{C}{P} = \left( \frac{15000h * 60 * 24}{10^6} \right)^{\frac{3}{10}}$$

$$\frac{C}{P} = 2,51$$

Vapaa laakeri:  $P = F_r$  (Luosma 2014).

$F_r$  = säteiskuorma

$$C = 2,51 * 83,6 \text{ kN} \quad C = 210 \text{ kN}$$

Laakerin dynaaminen kantavuus on 213 kN, joten tulos on ok.

Ohjaavaan laakerin B dynaaminen kantavuus:  $P = F_b + Y_1 * F_{ba}$  jos  $F_{ba}/F_b \leq e$  (Luosma 2014).

$$\frac{5 \text{ kN}}{65,2 \text{ kN}} = 0,076 \quad e = 0,23$$

$$P = 65,2 \text{ kN} + 2,9 * 5 \text{ kN} \quad P = 79,7 \text{ kN}$$

$$C = 2,51 * 79,7 \text{ kN} \quad C = 200 \text{ kN}$$

Laakerin dynaaminen kantavuus on 213 kN, joten tulos on ok.

Aksiaalivoiman rajoitus:  $F_{ap} = 3 * B * d$  (Luosma 2014).

$F_{ap}$  = suurin sallittu aksiaalivoima [N]

$B$  = laakerin leveys [mm]

$d$  = akselin sisäreiän halkaisija [mm]

$$F_{ap} = 3 * 31 * 70 \quad F_{ap} = 6510 \text{ N}$$

Aksiaalivoimaa kohdistuu ohjaavaan laakeriin 5000 N, joten tulos on ok.

Staattinen ekvivalenttikuormitus:  $P_0 = F_r + Y_0 * F_a$  (Luosma 2014).

$F_r$  = säteisvoima

$Y_0$  = kerroin laakeritaulukosta

$F_a$  = aksiaalivoima

Ohjaava laakeri:  $P_0 = 65,2 \text{ kN} + 2,8 * 5 \text{ kN} \quad P_0 = 79,2 \text{ kN}$

Vapaa laakeri:  $P_0 = F_r$

Staattinen varmuusluku  $S_0 = \frac{C_0}{P_0}$  (Luosma 2014).

$C_0$  = Staattinen kantavuus laakeritaulukosta

$$S_0 = \frac{228 \text{ kN}}{83,6 \text{ kN}} \quad S_0 = 2,72$$

Laskennan perusteella laakerit täyttävät niukasti vaaditun mitoitusvaatimuksen. 15 000 tuntia tulee täyteen reilussa 15 vuodessa, kun hissiä pyöritetään 8 tuntia päivässä neljän kuukauden ajan vuodessa. On kuitenkin syytä muistaa, että väärä asennustapa ja laakeriin päässyt vesi lyhentävät laakerin elinikää merkittävästi.

### 3.6 Vetoköysi

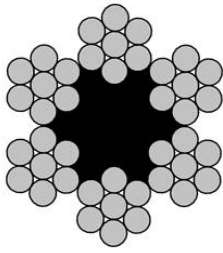
Vetoköyden tyyppi: 6x7

Halkaisija: 16 mm

Pituus: 817 m

vähimmäismurtokuorma:  $1990 \text{ N/mm}^2$

massa: 0,9 kg/m



Kuva 8. 6x7 teräsköyden poikkileikkaus. (Certex Finland Oy)

### 3.7 Vetolaitteet

- Vetolaitteen tyyppi: Doppelmayr II MSR, hydraulisesti vaimennettu
- Vetolaitteen massa: 27 kg
- Ankkurin pituus: 0,75 m
- Vetolaitteen narun pituus: 7,5m
- Vetolaitteen narun halkaisija: 6 mm
- Vetolaitteiden lukumäärä: 35 kpl
- Köysipuristimen kiristysmomentti vetoköyteen: 30 Nm

(Koltek Oy 1973.)

## 4 Kuntoselvitys

Hissin kuntoselvitys tehtiin rakenteita tarkastelemalla hissin ollessa pysähdyksissä. Hissin pyörittäminen ei ollut mahdollista, sillä alkuperäiset käyttölaitteet ovat purettu.

### 4.1 Vetoasema

Moottorin ja vaihteiston kuntoa on vaikea määrittää hissin ollessa pysähdyksissä ja niitä purkamatta.

Vaihteiston osalta kriittinen tekijä on toisioakselin akselitiivisteiden eli stefanin kunto. Jos stefanin tiivistyskyky on heikentynyt, vettä pääsee valumaan akselia pitkin vaihteistoon. Toki akselissa kiinni oleva vetopyörä antaa suojaa sateelta, mutta kostealla säällä akselin pintaan tiivistyvä vesi voi valua vaihteistoon.

Huolto-ohjeissa suositellaankin rasvan sivelemistä akselin juureen keväisin käyttökauden päätyttyä (Rytövaara 2014).

Ennen käyttöönottoa vähintään vaihteiston öljy on vaihdettava. Vanha öljy kannattaa toimittaa analysoitavaksi, jolloin saadaan selville öljyn metallipitoisuus, joka voi viitata hammasrattaiden kulumiseen tai vaurioon laakereissa. Mikäli useamman tunnin koeajon aikana ei kuulu mitään ylimääräisiä ääniä, ei vaihteiston avaaminen ole välttämätöntä. Vaihteistoa ei kannata avata itse, vaan on viisainta toimittaa se kunnostettavaksi valmistajalle tai vaihteistojen kunnostuksiin erikoistuneeseen liikkeeseen, sillä työhön vaaditaan erikoisosaamista ja työkaluja.

Mikäli hissi päätettäisiin ottaa käyttöön, olisi perusteltua vaihtaa vanha liukurengasmoottori oikosulkumoottoriin sen yksinkertaisen ja toimintavarman rakenteen vuoksi. Oikosulkumoottorin kanssa on käytettävä taajuusmuuttajaa, jotta hissi voidaan käynnistää pehmeästi ja sen nopeutta voidaan säätää. (Korpinen & Tuusa 2008.) Moottorin valinnassa on huomioitava, että teho on sama kuin alkuperäisessä moottorissa. Taajuusmuuttajakäytössä moottorin pyörimisnopeutta voidaan rajoittaa, mutta on suositeltavaa, että se olisi noin 1500 1/min.

## **4.2 Pylväät ja köysipyörästöt**

Pylväiden teräsrakenteet ovat hyvässä kunnossa. Ruostetta ei ole, sillä pylväät on hiekkapuhallettu ja maalattu. Samoin perustusten näkyvät osat ovat hyväkuntoisia. Niissä ei ole havaittavissa halkeamia tai rappaumia. Hissi on alun perin ollut väriltään punainen, mutta se on maalattu tummanharmaaksi. (Kvintus 2018.)

Pylväiden työtasot ovat jälkikäteen asennettuja. Työtasojen viimeistelyssä on parantamisen varaa, sillä niissä on paljon teräviä kulmia, jotka voivat repiä vaatteita tai aiheuttaa haavoja. Työtasojen leveys vaihteli 300 ja 400 millin välillä.

Pylväistä puuttuivat nostopisteet vetoköydelle sekä kiinnityspisteet henkilökohtaiselle putoamissuojalle.



Kuva 9. Koltek-hissin 1. pylvään työtaso.

### Köysipyörästöt

Pitkä käyttämättömyys ja vesi on vahingoittanut köysipyörien laakereita. Laakereita kokeiltiin nostamalla vetoköysi pois yhdeltä pylväältä ja pyörittämällä käsin köysipyöriä. Jokaisen neljän köysipyörän laakerit olivat vaurioituneet, joten voidaan olettaa, että tilanne on sama myös muiden pylväiden osalta.

Kuntoselvityksessä huomattiin, että 1. pylväässä nousupuolella on vain kaksi köyden yläpuolista köysipyörää, kun teknisten piirustusten mukaan siinä pitäisi olla neljän köysipyörän kombipyörästö – kaksi pyörää yläpuolella ja kaksi pyörää alapuolella. Piirustusten mukaan kyseiseen pyörästöön kohdistuu ylöspäin suuntautuva voima, suuruudeltaan 500 N. Profiilikuva 1. pylvään osalta on nähtävillä liitteessä 4. Standardin mukaan voiman pitäisi olla vähintään 900 N, joten kombipyörästöä on ehdottomasti käytettävä.



Kuva 10. 1. Pylvään nousupuolelta puuttuvat alapuoliset rullat.

### 4.3 Kääntöasema

Kääntöaseman kriittisin osa on kääntöpyörä laakereineen. Pitkä käyttämättömyys ja laakereihin mahdollisesti päässyt vesi on saattanut vaurioittaa laakereita. Ennen käyttöönottoa kääntöpyörän laakerit ja akselitiiviste on vaihdettava.

Kääntöpyörästä puuttuu mekaaninen putoamissuoja, joka estää kääntöpyörän putoamisen laakerin pettäessä. Putoamissuoja toteutetaan tekemällä kierrereiät kääntöpyörän akseliin ja kiinnittämällä niihin laippa, jonka varaan kääntöpyörä putoaa.

Kääntöpyörän kumi on edelleen käyttökelpoinen, uran syvyys on 5 mm.

Standardin mukaan kiristyslaitteen kannatusköysi on vaihdettava 12 vuoden välein. Vanhassa köydessä on havaittavissa korroosiota, joten vaihtaminen on perusteltua. Samalla on tarkastettava kiristyslaitteen väkipyörien laakereiden kunto ja vaihdettava ne tarvittaessa.

Vastapaino on hyväkuntoinen, betonissa ei ole havaittavissa halkeamia tai rappaumia.

#### 4.4 Vetoköysi

Edellinen rinneyrittäjä on vaihtanut hissiin vetoköyden vuonna 2007 (Kvintus 2018). Hissi ei ole ollut käytössä sen jälkeen, joten on mahdollista, että köysi on edelleen käyttökelpoinen. Käyttökelpoisuus selviää köydelle tehtävässä magneettisessa MRT-mittauksessa. Jotta mittaus voidaan suorittaa, on hissiä voitava pyörittää.

Suurimpia riskejä köyden vaurioitumiselle ovat köyteen iskenyt salama tai köyden päälle kaatunut puu. Salamaniskun varalta köysi tulee maadoittaa aina käyttökauden päätyttyä (Rytövaara 2014).

#### 4.5 Vetolaitteet

Vetolaitteiden moitteeton toiminta on myönteisen asiakaskokemuksen kannalta erittäin tärkeää.

Huoltokohteet:

- vetolaitenaru,  $d = 6 \text{ mm}$ ,  $l = 7,5 \text{ m}$
- vetolaitteöljy, määrä 1,6 l,
- rummun laakerit ja stefat

Köysipuristimien osalta huomiota tulee kiinnittää puristimien leukoihin, jotka tulevat vetoköyttä vasten. Vetoköyden vaurioittamisen ehkäisemiseksi terävät pykälät on viilattava pois leuoista ennen asennusta. Puristimien ruuvit on puhdistettava ja rasvattava ja varmistettava, että ne liikkuvat herkästi. Mikäli ruuvi ei liiku herkästi, niin kiristysmomentti kohdistuu ruuvin kitkan voittamiseen ja puristin ei kiinnity kunnolla vetoköyteen.

25 % puristimista tarkastetaan säröjen varalta magneettijauhetarkastuksella perusteellisen määräaikaistarkastuksen yhteydessä.

## 5 Kustannusarvio

Taulukossa 1 on esitetty kustannusarvio hissien peruskorjaukseksi mekaniikan osalta. Toimenpiteet on esitetty laajemmin luvussa 4.

Henkilötyön tuntihinnaksi on laskettu sivukuluineen 30 €. Kustannus on laskettu siten, että henkilötyö tehdään ns. omana työnä, eli tekijät ovat rinnekeskuksen kirjoilla. Jos henkilötyö teetetään ulkopuolisella, tuntihinnaksi voi laskea 40 €. Konetyön tuntihinnaksi on laskettu 60 €. Konetyöllä tarkoitetaan nostoihin kykenevää ja maastokelpoista konetta, eli esimerkiksi kaivinkonetta.

Henkilötyötunteja varsinaisen peruskorjaustyön osalta kertyy 146 tuntia. Kun lisäksi otetaan huomioon valmistelevat työt, kuten tarjouspyyntöjen ja tilausten tekeminen ja siirtymiset työkohteeseen, niin tuntimääräksi muodostunee noin 160 tuntia. Konetyötunteja puolestaan kertyy 15 tuntia, eli noin kaksi työpäivää, mikäli vetoköyden vaihto suoritetaan. Kaikki hinnat pl. henkilötyö ovat arvonlisäverottomia hintoja.

Kustannusarvio peruskorjauksesta mekaniikan osalta				
Toimenpide	henkilötyö, € (30 €/h)	konetyö, € (60 €/h)	varaosat ja palvelut, €	Yhteensä, €
<b>Vetoasema</b>				
moottorin vaihto, kiinnitysten modifiointi	300	180		480
vaihteistoöljyn vaihto	90		212	302
köysipyörien laakereiden ja kumien vaihto	240		768	1008
*oikosulkumoottori varastossa				
*vaihteistoa ei avata				
<b>Pylväät ja köysipyörästöt</b>				
köysipyörien laakereiden ja kumien vaihto	1500		5024	6524
kombipyörästön asennus 1. pylväaseen	60			60
työtasojen viimeistely	750			750
henkilönostimen vuokraus 100€/d 5d			500	500
* kombipyörästö varastossa				
<b>Kääntöasema</b>				
kääntöpyörän laakereiden vaihto	300	240	454	994
putoamisenestolaipan asennus	60		40	100
vastapainon vaijerin vaihto	120		60	180
<b>Vetoköysi (jos vaihdettava)</b>				
vetoköyden vaihto	240	480	3642	4362
vetoköyden spleissaus			1350	1350
<b>Vetolaitteet ja puristimet</b>				
vetolaitteiden ja puristimien huolto	720		1061	1781
<b>Tarkastus</b>				
köyden MRT-mittaus			300	300
perusteellinen määräaikaistarkastus			200	200
<b>Yhteensä</b>	<b>4380</b>	<b>900</b>	<b>13611</b>	<b>18891</b>
Taulukko 1. Kustannusarvio peruskorjauksesta.				

Taulukossa 2 on lista tarvittavista varaosista ja tarvikkeista sekä esimerkki tavaran toimittajasta. Tilaukset kannattaa tehdä isoina erinä, jolloin annettavat määräalennukset ovat parempia. Taulukon listassa ei ole huomioitu mahdollisia määräalennuksia, eikä rahtikuluja.

Nimike	määrä, kpl	€/kpl	Yhteensä €	Toimittaja (esim.)
<b>Vetoasema</b>				
Mobil atf 220 20l	2	106	212	Öljycenter Finland
urakuulalaakeri 6206	16	8	128	Etra
köysipyöräkumi	8	80	640	Vintertec Offshore
<b>Pylväät ja köysipyörästöt</b>				
urakuulalaakeri 6206	108	8	864	Etra
köysipyöräkumi	52	80	4160	Vintertec Offshore
<b>Kääntöasema</b>				
pallomainen rullalaakeri 22214	2	167	334	Etra
akselitiiviste 90x110x10	1	20	20	Etra
putoamisenestolaippa	1	40	40	Vintertec Offshore
vastapainon vaijeri d=10 mm pit. 30 m	30	2	60	Vintertec Offshore
<b>Vetoköysi</b>				
vaijeri d=16 mm pit. 857 m	857	4,25	3642	Vintertec Offshore
<b>Vetolaitteet ja puristimet</b>				
vetolaitenaru d=6 mm pit. 263 m	263	1,6	421	Marnela
urakuulalaakeri 6004 EZ	35	6	210	Etra
urakuulalaakeri 6203 EZ	35	6	210	Etra
akselitiiviste 20x32x7	35	4	140	Etra
vetolaitteöljy 42 l	1	80	80	Doppelmayr Finn Oy
		Yhteensä	<b>11161</b>	
Taulukko 2. Varaosa- ja tarvikelista.				

## 5.1 Yhteenveto

Hissin peruskorjaus mekaniikan osalta maksaisi töineen 18891 €. Summa sisältää vetoköyden vaihdon, mutta ei vaihteiston peruskorjausta. Kustannusarvion päälle kannattaa laskea lisäksi rahti- ja matkakuluja sekä yleistarvikkeita (esim. pultit ja mutterit) n. 1000 €:n arvosta.

18891 € jakautuu seuraavasti:

- Henkilötyö sivukuluineen: 4380 € (30 €/h).
- Konetyö: 900 € (60 €/h).
- Varaosat, tarvikkeet ja ulkopuoliset palvelut: 13611 €

## 6 Johtopäätökset

Teknisesti 45 vuotiaan hissien peruskorjaus ja käyttöönotto on täysin mahdollista. Vastaavan Koltek-hissin modernisointi on tehty Aavasaksassa vuonna 2017 Vintertec Offshore Oy:n toimesta. Jos hissiä päätetään ryhtyä kunnostamaan, kannattaa tehdä opintomatka Aavasaksaan sekä olla yhteydessä Vintertec Offshoreen.

On muistettava, että kustannusarvio koskee peruskorjausta vain mekaniikan osalta. Mikäli hissi päätettäisiin ottaa käyttöön, tulisi kustannuksia lisäksi mm. sähkötöistä, turvapiirin uusimisesta ja yläaseman kameravalvonnasta. Asiaan perehtymättä em. asioiden kuntoon laittamiseen on vaikea antaa tarkkaa kustannusarviota, mutta 10 000 € voi olla aika lähelle totuutta.

Hissien peruskorjaus mekaniikan osalta maksaisi noin 20 000 € ja muut työt 10 000 €, eli yhteensä 30 000 €. Uusi laitetoimitus maksaisi noin 250 000 – 300 000 € (Rytövaara 2012). Uuteen hissiin verrattuna vanhan hissien peruskorjauksella saa edullisesti lisää hissikapasiteettia.

Toimeksiantajayrityksen asia on arvioida onko hissiä kannattavaa peruskorjata ja ottaa käyttöön, mutta koska toimin itse yrityksessä päättävässä asemassa, niin avaan arviointiprosessia hieman tässä yhteydessä.

Lähtökohta on, että on olemassa tarve hissien käyttöön ottamiselle. Pääskyvuoren hissikapasiteetti nousisi 1850 henkilöstä tunnista 2780 henkilöön tunnissa, prosentteina noin 50, eli puhutaan varsin merkittävästä hissikapasiteetin noususta. Asiakkaille muutos näkyisi lyhyempinä hissijonoina ja sitä kautta parempana asiakastytyvyytenä, kun aika kuluu rinteessä, eikä hissijonossa.

Hissin käyttöön otosta olisi etua myös Pääskyvuoren markkinoinnissa, sillä kolmen hissin hiihtokeskus kuulostaa isommalta ja houkuttelevammalta, kuin kahden hissin keskus.

Tällä hetkellä Pääskyvuoren huipulle noustaán yhden hissin voimin. Hissirikon sattuessa keskus on käytännössä pidettävä suljettuna, sillä pelkkä lastenhissi ei houkuttele montaa asiakasta paikalle. Tällainen ikävä tilanne koettiin maalikuussa 2018, kun Vintertec hissin kääntöpyörän laakeri alkoi pitää kovaa kolinaa. Tilanteesta selvittiin, mutta hissi oli pois käytöstä neljä päivää, mikä on sesonkialalla paljon. Jos huipulle pääsisi kahdella hissillä, ei kassavirta tyrehtyisi toisen vikaantuessa.

Hissin käyttöönotto aiheuttaisi myös kuluja – käytöstä riippuvia kuluja, kuten henkilöstökulut ja sähkö sekä kiinteitä kuluja, kuten huolto- ja tarkastuskulut. Hissin peruskorjauksesta aiheutuvat kulut tulisi voida tehdä poistoina viidessä vuodessa, sillä vähintään viisi vuotta peruskorjauksen jälkeen pitäisi mennä hyvin kevyellä huollolla, lähinnä rasvauksilla.

Yhteenvetona voi sanoa, että hissin käyttöön oton tulisi kasvattaa rinnekeskuksen myyntiä enemmän, kuin sen käyttöön otosta ja käytöstä aiheutuu kustannuksia. Nykyisillä asiakasmäärillä hissi toimisi varahissinä ja tasaisi ruuhkahuippuja muutamana vilkkaana päivänä. Asiakasmäärissä tulisi olla selkeä nouseva trendi, että myönteinen päätös käyttöönotosta kannattaa tehdä. Opinnäytetyö toimii hyvänä apuna arviointiprosessissa, kun tiedetään tehtävät toimenpiteet ja kustannukset.

## **7 Pohdinta**

Opinnäytetyön aloittaminen venyi rinneyrittäjyyden aiheuttamien askareiden ja aiheen valinnan vaikeuden vuoksi. Aloitin työn viimein toukokuun alussa 2018 ja valmista tuli kesäkuun alussa 2018. Aikataulu oli siis tiukka, mutta asiaa helpotti se, että olen kahden vuoden aikana imenyt itseeni tietoa hisseistä ja tehnyt Pääskyvuoren käytössä oleviin

hisseihin monenlaisia korjauksia ja vastannut niiden kunnossapidosta. Kävin myös syksyllä 2017 köysiradan vastaavan hoitajan koulutuksen. Pohjatietoa hisseistä oli siis ihan mukavasti työhön ryhdyttäessä.

Aikaa Koltek-hissin tutkimiseen ei ole aikaisemmin ollut, joten oli hyvä, että tämän opinnäytetyön myötä sitä järjestyi.

Mielenkiintoisinta työssä oli vanhojen 1970-luvun alussa piirrettyjen teknisten piirustusten tutkiminen. Siihen aikaan kuvat on piirretty käsin millimetripaperille, eli piirustusten tekemisessä on ollut iso työ ja piirtäjät ovat olleet oikeasti aika kovia jätkiä. Konepiirustuksen säännöt eivät ole muuttuneet 50 vuodessa oikeastaan mitenkään. Samat opit pätevät edelleen esimerkiksi leikkauskuvannossa, osaluettelossa ja mitoituksessa, joten piirustusten ymmärtäminen oli helppoa.

Työssä konkretisoitui dokumentoinnin merkitys, sillä puutteellinen dokumentointi aiheuttaa paljon ylimääräistä työtä, kun ei tiedetä mitä on tehty ja milloin. Riski tiedon hukkaamiseen on iso, jos tieto on yhden henkilön muistin varassa.

## Lähteet

- Ahoranta, J & Helakorpi, S. 2007. Ammatillinen fysiikka. Helsinki: Wsoy.  
 Euroopan Parlamentin ja Neuvoston asetus (EU) 2016/424.  
 Euroopan Unioni. 2018. Asetukset, direktiivit ja muut säädökset.  
[https://europa.eu/european-union/eu-law/legal-acts\\_fi](https://europa.eu/european-union/eu-law/legal-acts_fi) 14.5.2018  
 Kemppe, M. 2012. Hissivastaavien koulutus P1, Laahaushissien SFS-EN standardit. Helsinki: Suomen Hiihtokeskusyhdistys ry.  
 Koltek Oy. 1970. Myyntiesite Veto hiihtohissit.  
 Koltek Oy. 1971. Koltek Oy 1951-1971.  
 Koltek Oy. 1973. Käyttö- ja huolto-ohjeet, hiihtohissi Pääskylvuori  
 Korpinen, L & Tuusa, H. 2008. Sähkövoimatekniikkaopus.  
[http://leenakorpinen.com/archive/svt\\_opus/11sahkomoottorikaytot.pdf](http://leenakorpinen.com/archive/svt_opus/11sahkomoottorikaytot.pdf) 25.5.2018  
 Kvintus, H. 2018. haastattelu 7.5.2018  
 Luosma, P. 2014. Koneenosat. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu.  
<https://moniviestin.jamk.fi/ohjelmat/teknologia/konetekniikan-materiaalit/koneenosat> 5.6.2018  
 Luostarinen, A. 2011. Heinäveden urheilun historia. Pieksämäki: Marimedia.  
 Ovaskainen, J. 2018. Elämää alamäessä. Helsinki: Suomen Hiihtokeskusyhdistys ry.  
 Rytövaara, O. 2012. Arvio Pääskylvuoresta. Kirkkonummi: Vintertec Offshore Oy

- Rytövaara, O. 2014. Hissivastaavien koulutus P1, Laahushissityypit. Helsinki:  
Suomen Hiihtokeskusyhdistys ry
- Suomen Hiihtokeskusyhdistys ry. 2018. Hiihtokeskukset ja koulut.  
<https://ski.fi/keskukset-ja-koulut/>. 10.5.2018
- Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry. 2005. SFS-EN 1709.  
Henkilökuljetukseen tarkoitetut köysiradat. Turvallisuusvaatimukset.  
Ennen käyttöönottoa tehtävä tarkastus, kunnossapito ja  
käyttötarkastukset.
- Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry. 2005. SFS-EN 12927-6.  
Henkilökuljetukseen tarkoitetut köysiradat. Turvallisuusvaatimukset.  
Köydet. Osa 6: hylkäämisperusteet.
- Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry. 2005. SFS-EN 12927-7.  
Henkilökuljetukseen tarkoitetut köysiradat. Turvallisuusvaatimukset.  
Köydet. Osa 7: tarkastus, korjaus ja kunnossapito.
- Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry. 2018. Usein kysyttyä. Suomen  
Standardisoimisliitto SFS Ry. [https://www.sfs.fi/usein\\_kysyttya](https://www.sfs.fi/usein_kysyttya).  
14.5.2018
- Valtanen, E. 2012. Tekniikan taulukkirja. Jyväskylä: Genesis-kirjat Oy.  
Valtioneuvoston asetus köysiratalaitteistojen käytöstä ja tarkastamisesta  
220/2018.

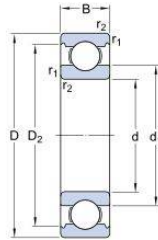
## Liite 1

## 6206 urakuulalaakerin tekniset tiedot (SKF Oy Ab)

## ► 6206

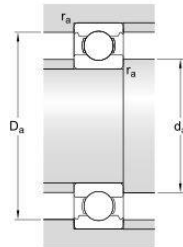
Popular item  
SKF Explorer

## Dimensions



d	30	mm
D	62	mm
B	16	mm
d <sub>1</sub>	≈ 40.36	mm
D <sub>2</sub>	≈ 54.06	mm
r <sub>1,2</sub>	min. 1	mm

## Abutment dimensions



d <sub>a</sub>	min. 35.6	mm
D <sub>a</sub>	max. 56.4	mm
r <sub>a</sub>	max. 1	mm

## Calculation data

Basic dynamic load rating	C	20.3	kN
Basic static load rating	C <sub>0</sub>	11.2	kN
Fatigue load limit	P <sub>u</sub>	0.475	kN
Reference speed		24000	r/min
Limiting speed		15000	r/min
Calculation factor	k <sub>r</sub>	0.025	
Calculation factor	f <sub>0</sub>	14	

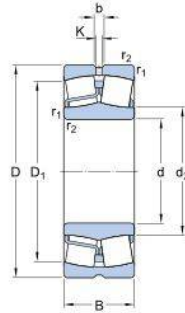
## Liite 2

## 22214 pallomaisen rullalaakerin tekniset tiedot (SKF Oy Ab)

## ► 22214 E

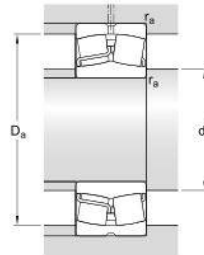
Popular item  
SKF Explorer

## Dimensions



d	70	mm
D	125	mm
B	31	mm
d <sub>2</sub>	≈ 83	mm
D <sub>1</sub>	≈ 111	mm
b	6	mm
K	3	mm
r <sub>1,2</sub>	min. 1.5	mm

## Abutment dimensions



d <sub>a</sub>	min. 79	mm
D <sub>a</sub>	max. 116	mm
r <sub>a</sub>	max. 1.5	mm

## Calculation data

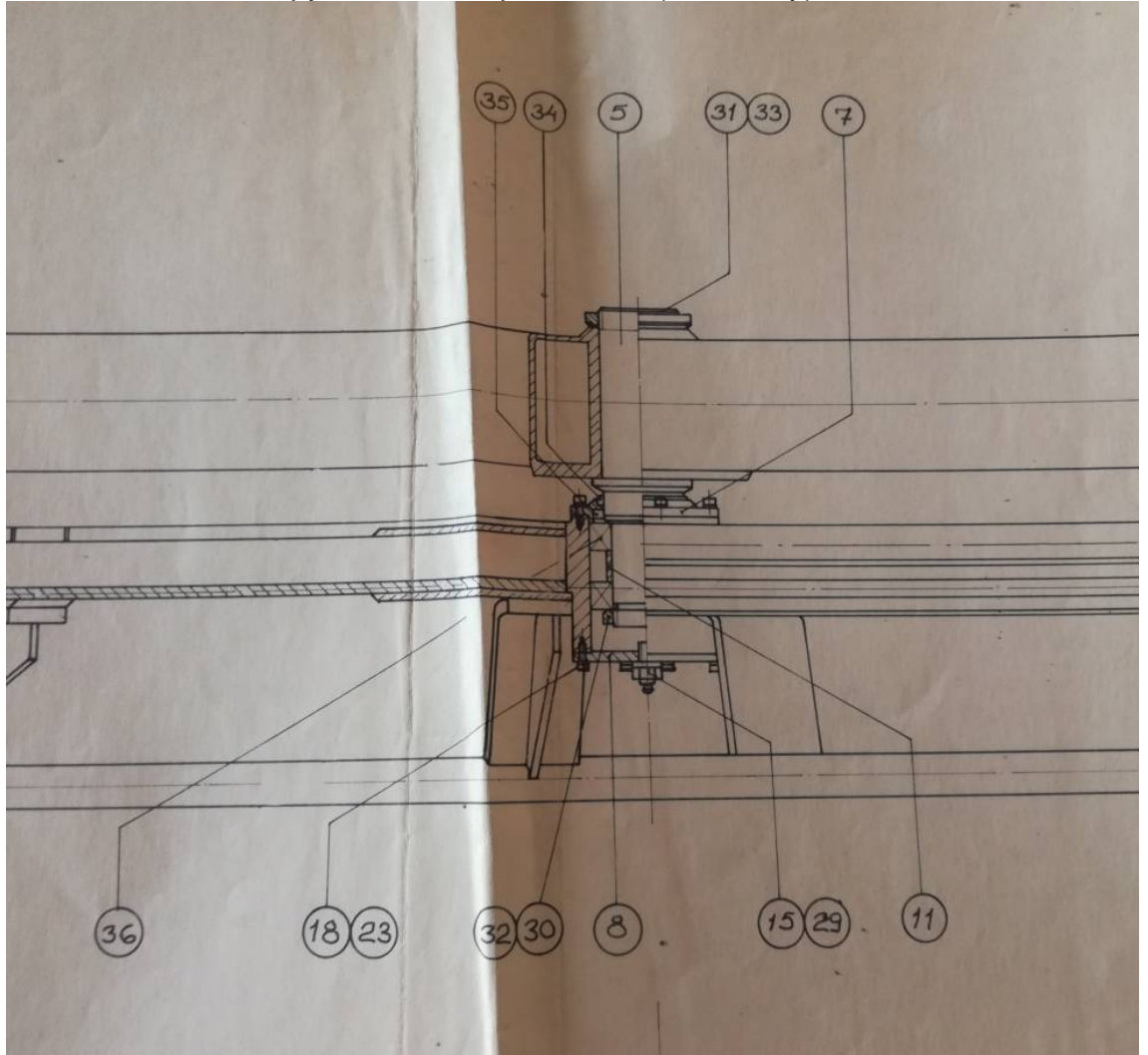
Basic dynamic load rating	C	213	kN
Basic static load rating	C <sub>0</sub>	228	kN
Fatigue load limit	P <sub>u</sub>	25.5	kN
Reference speed		5000	r/min
Limiting speed		6700	r/min
Calculation factor	e	0.23	
Calculation factor	Y <sub>1</sub>	2.9	
Calculation factor	Y <sub>2</sub>	4.4	
Calculation factor	Y <sub>0</sub>	2.8	

## Mass

Mass bearing		1.55	kg
--------------	--	------	----

## Liite 3

Koltek hissien kääntöpyörän kokoonpanokuva. (Koltek Oy)



Pääskyyvuoren Kolttek hissien profiilikuva, pylväät 1-2. (Kolttek Oy)

