

Tero Stenholm

Selvitys kiihtyvyyssanturin käyttömahdollisuuksista hissitarkastuksissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Insinöörityö

2.5.2017

Tekijä Otsikko	Tero Stenholm Selvitys kiihtyvyyssanturin käyttömahdollisuuksista hissitarkastuksissa
Sivumäärä Aika	30 sivua + 1 liite 2.5.2017
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Johtava asiantuntija Jukka Vinnari Lehtori Arja Ristola
<p>Insinööriyössä selvitettiin keskinäisen vertailun avulla kiihtyvyyssantureiden käyttömahdollisuuksia hissien loppu- ja määräaikaistarkastuksissa. Tavoitteena oli löytää käyttötarkoitukseen sopiva kiihtyvyyssanturi hissien loppu- ja määräaikaistarkastuksien apuvälineeksi, helpottamaan muun muassa hissien tarrausmatkan ja hissien kannatinvaijereiden luistomatkan mittaamista hätäpysäytystilanteessa. Työssä keskityttiin markkinoilta löytyvien antureiden sekä sovellusten vertailuun. Työn päätarkoituksena oli löytää korvaava tapa käytössä olleelle mittaustavalle, joka oli epätarkka ja epäluotettava. Tässä työssä painotettiin kiihtyvyyssanturin käytännöllisyyttä, monipuolisuutta ja mittauksen tarkkuutta.</p> <p>Työssä tarkasteltiin hissilaitteiden standardin mukaisia määritelmiä sekä avattiin hieman hissitarkastustoimintaa yleisellä tasolla sekä luotiin katsaus markkinoilla oleviin erilaisiin kiihtyvyyssantureihin. Lisäksi tutkittiin kiihtyvyyssantureiden käyttömahdollisuuksia muihin tarkoituksiin, esimerkiksi hissien kuntotutkimuksiin ja liukuportaiden sekä liukukäytävien tarkastuksiin. Kiihtyvyyssantureiden runsauden sekä käyttöön sopivien antureiden hinnan ja testikäyttöön saamisen hankaluuden vuoksi tämä opinnäytetyö rajattiin koskemaan vain antureiden vertailua. Tähän työhön ei sisällynyt varsinaista järjestelmän koekäyttöä.</p>	
Avainsanat	kiihtyvyyssanturi, hissitarkastus, kannattimet, nopeudenrajoitin, tarrain

Author Title	Tero Stenholm Possibilities of Using Accelerometer in Elevator Inspections
Number of Pages Date	30 pages + 1 appendix 2 May 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical power engineering
Instructors	Jukka Vinnari, Inspection Engineer Arja Ristola, Senior Lecturer
<p>The purpose of this study was to find an accelerometer which could be used in elevator inspections to measure elevator emergency stop distances, like how long is the distance of rope slipping and how long the elevator still drives when the safety gear works. This study focused on comparing the accelerometers and related applications on the market. The main purpose was to find substitute for the measuring method that was used, as it was inaccurate and not so reliable. This study emphasizes the practicality, versatility and accuracy of the accelerometer. At the moment there was no measuring tool that could be used on these kinds of works.</p> <p>This thesis deals with definitions of elevator equipment according to standards and briefly clarifies elevator inspection basics at general level. Also, this thesis provides an overview of some accelerometers on the market. In addition accelerometers that could be used for other purposes, like elevator surveys and escalator inspections, are considered.</p> <p>Because there was lot of different kind of accelerometers and some of those were quite difficult to get for test use, this study was confined only to compare different kind of accelerometers and applications. Based on this study, it was decided which accelerometer to choose for test operation.</p>	
Keywords	accelerometer, elevator inspection, over speed governor, safety gear, hoisting ropes

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kiihtyvyyssanturit	1
3	Standardit ja määritelmät	3
4	Hissitarkastustoiminta	12
5	Kiihtyvyyssanturien kartoitus ja vertailu	17
5.1	EVA-625-analysointilaite	17
5.2	Adinspect-mobiiliohjelma	21
5.3	Henning Lift PC-järjestelmä	23
6	Laitteen valinta ja perustelut	25
7	Yhteenveto	28
	Lähteet	30
	Liite Henning Sensor Suite	1

1 Johdanto

Insinööriyössä käsitellään kiihtyvyyssanturin käyttömahdollisuuksia hissien loppu- ja määrääaikaistarkastuksien apuvälineenä. Työn tarkoituksena on löytää käyttötarkoitukseen sopiva anturi, joka helpottaa tarrausmatkan ja kannattimien luistomatkan mittamista hissitarkastuksen aikana.

Tämän hetkinen mittaustekniikka on vanhanaikainen, ja välineenä käytetään mittanauhaa, jolla tarraimen rullan tai kiilan jättämä jälki mitataan johteesta, jota pitkin hissi kuilussa kulkee. Kannattimien luistomatkan mittaus luotettavasti on tällä hetkellä erittäin vaikeaa, koska nykyaikaiset hissit ovat melkein aina konehuoneettomia malleja, jolloin hissien nostokoneisto vetopyörineen on sijoitettu umpinaiseen hissikuiluun eikä hätäpysäytyksen aikana tapahtuvaa kannattimien luistoa pysty näkemään. Työturvallisuusohjeet kieltävät hissikorissa matkustamisen tarrauskokeen aikana. Tästä syystä kiihtyvyyssanturin tulee ennen kaikkea olla etäkäynnistettävä. Laitteen pitää olla myös riittävän tarkka sekä luotettavasti kalibroitu. Laitteen mittaustarkkuuden tulee täyttää standardin ISO 18738 vaatimukset.

Työ tehdään kartoittamalla mahdollisia vaihtoehtoja keräämällä tietoa eri laitevalmistajien sivuilta keskinäistä vertailua varten. Kiihtyvyyssanturien vertailun avulla pyritään löytämään paras mahdollinen mittaustururi varsinaiseen käyttötarkoitukseen.

Suomessa on tällä hetkellä käytössä noin 60 000 hissiä ja niillä matkustetaan noin viisi miljardia kertaa vuodessa. Hissilaitteen haltija on vastuussa hissien turvallisuudesta. Hissin haltijalla tarkoitetaan kiinteistön omistajaa, omistajan edustajana toimivaa isännöitsijää tai asunto-osakeyhtiön hallituksen puheenjohtajaa. Hissin haltijan vastuulla on esimerkiksi se, että hissilaitteille suoritetaan tarkastukset määräväleillä ja tarkastuksilla havaitut puutteet korjataan riittävän nopeasti.

2 Kiihtyvyyssanturit

Kiihtyvyyssanturi on laite, jonka toiminta perustuu Newtonin toisen lain yhtälöön:

$$F = m \times a$$

jossa F on voima, m on massa ja a on kiihtyvyys.

Kiihtyvyyssantureita käytetään tänä päivänä monilla eri teollisuuden aloilla, kuten robotiikassa, autoteollisuudessa, matkapuhelimissa, kelloissa ja teollisuuden alan kunnossapitotehtävissä, kuten pyörivien koneiden kunnon valvonnassa ja värähtelyn mittaamisessa. Myös hissialalla kiihtyvyyssantureita käytetään uusien tuotteiden testauksen aikana ajomukavuuden mittaamisessa.

Kiihtyvyyssanturilla mitataan siis kiihtyvyyttä, mittaus perustuu voiman mittaamiseen, kun massa tunnetaan. Markkinoilla on nykyään lukemattomia erilaisia antureita, koska niiden ominaisuudet sopivat monenlaiseen mittaustarkoitukseen. Kun kiihtyvyyssanturia valitaan, tulee olla tarkkana sen suhteen mitä halutaan mitata. Yleisimmin mittaukseen käytetään pietsosähköisiä kiihtyvyyssantureita, mutta käytössä on myös induktiivisia ja venymäliuska-antureita. Kiihtyvyyssanturit mittaavat kappaleen kokemaa kiihtyvyyttä verrattuna referenssitiasoon eli vapaaseen pudotukseen. Nykyään kiihtyvyyssanturit ovat niin sanottuja dataloggereita eli tiedonkeruulaitteita, jotka pystyvät itsenäiseen mittaukseen sekä datan tallentamiseen laitteen sisäiseen muistiin.

Pietsosähköisen anturin toiminta perustuu tiettyjen materiaalien kykyyn synnyttää sähkövaraus q mekaanisen voiman vaikuttaessa materiaaliin. Tällaisia materiaaleja ovat esimerkiksi kvartsi, barium-titanaatti ja eräät muovit, yleisimmin käytetty materiaali on kvartsi.

Anturi koostuu pietsosähköisestä kidemateriaalista, seismisestä massasta ja jousesta. Kiihtyvyys aiheuttaa voiman, joka puristaa anturin sisällä olevaa kidettä jousen ja seismisen massan avulla. Tuolloin anturin ulostulosta saadaan kiihtyvyyteen verrannollinen signaali, joka perustuu kiteen sähkövarauksen nousuun tai laskuun. Jousi on esijännitetty painamaan massaa kidettä vastaan, tästä syystä on mahdollista mitata kiihtyvyyttä sekä ylöspäin että alaspäin. Toimintataajuus on yleensä 1–5000 Hz, mutta joillakin antureilla jopa kymmeniä kilohertsejä.

Induktiivisen anturin toiminta perustuu induktanssin muutokseen. Anturin runkoon on kiinnitetty kaksi identtistä kelaa ja niiden välissä on seismisesti kiinnitetty ferriittisydän. Kiihdytyksessä ferriittisydän liikkuu kelojen välissä muuttaen niiden välistä induktanssia. Induktiivisen anturin impedanssi on pieni, mutta erillisen elektroniikkaosan tarve ja

alhainen toimintataajuus rajoittaa induktiivisen anturin käyttöä. Toimintataajuus yleensä alle 1 kHz.

Venymäliuska-anturit ovat rakenteeltaan lähellä pietsosähköisiä antureita. Toiminta perustuu elastisen materiaalin puristamiseen jousella ja massalla. Elastisen materiaalin venyminen mitataan siltakytkennässä olevien venymäliuskojen avulla. Venymäliuska-anturit vaativat 5–15 voltin syöttöjännitteen ja herkän vahvistimen pienen ulostulojännitteensä vuoksi, käyttötaajuus 0–500 Hz.

Näiden lisäksi olemassa on myös kapasitiivisiä antureita, joiden toiminta perustuu kapasitanssin muutokseen sekä pietsoresistiivisiä antureita joiden toiminta perustuu resistanssin muutokseen. Yleisimmin käytetyt anturit ovat pietsosähköisiä tai kapasitiivisiä antureita.

3 Standardit ja määritelmät

Tarkastustoiminnan päätarkoitus on varmistaa, että laitteiden käyttö on turvallista ja, että markkinoille saatetut laitteet ovat nykystandardien mukaisia. Uusien hissien tulee olla hissidirektiivin 2014/33/EU mukaisia. Suomessa hissidirektiivi 2014/33/EU pannaan täytäntöön hissiturvallisuuslailla 1134/2016. Hissidirektiivin 2014/33/EU vaatimukset voidaan toteuttaa asentamalla hissit standardin SFS EN 81–20 asettaman vaatimustason mukaisesti. Hissilaitteiden käytönaikainen huolto-, käyttö- ja tarkastusvaatimukset perustuvat hissiturvallisuuslakiin 1134/2016, jossa määritellään uusien hissien turvallisuustaso. Standardissa esitetään myös esimerkkiratkaisu, jolla direktiivissä vaadittu turvallisuustaso saavutetaan. Vanhat kansalliset hissimääräykset sekä uudet direktiivitasoiset säädökset ovat lakisäätteisiä eli velvoittavia. Seuraavassa luetellaan olemassa olevia hissilaitteita koskevat standardit ja määräykset.

- Hissimääräykset 1934
- Hissimääräykset Käsikirja nro 8 – 1949
- Hissimääräykset A8 – 1974
- Hissimääräykset A8 – 1989

- Hissimääräykset A8 – 1994
- SFS-EN 81-1: Sähkökäyttöiset hissit
- SFS-EN 81-2: Hydraulihissit
- SFS-EN 81–20
- SFS-EN 81–50

Hissin määritelmä

Hissillä tarkoitetaan laitetta, joka liikkuu määrättyjen tasojen välillä yli 15 asteen kulmassa vaakatasosta nähden olevia jäykkiä johteita pitkin tai laitetta, joka liikkuu kiinteällä radalla, vaikka se ei liikkuisi johteita pitkin. Laitteen nopeus on yli 0,15 m/s ja sillä kuljetetaan ihmisiä tai tavaroita. Hissillä pitää määritelmän mukaan olla myös kuormaa kantava yksikkö. [1.]

Kuormaa kantava yksikkö

Kuormaa kantavalla yksiköllä tarkoitetaan yleisesti hissikoria, jolla nostettavat tai laskevat ihmiset tai tavarat kuljetetaan. Hissikori on suunniteltava ja rakennettava kestämään korin nimelliskuorman mukaisen massan ja on riittävän tilava tarkoitettulle henkilömäärälle. [1.]

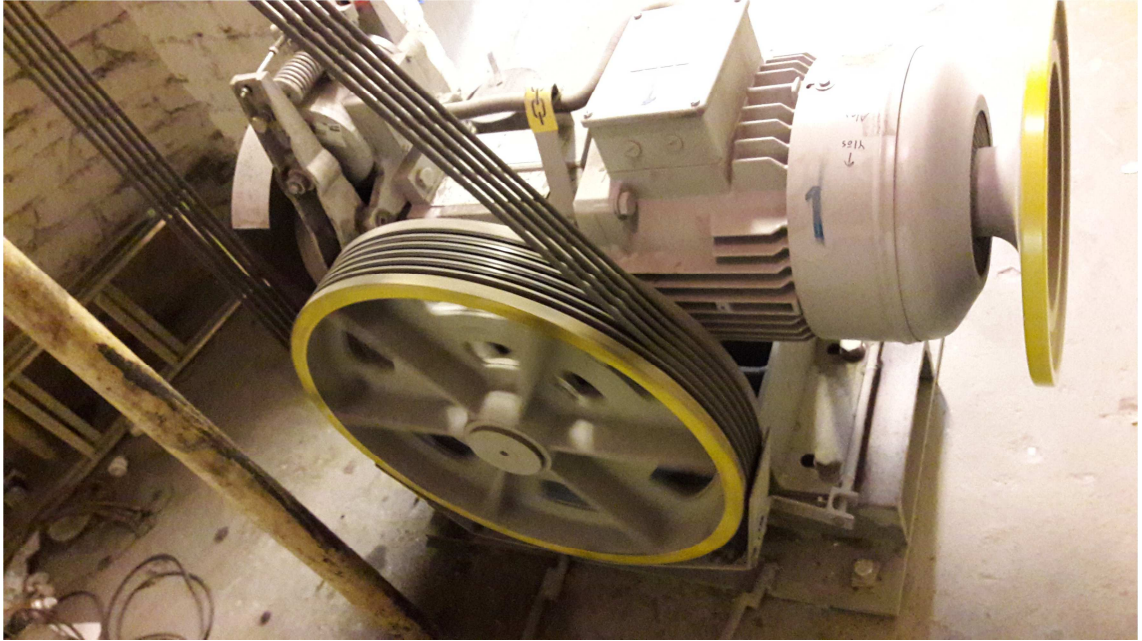
Hissin kannattimet

Hissin kannattimina käytetään teräsvaijereita tai ketjuja, ja niitä on oltava vähintään kaksi erillistä vaijeria tai ketjua. Kannattimet on valittava hissiin siten, että riittävä turvallisuustaso saavutetaan. Yksi oleellisista vaatimuksista on se, että kannattimien ja hissi-koneiston vetopyörän (ks. kuva 1, s. 6.) välinen kitkavoima on riittävä. Standardin SFS-EN 81–20 mukaan kannattimien toiseen päähän on asennettava kannattimien kuormitusta tasaava laite. Kuormitusta tasaavana laitteena käytetään yleisesti jousia. Jousen tehtävänä on pitää kaikki kannattimet yhtä kireällä toisiinsa nähden. Jos joku kannatti-

mien tasausjousista on liian löysällä, joutuvat muut kannattimet kantamaan suuremman kuormituksen ja tämä aiheuttaa kannattimien käyttöiän lyhenemistä sekä vetopyörän köysiurien epätasaista kulumista.

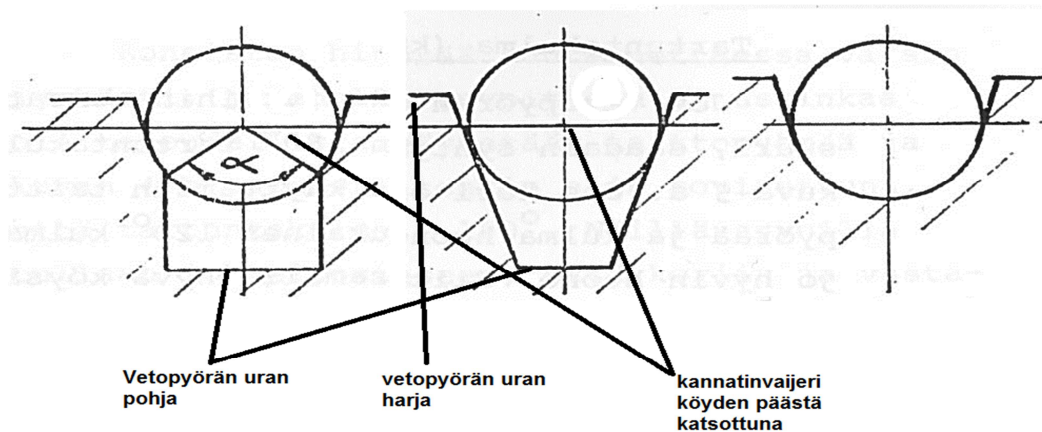
Jos kitkavoimaa on liian vähän, kannattimien luistomatka vetopyörällä kasvaa. Tämä ongelma havaitaan tyypillisesti hätäpysäytyksessä, kun hissikori on matkalla kevyellä kuormalla ylöspäin. Tässä tilanteessa hissikori jatkaa matkaa ylöspäin siitä huolimatta, että jokin hissien turvalaitteista on jo katkaissut ohjausvirran koneistolta ja koneiston jarrulta. Toinen helposti havaittava ongelma ilmenee varsinkin korkeissa hissikuiluissa, kun tyhjä hissikori on ylimmällä tasolla. Tässä tilanteessa hissien vastapaino on alimassa tasossaan. Vastapainon massa mitoitetaan siten, että se on korin paino + puolet hissien nimelliskuormasta. Kun vastapainon lisäksi suurin osa hissien kannattimien painosta on lisäämässä hissikoria ylöspäin vetäviä voimia, saattaa hissi lähteä liikku- maan kerrostasolta ylöspäin koska kannattimet luistavat vetopyörällä liian pienen kitka- voiman vuoksi. Tämä taas johtaa hissien jatkuvaan tarkkuusasetteluun, joka nopeasti hajottaa jonkun hissien ohjauksen komponenteista.

Kitkavoiman ollessa liian suuri muodostuu vaaratilanne, joka havaitaan kun hissien ni- mellisnopeus on ylittynyt ja nopeudenrajoitin on toiminut. Tyypillisesti tässä tilanteessa hissi on kulkenut ylinopeudella alaspäin, ja nopeudenrajoittimen toimittua tarrain on pysäyttänyt hissien. Tässä tilanteessa, jos tarraimen sähköinen kosketin on säädetty väärin tai muuten epäkunnossa, hissikoneisto jatkaa pyörimistä. Koska mekaaninen tarrain on pysäyttänyt hissikorin liikkeen ja koneisto vielä pyörii, vetopyörän ja kannat- timien välisen kitkavoiman ollessa liian suuri ilmenee sellainen tilanne, että koneiston vetopyörä lähtee nostamaan vastapainoa ylöspäin. Kun vastapaino on noussut ylim- mälle tasolle hissikuilussa, kaikki hissien kannattimet ovat löystyneet ja kerääntyneet joko hissien konehuoneeseen. Jos kyseessä on konehuoneeton hissi, roikkuvat kannat- timet löystyneinä hissikuilussa. Tämä on sekä haastava että erittäin vaarallinen tilanne löystyneiden kannattimien välissä työtä tekeville kunnossapitoasentajille, koska pienikin väärä liike saattaa aiheuttaa vastapainon putoamisen vapaasti alas kiristäen taas no- peasti hissien löystyneet kannattimet. Toinen mahdollinen vaaratilanne syntyy, kun his- sien ääriajakytkimet eivät toimi ja kitkavoima vetopyörän ja kannattimien välillä on liian suuri. Hissien ajaessa ääriajakytkimelle, hissien ohjausvirran tulee katketa. Hissien ajaes- sa epäkunnossa olevalle ääriajakytkimelle, ohjausvirta ei katkea, vaan hissi jatkaa liikettään kohti puskuria. Kitkavoiman ollessa liian suuri, jatkaa koneisto hissien tai vas- tapainon nostamista löystyttäen kannattimet.



Kuva 1. Vetopyörä ja kannattimet.

Riittävä kitkavoima varmistetaan kannattimia varten sorvatuilla vetopyörän köysiurilla ja oikein mitoitetulla vastapainolla. Kuvassa 2 on nähtävillä erityyppisiä kannatinköysiuria. Köysiurien kuluessa tai kannattimien halkaisijan pienentyessä käytön aikana, kannattimet painuvat lähemmäs köysiurien pohjaa.



Kuva 2. Erilaisia köysiuria [2].

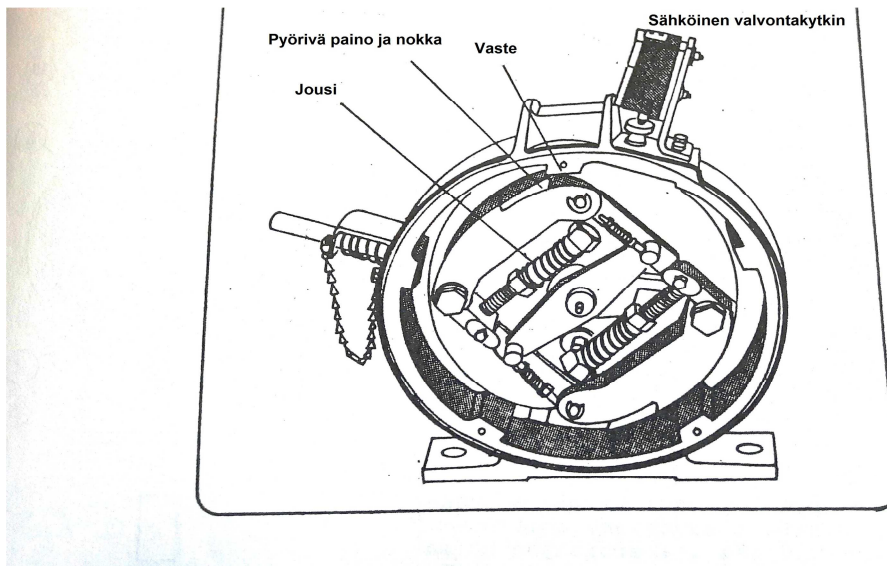
Hissin kannatinvaijerit kulkevat vetopyörään sorvatuilla köysiurilla. Köysiuran muoto vaikuttaa vaijereiden ja vetopyörän väliseen kitkan muodostumiseen. Kannattimet eivät saa osua köysiuran pohjaan, koska tämä aiheuttaa kitkavoiman muuttumisen.

Johteet

Johteet ovat nykyään aina niin sanottuja metallisia T-johteita, vanhoissa hisseissä johteet olivat pyöreitä teräsputkia. Johteet sijaitsevat hissikuilussa, ja ne toimivat hissinkiinteänä ratana, jota pitkin hissikori ja vastapaino kulkevat. Hissikorin varsinaisena kuormaa kantavana osana toimii metallinen kehikko. Kehikkoon olennaisena osana kuuluvat hissiohjainkengät ja tarrainpesä. Ohjainkengien sisällä on uusissa hisseissä niin sanotut liukupinnat. Liukupintojen materiaalina on käytetty mm. nylonia ja polyuretaania. Liukupintojen avulla hissi liikkuu johteita pitkin. Ohjainkengiä hisseissä on neljä, joista kaksi on sijoitettu korikehikon yläpäähän ja kaksi alapäähän. Tarrainpesä sijaitsee hissien alempien ohjauskengien alapuolella. Tarrainpesän tulee aina olla ohjauskengistä erillään ja itsenäinen osa. Tarraimesta lisää sivulla 10, kohdassa tarrain.

Nopeudenrajoitin

Nopeudenrajoitin on mekaaninen laite, jonka toiminta perustuu keskipakovoimaan. Pyörivät painot erkaantuvat keskiöstä nopeuden noustessa. Kun laukaisunopeus on saavutettu nokat törmäävät vasteeseen ja pysäyttävät nopeudenrajoittimen sekä nopeudenrajoittimen vaijerin liikkeen nostaen korikehyksessä olevan mekanismin avulla tarraimen rullat tai kiilat ylös. Pyörivän painon liikettä vastustetaan jousilla. Jouset säädetään valmiiksi tehtaalla oikeaan laukaisunopeuteen (kuva 3 s. 8)



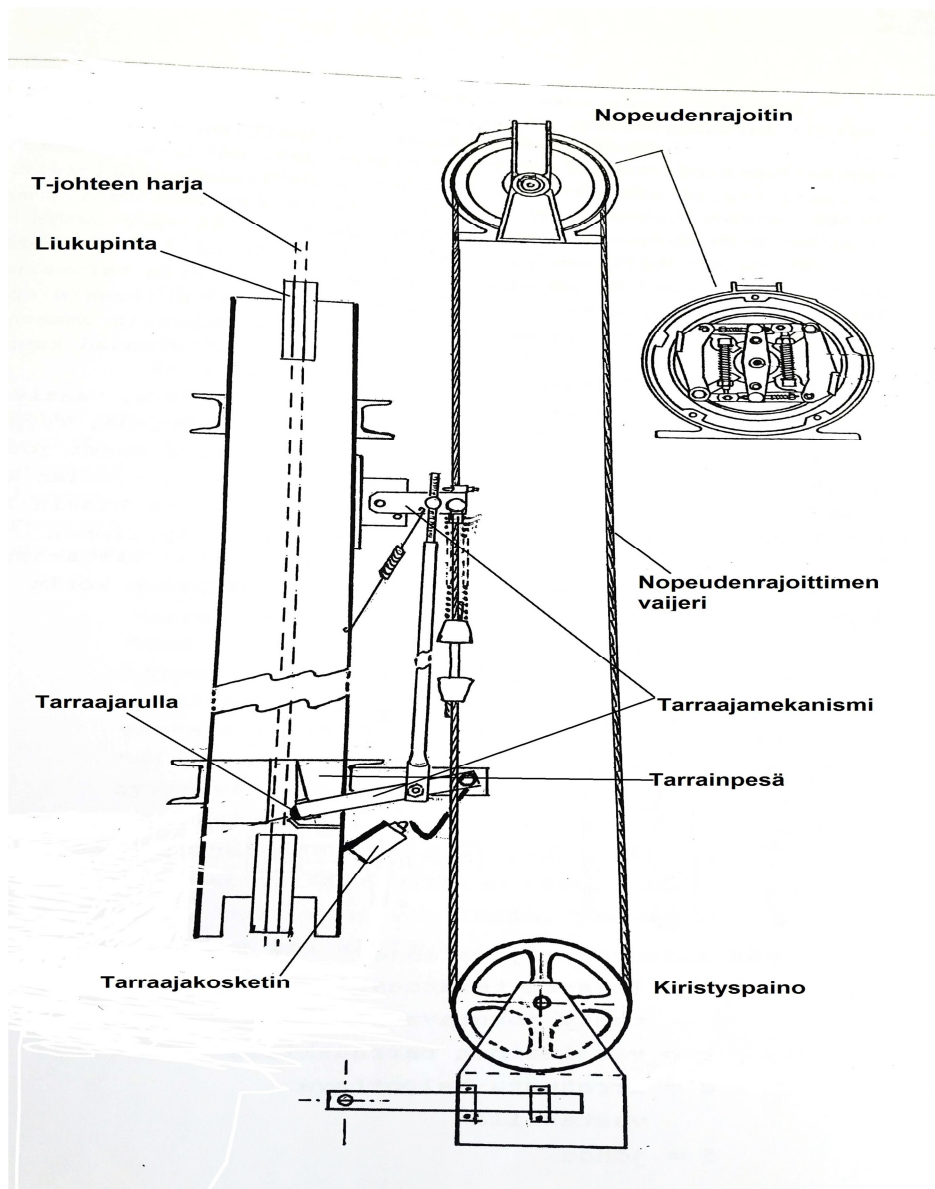
Kuva 3. Nopeudenrajoitin avattuna [2].

Nopeudenrajoitin on kytketty hissikorin kehyksessä olevaan tarraajamekanismiin erillisellä teräsvaijerilla. Se on erillään hissien nostokoneistosta ja varmistaa hissien pysähtymisen kun hissien nopeus ylittää ennalta määrätyn laukaisunopeuden (ks. taulukko 1). Nopeudenrajoittimella on oma teräsvaijeri, joka on kytketty hissikorin tarrainmekanismiin. Vuoden 1974 (hissimääräykset A8-74) jälkeen asennetuissa hisseissä nopeudenrajoitin on varustettu myös sähköisellä kytkimellä, joka on kytketty hissien ohjausjärjestelmän turvapiiriin. Nopeudenrajoittimen sähköisen kytkimen tulee toimia aina ennen nopeudenrajoittimen mekaanista toimimista.

Taulukko 1. Nopeudenrajoittimen laukaisunopeudet [2].

Hissin nimellisnopeus m/s	Nopeudenrajoittimen toimintanopeus m/s
0,5	0,80
0,6	0,90
0,7	1,00
1,0	1,40
1,25	1,65
1,5	2,00
1,7	2,20
2,0	2,55
2,5	3,15
3,0	3,75
3,5	4,35

Nopeudenrajoitin laukaisee tarrainmenon ennalta asetetun nopeuden ylittyessä, nopeudenrajoittimen toimintanopeuden on oltava vähintään 115 % nimellisnopeudesta. Taulukossa 1 on nähtävillä nopeudenrajoittimen laukaisunopeudet. Nopeudenrajoittimen pitää toimia 30–40 % ylinopeudella, mutta se ei saa toimia vielä 10–20 % ylinopeudella. Nopeudenrajoittimen toimintanopeutta säätelevät jouset säädetään aina tehtaalla, eikä niitä saa säätää enää uudelleen työmaalla.



Kuva 4. Tarraimen ja nopeudenrajoittimen periaate [2].

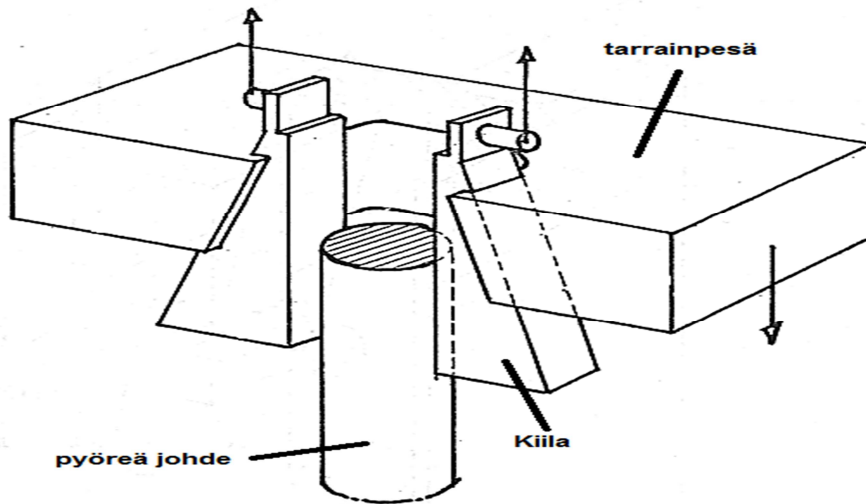
Tarrain

Tarrain on mekaaninen laite, joka pysäyttää hissien liikkeen ja pitää hissikorin paikallaan, kun alaspäin suuntautuva nopeus on ylittänyt ennalta määritetyn nopeudenrajoittimen laukaisunopeuden. Tilanne voi johtua esimerkiksi hissien komponenttien vioittumisesta tai hissikorin kannattimien pettämisestä, jolloin syntyy niin sanottu vapaa pudotus.

Tarrain toimii tarrainmekanismiin kytketyn teräsvaijerin välityksellä (ks. kuva 4 s. 9). Nopeudenrajoittimen laukaisunopeuden ylittyessä teräsvaijerin liike pysähtyy. Nopeudenrajoittimen liikkeen pysähtymisen jälkeen hissi jatkaa vielä matkaa alaspäin. Koska nopeudenrajoittimen teräsvaijeri on pysähtynyt, ja hissi jatkaa liikettä alaspäin teräsvaijeri nostaa tarrainrullan ylös tarrainmekanismin avulla, ja rulla puristuu johdetta vasten pysäyttäen hissin liikkeen mekaanisesti.

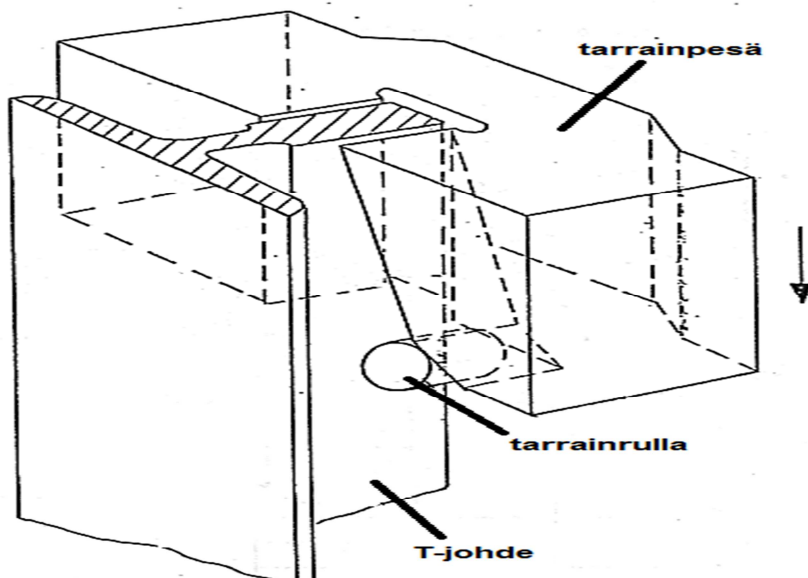
Nopeudenrajoittimen ja nopeudenrajoittimen vaijerin välinen kitka on ratkaiseva tarrajamekanismin toiminnan kannalta, tästä syystä hissikuilun alapäähän on sijoitettu kiristyspaino (ks. kuva 4, s.9), joka pitää nimensä mukaisesti nopeudenrajoittimen vaijerin kireällä synnyttäen riittävän suuren kitkavoiman nopeudenrajoittimen vaijerin ja nopeudenrajoittimen köysiuran välille. Kiristyspainon tarkoitus on kiristää vaijeria jatkuvasti. Koska teräsvaijerin ominaisuuksiin kuuluu käytössä puristuminen, joka johtaa vaijerin pituuden kasvuun, pitää kiristyspainolla olla varaa painua alaspäin. Nopeudenrajoittimen vaijerin pituuden kasvaessa liikaa kiristyspaino painuu alas katkaisten valvontakoskettimen avulla hissin turvapiirin.

Tarraimia on periaatteessa kahta eri tyyppiä, luisutarrain (ks. kuva 7, s. 12) ja salpatarrain. Salpatarraimia on myös kahta erilaista, kiilatarrain (ks. kuva 5. s. 11) ja rullatarrain (ks. kuva 6. s. 11). Luisutarraimia tulee käyttää, kun hissin nimellinnopeus on yli 1 m/s, vaimennettua salpatarrainta voidaan käyttää, kun nopeus on enintään 1 m/s ja salpatarrainta voidaan käyttää, kun nopeus on enintään 0,63 m/s.



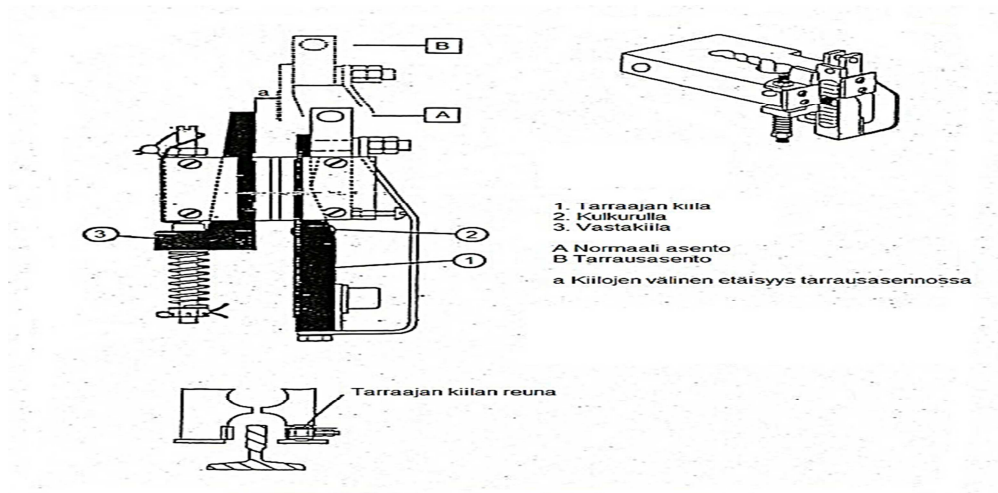
Kuva 5. Kiilatarrain [2].

Kiilatarraimessa ylöspäin nousevat karkeat metallikiilat puristavat johdetta molemmilta puolilta pysäyttäen hissien nopeudenrajoittimen toimittua (kuva 5).



Kuva 6. Rullatarrain [2].

Rullatarraimessa kiilojen paikalla on nimensä mukaisesti karheapintaiset tarrainrullat, jotka nopeudenrajoittimen toimiessa nousevat ylös ja puristuvat johdetta vasten pysäyttäen hissien (kuva 6). Kuvassa 6 tarrainrullat ovat normaalissa asennossaan alhaalla.



Kuva 7. Luisutarrain [2].

Luisutarraimia käytetään, kun hissien nimellisnopeus on yli 1m/s. Käytännössä kaikkiin uusiin hisseihin asennetaan nykypäivänä luisutarraimet, koska alle 1 m/s nopeudella kulkevia hissejä ei asenneta kuin harvoin. Luisutarraimen hidastavuus on hissien rakenteille sekä mahdollisesti tarrauksen aikana hissien kyydissä oleville matkustajille parempi pidemmän luistomatkinsa vuoksi. Näin ollen hidastavuus ei aiheuta vaurioita hissilaitteille eikä yleensä matkustajille. Luisutarraimella varustetun hissien keskimääräinen hidastavuus nimelliskuormalla vapaassa pudotuksessa pitää olla välillä 0,2–1 g.

4 Hissitarkastustoiminta

Uusien hissien tarkastuksia saa suorittaa vain ilmoitettu laitos [4]. EU:n jäsenvaltioiden on nimettävä viranomainen, joka vastaa laitosten ilmoittamisesta. Suomessa tämä viranomainen on työ- ja elinkeinoministeriö. Jäsenvaltion on kerrottava Euroopan komissiolle menettelyistä, joilla ilmoitetun laitoksen toimintaa valvotaan. Työ- ja elinkeinoministeriö ilmoittaa laitoksen Euroopan komissiolle, jonka jälkeen ilmoitettu laitos saa suorittaa uusien hissien tarkastuksia EU:n alueella.

Tällä hetkellä Suomessa toimii kolme kilpailevaa hissitarkastuslaitosta. Suurin alan toimijoista on Inspecta Oy, jolla on laajimmat oikeudet tarkastustoiminnassa. Muita alalla toimivia laitoksia ovat Elspecta Oy sekä HSAB. Hissitarkastuksien piiriin kuuluvat hissit, liukuportaat, liukukäytävät, kevythissit ja yli 2,9 metriä korkeat nosto-ovet.

Tarkastustoiminnan päätarkoitus on varmistaa, että laitteiden käyttö on turvallista. Tarkastuksien pohjana käytetään standardeja SFS EN-81 sarjaa sekä hissiturvallisuuslakia 1134/2016 ja hissidirektiiviä 2014/33/EU. Käytössä olevien laitteiden tarkastustointia valvova elin on Turvallisuus- ja kemikaalivirasto eli TUKES.

Lopputarkastus

Uusien hissien pitää aina täyttää asennushetkellä voimassa olevan standardin mukainen turvallisuustaso. Tällä hetkellä uuden hissien on täytettävä standardin SFS-EN 81–20 mukainen taso. Lopputarkastuksen saa tehdä ilmoitettu laitos. Vain ilmoitetulla laitoksella on oikeus tehdä hissilaitteiden vaatimustenmukaisuuden arviointeja.

Ennen uuden hissien markkinoille saattamista on varmistettava hissien vaatimustenmukaisuus. Suomessa uusille hisseille tehdään yleisimmin lopputarkastus, koska suurin osa Suomessa markkinoille saatetuista hisseistä on EU-tyyppihyväksytyjä. Toinen vaihtoehto on tehdä yksikkökohtainen tarkastus. Yksikkökohtainen tarkastus tehdään hissille, joka ei ole EU-tyyppitarkastettu.

Lopputarkastuksessa varmistetaan, että asennettu hissi on EU-tyyppitarkastetun hissien mukainen kaikilta osin. Mikäli laite poikkeaa standardista, pitää tyyppitarkastus sisällyttää myös standardista poikkeamiset. Ilmoitetun laitoksen lopputarkastustodistuksen saannin edellytys on, että laitteen asiakirjat on toimitettu ilmoitetulle tarkastuslaitokselle, ja laite todetaan turvalliseksi käyttää. Tarkastuksessa käydään läpi hissien kaikki tekniset asiakirjat, joista käy ilmi myös laitteen toimittajan tiedot sekä laitteen haltijan tiedot. Tämän lisäksi suoritetaan myös tähän opinnäytetyöhön olennaisesti liittyvät testit.

Laitetestit lopputarkastuksessa

Jarrujärjestelmän on oltava sellainen, että se toimii automaattisesti, kun virransyöttö jarrulle katkeaa. Hissien sähkömekaaninen jarru testataan ylikuormalla. Testaus suoritetaan siten, että aiheutetaan hissille hätäpysäytys ja varmistetaan jarrun pystyvän pysäyttämään hissien, kun kori kulkee alaspäin nimellinopeudella ja 125 %:n kuormalla. Jarruja on aina oltava kaksi, ja jos toinen jarruista ei toimi, on yhden jarrun kyettävä

pysäyttämään ja pitämään paikallaan nimelliskuormalla ja nimellinopeudella alaspäin ajava hissi. [1.]

Kannattimien ja vetopyörän välisen kitkan testaus suoritetaan ajamalla alasuuntaan 125 % kuormalla useita kertoja ja aiheuttamalla hissille hätäpysäytys. Jokaisella kerralla hissillä on pysähdyttävä täydellisesti. Koe voidaan suorittaa myös ajamalla tyhjää hissikoria ylöspäin hissikuilun yläosassa. Tyhjällä hissikorilla testattaessa, vastapaino ajetaan puskurille ja koneiston pyörittämistä jatketaan, kunnes kannattimet luistavat. Kannatinvajereiden on luistettava vetopyörällä, mutta ne eivät saa luistaa liikaa, jotta hätäpysäytysmatka ei kasva liian pitkäksi. Jos kannattimet eivät luista, on koneiston tehon oltava rajoitettu siten, että se ei jaksa nostaa tyhjää hissikoria kitkavoimalla ylöspäin. [1.]

Hissikorin tarrain koestetaan ajamalla hissiä, jonka kuorma on 125 % nimelliskuormasta, alaspäin nimellinopeudella ja suoritetaan tarraus. Tarrauksen jälkeen hissi ei saa liikkua alaspäin. Tämä todetaan tarkastamalla että hissillä turvapiiri on katkennut ja testaamalla, että korin kannattimet luistavat vetopyörällä. Jos kannattimet eivät luista, pitää koneiston voiman olla rajoitettu siten, että se ei jaksa nostaa vastapainoa ylös. [1.]

Taulukko 2. Ohjeelliset tarrausmatkat [3].

v (m./s)	Luistomatkoja	
	min (mm)	max (mm)
0,6	18	84
0,63	20	89
0,7	25	100
0,9	41	136
1	51	160
1,2	73	210
1,5	115	315
2	319	876
3	459	1261
3,5	624	1717
4	815	2242
5	1274	3503
6	1835	5046
7	2497	6867
8	3282	8970
9	4128	11353
10	5097	14016

Tarrausjälkien pituus johteissa mitataan ja arvoja verrataan taulukon 2 (s. 14) arvoihin, tai tarraimen valmistajan laatiman taulukon arvoihin. Tällä hetkellä tarrausjäljet mitataan suoraan johteesta mittanauhalla ja välillä on hankala varmasti sanoa, mistä kohtaa tarraus on alkanut, koska tarrainrullat eivät heti tarrauksen alkaessa jätä selvää jälkeä puristuessaan johteita vasten. Tarrauskokeen jälkeen varmistetaan, että hissien rakenteet ovat pysyneet alkuperäisessä kunnossaan. [1.]

Muutostyön tarkastus

Muutostyön tarkastus tulee ajankohtaiseksi silloin, kun vanhaa hissiä peruskorjataan. Muutostyön tarkastus tulee tehdä, kun kyseessä on mittava muutostyö, kuten ohjauksen ja sähköistyksen uusiminen, nostokoneiston tyypin vaihtaminen, kuilun oviaukkojen lisääminen tai kuilunoven lukkotyyppien vaihtaminen. Vanhan osan korvaaminen uudella vastaavalla ei vaadi tarkastusta. Muutostyön tarkastuksen saa suorittaa valtuutettu laitos [5].

Määräaikaistarkastus

Määräaikaistarkastukset tehdään kaikille hisseille kahden vuoden määrävälein. Määräaikaistarkastus ei ole laajuudeltaan yhtä laaja kuin lopputarkastus, eikä se kuormita hissilaitteita yhtä paljon, muun muassa tarrauskokeita ei tehdä enää kuormitetulla korilla vaan tyhjällä korilla ja redusoidulla nopeudella. Näin vältetään turhilta riskeiltä, että laitteet hajoaisivat. Jos määräaikaistarkastus on hyväksytty, liimataan hissikoriin tarkastustarra. Tarrassa on näkyvillä tarkastuslaitoksen tunnus, tarkastuksen suorittaneen henkilön allekirjoitus sekä seuraavan tarkastuksen ajankohta.

Jos taas ilmenee liian vakavia puutteita, voi tarkastaja erottaa laitteen verkosta ja määrätä laitteen uudelleen tarkastettavaksi korjausten jälkeen. Tarkastuksista lähetetään aina pöytäkirjakopio sekä hissien haltijalle että hissiä huoltavalle yritykselle.

Määräaikaistarkastuksessa tarkastetaan muun muassa seuraavat asiat:

- konehuoneen kulkutiet ja valaistus sekä konehuoneen lukitus

- kannattimien ja nopeudenrajoittajan vaijerin kunto
- jarrun toiminta ja jarruhihnan kuluneisuus
- nostokoneiston kunto ja tiiveys
- hätäpuhelin-yhteys korista valvomoon
- korin ja vastapainon ohjaimien kunto ja välykset
- korin- ja kuilunovien kytkimien oikea toiminta
- tarraajan ja tarrainmekanismin kunto ja toiminta
- kaikki sähköiset turvalaitteet

Määräaikaistarkastuksessa hissilaitteen turvallisuutta verrataan aina laitteen asentamisvuonna voimassa olleisiin määräyksiin. Määräaikaistarkastuksia saa tehdä valtuutetut laitokset. [1.]

Kiihtyvyyssanturin käyttö hissitarkastuksissa

Kiihtyvyyssanturi tulee käyttöön ensisijaisesti hissien lopputarkastuksessa, jonka yhteydessä hissilaitteelle tehdään kaikki käyttöönottoon liittyvät tarkastukset. Ihanteellisessa tilanteessa anturi on sellainen, jonka voi sijoittaa tarkastuksen alussa hissikoriin tai hissien katolle ja poistaa hissiltä, kun tarkastukset on suoritettu. Mittaus tulee olla käynnistettävissä ja lopetettavissa kauko-ohjauksella, esimerkiksi matkapuhelimeen ladatulla sovelluksella. Mittausanturia käytetään tarkastuksen aikana vain tiettyjen testien tekemiseen, kuten tarraajan liukuman mittaamiseen ja kannatinvaijereiden luiston mittaamiseen. Edellä mainitusta syistä johtuen mittauksen ei tarvitse olla jatkuvasti käynnissä tarkastuksen aikana, vaan ainoastaan tarvittaessa, koska muuten mittausdataa tulee liian paljon tulkittavaksi. Valituksi tulevalla laitteella on myös oltava mahdollisuus reaaliaikaiseen seurantaan ajokäyrän piirtymisestä, jolloin mittausdatan voi analysoida heti tarkastuksen aikana.

Kiihtyvyyssanturin käytön tulee parantaa tarrausmatkan ja kannattimien luistomatkan mittaustarkkuutta sekä parantaa ko. tarkastusvaiheiden työturvallisuutta. Mittausanturin tulee pysyä luotettavasti paikallaan tarrauskokeen ja kannattimien luistotestin aikana, jotta vältytään mittausanturin liikkumisen aiheuttamalta mittavirheeltä mittaustuloksissa.

5 Kiihtyvyyssanturien kartoitus ja vertailu

Kiihtyvyyssanturin valinnassa on otettava tarkoin huomioon se, mitä määrettä halutaan mitata. Tässä osiossa käydään läpi mittalaitteita, joita työn tekemisen aikana tarkasteltiin. Hissitarkastuksen apuvälineeksi soveltuvia laitteita on markkinoilla melko vähän. Kartoituksen päädyttiin kolmeen laitteistoon, joita vertailtiin. Kaksi laitteistoista on varsinaisesti tarkoitettu hissien ajomukavuuden mittaamiseen ja yksi on mobiililaitteeseen ladattava sovellus, joka hyödyntää mobiililaitteen omaa sisäistä kiihtyvyyssanturia mittauksen suorittamiseen. Anturin hankinnassa tulee kiinnittää huomiota seuraaviin asioihin.

- taajuusalue
- analysointitapa (RMS, FFT = Fast Fourier Transform)
- mitä mitataan (nopeus, kiihtyvyys, lämpö, siirtymä)
- tiedon keräys- ja siirtotapa (laitteen sisäinen muisti, bluetooth)
- mittauksen resoluutio
- käyttöolosuhteet (kylmä, kuuma, kosteus)
- kalibroitavuus

5.1 EVA-625-analysaattori

Tällä hetkellä Inspectalla on tarkastuskäytössä PMT:n (Physical Measurements Technologies Inc.) EVA-625-analysaattori (kuva 9 s. 19). Laite on tarkoitettu varsinaisesti

hissien ajomukavuuden arviointiin. EVA-625-analysaattori tuli markkinoille 2000-luvun vaihteessa. Laitteen kokoonpano on säilynyt lähes samana näihin vuosiin saakka. EVA-625 oli aikanaan ainoa markkinoilla oleva ajomukavuutta mittaava laite. Laitteen ohjelmisto on melko helppo käyttää, tosin ulkoasu on jo vanhentunut. Mittalaitetekonaisuus on sijoitettu pieneen salkkuun, jossa on laitteen kantamista helpottava kanto- kahva. Laitteisto on kooltaan melko suuri ja painava kenttäkäyttöön.

Mittalaitteen tiedonsiirto hoidetaan RS232-liittimellä varustetun sarjaportin kautta. Laitteen ohjelmistoa ei ole ladattavissa, vaan ohjelmisto tulee erillisellä CD-levyllä. Nykyai- kaisissa kannettavissa tietokoneissa ei ole RS232-sarjaporttia, joten mittalaitteen kyt- kentä kannettavaan vaatii USB-adapterin (ks. kuva 8) käyttöä. USB-adapterin toinen pää kytketään RS232-liittimeen tarkoitetun kaapelin päähän ja toinen pää tietokoneen USB-liittimeen. Kaikissa kannettavissa tietokoneissa ei ole CD-asemaa, eli ohjelmiston lataaminen vaatii ulkoisen CD-aseman.



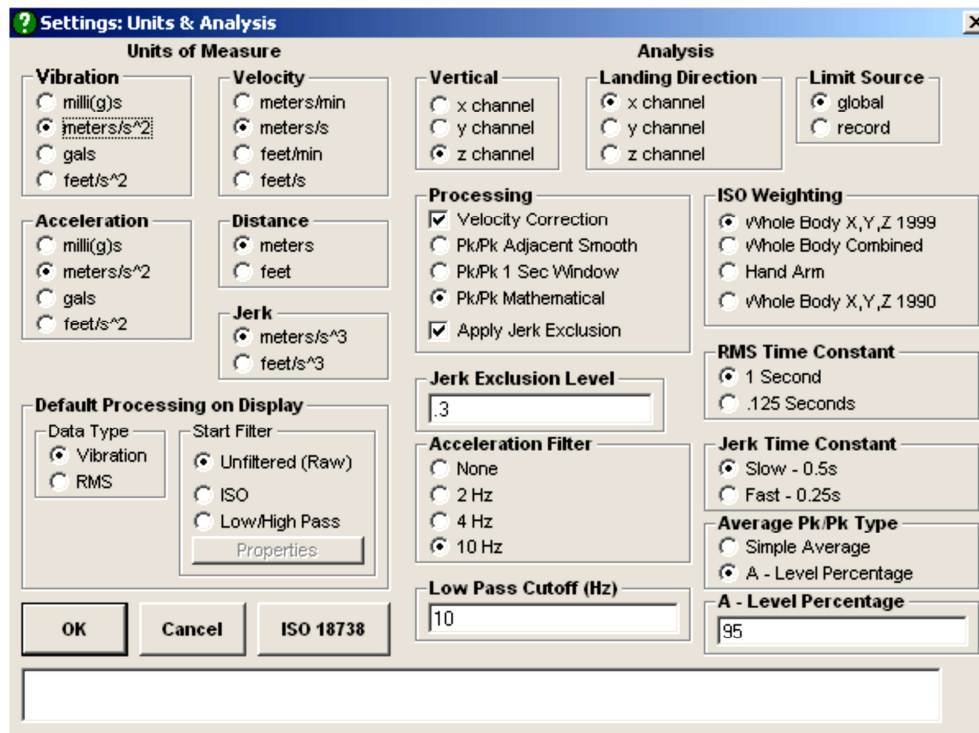
Kuva 8. USB-adapteri.

Kuvassa 9 (s. 19) on nähtävillä EVA-625-analysaattorin kokoonpano, josta löytyy kol- miakselinen kiihtyvyyssanturi, mikrofoni (äänien mittaamista varten), näppäimistö; sal- kun etureunassa sijaitsee kytkin mittauksen käynnistystä varten ja mikrofonin vierestä johdollinen kytkin kaukokäynnistystä varten.



Kuva 9. EVA-625-analysaattorin kokoonpano.

Mittalaitteen ohjelmisto on melko monipuolinen, ja laitetta voidaan käyttää tietyin rajoituksin myös liukuportaiden tarkastuksien apuvälineenä. Mittalaite täyttää myös standardin ISO 18738 vaatimukset mittaustarkkuuden osalta. Akun varauksen kesto on käytöstä riippuen 20–30 tuntia.

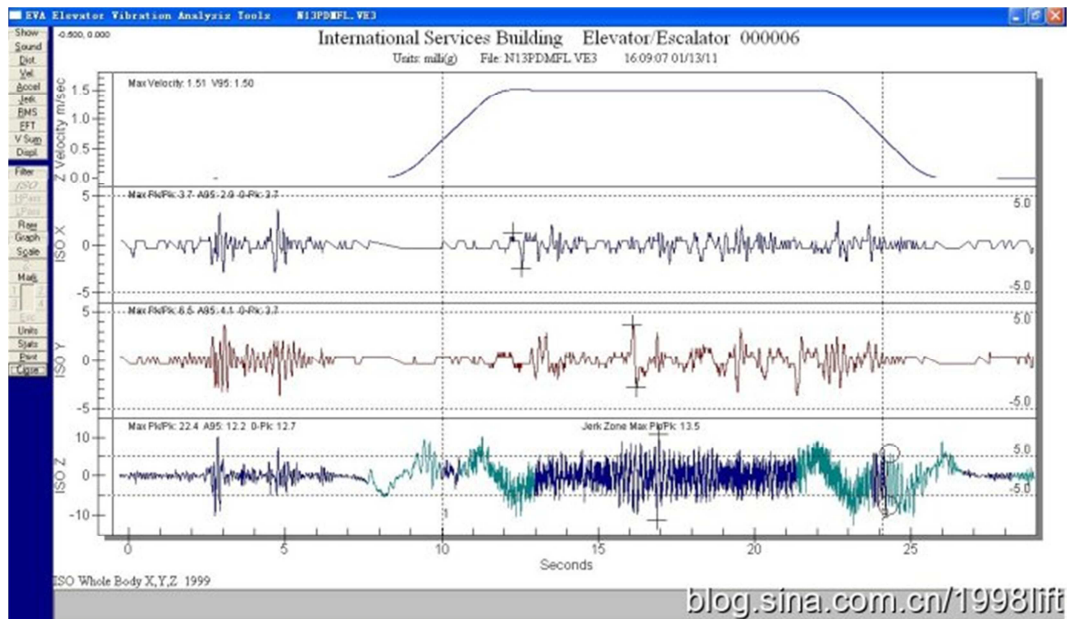


Kuva 10. EVA-625 -analysaattorin yksikkövalikko.

Kuvassa 10 (s.19) nähdään mittalaitteen valikkosivu. Valikosta valitaan tarvittavat suu-reet mittausta varten. Valikossa on näkyvillä myös ISO 18738 -painike, jota painettaessa ohjelmisto määrittää automaattisesti laitteen mittaustavan ajomukavuusmittausta varten. Näytteenottotaajuuden voi valita itse kahdesta vaihtoehdosta, 256 otosta/sekunti tai 512 otosta/sekunti. Normaalisti mittauksessa käytetään näytteenottotaajuutena 256 SPS (samples per second). EVA-625-analysaattorin yhden tallennuksen maksimi aika 256 näytteenottotaajuudella on 120 sekuntia, mikä riittää mukavuusajomittauksiin hyvin, koska hissien normaali ajoaika on harvoin yli 60 sekuntia, ja mittauksen suorittaja voi olla ajon aikana kydyssä käynnistämässä mittauksen.

Tällä hetkellä käytössä oleva EVA-625 ei suoraan sovellu käytettäväksi hissien tarrausmatkojen tai kannattimien luistomatkan mittaamiseen. EVA-625-analysaattorin heikkouksiin kuuluu muun muassa se, että tallennuksen maksimipituus on 120 sekuntia, joka on käyttötarkoitukseen liian lyhyt aika. Tallennuksen aloittaminen vaatii aina käynnistysnapin painamista, napin painamisen jälkeen on pieni viive ennen mittauksen alkamista. Koska laite on sijoitettu hissikoriin ja hissikorissa oleminen tarrauskokeen aikana on kielletty, on käynnistysnapin painamisen jälkeen poistuttava hissistä ja siirrettävä hissi sopivalle korkeudelle, jossa tarrauskoe tehdään. Tässä työvaiheessa menee helposti aikaa enemmän kuin 120 sekuntia, joka on kyseisen mittalaitteen maksimitallennusaika. Tallennuksen alkamista ja päättymistä ei voi havaita hissien ulkopuolelta millään tavalla, joten mittauksen tallentuminen on aina epävarmaa. Laitteessa oleva kaukokäynnistyslaite ei sovellu tarrausmatkojen mittaamiseen, koska mittalaitteen pitäisi olla hissien sisäpuolella ja käynnistäjän hissien ulkopuolella. Näin ollen käynnistyslaitteen johdon pitäisi olla liikkuvan hissien ovien välissä.

Tämän hetkisen EVA-625-analysaattorin (kuva 9, s.18) ajokäyrien tulkinta vaatii enemmän työtä, koska ajokäyrät piirtyvät eri koordinaatistoihin, jolloin vertailu on huomattavan vaikeaa. Kuvassa 11 (s. 21) näkyy EVA-625-analysaattorilla otettu hissien ajokäyrä. Koordinaatistossa on näkyvillä tärinät X, Y, ja Z akselilla sekä hissien nopeuskäyrä kuvassa ylimmäisenä.



Kuva 11. EVA-625 ajokäyrä

Kuvan 11 näytöllä näkyy ylipänä hissien nopeus. Tämä ei kuitenkaan yksinään riitä tarrausmatkan laskemiseen. Ohjelman alisivuilta löytyy myös ajettun kokonaismatkan käyrä, mutta jos nopeutta ja ajettua matkaa haluaa vertailla, pitää jokaisesta alisivusta ottaa zoomattuna kuvakaappaus, jonka jälkeen tarrausmatkan laskeminen onnistuu. Tuotekehityksen puolesta mittalaite ei ole mennyt juuri eteenpäin käytettävyyden osalta niiden kahdenkymmenen vuoden aikana, jotka laite on ollut käytössä. Näistä syistä EVA-625-analysaattorin tilalle päätettiin etsiä uusi ja paremmin käyttötarkoitukseen soveltuva mittalaite.

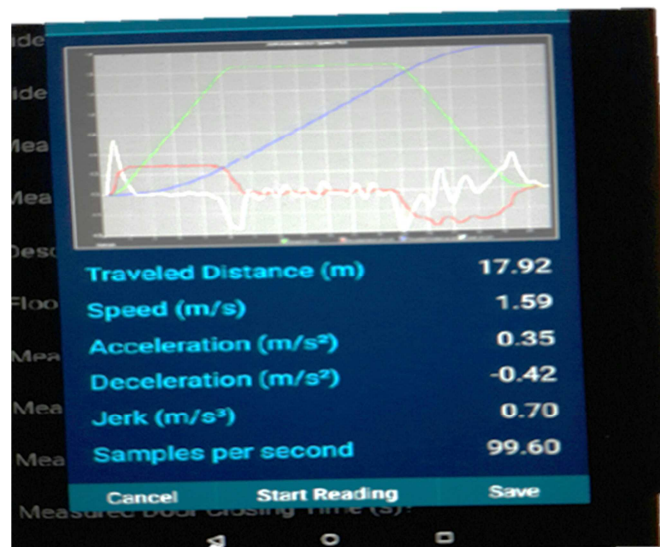
5.2 Adinspect-mobiiliohjelma

Adinspect-mobiiliohjelman suunnittelijoina ovat toimineet yhteistyössä Iso-Britanniassa Kingstonin yliopiston tutkijat ja Moveo Ltd:n työntekijät. Sovellus on suunniteltu käytettäväksi älypuhelimella tai tablet-tietokoneella. Se on tehty Android-käyttöjärjestelmälle. Sovellus on alun perin tarkoitettu ensisijaisesti hissilaitteiden kunnon ja huollon laadun arviointia suorittavien konsulttien käyttöön. Sovelluksen ominaisuuksiin kuuluu ajomukavuuden mittauksen lisäksi muun muassa valaistustason mittaus ja äänitason mittaus.

Tämä mobiiliohjelma on käytettävyydeltään hyvä ja helppo kenttäkäyttöön. Koska Inspecta Tarkastus Oy:n tarkastuspöytäkirjojen raportointi on siirtymässä lähitulevaisuu-

dessa reaaliaikaiseen raportointiin, ja todennäköisesti tarkastajien käyttöön ollaan ottamassa tablet-tietokoneet, ohjelmiston lataaminen ja käyttäminen onnistuu samalla laitteella. Tabletin käyttäminen mittaustarkoitukseen vaatii kuitenkin luotettavan kiinnityksen, joten tabletille täytyy kehittää luotettava tapa laitteen kiinnittämiseksi tarrauskokeen ajaksi, jotta mittaustulokset eivät vääristy ja laite pysyy ehjänä.

Sovellusta oli koekäytetty useilla eri mobiililaitteilla eräässä Iso-Britanniassa, Kingston University'in julkaisemassa raportissa nimeltä: *Real-Time Sensor Data Integration in Vertical Transport Systems*. [9.] Tässä tutkimuksessa tutkijat vertailivat muun muassa eri matkapuhelimien sisäisten kiihtyvyyssantureiden tarkkuuksia standardin ISO 18738 vaatimuksiin. ISO 18738 -standardi määrittelee hissien ajomukavuutta mittaavien laitteiden mittatarkkuudet standardin ISO 8041 perusteella. Esimerkiksi standardin ISO 8041 vaatimuksien mukaan kiihtyvyyden mittauksessa resoluution tulee olla 0,005 m/s². Tämänhetkisen käytössä olevan mittalaitteen (s.17, 5.1) resoluutio on 0,006 m/s². Osa tutkimuksen puhelimista pääsi melko lähelle vaadittua mittaustarkkuutta.



Kuva 12. Adinspect sovelluksen näyttö [9].

Kuvassa 12 on nähtävillä mobiilisovelluksen mittauksen aikainen näyttö. Sovellus piirtää kiihtyvyysskäyrät, nopeuskäyrän sekä kuljetun matkan samaan koordinaatistoon, jolloin käyristä on helppo tulkita sekä tarrauksen että kannattimien luistomatka. Kuvassa sininen käyrä on hissien kokonaismatka metreissä, vihreä käyrä on hissien nopeus m/s ja punainen sekä valkoinen käyrä ovat kiihtyvyys ja hidastuvuus. Lisäksi mittausnäytössä

näky koordinaatiston alla kaikkien ajokäyrien numeeriset arvot sekä näytteenottotaajuus. [9.]

5.3 Henning Lift PC-järjestelmä

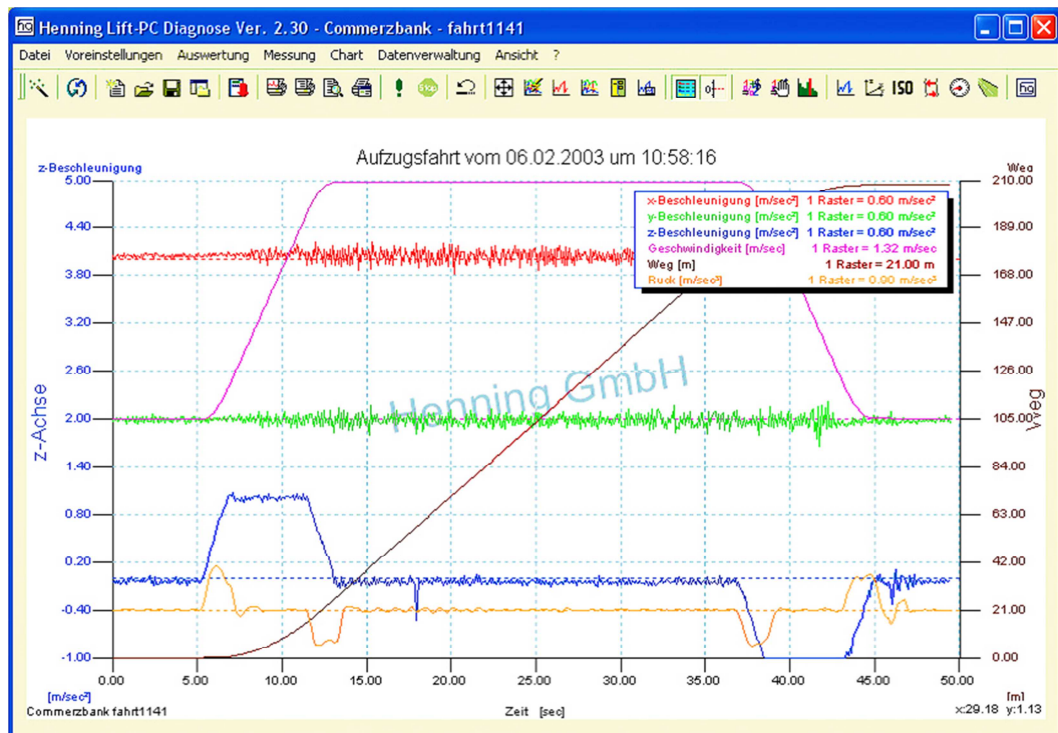
Henning Lift PC on saksalaisen Henning GmbH & Co nimisen yrityksen kehittämä laite, joka on ensisijaisesti tarkoitettu ISO 18738 -standardin mukaiseen hissien, liukuportaiden ja liukukäytävien ajomukavuusmittauksiin suorittamiseen. Yritys on perustettu vuonna 1980. Yrityksen tuotevalikoimaan kuuluu hissien erilaisiin mittauksiin tarkoitettua välineistöä sekä hissitekniikassa käytettyjä komponentteja ja asennustarvikkeita. Tällä hetkellä markkinoilla on kolmas kehitysversio laitteesta. Ensimmäinen kehitysversio tuotiin markkinoille vuonna 2002. [8.]

Laitteen ohjelmisto on vertailussa olevista laitteista monipuolisin, mutta ei ehkä helpoin käytettävyydeltään. Laitteen ohjelmiston käyttäminen vaatii opettelua, mutta ohjelmiston monipuolisuus ja antureiden kattava valikoima kannustaa käytön opetteluun. Tämän lisäksi järjestelmää pystyy hyödyntämään myös vanhojen hissilaitteistojen kunnottokimuksissa sekä liukuportaiden lopputarkastuksissa. Kiihtyvyyssanturin keräämää tietoa analysoidaan laitetta valmistavan yrityksen kotisivulta ladattavissa olevalla ohjelmalla. Valmistajalla on tarjolla kaksi erilaista kiihtyvyyssanturia ja näiden lisäksi monia muita lisävälineitä, esim. hissien kannatinvaijereiden kuorman jakautumista mittaavia antureita.



Kuva 13. Henning sensor QS3 [8]

Kuvassa 13 (s. 23) on Lift PC-järjestelmään kuuluva kiihtyvyyssanturi QS3. Anturissa on sisäinen muisti sekä bluetooth-ominaisuus, jolloin hissien ajokäyriä pystyy seuraamaan reaaliajassa hissien ulkopuolelta, kun bluetooth-moduli on kytketty anturiin. Anturin tallennuksen pystyy myös käynnistämään sekä pysäyttämään esimerkiksi matkapuheliin ladattavalla sovelluksella, jolloin turhaa dataa ei tallennu liikaa. Henning Lift PC -järjestelmä piirtää myös kiihtyvyyden, nopeuden sekä ajatun matkan käyrät samaan koordinaatistoon, jolloin tulkinta ja luistomatkojen laskeminen on helppoa.



Kuva 14. Erään hissien ajokäyrät

Kuten kuvasta 14 näkyy, on hissien ajokäyrät helppo tulkita, kun ne piirtyvät kaikki samaan koordinaatistoon. Kuvasta 13 selviää suoraan hissien värinät kaikilla kolmella akselilla sekä nopeus (pinkki käyrä) että kokonaisajomatka (ruskea käyrä). Värinät mitataan siis kolmeen eri suuntaan ja ne piirtyvät siten, että X-akseli (punainen käyrä) mittaa värinää eteenpäin lattiatasosta, Y-akseli (vihreä käyrä) mittaa värinää sivusuunnassa lattiatasosta ja Z-akseli (sininen käyrä) mittaa värinät suoraan ylöspäin lattiapinnasta. Kuvassa on nähtävillä myös mukavuusajomittauksissa mitattavan kiihtyvyyden muutoksen käyrä (keltainen käyrä).

6 Laitteen valinta ja perustelut

Adinspect-mobiilisovellus

Adinspect oli harkinnassa ensisijaisesti helppokäyttöisyytensä vuoksi, koska tulevaisuudessa hissitarkastajat siirtyvät käyttämään tarkastusten raportointiin tablet-tietokoneita. Ongelmia sovelluksen käytössä aiheuttaa se, että laitteelle ei ole kehitetty luotettavaa kiinnitystapaa tarrauskokeen ajaksi. Laitetta sekä siihen asennettavaa sovellusta ei ole hyväksytty viralliseksi standardin mukaiseksi mittauslaitteeksi, lisäksi sovelluksen käyttökustannukset ovat melko suuret. Sovelluksen käyttö vaatii vuosilisenssin hankintaa ja yhden vuosilisenssin hinta on useita satoja euroja/vuosi. Sovellus käyttää mobiililaitteen omaa kiihtyvyyssanturia mittauksen suorittamiseen, joten laitteen kiihtyvyyssanturin tulee myös olla kalibroitavissa luotettavien mittaustulosten saamiseksi. Näistä syistä johtuen tehtiin päätös olla ottamatta sovellusta käyttöön.

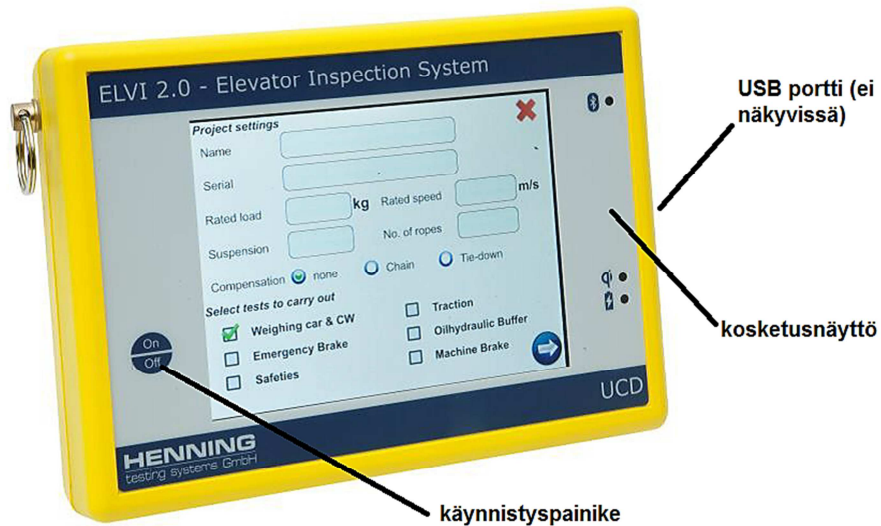
Lift PC-järjestelmä

Vertailun perusteella valinta käyttöönotettavasta laitteesta on melko helppo. Vertailun kohteena olleissa laitteissa oli kaikissa valintaa puoltavia ominaisuuksia, mutta tästä huolimatta Henning Lift PC -järjestelmä valittiin käyttöönotettavaksi. Järjestelmä on selvästi monipuolisin ja parhaiten hyödynnettävissä jatkossa myös moniin muihin *Inspecta Tarkastus Oy:n* tekemiin tarkastuksiin. Valinnan tekoa helpotti se tosiseikka, että Henning GmbH pyrkii selkeästi kehittämään tuotevalikoimaansa edelleen, ja odotettavissa on lisää tuotteita, jotka ovat yhteensopivia Lift PC -järjestelmän kanssa. Kuvassa 15 (s. 26) on nähtävillä mallikokoonpano tämän hetken Lift PC -järjestelmästä. Järjestelmään sisältyy tietokoneeseen ladattava analysointiohjelma, kiihtyvyyssanturi ja kuvassa näkyvä kannettava päätelaite. Kiihtyvyyssanturiin on saatavilla erilaisia kiinnitysmahdollisuuksia mittauksen suorittamisen ajaksi, ja yksi näistä on helppokäyttöinen magneettikiinnitys.



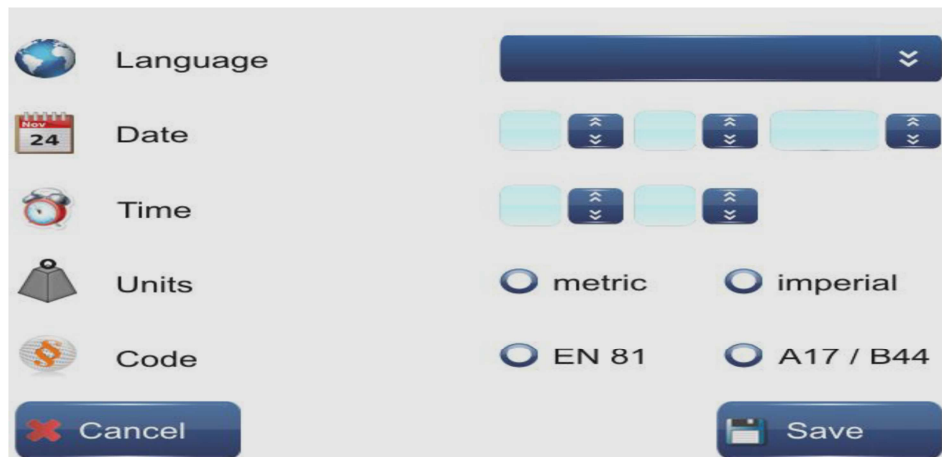
Kuva 15. Lift PC-järjestelmän kokoonpano [8].

Tällä hetkellä tuotevalikoimaan sisältyy kaksi erityyppistä kiihtyvyyssanturia, joista toinen on kuvassa 12 (s. 22) oleva QS3 -kiihtyvyyssanturi. Kiihtyvyyssantureiden lisäksi Henning GmbH:ltä löytyy myös valmis testauslaitteisto ja ohjelma (ELVI 2.0), joita voidaan käyttää hissien eri tarkastusvaiheissa apuna. Testauslaitteistoon sisältyy myös kuvassa 16 (s. 27) näkyvä kosketusnäytöllinen taustavalolla varustettu näyttö.



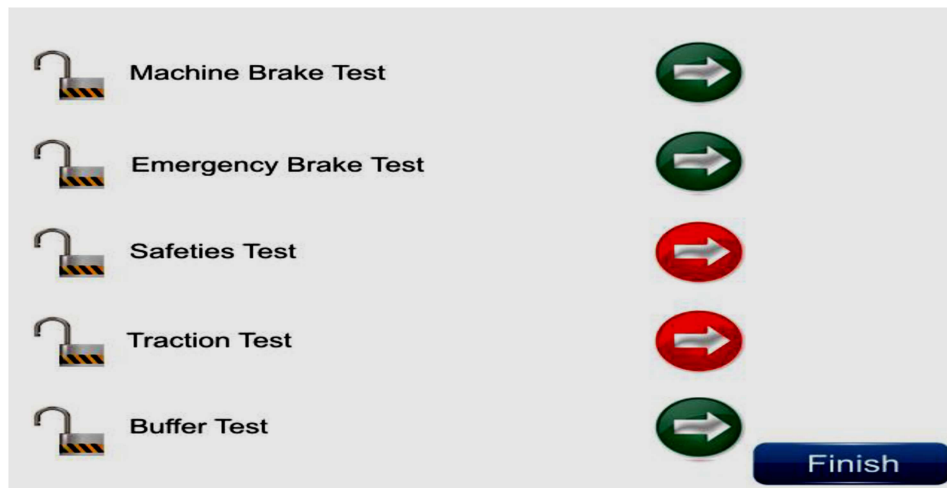
Kuva 16. ELVI 2.0 User Control Device (UCD). [8.]

UCD-laitteen avulla pystytään ohjaamaan kiihtyvyyssanturin mittauksen käynnistymistä. Kosketusnäytössä olevasta päävalikosta voidaan valita, halutaanko mittaustulokset metrisen mittausjärjestelmän vai brittiläisen mittausjärjestelmän mukaan. Tarkastuksien osalta voidaan valita se standardi, jonka mukaista hissitarkastusta ollaan tekemässä. Suomen kohdalla luonnollisesti painetaan rasti ruutuun, jossa on EN 81-merkintä.



Kuva 17 UCD-laitteen päävalikko [8].

Kun laitteen valikosta on valittu standardi EN 81, laite tekee automaattisesti listan niistä testeistä, joita tämän standardin mukaiseen hissitarkastukseen kuuluu.



Kuva 18. UCD-laitteen tarkastuslista [8].

Kuvassa 18 nähdään lista lopputarkastuksen aikana tehtävistä testeistä. UCD-laitteen kosketusnäytöllä olevat punaiset painikkeet ovat testin osioita, joita ei ole vielä suoritettu. Vihreäksi muuttuneet painikkeet ilmoittavat kyseisen testin jo suoritetuksi. Tarkastusten suorittamisen jälkeen on mahdollista ladata Lift PC -ohjelmasta valmis tarkastusraportti, johon on liitettävissä tarkastuksen suorittaneen yrityksen yhteystiedot. Tarkastusraportissa on näkyvillä kaikkien suoritettujen tarkastusvaiheiden osalta, onko tarkastusvaihe hyväksytty vai hylätty. Tarrauskokeen osalta näkyy raportissa myös tarrauksen luistomatka, mikä helpottaa nykytilannetta huomattavasti. Myös jarrutestien osalta nähtävillä on arvot voimista, jotka vaikuttavat matkustajaan hätäpysäytyksen aikana.

7 Yhteenveto

Tämä lopputyö oli mielenkiintoinen ja haastava. Haastavan työstä teki se, että aikaisemmin hissitarkastuksiin ei ole etsitty sähköisiä mittausvälineitä. EVA-625-analysaattoria on aikaisemmin yritetty käyttää hissitarkastuksilla, mutta laite osoittautui hankalaksi käyttää. Pohjatietoja mahdollisista mittalaitteista ei ollut, joten työ täytyi aloittaa täysin ilman pohjatietoja soveltuvista välineistä. Kun työ aloitettiin, ei ollut täyttä varmuutta, löytyykö markkinoilta hissitarkastuksiin soveltuvaa välineistöä.

Työn tekemisen aikana oma osaaminen ja kiihtyvyyssantureiden tuntemus parani huomattavasti. Eri mittalaitteita vertaillen parani myös käsitys tällä hetkellä käytössä ole-

van EVA-625 mittalaitteen ominaisuuksista ja laitteen toiminnallisista rajoitteista opinäytetyössä tarkoitettuihin töihin.

Työn tarkoituksena oli tutkia markkinoilla olevia kiihtyvyyssantureita sekä niiden soveltuvuutta hissien loppu- ja määräaikaistarkastusten apuvälineeksi. Työn alkuvaiheessa selvisi, että vaikka markkinoilta löytyy monia satoja erilaisia kiihtyvyyssantureita, ei niistä suurinta osaa voida harkita käyttöön otettavaksi hissien tarkastustoiminnan työvälineeksi. Suurin osa markkinoilla olevista kiihtyvyyssantureista on langallisia malleja, jotka eivät sovellu hissilaitteiden tarkastukseen.

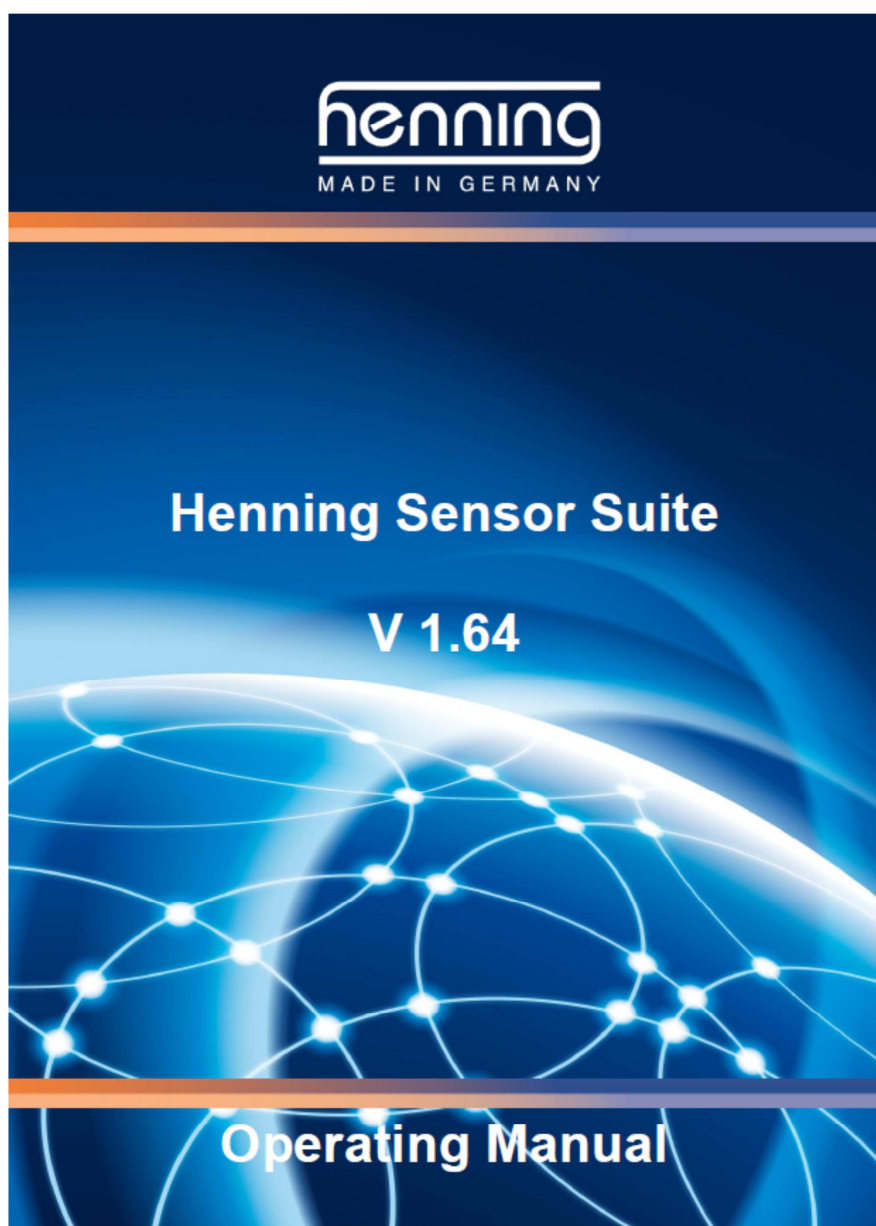
Tiedonkeruuvaiheen aikana löydettiin laitteistojen keskinäisen vertailun avulla kuitenkin tarkastuksiin sopiva välineistö sekä mittaustulosten analysointiin soveltuva riittävän monipuolinen ohjelmisto. Henning Lift PC-järjestelmä päätettiin ottaa käyttöön, joten tavoitteet tämän insinööriyön suhteen saatiin täytettyä.

Laitteiden kartoituksen aikana mietittiin myös toisenlaisia mittaussantureita, joita ei tässä työssä esitelty. Hissivalmistajan edustajan kanssa keskusteltiin heidän käyttämistään anturimalleista. Keskustelua käytiin mm. Dytran 4400A -tärinämittareista, mutta antureiden kanssa on ollut ongelmia ohjelman sekä mittaustulosten skaalaamisen kanssa sekä joistakin Mide:n SlamStick-malleista, mutta nämä laitteet eivät sopineet tämän opinäytetyön vaatimiin käyttötarkoituksiin. Kartoituksen alkuvaiheessa mielenkiintoa herätti myös DT 178A -tärinämittari, joka on pienikokoinen. Laite on rakennettu suoraan tietokoneeseen kytkettävän muistitikun sisälle. Tämän laitteen ongelmia olivat liian huono mittaustarkkuus ja kaukokäynnistyksen puuttuminen. Myös Vernier oli harkinnassa yhdellä mallillaan (WDSS), joka oli langaton. Tämä laite hylättiin kuitenkin riittämättömän tarkkuuden ja langattoman yhteyden huonon kantavuuden vuoksi. Langattoman yhteyden kantavuus avoimessa tilassa oli vain 10 metriä, joten signaalin kantavuus ei olisi riittänyt mittalaitteen ollessa suljetussa hissikuilussa.

Lähteet

- 1 SFS-EN 81–20. Hissien suunnittelua ja rakentamista koskevat turvallisuusohjeet. 2016. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 2 KONE teollisuusoppilaitoksen koulutusmateriaali 1994.
- 3 Inspecta Tarkastus Oy:n työhjeet
- 4 Hissidirektiivi 2014/33/EU. Direktiivi hissejä ja hissien turvakomponentteja koskevan lainsäädännön yhdenmukaistamisesta. EU 2014.
- 5 Hissiturvallisuuslaki 1134/2016. Suomen säädöskokoelma. 2016.
- 6 Valtioneuvoston asetus hissien turvallisuudesta 1433/2016. Suomen säädöskokoelma. 2016.
- 7 Tukes.fi
- 8 Henning Sensor Suite [Henning-GmbH.de, verkkomateriaali luettu huhtikuu 2017]
- 9 Real time sensor data integration in vertical transport systems [luettu huhtikuu 2017]
- 10 Hissimääräykset A8-74. Sähkötarkastuslaitoksen julkaisu. Helsinki:1974.
- 11 Tukes ohje 18/2017 Hissien huolto, muutostyöt ja tarkastukset [luettu maaliskuu 2017]

Henning Sensor Suite



Elevator installation

Project: QSB Mustermessungen
 Lift serial no.:
 Street:
 Zip/City:
 Country:

Measurement-ID: 00000020
 Trigger time: 02.06.2015 06:51:43
 Limit set: Gezähddd
 Version: 1.45

Evaluation Components

Model: QPS Serial no.: 0056 01440043 Last calibration: 30.05.2015

1. Travel section

ISO Ride Quality [mg]	X	Y	Z Const.	Z Non-const.
Max. Pkto Pk	1,3	14,3	15,2	125,0
A95	1,0	3,6	11,4	43,7
Raw data [mg]		X	Y	Z
Max. Pkto Pk		14,8	51,3	26,2
A95		7,4	21,0	18,0
Max. 0 to Pk		10,5	34,8	68,1
Sound Level [dB(A)]	Full Run	Pre-Run	Post-Run	Full Record
Max.	-	-	-	-
L _{Aeq}	-	-	-	-
Performance data		Max.	95	Average
Velocity [m/s]		0,90	0,89	
Jerk [m/s ²]		2,65		
Acceleration [mg]		139,4	137,1	64,7
Deceleration [mg]		117,9	104,6	33,4
Distance [m]		6,93		
Analysis		Measured	Limit	Deviation
Max. horizontal vibration ISO [mg]		14,3	12,0	118,9 %
Max. horizontal A95 ISO [mg]		3,6	10,0	35,5 %
Max. vertical vibration const. ISO [mg]		15,2	14,0	108,4 %
Max. vertical A95 const. ISO [mg]		11,4	12,0	95,4 %
Max. vertical vibration n. const. ISO [mg]		125,0	16,0	781,2 %
Max. vertical A95 n. const. ISO [mg]		43,7	14,0	312,0 %
Max. horizontal vibration RAW [mg]		51,3	10,0	512,6 %
Max. horizontal A95 RAW [mg]		21,0	9,0	233,2 %
Max. vertical vibration const. RAW [mg]		26,2	13,0	201,4 %
Max. vertical A95 const. RAW [mg]		18,0	11,0	163,5 %
Max. Jerk [m/s ²]		2,65	0,60	442,3 %
Max. Velocity [m/s]		0,90	0,95 - 1,05	-0,05
Max. Acceleration [mg]		139,4	100,0	139,4 %
Max. Deceleration [mg]		117,9	100,0	117,9 %

created by the measurement software QSB

Henning Sensor Suite V 1.45

Projects Administration Settings

New project

Project

- 10 Wahnner Road Car 2
- IWTC BankA Feb/2014
- ACCTEST
- ELVI 2
- Example Report ELVI
- Load Measurements
- Acceleration Measurement
- Sound Level Measurement
- ELVI System
- 08.05.2014 10:17:57
- Liftinspector
- Gaolian 19.11.2015
- Huber
- Liftinspector Test
- Molneus

Project

Lift serial no. Example Report ELVI

Street 82354

ZIP/City 1005 King W Toronto

Country Canada

Comment

Rated speed 1.78 m/s

Rated load 1150 kg

ISO 18738 limits

Rope diameter mm

Distance between guide rails 0 mm

Save

MSM12Jurl Acc. Sensor ELVI System 08.05.2014 10:17:57 Example Report ELVI

Suspension Means

Suspension means type Rope

Diameter 0.0 mm

Quantity 5

Compensation

Compensation type none

Compensation weight

Safety Components

Safeties type Type B

Emergency brake undefined

Weights - Counterweight Balancing: 44 %

Car weight 2500 kg

Counterweight 3004 kg

Company performing the tests

Henning GmbH & Co. KG

Loher Str. 4

58332 Schwelm

Germany

Comments / Special explanatory notes

Personnel conducting the tests

Keith Bragg

Tom Forsyth

Tim Deiling

Kevin Helling

Andreas McIntyre

Personnel witnessing the tests

Kevin Helling

Andreas McIntyre

Date	Tests	Evaluation	Results A17
<input checked="" type="checkbox"/> 05.08.2014 12:01:49	Emergency Brake	100 %	passed
<input checked="" type="checkbox"/> 05.08.2014 12:01:00	Safeties	100 %	failed
<input checked="" type="checkbox"/> 05.08.2014 12:01:40	Traction	100 %	passed
<input checked="" type="checkbox"/> 05.08.2014 12:01:00	Buffer	100 %	passed
<input checked="" type="checkbox"/> 05.08.2014 12:01:49	Machine Brake	100 %	passed

Evaluation done

Print

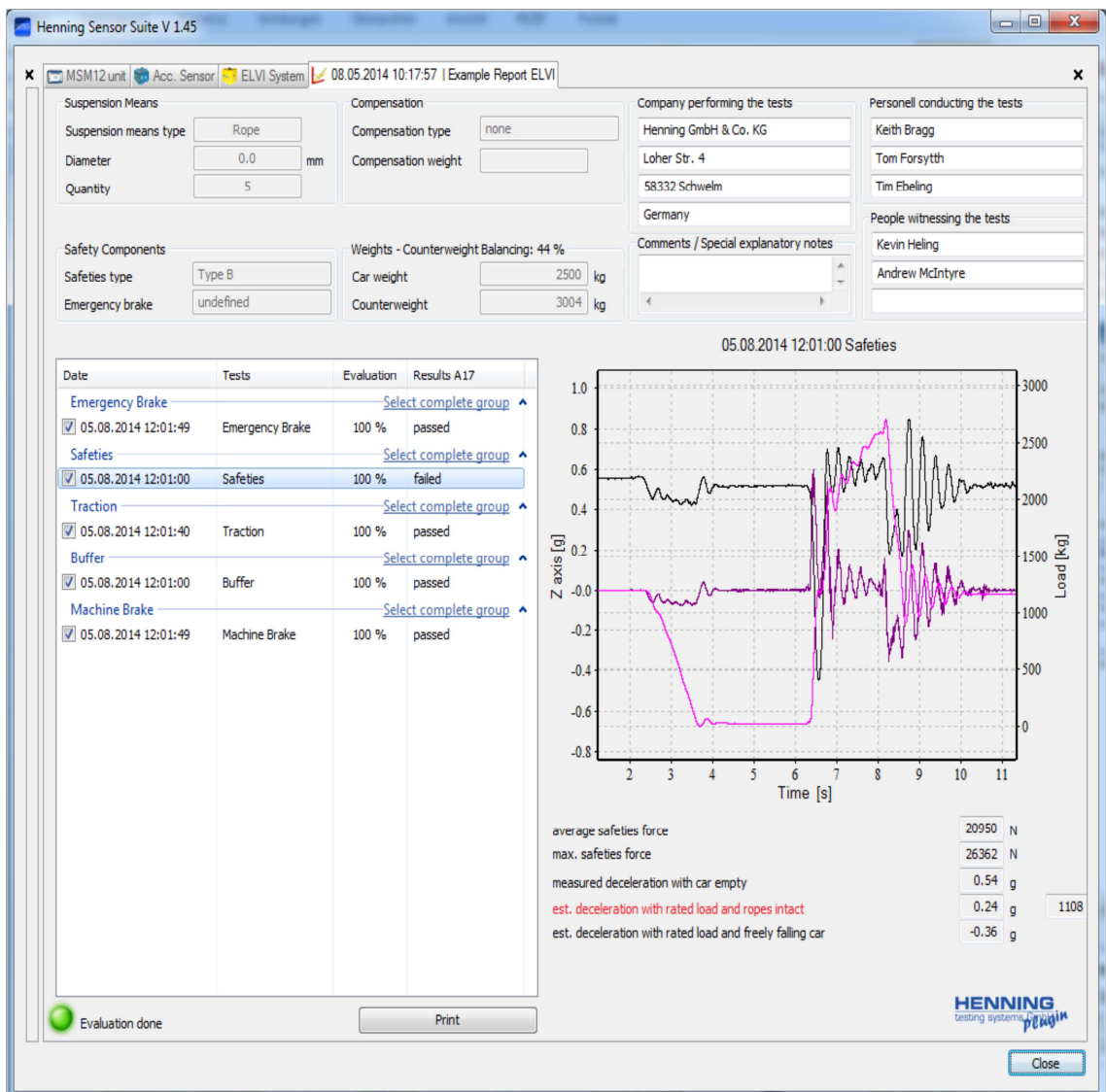
Time [s]

0

0

Close

HENNING
testing systems



lift^{pc} Mobile Diagnosis



Highlights

- world wide accepted
- ISO 18738 ride quality evaluation
- chinese GB/T 10058 - 1997 quality evaluation
- database module to govern data
- comparison of elevators
- vibration and sound measurement
- diagnostics of performance and quality



technical data LiftPC mobile Diagnose

L x W x H (mm)	60 x 60 x 60
weight	300 g
fixation	thread M6x15 in bottom or clamp fastening
ports	1x USB 1.1 for connection to notebook/desktop 1x RJ12 for connection to Bluetoothmodule BM 1 (Art.-Nr.: 450 060) or Handterminal HT 1 (Art.-Nr.: 450 250)
measurement axes	X, Y, Z
measurement range X, Y	±1,7 g
measurement range Z	-0,7g/+2,7 g
band width X, Y, Z	400 Hz
resolution X, Y, Z	64 µg
noise X, Y, Z	18 µg/√Hz
protection class	IP20
protection rating	SKIII (SELV)