

## **Rullautuvan murtosuojan ohutseinäputken taipuma**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö  
Riihimäen kampus, Konetekniikan koulutus, Insinööri (AMK)

Syksy, 2020

Mika Kulmala

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä käydään läpi Mesvac Oy:n pyynnöstä heidän murtosuojassaan käytettävälle korroosiosuojatulle putkelle mahdollista vaihtoehtoista putkikokoa nykyisen toimittajan lopettaessa putken valmistus. Työn tavoitteena on löytää teräsvalmistaja tai terästukkuri, jolta on mahdollisuus saada putket pienemmissä kotiinkutsu erissä kustannussyistä.

Työn teoriaosuudessa käydään läpi mihin standardiin murtosuojien valmistus pohjautuu, mitä varten suoritustasoilmoitusta ja CE-merkintää käytetään ja miksi nämä ovat pakollisia rakennustuotteissa. Lisäksi työssä käydään läpi putken sinkkauksesta saatavan korroosiosuojauksen teoriaa ja mitä sinkkauksella pyritään saavuttamaan.

Työn lujuuslaskennassa käydään läpi lujuusopin teoriaa keskittyen pääasiassa kelausputken taipuman laskentaan. Kelausputken taipumat ovat murtosuojan tapauksessa lähellä kriittisiä rajoja toiminnan ja turvallisuuden kannalta.

Lopuksi työssä esitetään vaihtoehtoiset putkikoot, joita voidaan harkita korvaavaksi putkikooksi ja esitetään kohteeseen asennettu murtosuoja, jossa on laskennallisesti oltu lähellä rajaa, jolloin vaihtuu putkikoko. Kohteeseen asennetusta murtosuojasta saadaan vertailuarvoja teoreettisiin tuloksiin ja mietitään syitä syntyneille eroille.

Avainsanat    CE-merkintä, Taipuma, Vääntömomentti

Sivut          30 sivua ja liitteitä 2 sivua

ABSTRACT

In this thesis commissioned by Mesvac Oy we go through the optional diameters for a roller shutter's zinc coated tubes to replace the ones currently in use. The purpose of this thesis project was to find a steel manufacturer or a steel wholesaler, which could provide smaller recall batches to reduce warehouse expenses.

In the theoretical part of the thesis standards are presented on which construction of a roller shutter is based and the thesis also examines why is declaration of performance and CE-marking are used there and why these are necessary in the construction of products. In addition, the thesis goes through corrosion protective features of zinc coating and the reasons for using.

The strength of materials part of the thesis covers the basics of solid objects under stress and strain mainly focusing on bending of a thin walled tube. Bending of long tubes under a constant load is most important factor as to critical limits of a safe operations and safety.

The last chapter of the thesis introduces options which can be considered to replace the current thin walled tubes and presents the roller shutter that is installed on the site. This roller shutter has a calculated bending value near to the limit before a need to change to tubes with higher second moment of inertia. Measured values from installed roller shutter can be compared to theoretical values and reasons for different results are considered.

Keywords    CE-marking, Bending, torque

Pages        30 pages and appendices 2 pages

## Sisälllys

1	Johdanto .....	1
2	Mesvac Oy .....	2
2.1	Mesvac sälemallit.....	4
2.2	Murtosuojien lukitukset.....	6
3	Työn lähtökohdat .....	7
4	CE-merkintä .....	8
5	Suoritustasoilmoitus.....	9
6	AVCP-luokka .....	10
7	Murtosuojien Tuotestandardi SFS-EN 13241:2003.....	11
8	Korroosiosuojaus .....	12
9	Pinnoitettujen rakenteiden käyttöikä .....	12
10	Lujuuslaskenta .....	14
10.1	Putken taipuma .....	15
10.2	Vääntömomentti.....	18
10.3	Leikkausjännitys .....	19
11	Nykyisen putken laskentaohjelma .....	20
12	Ideointi.....	21
12.1	Vaihtoehtoputki 88,9x2,5 .....	21
12.2	Vaihtoehto putki 101,6x2 .....	23
13	101,6x1,5 putken testi.....	24
14	Päätelmät .....	25
	Lähteet.....	27

### Liitteet

Liite 1 Suoritustasoilmoitus

## 1 Johdanto

Työn selvityksen kohteena on Mesvac Oy:n valmistamassa murtosuojassa käytettävä putki, jonka käyttökohteina ovat muun muassa liiketilojen ja kauppakeskusten ovet ja murtosuojat. Työn tarkoitus on Mesvac Oy:n pyynnöstä selvittää mahdollisia eri putkikokoja, jolla murtosuojissa käytettävän koon 101,6x1,5 putki voidaan vaihtaa. Putken valinnan kannalta on tärkeää löytää sellainen putkikoko, jonka jäyhyysmomentti on riittävän suuri kattamaan suurimman osan Mesvac Oy:n valmistamista oviaukoista. Kuvassa 1. esitetään tyypillinen oviaukko, jossa murtosuoja toimii tilanjakajana liiketilan sisällä. Putki 101,6x1,5 on Mesvacilla käytettävistä putkista käyttöasteeltaan suurin.

Kuva 1. Tyypillinen käyttökohde murtosuojalle (Mesvac, n.d.-a).



Nykyisen putken valmistaja on ilmoittanut, ettei se enää jatkossa valmista korroosiosuojattua teräspotkea kyseisessä koossa. Mesvacin tuotannon turvaamiseksi on tärkeää löytää käytetylle putkelle uusi toimittaja tai vaihtoehtoisesti korvata putki jollakin toisella putkikoolla.

Työtä varten olen käynyt läpi eri putken valmistajien sekä tukkureiden kotisivuja sekä ollut heihin yhteydessä sähköpostitse ja selvittänyt heiltä mitä putkikokoja on edelleen saatavissa. Näiden vastausten perusteella olen valinnut vaihtoehtoiset putket.

Opinnäytetyössä käydään läpi teollisuusovien sekä porttien standardia SFS 13241:2003 + A2:2006. Tämän jälkeen työssä avataan suoritustasoilmoituksen merkitystä CE-merkinnän saamiselle. Lujuuslaskennan osiossa keskitytään maksimitaipuman laskentaan, koska kelausputken maksimitaipuma on kriittinen tuotteen toimivuuden kannalta.

Lopuksi työssä tarkastellaan vanhan putken laskentaa ja päästään vertaamaan asennetusta murtosuojasta saatua tulosta teoriasta saatuun tulokseen. Lisäksi pohditaan mistä tulosten eroavaisuudet johtuvat ja miksi näihin ei reagoida.

## **2 Mesvac Oy**

Mesvac Oy on osa saksalaista Hörmann-Group konsernia ja on erikoistunut oviaukkoratkaisuihin sekä niiden huoltoon. Hörmann-Groupin laajan tuotevalikoiman ansiosta Mesvacilla on mahdollisuus tarjota sopiva tuote asiakkaan tarpeisiin (Mesvac, 2020-b).

Mesvacin liikevaihto vuonna 2018 oli 30,5 milj. euroa, josta viennin osuus oli 0,47 %. Viennin tuotteena toimii Mesvacin oma rullautuva murtosuoja, jota myydään eri sälemallilla ja murtosuojuokissa. Vienti kohdistuu pääasiassa Pohjoismaihin ja Viroon. Murtosuoja tuotannon lisäksi tuotannossa valmistetaan nosto-ovien varaosia omiin sekä yrityksen huoltamiin oviin ja kokoonpannaan kuormauslaitteita sekä tiloja. Henkilöstöä Mesvacilla vuonna 2018 oli keskimäärin 177, joista noin puolet työskentelee huollossa (Mesvac, 2020-c).

Yrityksen huoltopalvelu Suomessa on valtakunnallinen 24 h päivystyksellä sekä yrityksellä on mahdollisuus tarjota eri huoltosopimuspaketteja asiakkaan tarpeiden mukaisesti.

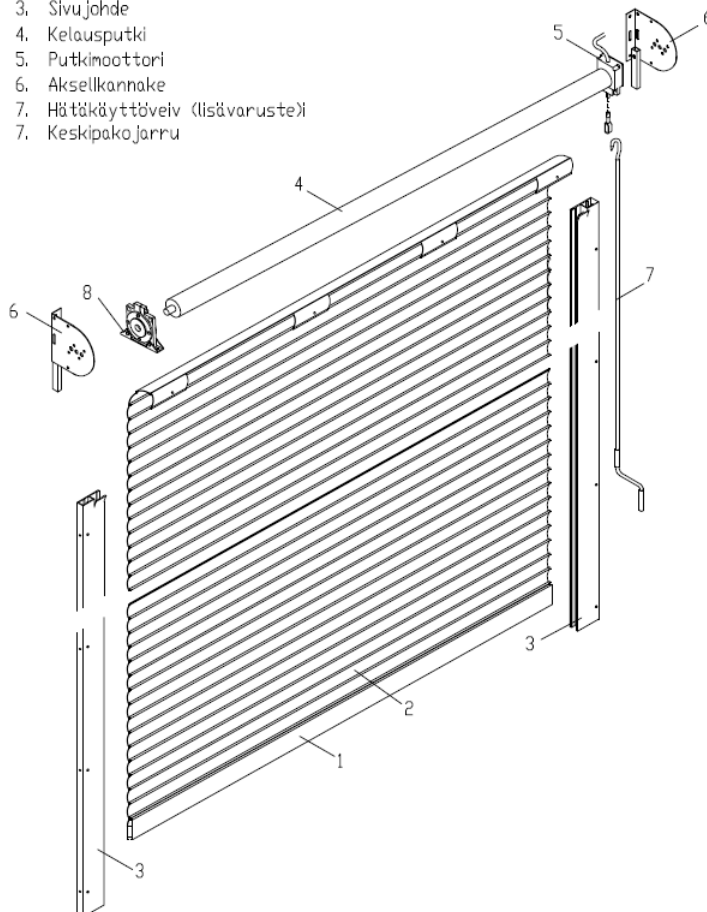
Huoltoautojen laajan varaosavalikoiman ja oman varaosavalmistuksen vuoksi isot huollot voidaan suorittaa nopeallakin aikataululla (Mesvac, 2020-d).

Mesvac Oy:llä edelleen omassa tuotannossa Jorvaksessa valmistettava Rulosec rullautuva murtosuoja on alumiinisäleistä valmistettu teräsputken ympärille rullautuva suojaverkko. Tuotteen tehtävänä on toimia esteenä kulkuaukon edessä rajaten aluetta tai estäen asiaton liikkuminen täysin. Tuote soveltuu myös käytettäväksi ikkunoiden edessä estämässä ilkivalta. Kuvassa 2. esitetään yksinkertaistettu räjäytyskuva murtosuojasta. Kuvasta huomataan, että tuote on rakenteeltaan yksinkertainen ja koostuu vain muutamasta erilaisesta osasta.

Kuva 2. Esitetään kriittiset osat, jotka ovat toiminnalle ja CE-merkinnälle välttämättömiä (Mesvac, n.d.-e).

### Rullautuva murtosuoja, rakenneosat

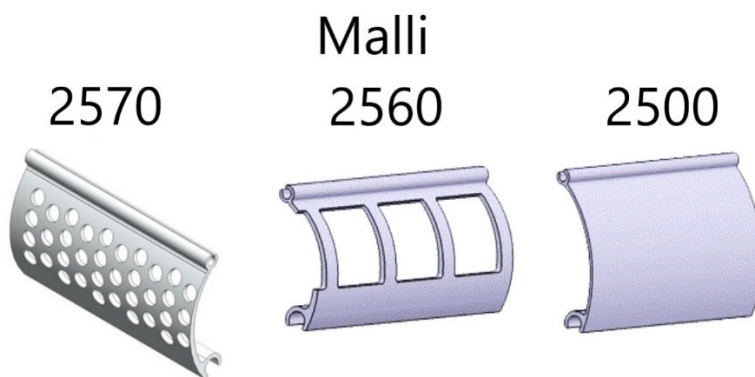
1. Alasäle
2. Sälematto
3. Sivujohde
4. Kelausputki
5. Putkinoottori
6. Akselikkannake
7. Häätäkäyttöveiv (lisävaruste)
7. Keskipakojarru



## 2.1 Mesvac sälemallit

Mesvac tarjoaa asiakkailleen alumiinista valmistettuja säleitä 50 mm:n tai 65 mm:n korkuisina. 50 mm:n säleen eri mallit, jotka esitetään kuvassa 3. on testattu soveltuvaksi ulkotilaan kuten autokatoksiin tai lastauslaitureille. Säleessä uros- ja naarasponttien väli on pienempi ja ponttien ollessa lähempänä toisiaan rakenne jäykistyy riittävästi, jotta se kestää tuulenpaineesta syntyvää tuulikuormaa. Tuulikuorman tasojen arvot tulevat standardista SFS-EN 13241:2003.

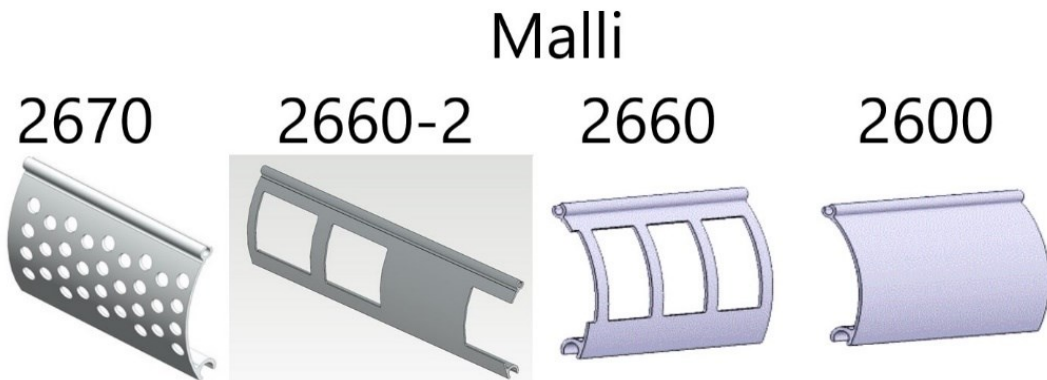
Kuva 3. 50 mm säleen eri malleista (Mesvac, n.d.-f).



Korkeammat 65 mm säleet soveltuvat leveämmille aukoille kuten tiskinsulkijoiksi tai ostoslinjastojen sulkemiseen kevyemmän rakenteensa vuoksi. Korkeamman säleen kevyempi rakenne johtuu siitä, että säleen ponteissa on suurin osa alumiinin massasta. Kuvassa 4. esitetään 65 mm säleen eri mallit. 65 mm säleelle on suunniteltu sekareikäinen sälemalli, jossa joka kolmas reikä on jätetty umpinaiseksi (Mesvac, 2020-g.).

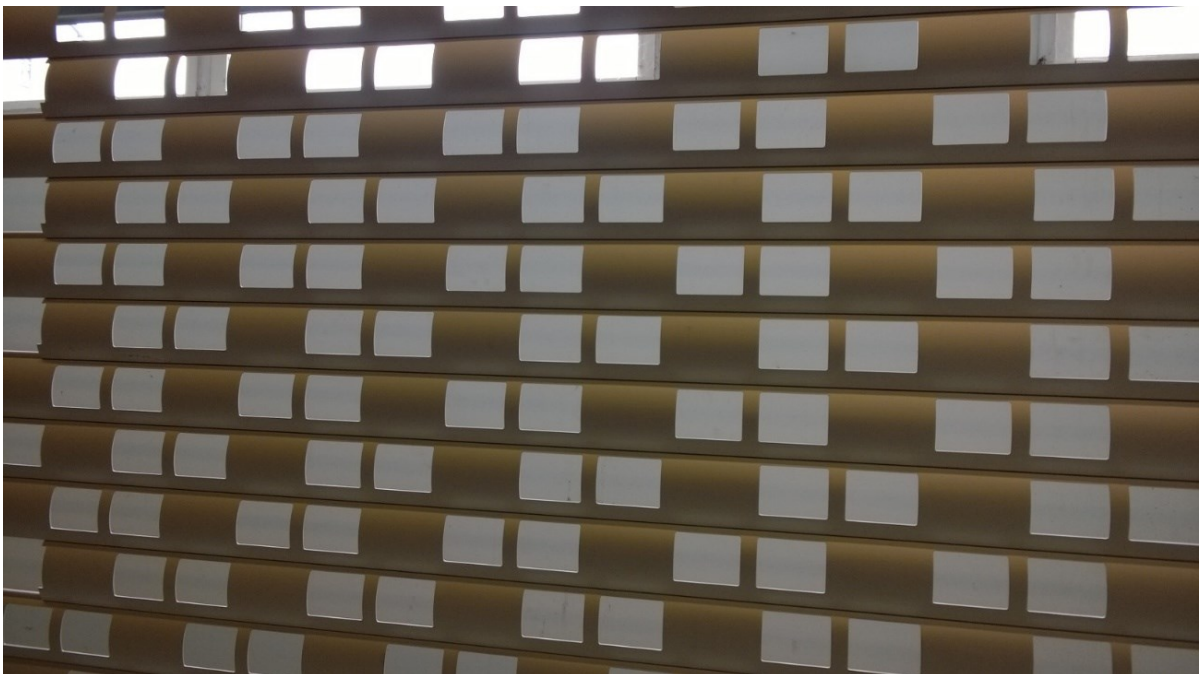


Kuva 4. 65 mm säleen eri malleista (Mesvac, n.d.-h).



Kuvassa 5. esitettävän sekareikäisen säleen erikoispiirteenä voidaan pitää erinomaista läpinäkyvyyttä samalla kuitenkin antaen riittävän hyvän murtosuojauksen läpäisemällä 2-luokan murtosuoja testit (Mesvac, 2020-i.).

Kuva 5. Sekareikäisistä säleistä valmistettu matto. Erikoispiirteenä erinomainen läpinäkyvyys ja 2-luokan murtosuojaus (Mesvac, n.d.-j).

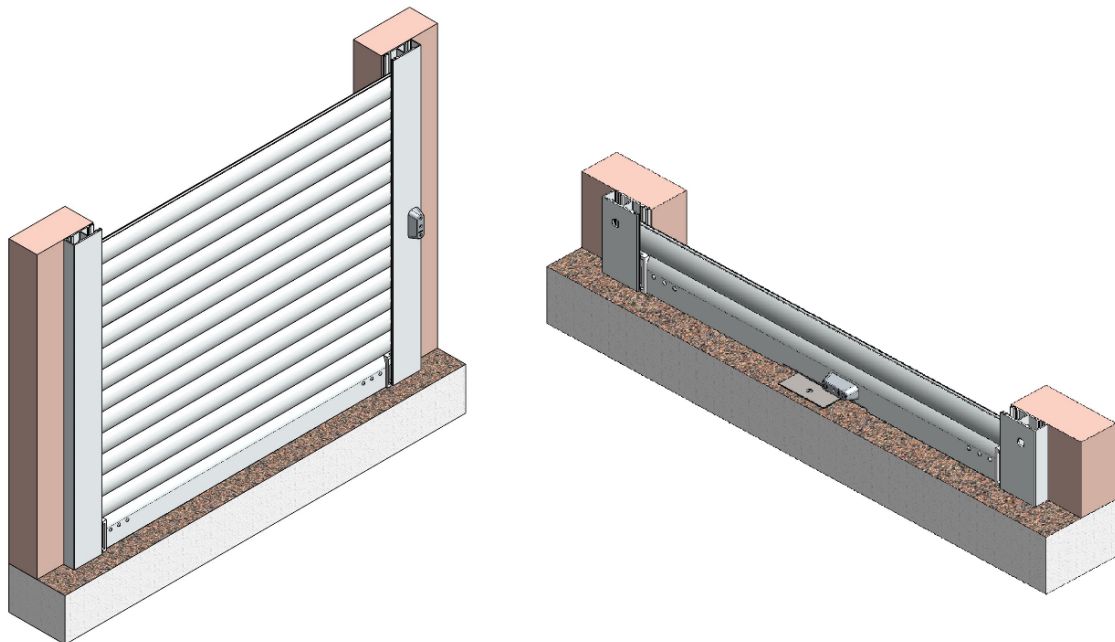


## 2.2 Murtosuojien lukitukset

Lisäämällä murtosuojaan jonkin lukkotehtaan valmistamat mikrokytkinlukot alasäleeseen tai sivujohteisiin, voidaan murtosuojan käyttökytkimen käyttö estää asiattomilta henkilöiltä. Mikrokytkinlukon tarkoituksena on estää moottorin toiminta lukon ollessa kiinniasennossa. Lukkoja on saatavilla moottorilla varustettuna, jolloin myös lukon avaus voidaan suorittaa sähköimpulssilla ja riittävien turvalaitteiden löytyessä voidaan avaus ja lukitus suorittaa etäältä impulssiohjauksella (Abloy, 2009). Kuvaan 6. on lisätty Mesvacin Rulosec esitteestä löytyvät mallinnukset alasäle- ja sivujohtelukituksista.

Sarjoittamalla murtosuojan lukot samaan sarjaan yrityksen muiden lukkojen kanssa voidaan asiakkaalle tarjota mahdollisuus vähentää käytössä olevien avainten määrää. Sarjoituksella tarkoitetaan, että yksi avain sopii useampaan oveen tai useampi avain voi avata yhden oven (Luku-Expert, 2020).

Kuva 6. Sivujohte- ja lattialukitus. Lukkoja voidaan tarvittaessa asentaa useampi kappale molempiin sivujohteisiin tai alasäleeseen (Mesvac, 2020-k.).



### 3 Työn lähtökohdat

Suomessa sinkkipinnoitetun putkikoon 101.6x1.5 valmistus on lopetettu. Tämän vuoksi Mesvacille on tullut tarve etsiä uusi toimittaja putkikoolle tai miettiä vaihtoehtoisia ratkaisuja, jolla voidaan korvata vanhalla putkikoolla tehdyt murtosuojat. Yksi mahdollinen ratkaisu on putkikoon muuttaminen sellaiseksi, että sen saatavuus vakioputkena on mahdollista Suomesta tai mahdollisesti Pohjoismaista myös tulevaisuudessa. Toinen vaihtoehto on siirtyä emoyrityksen käyttämään kuusikulmioputkeen. Tässä on etuna ison emoyhtiön osaaminen, tietotaito ja valmis tuoterakenne sekä emoyhtiön hyvät kontaktit. Toisaalta se sitouttaa toiminnan emoyritykseen ja hankaloittaa yrityksen mahdollisuutta tarjota varaosia jo asennettuihin murtosuojaan muuttamalla käytössä olleen rakenteen täysin toiseen.

Putken sinkkipinnoitteella pyritään suojaamaan putki korroosiolta, jota syntyy hapen ja kosteuden vaikutuksesta ulkotilassa. Katodisilla menetelmillä putken päälle saadaan sinkkikerros, joka jalompana materiaalina toimii hyvänä korroosiosuojana. Tällä hetkellä putken pinnoitteen vahvuus on 20 µm, joka vastaa noin 25 vuoden käyttöikää meri-ilmastossa.

Tällä hetkellä käytössä olevalle putkelle on löytynyt toimittaja Euroopan sisältä, mutta alustavien keskustelujen perusteella minimitaluserä valikoidulta toimittajalta on niin suuri, että se vastaa Mesvacilla noin vuoden tarvetta kyseiselle putkikoolle. Suuret tiluserät madaltavat kuljetuksesta syntyviä kustannuksia, mutta toisaalta taas lisäävät yrityksen varastonarvoa sekä varastointikustannuksia.

Putki on osa murtosuojaa, jota käytetään oviaukkoratkaisuna oviaukoissa, jotka on tarkoitus avata ja sulkea muutaman kerran päivässä. Putkeen asennettavaa putkimoottoria ei ole suunniteltu jatkuvaan käyttöön sen nopeuden ja teknisen rakenteen vuoksi. Pääasialliset käyttökohteet ovat ostoskeskusten liiketilojen sulkijat, ruokalinjastojen sulkijat sekä muut tilat, joita halutaan rajata pois käytöstä muutaman kerran päivän aikana. Murtosuojan suoritustasoilmoituksella ja CE-merkinnällä esitetään asiakkaalle suojan täyttävän sitä koskevat direktiivi vaatimukset. CE-merkinnän voi myöntää valtuutettu kolmas osapuoli.

Kriittisten osien muuttuessa Standardin SFS-EN 13241:2003 mukaan CE-merkintään sekä murtosuojaluokituksiin liittyvät testaukset on hyväksyttävä uudelleen valtuutetun tarkastuslaitoksen valvomana. Jos tarkastuslaitos vaatii tuotteen uudelleen testausta, on sellainen järjestettävä joko tarkastuslaitoksen tiloihin asennettuun tuotteeseen tai vaihtoehtoisesti tarkastuslaitoksen henkilö saapuu tarkastettavan tuotteen valmistajan tiloihin.

Työssä tarkastetaan taipumalaskenta vanhalle putkelle ja määritetään vaihtoehtoisille putkille mitat, joihin kelausputki on riittävän jäykkä.

#### **4 CE-merkintä**

CE-merkintä on valmistajan vakuutus siitä, että se täyttää sitä koskevien direktiivien vaatimukset. Rakennustuotteessa suoritustasoilmoitus (Declaration of Performance) ja CE-merkintä kertovat asiakkaalle toimittajan valmistaman tuotteen olevan perusominaisuuksiltaan yhdenmukainen ja valmistuksessa on käytetty yhdenmukaista teknistä eritelmiä Euroopan talousalueen maiden kanssa (Tukes, n.d.-a.).

CE-merkintä ei takaa rakennustuotteen soveltuvuutta tiettyyn rakennuskohteeseen tiettyssä maassa. Rakennuskohdetta ja käyttöä säätelevät kansalliset säädökset ja ohjeistukset, kuten esimerkiksi rakentamismääräyskokoelma. Rakennustuotteiden käyttäjien tulee verrata täyttävätkö suoritustasoilmoituksessa ilmoitetut arvot ja luokat maan kansalliset vaatimustasot.

CE-merkinnän pakollisuudella edistetään tuotteiden vapaata liikkumista ja keskinäisten samaan tehtävään valmistettujen tuotteiden vertailua Euroopan talousalueella on pyritty helpottamaan. Tarkkojen ja luotettavien tietojen saanti tuotteen ominaisuuksista ja suoritustasoista takaa tuotteen helpon vertailun kilpailevien valmistajien tuotteisiin. Samalla päästään eroon kansallisista, päällekkäisistä viranomaisten hyväksymismenettelyistä. Tämä avaa Euroopan sisämarkkinat myös suomalaisille rakennustuotteille (hEN helpdesk, n.d.-a).

Poikkeuksena CE-merkintää ei tarvita, jos tuote valmistetaan ainoastaan omaan käyttöön tai sen perusominaisuuksiin liittyviä kansallisia eikä unionin vaatimuksia ole. Turvallisuus ja kemikaaliviraston sivuilla on listattu seuraavat tapaukset, joissa CE-merkintää ei tarvita:

(Tukes, n.d-b.)

- Erikoisvalmistettu yksittäinen tuote, jonka valmistaja asentaa rakennuskohteeseen kansallisten säädösten mukaisesti.
- Rakennuspaikalla kyseistä rakennuskohdetta varten valmistettu tuote.
- Korjausrakentamisessa, kun rakennustuote valmistetaan perinteisin menetelmin suojeltuun tai sellaiseen rakennukseen, jolla on erityistä arkkitehtonista tai historiallista arvoa.

## 5 Suoritustasoilmoitus

Suoritustasoilmoitus (Declaration of performance) on edellytys CE-merkinnän kiinnittämiseksi tuotteeseen. Tuotteen valmistaja laatii DOP:in harmonisoidun tuotestandardin (hEN) tai eurooppalaisen teknisen arvioinnin (ETA) perusteella.

Eurooppalaista teknistä arviointia käytetään, kun tuotteelle ei ole olemassa harmonisoitua tuotestandardia, jota seurata. Laatimalla suoritustasoilmoituksen tuotteen valmistaja on vastuussa siitä, että tuotteen suoritustasot ovat ilmoitettujen mukaisia.

(Ympäristöministeriö, 2013).

Suoritustasoilmoitus on ainoa mahdollinen tapa ilmoittaa rakennustuotteen ominaisuuksien arvot ja luokat. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa N:o 305/2011 ohjeistetaan suoritustasoilmoituksessa esitettäväksi perusominaisuuksiin liittyvät suoritustasot asianmukaisten yhdenmukaistettujen teknisten eritelmien mukaisesti.

Suoritustasoilmoituksessa on selvittävä liitteessä 1. mainitun mallin mukaiset seuraavat tiedot (Eu asetus N:o. 305/2011).

## 6 AVCP-luokka

Suoritusason pysyvyyden varmistamiseksi on luotu harmonisoitu järjestelmä AVCP-menettely (Assessment and Verification of Constancy of Performance). Järjestelmällä arvioidaan ja varmennetaan suoritusason pysyvyyttä. Menettely on jaettu viiteen eri luokkaan, joista korkeimmassa luokassa 1. tuotetyypin määritys tapahtuu tyyppitestauksen, laskelmien ja taulukkoarvojen perusteella. Lisäksi teetaan alkutarkastus ja jatkuva laadunvalvonta tapahtuu kolmannen osapuolen toimesta. Luokassa 4. tuotteen valmistaja voi tehdä tuotteen tyyppitestauksen, alkutarkistuksen ja valvonnan itse. (European commission, N.d.).

Murtosuojan standardissa SFS-EN 13241:2003 + A2:2016 AVCP-luokka on 1. poistumisteiden sekä palo-osastointivaatimuksien osalta ja luokka 3. muiden käyttökohteiden osalta. Kuvassa 7. esitetään pysyvyyden arviointiin AVCP-luokat (hEN helpdesk, n.d.-b).

Kuva 7. Suoritusason pysyvyyden arviointi ja varmentaminen (hEN helpdesk, n.d.-c).

Ilmoitetun laitoksen varmennus(AVCP-menettelyt)					
Kontrollikeinot	1	1+	2+	3	4
Teetaan sisäinen dokumentoitu laadunvalvonta	V	V	V	V	V
Tehtaalla testausohjelman mukainen lisättestaus	V	V	V		
Tuotetyypin määritys tyyppitestauksen, laskennan, taulukkoarvojen jne. perusteella	TS	TS	V	L	V
Teetaan sisäisen laadunvalvonnan alkutarkastus	TS	TS	LS		
Teetaan sisäisen laadunvalvonnan jatkuva valvonta, arviointia ja hyväksyntä	TS	TS	LS		
Pistokoettestaus ennen tuotteen saattamista markkinoille	TS				

V = valmistaja, L = testauslaboratorio, LS = laadunvalvonnan sertifiointilaitos, TS = tuotesertifiointilaitos

Murtosuojaan seuraamassa harmonisoidussa standardissa SFS-EN 13241:2003 + A2:2016 suoritustason pysyvyyden varmistamiseksi valvonta tapahtuu valmistajan, maahantuojan sekä ilmoitetun laitoksen toimesta. Markkinanvalvonnan Suomessa hoitaa markkinavalvontaviranomainen Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). Lisäksi valvontaa voivat suorittaa kilpailijat sekä kuluttajat ilmoittamalla markkinavalvontaviranomaiselle, joka ryhtyy toimenpiteisiin vaatimalla tuotteen korjausta, kieltä, rajoitusta, poistoa tai palautusta (hEn helpdesk, N.d.-d.).

## **7 Murtosuojien Tuotestandardi SFS-EN 13241:2003**

Murtosuojien valmistuksessa seurataan teollisuuden-, liike- ja toimistorakennuksien, sekä autotallien ovien, porttien ja puomien tuotestandardia SFS-EN 13241:2003 + A2 20816. Tässä standardissa käsiteltävät ovet, puomit ja portit on tarkoitettu asennettavaksi alueille, joissa on ihmisliikennettä. Standardilla varmistetaan, että ovet, puomit ja portit täyttävät niille asetetut vaatimukset, jotta henkilöiden kulku teollisuus-, toimisto- ja liiketiloissa sekä asuinrakennuksissa on turvallista. Tämä standardi koskettaa myös liikerakennusten ovia kuten esimerkiksi kauppojen rullakaihtimia ja rullakaltereita, jotka on tarkoitettu pääasiassa henkilökulkuun, eikä tavaroiden tai ajoneuvojen kulkua varten (SFS-13241/2003, 7.).

Standardin mukaan ovi ja ovityyppi valitaan vasta sitten, kun on otettu huomioon mitä vaatimuksia asennuspaikalta vaaditaan. Vaatimuksina edellytetään käyttöturvallisuutta, helppokäyttöisyyttä, kunnossapidon tiheyttä ja määrää sekä oven toimintatapaa. Oven paikka rakennuksessa, sen käyttötiheys ja automaatioaste vaikuttavat omilta osiltaan vaatimukseen. Suunnittelu, mitoitus ja valmistus täytyy tehdä edellä mainittujen vaatimusten mukaisesti, jotta voidaan varmistua oven turvallisesta toiminnasta sille suunnitellussa käyttöpaikassa ja oletetuissa käyttöolosuhteissa sekä kunnossapidosta, korjaamisesta ja purkamisesta (SFS-13241/2003, 9.).

## 8 Korroosiosuojaus

Korroosiosuojaukselle on olemassa eri menetelmiä, jotka perustuvat pinnan eristämiseen, rakennepinnan pinnoittamiseen, jalomman materiaalin käyttöön tai ainevahvuuden lisäämiseen. Jokainen menetelmä on erilainen, mutta ne eivät sulje toisiaan pois.

Tarvittaessa menetelmiä voidaan yhdistellä, jos kappaleen pinnalle on määritetty korkea korroosiosuojauksen tarve (Opetushallitus, N.d.).

Neljästä edellä mainitusta menetelmästä putken korroosiosuojauksen valinnaksi voidaan harkita jo käytössä olevaa rakennepinnan pinnoittamista tai vaihtoehtoisesti maalausta. Jalomman materiaalin käyttö kuten seostetun teräksen käyttö murtosuojien putkena nostaa putken omakustannushintaa merkittävästi.

Nykyisen putken korroosiosuojaus on suoritettu sinkitysmenetelmällä ja putkelle on valmistajan mukaisesti luvattu 20µm:n sinkkipinnoitteen paksuus, joka vastaa noin 25 vuoden käyttöikää meri-ilmastossa.

## 9 Pinnoitettujen rakenteiden käyttöikä

Käyttöikäsuunnittelun lähtökohtana on osan tai rakenteen oletettu ajanjakso, jolloin osan tai rakenteen voidaan olettaa kestävän sille määritetty käyttö ilman että olennaiset korjaustoimenpiteet ovat välttämättömiä. Teräsrakenneyhdistyksen sivustolta saatavassa dokumentissa standardin SFS-EN ISO 1990+A1+AC mukaan viitteellinen suunniteltu käyttöikä on jaettu viiteen luokkaan, jotka on esitelty kuvassa 8 (Teräsrakenneyhdistys, 2013-a).



Kuva 8. Viitteellinen suunniteltu käyttöikä standardin SFS-EN ISO 1990+A1+AC mukaan (Teräsrakenneyhdistys, 2013-b).

Suunnitellun käyttöiän luokka	Viitteellinen suunniteltu käyttöikä, vuotta	Rakennusesimerkkejä
1	10	Tilapäisrakenteet (*)
2	10 - 25	Vaihdeettavissa olevat rakenteen osat
3	15 - 30	Maatalous- ja vastaavat rakennukset
4	50	Talonrakennukset ja muut tavanomaiset rakenteet
5	100	Monumentaaliset rakennukset, sillat ja muut maa- ja vesirakennuskohteet
(*) Sellaisia rakenteita tai niiden osia, jotka voidaan purkaa uudelleen käytettäväksi, ei pidetä tilapäisinä.		

Tuotteen tai osan rakenteen suunnittelussa on otettava huomioon lakiasetus kantavista rakenteista 8§. Asetuksen mukaan on määriteltävä ympäristöolosuhteita kuvaavat rasisitusluokat (Teräsrakenneyhdistys, 2020).

Kantaviin rakenteisiin vaikuttavat ympäristöolosuhteista johtuvat korroosiot. Korroosion nopeus kasvaa ilman suhteellisen kosteuden noustessa ja kondensoituessa osan pinnalle. Lisäksi korroosion nopeus kasvaa ilman epäpuhtauksien vuoksi. Standardissa SFS-EN ISO 12944-2 on määritelty ilmastorasitusluokat, jotka esitellään kuvassa 9. Kuvassa esitetään esimerkkikäyttöympäristön lisäksi teräspainohäviö. Teräspainohäviöllä ilmoitetaan sinkin ja teräksen syöpymisarvot ensimmäisen koestusvuoden aikana (Teräsrakenneyhdistys 2020).

Kuva 9. SFS-EN ISO 12944-2 kuvaa ilmastorasitusluokkia C1-CX sekä teräksen ja sinkin syöpymistä näissä luokissa (Kilpinen, 2018).

Rasitus-luokka	Ilmaston syövyttävyys	Teräspainohäviö g/m <sup>2</sup>	Esimerkkejä ympäristöistä
C1	Hyvin pieni	< 10	Kuivat, lämpimät sisätilat
C2	Pieni	> 10-200	Maaseutualueet. Lämmittämättömät sisätilat.
C3	Keskimääräinen	> 200-400	Kaupunki- ja teollisuusympäristöt. Kosteat tuotantotilat.
C4	Suuri	> 400-650	Teollisuus- ja rannikkoalueet, joissa kohtalainen suolapitoisuus. Kemianteollisuuden laitokset.
C5	Hyvin suuri	> 650-1500	Teollisuusalueet aggressiivisessa ilmastossa. Rannikot ja off-shore -alueet, joilla korkea suolapitoisuus.
CX	Äärimmäinen	> 1500-5500	Offshore- ja teollisuusalueet, joilla korkea suolapitoisuus. Subtrooppiset ja trooppiset ilmastot.

## 10 Lujuuslaskenta

Lujuusoppi on tieteenala, joka pyrkii selvittämään kuormitetun kappaleen sisäiset voimat ja niistä aiheutuvat muodonmuutokset sekä kuormitukset, jotka kappale kestävä. Kappaleen kykyyn vastustaa muodonmuutosta voidaan vaikuttaa kappaleen materiaalivalinnalla, koolla ja sen muodolla.

Kappaleeseen kohdistuvat voimat voivat olla pistemäisiä tai jakautuneita viivamaisia pinta- tai tilavuuskuormia. Erilaisia kuormitustapoja ovat veto, puristus, leikkaus, taivutus, vääntö sekä nurjahdus. Nämä muodostavat yhdessä tai yksittäisenä jännityksen tarkastelupisteeseen osoittaen suunnan ja suuruuden. Luonteeltaan jännitys on staattista tai dynaamista (Valtanen, 2010, s. 458).

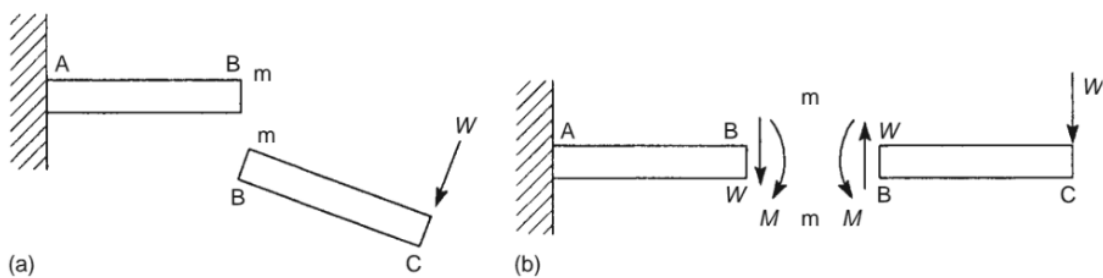
Seppo Kiviojan kirjassa Konetekniikka kuvataan staattisen kappaleen tukireaktiot kahdella statiikan säännöllä (Kivioja, 2009, 9).

*Kappale on tasapainossa, kun kaikki siihen vaikuttavat ulkoiset voimat pitävät toisensa tasapainossa.*

*Kun kimmainen kappale on tasapainossa, on sen jokaisen osan oltava tasapainossa.*

Näiden kahden lauseen avulla voidaan irti leikattu kappaleen osa ajatella itsenäiseksi kappaleeksi ja tähän voidaan soveltaa statiikan lakeja. Tämä havainnollistetaan kuvassa 10.

Kuva 10. Esitetään kappaleesta irti leikatun osan voimat leikkausvoima  $W$  ja taivutusmomentti  $M$  (Megson, s.45).



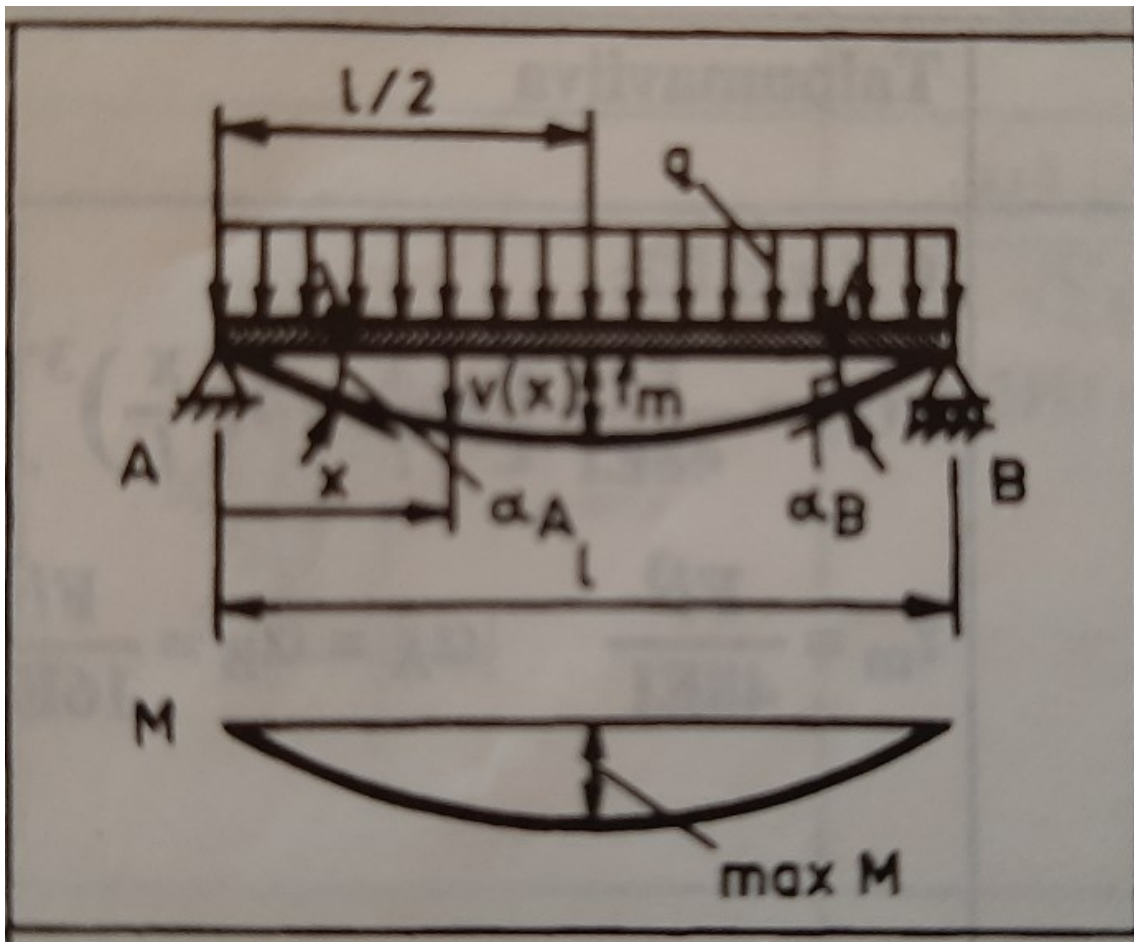
Opinnäytetyössä esiintyviä eri kuormituslajeja ovat taivutus, vääntökuormitus, leikkaus sekä lämpötilavaihteluista johtuvat muodonmuutokset. Näistä vääntökuormituksen ja leikkausjännityksen laskennalliset vaikutukset ovat verrattain pienet taivutukseen nähden, jonka vuoksi näiden vaikutus tuotteen toimintaan on vähäinen.

## 10.1 Putken taipuma

Putken vaikuttava voima on tasaista kuormaa, joka syntyy putken kiinnitetystä alumiinisäleistä, muovisista johdeluisteista, ohjainrullista sekä säleiden kiinnityksessä käytetyistä poraruuveista. Työssä lasketaan tilanne, jossa putken kiinnitetty matto on rullattu äärettömän lähelle lattiapintaa kuitenkaan koskematta siihen. Tässä tilanteessa putkelle kohdistuva taipuma on suurimmillaan koska alumiinisäleet eivät ole putken ympärillä vastustamassa taipumaa.

Putken laskennassa käytetään niveltuetta tapausta, jossa toinen pää on tuettuna ja toinen pää on vapaasti vaakasuunnassa liikkuva. Tuettu pää, eli moottorin pää, on kiinnitetty putken kannakkeeseen poraruuveilla ja kannakkeen toinen pää on vapaasti liikkuvana keskipakojarrun varassa. Kuvassa 11. esitetään päistään niveltuettu palkki, jolla laskenta voidaan suorittaa. Kuvassa on myös hahmoteltu palkin taipumaviivaa ( $x$ ) sekä taivutusmomenttikuvio  $M$ .

Kuva 11. Taivutusmomenttikuvio (Valtanen, s. 408).



Koska putkelle haetaan maksimitaipumaa keskikohdassa, voidaan käyttää kaavaa (1.)

$$f_m = \frac{5}{384} * \frac{ql^4}{EI} \quad (1.)$$

(Valtanen, 2010, s. 408)

Jossa:

$f_m$  = taipuma (mm)

$q$  = Tasainen kuorma (kN/mm)

$l$  = Leveys (m)

$E$  = Kimmomoduuli (MPa)

$I$  = Jäyhyysmomentti (mm<sup>4</sup>)

Opinnäytetyön tilaajan toiveena on, että tuleva putki on sellainen, jonka tilaaminen on mahdollista lähialueilta, ja sillä on jäyhyysmomenttiltaan samankaltaiset arvot kuin tämänhetkisellä putkella kuitenkin putken halkaisijaa suuresti kasvattamatta. Lisäksi huomioon täytyy ottaa putken oma massa, joka vaikuttaa käsiteltävyyteen tehtaalla. Putken tulee olla käsiteltävissä mahdollisimman kevyesti ja ylimääräinen paino halutaan minimoida. Ylimääräinen paino vaikeuttaa käsittelyä tehtaalla sekä asennuksessa vaatimalla muun muassa raskaammat nostimet. Ylimääräinen paino vaikuttaa asennukselta vaadittaviin kiinnityspintoihin sekä kiinnitykseen, koska seinään syntyvät voimat ovat sitä suurempia mitä painavampi putki on.

Jäyhyysmomentti on tankomaisilla sekä putkimaisilla kappaleilla sidonnainen sen ulkohalkaisijaan halkaisijan potenssissa neljä. Ideaalitalanteessa, jos jäyhyysmomentin arvo haluttaisiin mahdollisimman suureksi ja putken ominaispaino mahdollisimman pieneksi, valittaisiin putkelle suuri halkaisija ja ohutseinämän vahvuus. Seinämän vahvuutta ei kuitenkaan voi rajattomasti pienentää, koska vaarana on putken lommahdus, jossa putki paikallisesti nurjahtaa. Terästoimittajien omista taulukoista sekä muun muassa Tekniikan taulukkokirjasta nähdään hitsattujen kylmämuokattujen putkien Standardissa EN 10305-3 valmistettavia eri putkikokoja. Taulukon pohjalta voidaan tehdä arvio siitä, mitä putkikokoja työssä kannattaa lähteä tarkastelemaan ja miettimään vaihtoehtoisiksi putkiksi.

Jäyhyysmomentilla kuvataan tietyn homogeenisen kappaleen kykyä vastustaa taipumaa. Jäyhyysmomentti putkimaiselle rakenteelle lasketaan kaavalla 2. Putkella ulkohalkaisijalla OD = 101.6 mm ja putken sisähalkaisijalla ID = 98.6 mm saadaan jäyhyysmomentiksi  $590950,2 \text{ mm}^4$  ja putken metri painoksi saadaan 3,7029 kg/m tiheyden ollessa  $7850 \text{ kg/m}^3$ .

$$I_y = \frac{\pi \cdot (OD^4 - ID^4)}{64} \quad (2.)$$

(Valtanen, 2010, s. 403)

## 10.2 Vääntömomentti

Tuotteen toiminnan kannalta yksi tärkeistä tarkasteltavista arvoista on vääntömomentti ja sen suuruus. Väännön arvo  $M_v$  syntyy putken sälematon painosta ja siihen kiinnitettyjen muiden osien painosta, jotka liikkuvat vapaasti sälematon mukana sivujohteiden sisällä, sekä putken halkaisijasta. Sälematon ollessa äärettömän lähellä lattiapintaa saadaan suurin mahdollinen vääntömomentin tarve putkelle.

Vääntömomentin yksinkertaiseen ja riittävän tarkkaan laskentaan voidaan käyttää kaavaa 3. jossa  $q$ :n arvoon on syötetty vapaasti roikkuvien osien yhteispaino, joka saadaan roikkuvien osien materiaaleista, tiheydestä sekä painovoimasta. Etäisyyttä putken keskikohtaan merkitään kirjaimella  $r$ .  $t$ TMän arvo vaihtelee sen mukaan mitä enemmän rullan ympärille on kelautunut säleitä. Laskennan yksinkertaistamista varten kannattaa kuitenkin laskenta suorittaa teoreettisella tilanteella, jossa käytetään täysin putken ympärille kelautuneen rullanhalkaisijaa arvossa  $r$  ja lähes maanpinnassa kiinniolevaa kuormaa  $G$ . Tämä toimii osaltaan varmuuskertoimena putkimoottorille.

$$M_v = G * r \quad (3.)$$

Jossa:

$M_v$  = Vääntömomentti (N\*mm)

$G$  = Paino (N)

$r$  = säde (mm)

### 10.3 Leikkausjännitys

Leikkausjännitystä syntyy putkimoottorin ja kannakkeen yhdistävään kiilaan, putkimoottorin ja putken kiinnitykseen käytettäviin poraruuveihin sekä sälematon ja putken kiinnitykseen käytettävien poraruuveihin. Ferrometallin esitteessä esitetään pienen poraruuvin 4.8 mm leikkausmurtolujuuden arvo välille 6 kN – 9 kN riippuen ruuvityypistä. Arvot ovat koetuloksiin perustuvia eivätkä valmistajan takaamia minimiarvoja. Ferrometal suosittelee minimiarvoksi 30 % koetulosten keskiarvosta (Ferrometal, 2008).

Kaava 4. esittää vääntömomentin synnyttämän ulkoisvoiman ja neljän poraruuvin synnyttämän vastavoiman tulos on nolla. Syöttämällä kaavaan voiman F arvoksi ferrometallin suosittama minimiarvo 4.2 kN saadaan vääntömomentin tarpeeksi 828,24 Nm säteen arvon ollessa 101,6x1,5 putken sisähalkaisijan arvo jaettuna kahdella. Syöttämällä tämä tulos kaavan 3.  $M_v$  arvoksi ja laskemalla G:n arvo saadaan tulokseksi 16.8 kN eli 1713 kiloa. Mesvac Oy:n suurin mahdollinen CE-hyväksytty murtosuoja on mitoiltaan 7000 mm x 5000 mm ja tämän paino on noin 330 kiloa (Mesvac Oy, 2020-I). Tuloksia vertaamalla huomataan, että ruuvien leikkausmurtolujuuden varmuuskertoimeksi saadaan yli 5.

$$M_v - 4 * F * \frac{d}{2} = 0 \quad (4.)$$

Jossa:

$M_v$  = Vääntömomentti (N\*mm)

$F$  = Voima (N)

$d$  = sisähalkaisija (mm)

## 11 Nykyisen putken laskentaohjelma

Mesvacilla käytössä olevassa toiminnanohjausjärjestelmän L7:an tuotekonfiguraattorissa on mahdollista dynaamisesti luoda tuoterakenne. Tuoterakenne luodaan erinäisten laskenta- ja päättelysääntöjen perusteella. Laskenta- ja päättelysääntöjen avulla luodaan mittatietojen syöttötaulukko, johon syöttämällä tiedot luodaan järjestelmään valmis tuoterakenne.

Kuvassa 12. on L7:an käsikirjasta otettu esimerkkikuva syöttötaulukosta.

Kuva 12. Esimerkki tuotteen laskenta mittatietojen syöttötaulukosta (Visma L7, n.d.-a).

The screenshot shows a software window titled 'Tuote4 laskenta'. It contains a toolbar with buttons for 'Lasku', 'Huomautus', 'Kaavaeditori', 'Edellisen mitat', 'Mitat osalta', and 'Tyhjennä kentät'. Below the toolbar, there are two tabs: 'Mitat' and 'Lisämitat'. The 'Mitat' tab is active and contains a form with the following fields:

Leveys	Syvyys	Korkeus	Työstökone*	Lukko	Koko	Väri	Huomautus	Lisätarvike	Lisävaihe
500	70	600		Ei	PIENI			1000100	HIENO1
Kokokesto	Maalaus	Kust.hinta yht.	Myyntihinta						
	<input type="checkbox"/> True/False								
Tilavuus	Pinta-ala	Hyllyn pinta-ala	Hyllijien lkm	Tilattu määrä	Kust.hinta yhteensä	Myyntihinta yhteensä			
-430	75.4	-530	-430	1					

Laskenta- ja päättelysääntöjen luonti vakiotuotteille suositellaan tehtäväksi, jos mahdollista, sillä se nopeuttaa syöttöprosessia järjestelmään ja vähentää virheiden mahdollisuutta poistamalla käyttäjäkohtaiset näppäilyvirheet. Järjestelmä luo automaattisesti muun muassa



materiaalivaraukset, omakustannushinnan, myyntihinnan sekä varaa työvaiheiden resurssit (Visma L7-n.d.-b).

## 12 Ideointi

Luvussa 12. esitetään kaksi vaihtoehtoista putkikokoa, joita murtosuojassa voidaan harkita käytettäväksi. Näiden vaihtoehtoisten putkikokojen valintaan on vaikuttanut niiden käsiteltävyyden lisäksi niiden hankinta mahdollisuudet ja edut sekä haitat. Nämä pyritään havainnollistamaan esimerkki laskelmien avulla.

Luvun lopussa esitetään murtosuoja, joka on asennettuna kohteeseen. Asennetusta murtosuojasta on mitattu laserlinjaimen avulla putken taipuma keskikohdalla. Tästä saatua tulosta verrataan teoreettisiin laskelmiin.

### 12.1 Vaihtoehtoputki 88.9x2,5

Ensimmäisessä vaihtoehdossa käsiteltävä putki on suurin edelleen valmistettava putkikoko, jota valmistetaan Suomessa. Tätä putkikokoa on saatavilla kahden millimetrin ja kolmen millimetrin välillä. Opinnäytetyön edetessä olen huomannut, että suurten yli 100 mm halkaisijalla olevien putkien valmistus standardissa EN 10305-3 on lopetettu.

Tutkimalla putkikoon 88,9 mm eri seinämänvahvuuksia saadaan selville, että putkikoolla 88,9x2,5 jäyhyysmomentin arvoksi saadaan  $633730,5 \text{ mm}^4$  ja putken painoksi saadaan 5,3269 kg/m.

Esimerkkilaskelmassa verrataan kuusi metriä pitkää putkea, jossa sälepainoa on 100 kg. Tämä sälepaino vastaa noin 2,5 metrin aukkokorkeutta. Kuvassa 13. esitetään taipuma kolmen metrin kohdalla kuuden metrin putkelle putkikoille 88.9x2.5 mm sekä 101.6x1.5 mm

Kuva 13. Putken taipuma keskikohdassa

<b>88.9x2.5 Putki</b>	<b>101.6x1.5 Putki</b>
$\frac{(5 \cdot Q_1 \cdot L^4)}{384 \cdot E \cdot I_1} = 27.172 \text{ mm}$	$\frac{(5 \cdot Q_2 \cdot L^4)}{384 \cdot E \cdot I_2} = 27.358 \text{ mm}$

Tällä putkikoolla kuitenkin huomataan, että kun mennään tietyn leveyden yli 101.6 mm:n putkelle saadaan pienempi taipuman arvo, vaikka jäyhyysmomentin arvo on pienempi. Tämä johtuu putken omasta massasta joka, 88.9 mm:n putkella on 1,624 kiloa enemmän metrille. Aikaisemmin esitetyssä esimerkkitapauksessa 100 kilon kuormalla leikkauspiste, jossa taipumat ovat samansuuruiset on noin 5,35 metrin mittaisella putkella.

Ehdottomasti suurimpana etuna kyseiselle putkelle on pidettävä sen saatavuus Suomesta. Kyseistä putkikokoa valmistetaan sekä varastoidaan eri terästukkureiden toimesta ympäri Suomea. Lisäksi suurena etuna kyseiselle valinnalle voidaan pitää mahdollisuus asentaa putki lähemmäs katonrajaa tai muuta estettä kuten ilmastointikanavia. Tämä antaa mahdollisuuden suurentaa oviaukon korkeutta pienentämällä katon ja oviaukon yläreunan väliä.

Putken negatiivisina puolina on sen ominaispaino, joka on 1,624 kiloa/metri painavampi kuin tällä hetkellä käytössä oleva putkikoko. Ylimääräinen paino vaikuttaa tuotannossa putken käsittelyyn etenkin leveissä oviaukon mitoissa. Suomen työsuojeluhallinnon mukaan lainsäädäntö ei määritä kilomääriä nostettavan taakan painolle, mutta taakkojen käsittelystä on tehtävä kokonaisarvio. Kokonaisarvioon vaikuttavat eri tekijät, joista paino on vain yksi tekijä. Alle on laitettu lista Suomen työsuojeluhallinnon sivuilta tekijöistä, jotka tulee ottaa huomioon (Työsuojelu,2020).

- taakan paino ja muoto
- taakasta saatavan otteen pitävyys
- taakan sijainti suhteessa vartaloon
- vartalon asento noston aikana
- nostojen ja toistojen määrä
- siirtomatkan pituus
- työympäristö
- työntekijän henkilökohtaiset ominaisuudet

Toinen negatiivinen puoli putken valinnassa on CE-merkinnän vaatimien testien uudelleen suorittaminen. Kriittisen osan mittojen muuttuessa radikaalisti joudutaan testit suorittamaan uudelleen.

## 12.2 Vaihtoehto putki 101,6x2

Vaihtoehtoisesti suurentamalla seinämän vahvuutta 0,5 mm putken jäyhyysmomenttia saataisiin kasvatettua noin 24 % luvusta  $590950 \text{ mm}^4$  lukuun  $776323 \text{ mm}^4$ .

Kappaleessa 10.1 mainittu esimerkki, jossa verrattiin 6000 mm leveän ja 2500 mm korkean oven putken taipumaa. Tällä putkella vastaava taipumanarvo on 21 mm, kun taas ohuemmalla seinämällä sekä pienemmän halkaisijan omaavalla putkella oltiin lähellä taipuman maksimiarvoa 30 mm. Tämä putki mahdollistaisi esimerkiksi 7000 mm ja 1700 mm leveän tiskinsulkijan valmistuksen.

Tällä putkella kuitenkin ongelmana on sen ominaispaino ja sen saatavuus Suomesta. Putkea ei kuitenkaan kannata sulkea pois yhtenä vaihtoehtona, koska 24 %:in kasvu jäyhyysmomenttiin mahdollistaa entistä leveämpien oviaukkojen valmistuksen samalla ylätilan tarpeella näin mahdollistaen kattavamman tarjonnan asiakkaille.

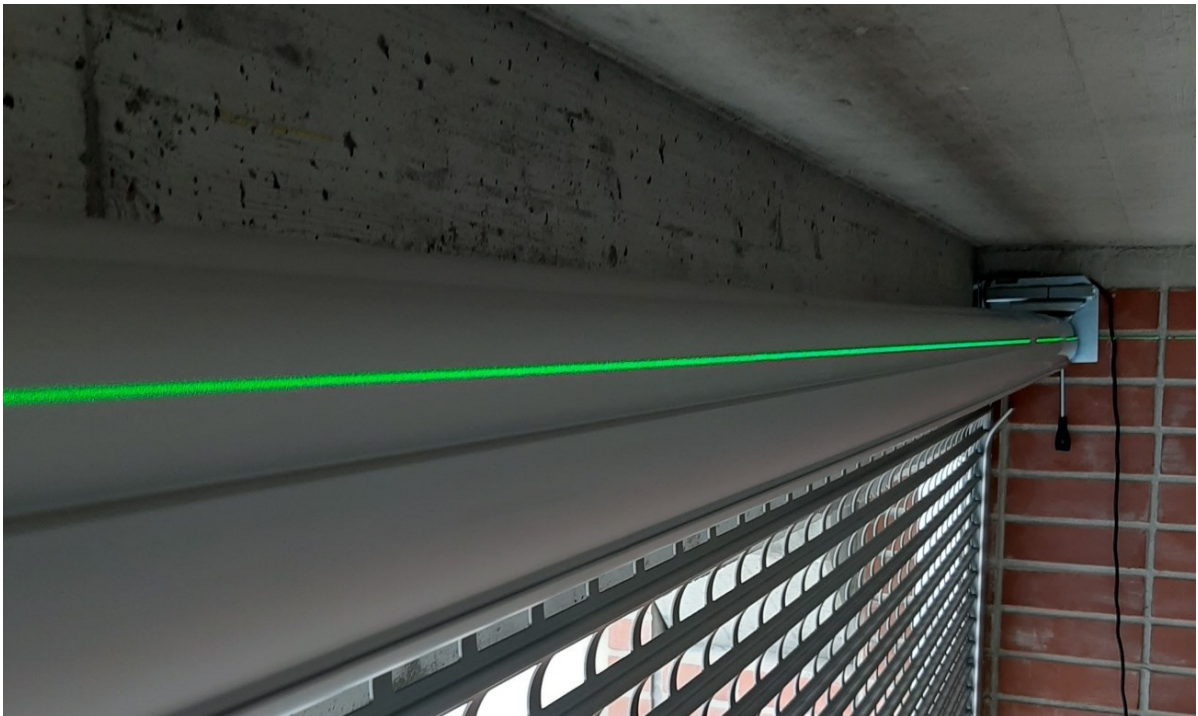
Suurena etuna voidaan pitää sitä, että pelkkää seinämän vahvuutta kasvattamalla voidaan CE-merkintää varten suoritettavat testaukset ja lupaprosessit suorittaa todennäköisesti hyvinkin helposti koska standardit usein sallivat isomman tai paksumman ja kautta kestävämmän tuotteen käytön, kun laskennallinen teoria on tukemassa tätä.

### 13 101,6x1,5 putken testi

Tässä luvussa tarkastellaan käytännön kokeesta saatua tulosta ja verrataan sitä laskelmista saatuun tulokseen. Erääseen kohteeseen on asennettu 5,9x2,2 metrinen murtosuoja, josta mitattiin sen taipumaa, kun matto on ajettuna mahdollisimman lähelle lattiaa. Testistä saatuja tuloksia päästiin vertaamaan laskentaohjelman antamiin tuloksiin. Tuloksissa oli eroavaisuuksia johtuen erinäisistä tekijöistä, joita ei laskennassa ole otettu huomioon, vaikka niiden tiedetään vaikuttavan lopputulokseen. Laskentaan niitä ei ole sisällytetty, koska ne omalta osaltaan tukevat putken rakennetta ja näin toimivat osaltaan varmuuskertoimena. Lisäksi niiden tarkka laskenta on erittäin työlästä ja sen tuoma lisäarvo on erittäin minimaalinen.

Kuvassa 14. esitetään laserlinjainlaitteen avulla putken taipumaa. Laserlinjain on asetettuna putken akselin keskilinjaan ja kuvasta huomataan selvästi putken taipuman vaikutus lähestyttäessä putken puoliväliä. Mittaustuloksista saadun tuloksen perusteella taipuman arvo on noin 22 mm, joka on noin 7 mm vähemmän kuin sen laskennallinen arvo.

Kuva 14 Laserlinjaimen avulla esitetty taipuma 22 mm.



## 14 Päätelmät

Kriittisiä osia vaihdettaessa kannattaa edut, hyödyt ja haitat selvittää erittäin tarkasti, sillä muutos työllistää organisaation eri osa-alueita pitkällä aikavälillä. Uusien osien suunnittelun, toimittajien etsinnän, testauksen ja työhöjeiden sekä ohjeistuksen lisäksi vaikutus näkyy myös myynnissä, asennuksessa ja huollossa. Myynnin tulee kyetä sisäistämään uudesta putkesta syntyvät edut, kuten ylätilan tarpeen pieneneminen ja haitat, jotta he kykenevät myymään asiakkaalle parhaan mahdollisen ratkaisun heidän tarpeisiinsa.

Toisaalta taas huoltoon syntyvät ongelmat tulevat lähinnä vanhan putken tarpeesta, jota on yli vuosikymmenen kaupattu kohteisiin ympäri Suomen. Vanhaa putkea joudutaan varastoimaan vielä useampi vuosi, jotta huoltokohteisiin voidaan tarpeen ilmetessä vaihtaa putki. Päätökseen siitä kuinka monen vuoden tarpeet putkea varastoidaan, syntyy monesta eri tekijästä, kuten esimerkiksi yrityksen kyvystä varastoida putket tiloissaan tai huolto-organisaation arvioista vuosittaisesta tarpeesta.

Siirtyminen uuteen putkikokoon kannattaa tehdä siinä vaiheessa, kun vanhan putkikoon saldo on alhainen. Näin vältetään varastoimasta tuotetta, jota ei tulla välttämättä myymään ollenkaan. Lisäksi yrityksissä usein muutoksesta syntyvää muutosvastarintaa saattaa myös ilmetä työyhteisön sisällä ja se voi osaltaan hidastaa uuden asian eteenpäin viemistä. Muutettava asia tulee esittää riittävän selvästi ja syyt muutokselle kannattaa usein perustella.

Tietyissä tilanteissa yrityksen toiminnan kannalta parempi on ottaa varastointikustannuksista syntyvät kulut omalle kontolle, jos yrityksen tilat sen sallivat. Vaikka varastointi maksaa, on siinä myös omat etunsa. Putken ollessa valmiiksi tehtaalla nähdään reaaliaikainen tilanne ja pitämällä tuotteen hälytysrajat riittävän korkealla voidaan uusi erä tilata riittävän aikaisin, jolla varmistutaan siitä, että tuote ei pääse loppumaan. Putkea varastoitaessa minimierä saadaan yritykselle luotua lisätilaa tehtaalle mutta yritys useammin riippuvaisia siitä, että toimittajalla on sillä hetkellä mahdollisuus valmistaa putkea. Vaikka toimitusajat ovat ennakkoon sovittu, toimittajat eivät aina pysty toimittamaan tuotteitaan aikataulun mukaisesti johtuen esimerkiksi tuotantokapasiteetista tai konerikoista.

Todennäköinen syy miksi nykyisen putken valmistusstandardiksi on aikanaan valikoitunut juuri SFS EN 10305-3 eikä jokin muu ohutseinäputken valmistusmenetelmä on sen korroosiosuojauksen helppous myös putken sisäpinnalle. Jatkuvatoimisella kuumasinkityksellä teräsnauha ajetaan sinkkialtaan läpi ja ilmaveitsien avulla ylimääräinen sinkki poistetaan teräsnauhan pinnalta (Teräsrakenneyhdistys, 2015). Tämän jälkeen teräsnauha voidaan ajaa valssauskoneelle tai rullata kelalle ja valssata myöhemmässä vaiheessa.

Opinnäytetyössäni on esitetty vain muutama standardin sallima vaihtoehto korvaavaksi putkeksi. Näiden eroavaisuuksina on pääasiassa putken omamassa, jäyhyysmomentin arvo sekä ylätilan tarve murtosuojaa rakenteessa. Työhöni olen ottanut yrityksen toiminnan kannalta parhaat vaihtoehdot jatkoselvitystä varten. Opinnäytetyöni toimii hyvänä perustana yritykselle, mikäli he ovat kiinnostuneita selvittämään muita vaihtoehtoja.

## Lähteet

Abloy. (2009.) Profiiliovien sähkömekaaninen lukitus. Esite. Haettu 8.11.2020 osoitteesta

<https://www.abloy.com/Abloy/FI/Tuotevalintaopas/Tuotekohtaiset%20oppaat/S%c3%a4hk%c3%b6mekaaninen%20lukitus%20profiiliovet.pdf>

Euroopan asetus (N.o. 305/2011). (2011). rakennustuotteiden kaupan pitämistä koskevien ehtojen yhdenmukaistamisen. Haettu 6.4.2020 osoitteesta

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32011R0305>

European commission. (n.d.). Assessment and Verification of Constancy of Performance. Haettu 23.8.2020.

[https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/product-regulation/avcp\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/product-regulation/avcp_en)

Ferrometal (2008). Piasta poraruuvit. Haettu 23.11.2020 osoitteesta

[https://www.ferrometal.fi/media/downloads/catalogues/ferrometal\\_poraruuvit\\_low~1.pdf](https://www.ferrometal.fi/media/downloads/catalogues/ferrometal_poraruuvit_low~1.pdf)

hEN helpdesk. (n.d.-a). CE-merkintä. Haettu 6.4.2020 osoitteesta

<http://www.henhelpdesk.fi/ce-merkinta.html>

hEN helpdesk. (n.d.-b). Varmentaminen. Haettu 6.4.2020 osoitteesta

<https://www.henhelpdesk.fi/standardien-haku/13241.html>

hEN helpdesk. (n.d.-c). Varmentaminen. Haettu 6.4.2020 osoitteesta

<http://www.henhelpdesk.fi/varmennus.html>

hEN helpdesk. (n.d.-d). Varmentaminen. Haettu 6.4.2020 osoitteesta

<http://www.henhelpdesk.fi/varmennus.html>

Kilpinen, J. (2018) UUDISTUNUT SFS-EN ISO 12944. Verkkoaineisto. Tikkurila. Haettu 25.8.2020) osoitteesta

Kivioja S (2009.). Konetekniikka. 7. painos. Helsinki: Hakapaino Oy

Luku-Expert. (2020.). Haettu 8.11.2020 osoitteesta

<https://www.lukuexpert.ee/fi/lukkojen-sarjoitus>

Megson T.H.G. (2005). Structural and Stress Analysis. 2. painos.

<https://books.google.fi/books?id=N2WyMxutXK4C&pg=PA146&dq=bending+moment+diagram&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwiOrLjQ8eHsAhWow4sKHY0NBQgQ6AEwAHoECAYQAg#v=onepage&q=bending%20moment%20diagram&f=false>

Mesvac oy, (2020-a). Haettu osoitteesta 9.8.2020

<https://www.mesvac.fi/tuotteet/rulosec-security-shutters-and-roller-shutter-doors>

Mesvac Oy. (2020-b.). Haettu 23.4.2020 osoitteesta

[https://www.mesvac.fi/Download/23131/Mesvac\\_huoltoesite.pdf](https://www.mesvac.fi/Download/23131/Mesvac_huoltoesite.pdf)

Mesvac Oy. (2020-c.). Haettu 22.3.2020 osoitteesta

<https://www.mesvac.fi/yritys/mesvac>

Mesvac Oy. (2020-d.). Haettu 23.4.2020 osoitteesta

[https://www.mesvac.fi/Download/23131/Mesvac\\_huoltoesite.pdf](https://www.mesvac.fi/Download/23131/Mesvac_huoltoesite.pdf)

Mesvac Oy, (n.d.-e). Kuva haettu 9.8.2020 yrityksen verkkolevyltä

Mesvac Oy, (n.d.-f). Kuva haettu 9.8.2020 yrityksen verkkolevyltä

<https://www.mesvac.fi/tuotteet/murtosuojat-rulo-ovet/mesvac-2660-2>

Mesvac Oy. (2020.-g.). Haettu 4.11.2020 osoitteesta

Mesvac Oy, (n.d.-h). Kuva haettu 9.8.2020 yrityksen verkkolevyltä

Mesvac Oy. (2020.-i.). Haettu 4.11.2020 osoitteesta

<https://www.mesvac.fi/Download/22666/Murtosuojat,%20rulot%20esite.pdf>

Mesvac Oy, (n.d.-j). Kuva haettu 9.8.2020 yrityksen verkkolevyltä



Mesvac Oy, (n.d.-k). Kuva haettu 9.8.2020 yrityksen verkkolevyltä

Mesvac Oy, (2020.-l). Haettu 30.11.2020 osoitteesta

<https://www.mesvac.fi/Download/22666/Murtosuojat,%20rulot%20esite.pdf>

Opetushallitus. (n.d.). Kunnossapito menestystekijät. Haettu 16.8.2020 osoitteesta

[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka\\_f3\\_korroosionesto\\_estot\\_ekniikka.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_f3_korroosionesto_estot_ekniikka.html)

SFS EN 13241 (2003). Teollisuus-, liike- ja toimistorakennusten teollisuusovet sekä autotallin ovet ja portit. SFS Online. Haettu 20.4.2020 osoitteesta

<https://online.sfs.fi>

Suomen työsuojeluhallinto (2019). Nostot käsin. Haettu 23.5 osoitteesta

<https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fyysinen-kuormitus/nostot-kasin>

Teräsrakenneyhdistys. (2013). Teräsrakenteiden pinnoitteet ja käyttöikäsuunnittelu. Haettu 16.8.2020 osoitteesta

[http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/141/6bb82be/2013\\_04\\_Terasrakenteiden\\_pinnoitteet\\_ja\\_kayttoikasunnittelu.pdf](http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/141/6bb82be/2013_04_Terasrakenteiden_pinnoitteet_ja_kayttoikasunnittelu.pdf)

Teräsrakenneyhdistys (2015). Jatkuva kuumasinkitys. Haettu 30.11.2020 osoitteesta

<http://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/toiminta/try-pintakasittelyn-asiiantuntijaryhma/sinkitys/>

Teräsrakenneyhdistys (2018). Uudistunut SFS-EN ISO 12944. Haettu 17.8.2020 osoitteesta

[http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/814/dfc8ed4/Kilpinen\\_ISO12944.pdf](http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/814/dfc8ed4/Kilpinen_ISO12944.pdf)

Teräsrakenneyhdistys (2020). Rakenteiden suunniteltu käyttöikä. Haettu 17.8.2020 osoitteesta

[http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/814/dfc8ed4/Kilpinen\\_ISO12944.pdf](http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/814/dfc8ed4/Kilpinen_ISO12944.pdf)

Tukes. (n.d.-a). CE-merkittävät rakennustuotteet. Haettu 8.8.2020 osoitteesta

<http://www.rakennustuoteinfo.fi/rakennustuotteen-ce-merkinta/>

Tukes. (n.d.-b). CE-merkittävät rakennustuotteet. Haettu 8.8.2020 osoitteesta

<http://www.rakennustuoteinfo.fi/rakennustuotteen-ce-merkinta/>

Valtanen E. (2010). Tekniikan taulukkokirja. 10. painos. Mikkeli: Genesiskirjat.

Visma L7, (n.d.-a). Haettu 9.8.2020 yrityksen verkkolevyltä

Visma L7, (n.d.-b). Kuva haettu 9.8.2020 yrityksen verkkolevyltä

Ympäristöministeriö. (2013). CE-Merkintä. Haettu 6.4.2020 osoitteesta

<https://www.ym.fi/fi->

[Fi/Maankaytto\\_ ja\\_rakentaminen/Rakentamisen\\_ohjaus/Rakennustuotteiden\\_tuotehyvak\\_synta/CEmerkinta](https://www.ym.fi/fi-Fi/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus/Rakennustuotteiden_tuotehyvak_synta/CEmerkinta)

**Suoritustasoilmoitus**

4.4.2011



Euroopan unionin virallinen lehti

L 88/37

*LIITE III***SUORITUSTASOILMOITUS**

Nro .....

1. Tuotetyypin yksilöllinen tunniste:

.....

2. Tyyppi-, erä- tai sarjanumero tai muu merkintä, jonka ansiosta rakennustuotteet voidaan tunnistaa, kuten 11 artiklan 4 kohdassa edellytetään:

.....

3. Valmistajan ennakoima, sovellettavan yhdenmukaistetun teknisen eritelmän mukainen rakennustuotteen aiottu käyttötarkoitus tai -tarkoitukset:

.....

.....

4. Valmistajan nimi, rekisteröity kaupp nimi tai tavaramerkki sekä osoite, josta valmistajaan saa yhteyden, kuten 11 artiklan 5 kohdassa edellytetään:

.....

.....

5. Mahdollisen valtuutetun edustajan, jonka toimeksiantoon kuuluvat 12 artiklan 2 kohdassa eritellyt tehtävät, nimi sekä osoite, josta tähän saa yhteyden:

.....

6. Rakennustuotteen suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmennusjärjestelmä(t) liitteen V mukaisesti:

- .....
- .....
7. Kun kyse on yhdenmukaistetun standardin piiriin kuuluvan rakennustuotteen suoritustasoilmoituksesta:

.....

(ilmoitetun laitoksen nimi ja numero tarvittaessa)

suoritti.....järjestelmän.....mukaisesti

(liitteessä V esitettyjen kolmannen osapuolen tehtävien kuvaus)

ja antoi .....

*(sertifikaatin suoritustasojen pysyvyydestä, tuotannon sisäisen laadunvalvonnan vaatimustenmukaisuustodistuksen, testi/laskentareportit – tarpeen mukaan)*

8. Kun kyse on suoritustasoilmoituksesta, joka koskee rakennustuotetta, josta on annettu eurooppalainen tekninen arviointi:

.....

(teknisestä arvioinnista vastaavan laitoksen nimi ja numero tarvittaessa)

antoi .....

*(eurooppalaisen teknisen arvioinnin viitenumero)*

joka perustuu .....

*(eurooppalaisen arviointiasiakirjan viitenumero)*