



# S-STANDARDIOSION TÄYDENNYS JA LUONTI

Sami Stenberg

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2012  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Tuotekehityksen suuntautumisvaihtoehto  
Tampereen ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Tuotekehityksen suuntautumisvaihtoehto

STENBERG, SAMI: S-standardiosion täydennys ja luonti

Opinnäytetyö 26 s., liitteet 22 s.  
Toukokuu 2012

---

Jatkuvan globalisoitumisen johdosta Sandvikilla tuli esiin tarve saada piirustuksiin yhdenmukaiset materiaalimerkinnot riippumatta siitä, missä piirustukset on piirretty. Lähetettäessä esimerkiksi Kiinaan piirustukset, joihin materiaalivaatimukset on merkitty eurooppalaisilla standardeilla, merkinnöistä aiheutuu turhaa työtä ja ajanhukkaa, kun merkinnot on käännettävä kiinalaisten standardien mukaisiksi.

Työn tarkoituksena oli luoda yhtenäinen ohje, jossa esitetään Sandvikin omat globaalit spesifikaatiot yleisesti käytetyille teräslaaduille. Ohjeesta tulee käydä ilmi myös standardit, joihin terästen nimikkeet perustuvat ja joita käytetään, kun materiaali poikkeaa Sandvikin omasta spesifikaatiosta.

Erilaisia materiaalistandardeja tutkimalla ja vertailemalla niitä käytössä oleviin teräslaatuihin, työn tuloksena syntyi ohje, jonka mukaan suunnittelijat voivat jatkossa merkitä piirustuksiin materiaalitiedot Sandvikin oman S-standardin mukaisesti. Alihankkijat saavat yksinkertaistetun koosteen ohjeesta Sandvikin hankintaosastolta. Näin ollen Sandvikin spesifikaatiot ovat kaikille selviä, eikä erilaisia standardeja tarvitse enää vertailla vastaaviin, toisaalla käytössä oleviin standardeihin.

S-standardi poistettiin julkisen version liitteistä luottamuksellisena, sillä se tulee Sandvikille käyttöön lähes sellaisenaan.

## ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering  
Option of Product Development

STENBERG, SAMI: Updating and creating of the S-standard

Bachelor's thesis 26 pages, appendices 22 pages  
May 2012

---

They noticed on Sandvik that because of the constant globalization the markings of materials should be uniform in spite of where the drawings have been drawn. When the manufacturing drawings, which are marked with the material requirements that are in accordance with the European standards, are sent for example to China, it causes unnecessary work and loss of time when the Chinese have to turn the markings to their own standards.

The purpose of the thesis was to create a uniform standard called S-standard, which sets out Sandvik's own global specifications for commonly used grades of steel, as well as the standards in which the titles of the grades of steel are based on and the standards which are used when the material is different from the Sandvik specifications.

The result of the thesis was an instruction that can be used by Sandvik engineers when drawing new manufacturing drawings. The instruction was created by examining a variety of material standards and comparing those to the steel grades which are in use. When the sourcing department of Sandvik will send a simplified summary of the document to the subcontractors, everyone knows the S-standard of Sandvik and comparing different standards does not cause unnecessary work anymore.

The instruction has been removed from attachments of the public version, because it will be used by Sandvik and therefore it is confidential.

---

Key words: steel, standard, specification

## ALKUPUHE

Opinnäytetyön aiheena oli erilaisten materiaalistandardien tutkiminen ja niiden pohjalta uuden, Sandvikin oman, S-standardin luominen. Sandvikin Myllypuron toimipisteessä suorittamani harjoittelun loppuvaiheessa minulle tarjottiin useita erityyppisiä aiheita opinnäytetyöhön. Päädyin juuri tähän, koska on mielenkiintoista ja hyödyllistä tutkia, mitä piirustuksista tuttuihin standardimerkintöihin sisältyy ja mitä ne todellisuudessa tarkoittavat.

Työ suoritettiin kevään 2012 aikana. Yrityksen puolesta työn ohjaajana toimi suunnittelupäällikkö Ari Haavisto, mutta arvokasta apua tuli koko tiimiltä, jonka kanssa aiheen parissa keväällä työskenneltiin. Koulun edustajana työtä valvoi Pauliina Paukkala. Kiitänkin tässä kohtaa kaikkia työhön osallistuneita ja sen valmistumisessa edesauttaneita.

Tampereella toukokuussa 2012

---

Sami Stenberg

## SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	6
2 TERÄKSET .....	7
2.1 Yleistä teräksistä.....	7
2.2 Vaadittuja ominaisuuksia .....	7
2.2.1 Muokattavuus .....	8
2.2.2 Iskusitkeys.....	9
2.2.3 Hitsattavuus.....	10
2.3 Seosaineiden vaikutus teräksen ominaisuuksiin.....	11
3 STANDARDIT .....	13
3.1 Yleistä standardeista .....	13
3.2 S-standardi .....	14
4 TYÖN ALOITTAMINEN .....	16
5 S-STANDARDIN LUOMINEN .....	17
5.1 Materiaalien taulukoiminen .....	17
5.2 Spesifikaatiosivut.....	21
6 POHDINTA .....	23
LÄHTEET.....	25
LIITTEET.....	26

## 1 JOHDANTO

Suurena globaalina yrityksenä, Sandvikilla on toimintaa ympäri maailmaa. Valmistuspiirustusten hyväksikäyttäminen ja jakaminen eri toimipisteiden välillä on kuitenkin hankalaa, koska kansalliset materiaalistandardit voivat poiketa toisistaan merkittävästi.

Opinnäytetyön tarkoituksena on päästä tästä ongelmasta eroon luomalla ohje, jossa yleisimmin käytetyille teräslaaduille esitellään Sandvikin omat globaalit spesifikaatiot. Ohjeesta tulee lisäksi käydä ilmi standardit, joihin terästen nimikkeet perustuvat ja joita käytetään, kun materiaali poikkeaa Sandvikin omasta spesifikaatiosta. Ohje kokoaa yhteen erilaiset materiaalistandardit ja määrittää raja-arvot, mitkä materiaalien tulee täyttää.

Opinnäytetyötä on rajattu siten, että työn tuloksena syntyvä ohje koskee ainoastaan yleisimmin käytettyjen terästen nimikkeitä ja tunnuksia. Terästen nimityksissä käytetään Sandvik Mining and Constructionin (SMC) omia spesifikaatioita, jotka on määritetty teräksen käyttötarkoituksen mukaisesti. Ohjeessa mainittujen standardien merkintöjä käytetään, mikäli esimerkiksi suuremman lujuuden vuoksi on tarve käyttää muuta teräslaatua.

Työtä oli aiemmin jo hieman aloitettu ja näiltä osin työtä täydennettiin. Ohjeesta saatiin ehyt kokonaisuus, luomalla täysin uudet spesifikaatiot käyttökohteille, joilta ne vielä puuttuivat.

Työssä käydään ensin läpi yleistä teoriaa teräksistä ja teräksiltä vaadituista ominaisuuksista sekä esitellään yleisimpien seosaineiden vaikutuksia teräksiin. Tämän lisäksi selvitetään lyhyesti, mitä standardit ovat ja mitä hyötyä niistä on, minkä jälkeen raportoidaan tarkemmin työn tekemisestä ja ohjeen luomisesta. Lopuksi verrataan työn tuloksia tavoitteisiin, arvioidaan työn onnistumista ja laaditaan mahdollisia kehittämissideoita.

## 2 TERÄKSET

### 2.1 Yleistä teräksistä

Metalliseoksia, joiden rautapitoisuus on yli 50 % ja hiilipitoisuus 0,03...2,0 % kutsutaan teräksiksi. Hiilipitoisuuden ollessa korkeampi, kyseessä on valurauta. Mikäli hiilipitoisuus on pienempi kuin teräksissä ja rautapitoisuus yli 50 %, seosta kutsutaan meltoraudaksi. Tällaiset seokset ovat kuitenkin hyvin harvinaisia. (Koivisto, Laitinen, Niinimäki, Tiainen, Tiilikka & Tuomikoski. 2008, 76)

Suhteessa erinomaisiin ominaisuuksiinsa, teräs on hyvin edullista ja tämä onkin tärkein syy terästen laajaan käyttöön. Teräksen muovattavuusominaisuudet, kuten hitsausominaisuudetkin, ovat yleensä erittäin hyvät ja tämän vuoksi siitä voidaan tehdä monenlaisia muotoja. Monimutkaisimmat konstruktiot voidaan valaa suoraan lähes valmiisiin mittoihinsa. Erilaisilla seostuksilla ja lämpökäsittelyillä terästen lujuusominaisuudet voidaan asettaa vaadittuihin rajoihin. Terästen heikkoutena voidaan pitää heikkoa korroosionkestävyyttä, mutta erilaisilla pintakäsittelyillä sekä seostuksilla voidaan myös korroosionkestävyyttä parantaa. (Koivisto ym. 2008, 76)

### 2.2 Vaadittuja ominaisuuksia

Terästä käytetään monipuolisesti erilaisissa rakenteissa erilaisiin tarkoituksiin ja tämän vuoksi teräkseltä vaaditut ominaisuudet eivät ole aina niin yksiselitteisiä. Useimmiten teräksiltä vaaditaan lujuutta eli kykyä kestää kuormitusten aiheuttamia jännityksiä. Mikäli kuormitus on dynaamista, myös väsymislujuuden tulisi olla hyvä. Valmistettaessa rakenne pienemmistä osista, teräksen pitää olla hyvin hitsattavaa. Toisinaan taas lastuttavuus tai muokattavuus on ominaisuuksista tärkeämpiä kuin hitsattavuus. Alla on kerrottu tarkemmin muutamista ominaisuuksista, mutta niiden lisäksi muita vaadittuja ominaisuuksia teräksiltä ovat muun muassa korroosionkestävyys, lämmönjohtavuus, kovuus, lastuttavuus sekä kimmoisuus.

### 2.2.1 Muokattavuus

Terästä muokattaessa, kappale kokee plastista muodonmuutosta ja sen muoto sekä ominaisuudet muuttuvat. Hyvin muovautuva kappale kestää suuriakin muodonmuutoksia repeilemättä tai säröilemättä. Muokkaamismenetelmät voidaan jakaa kuumamuokkausmenetelmiin ja kylmämuokkausmenetelmiin käytetyn lämpötilan mukaan. (Lepola & Makkonen 2003, 55)

Kuumamuokkausmenetelmistä hyvä esimerkki on kuumavalssaus. Kuumamuokkauslämpötilat ovat tavallisille teräksille noin 850–1200 °C. Pienikin muokkausvoima riittää aikaan saamaan suuria muodonmuutoksia, koska muodonmuutosvastus on hyvin pieni korkeissa lämpötiloissa. Näin ollen metallin murtuminen on hyvin harvinaista kuumamuokkauksessa. Kuumamuokkauksen jälkeen pinnanlaatu jää usein heikoksi ja toleranssit ovat melko karkeita pinnan hapettumisen vuoksi. (Koivisto ym. 2008, 74)

Kuumamuokkaus on yleisempää paksuilla materiaaleilla ja yli 5 mm paksut levyt, sekä erilaiset tangot ja palkit valmistetaan kuumavalssaamalla. Yleensä kuumavalssattujen levyjen muovattavuus ja hitsattavuus ovat hyviä ja ne ovatkin yleisin käytetty tuoteryhmä teräksistä. (Koivisto ym. 2008, 80)

Kylmämuokkaamiseksi kutsutaan muokkaamista, mikä tapahtuu rekristallisäätiolämpötilan eli uudelleenkiteytymislämpötilan alapuolella. Kylmämuokkaukselle ominaista on muokkauslujittuminen, jolloin lujuus ja kovuus kasvavat sitkeyden ja muovautumiskyvyn heiketessä. Päinvastoin kuin kuumamuokkauksessa, muokkausvoiman tarve kasvaa muokkausasteen noustessa ja samalla metallin murtumisen vaara kasvaa. Mittatarkkuus ja pinnan laatu ovat paljon parempia kylmämuokatuilla kuin kuumamuokatuilla. Sisäisten jännitysten poistamiseksi, tuotteet tulee lopuksi hehkuttaa. (Koivisto ym. 2008, 73)

Kylmämuokkauksella valmistetaan pääasiassa ohuita tuotteita. kylmämuokkausmenetelmiä ovat muun muassa kylmävalssaus, langanveto ja syväveto. (Koivisto ym. 2008, 73)



### 2.2.2 Iskusitkeys

Paksuja levyjä ja lujia teräksiä käytettäessä iskusitkeyden merkitys korostuu hitsaamisen vaativuuden kasvaessa. Tällöin vaarana on iskusitkeyden heikkeneminen ja kylmähalkeiluvaara. Tasaisen kuormituksen alaisena materiaalin lujuus saattaa olla hyvin korkeakin, mutta kuormituksen vaihtuessa iskumaiseksi, materiaali voi murtua nopeasti. Alhaisissa lämpötiloissa tämä on ongelma, koska teräksillä on taipumusta kylmähaurauteen. Kappaleessa olevat lovet tai teräväkulmaiset viat korostavat haurasmurtuman riskiä entisestään. Iskusitkeydeksi kutsutaan tätä haurasmurtumisen vastustuskykyä ja yleisesti voidaankin sanoa, että mitä parempi iskusitkeys, sitä pienempi riski haurasmurtumiseen. (Lepola & Makkonen. 2003,162)

Iskusitkeyteen vaikuttavat useat seikat. Teräksen kemiallinen koostumus, kiderakenne sekä aineen paksuus ovat isossa roolissa. Lisäksi mahdollisilla lämpökäsittelyillä ja kylmämuovauksella voidaan vaikuttaa iskusitkeyteen. Korkea hiiplipitoisuus on yksi iskusitkeyttä eniten huonontavista seikoista. (Lepola & Makkonen. 2003,162)

Teräksen vanheneminen on myös haitallista iskusitkeydelle. Siinä transitiolämpötila-alue eli alue, jossa haurasmurtuma alkaa hiljalleen muuttua sitkeäksi murtumaksi, nousee korkeampaan lämpötilaan ja näin ollen haurasmurtuman lämpötila-alue kasvaa. Teräksen vanheneminen oli ennen suurempi ongelma, kun teräksiin liuenntu vapaa typpi edesauttoi vanhenemistä. Nykyisin typpi pystytään sitomaan erilaisilla tiivistysmenetelmillä ja näin ollen parempilaatuiset teräkset eivät ole vanhenevia. (Koivisto ym. 2008, 73)

Iskusitkeyden arvot merkitään materiaalitunnuksiin taulukossa 1 esitettyjen koodien mukaan. Taulukosta voidaan lukea, että esimerkiksi S355J2 on testattu lämpötilassa -20 °C, iskuenergialla 27 J. Kyseinen lämpötila ei ole teräksen alin sallittu käyttölämpötila, vaan ilmoitettu koelämpötila on tarkoitettu lähinnä iskusitkeyden kokeellista tarkistusta varten ja terästen välistä vertailua helpottamaan.

Tarvittavaa iskutkeysluokkaa valittaessa on otettava huomioon muun muassa, mikä on valmiin tuotteen käyttölämpötila ja käytettävän materiaalin paksuus, seosainepitoisuudet sekä erilaiset muotoiluratkaisut. Lisäksi tuotteen käyttökohteen sääolosuhteilla on merkitystä, millaisille kuormituksille tuote altistuu. Käyttölämpötilojen ollessa matalia, yleisimpiä rakenneteräksiä parempi valinta on hienoraerakenneteräkset tai termomekaanisesti valssatut teräkset. (Lepola & Makkonen. 2003,162)

Taulukko 1. Iskutkeyden merkinnät. (Koivisto ym. 2008, 73)

Iskuenergia jouleina (J)			Koe lämpötila
<b>27</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>°C</b>
JR	KR	LR	20
JO	KO	LO	0
J2	K2	L2	– 20
J3	K3	L3	– 30
J4	K4	L4	– 40
J5	K5	L5	– 50
J6	K6	L6	– 60

### 2.2.3 Hitsattavuus

Hitsattavuus on tärkeä ominaisuus, jota ei voi jättää huomiotta valittaessa materiaaleja. Toki parempi vaihtoehto olisi, jos hitsaamisen voisi välttää esimerkiksi ruuviliitoksilla. Mitä enemmän materiaalia muutetaan, sitä enemmän sen lujuus, iskutkeysominaisuudet ja muodonmuutoskyky voivat kärsiä ja usein liitos tulisi edullisemmaksi valmistaakin ilman hitsaamista. (Lepola & Makkonen. 2003,158).

Yleisesti voidaan todeta, että materiaalin hitsattavuus on hyvä, jos ilman esilämmitystä, jälkikäsitteilyä ja muita erikoistoimenpiteitä voidaan valmistaa hitsausliitos, mikä täyttää rakenteellisesti asetetut vaatimukset. Olennaisena osana hitsattavuusominaisuuksiin vaikuttavat seosaineet ja erityisesti hiilipitoisuus. Hitsattavuusominaisuudet ovat tavallisesti sitä paremmat, mitä pienempi seosaineiden määrä ja mitä pienempi hiilipitoisuus. (Lepola & Makkonen. 2003,158).

Tavallisesti niukkaseosteisten ja matalan lujuusluokan terästen hitsaaminen ei vaadi erityistoimia, mutta joskus heikot olosuhteet kuten kylmä lämpötila, paksut levyt ja kosteat lisäaineet voivat aiheuttaa kylmähalkeluriskin kasvamisen. Lujempien terästen hitsaaminen on aina vaativampaa ja lujuudeltaan suurempia olevien terästen hitsausliitoksiin jää myös korkeammat jäännösjännitystilat kuin lujuudeltaan heikommilla teräksillä. (Lepola & Makkonen 2003,158)

Kun rakenteen kuumentaa 500–650 °C lämpötilaan ja antaa jäähtyä hitaasti, teräsrakenteen sisään jääneet jännitykset voidaan poistaa. Mikäli hitsiliitos jäähtyy liian nopeasti, voi tapahtua karkenemista, etenkin jos hiilipitoisuus on yli 2,5 %. Sitkeyden ja lastuttavuuden parantamiseksi teräs tulee hehkuttaa hitsauksen jälkeen pehmeäksi, koska karkaistunut metalli on haurasta ja kovaa. (Lepola & Makkonen 2003,56)

Hitsattavuuden arviointiin käytetään monia erilaisia mittareita, joista ehkä yleisin on teräksen karkenevuutta kuvaava hiiliekvivalenttiarvo CEV. Hiiliekvivalentti on laskennallinen arvo, mikä lasketaan seosainepitoisuuksien avulla kaavan 1 mukaisesti. Kaavaan sijoitetaan esitetyt seosaineet niiden painoprosentteina. Kun  $CEV < 0,4$ ; teräs on hyvin hitsattavaa. Mikäli  $CEV > 0,45$ ; joudutaan käyttämään korotettua työlämpötilaa. (Lepola & Makkonen 2003,159)

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (1)$$

### 2.3 Seosaineiden vaikutus teräksen ominaisuuksiin

Hiilellä on merkittävin vaikutus teräksen ominaisuuksiin. Teräksen perusominaisuudet perustuvatkin pitkälti rauta-hiili tasapainoon ja muita aineita tarkastellaan sen mukaan, minkälaisia muutoksia ne tähän tasapainoon aiheuttavat. Hiilen lisäksi terästä voidaan seostaa useilla eri aineilla haluttujen ominaisuuksien saavuttamiseksi. Yhdessä käytettynä eri seosaineilla voi olla toisiaan kumoavia tai vahvistavia vaikutuksia verrattuna siihen, jos niitä käytettäisiin erikseen. Ylei-

simpiä seosaineita ovat pii, kromi, mangaani, molybdeeni, vanadiini, nikkeli ja alumiini. (Koivisto ym. 2008, 73).

Piitä ja alumiinia käytetään yleisesti teräksen tiivistämiseen. Tiivistyksestä ylijäävän piin liukeneminen ferriittiin parantaa teräksen lujuutta ja kovuutta. Korkeamman hiilipitoisuuden lisäksi, suuremmalla pii-pitoisuudella on suuri vaikutus siihen, että S275 on lujempaa kuin S235. Piitä ei kannata käyttää paljon yli tiivistystarpeiden, sillä piillä on heikentävä vaikutus iskutietkeyteen, muokattavuuteen ja korroosionkestävyyteen. Alumiinia sen sijaan lisätään usein yli tiivistystarpeen, koska suurin osa alumiinista erkautuu nitrideiksi, jotka ehkäisevät rakeenkasvua ja poistavat taipumuksen myötövanhenemiseen. Tavallinen alumiinipitoisuus teräksissä on 0,03 %. (Koivisto ym. 2008, 131,133)

Lähes kaikkiin teräksiin lisätään mangaania poistamaan mellotusvaiheen jälkeän ylimääräistä happea ja mangaanipitoisuus onkin useimmissa teräksissä vähintään 0,3 %. Mangaanin suurin vaikutus seosaineeseen on kovuuden parantaminen. Lisäksi runsashiilisillä teräksillä se parantaa kulumiskestävyyttä ja vähähiilisillä teräksillä lujuutta. Vaikka mangaani on hyvin edullinen seosaine, ei sitä pidä käyttää ylen määrin, sillä iskutietkeyden kannalta hiilen ja mangaanin oikea suhde on hyvin tärkeä. (Koivisto ym. 2008, 132)

Kromi on hyvin monipuolinen seosaine. Se heikentää sitkeyttä ja hitsattavuutta, mutta samanaikaisesti lisää teräksen vetolujuutta ja kovuutta. Työkaluteräksiin kromia käytetään parantamaan kulumiskestävyyttä. Jos kromia seostetaan runsaasti, se muodostaa ilman hapen kanssa teräksen pintaan oksidikerroksen, mikä suojaa korroosiota vastaan. Tämän vuoksi ruostumattomiksi teräksiksi kutsutaan teräksiä, joiden kromipitoisuus on yli 10 %. (Koivisto ym. 2008, 132)

Molybdeeni ja nikkeli parantavat teräksen lujuutta ja sitkeyttä. Pelkistävissä oloissa molybdeenilla on lisäksi parantava vaikutus syöpymiskestävyyteen. Molemmat ovat melko kalliita seosaineita ja erityisesti nikkelin käyttö on vähentynyt, kun sitä on ryhdytty korvaamaan edullisemmilla aineilla. (Koivisto ym. 2008, 132)

## 3 STANDARDIT

### 3.1 Yleistä standardeista

Yleisesti voidaan sanoa, että standardisoinnilla pyritään erilaisten menetelmien ja toimintatapojen yhtenäistämiseen. Tuotteiden yhteensopivuus ja turvallisuus lisääntyvät huomattavasti, kun niiden valmistusta ja muita menetelmiä ohjaavat yhteiset standardit. Pääsääntöisesti standardi voi olla voimassa vain yhdessä maassa, mutta yhä useammin pyritään laajempiin kansainvälisiin standardeihin kuten eurooppalaisiin EN-standardeihin tai maailmanlaajuisiin ISO-standardeihin. Eri valmistajien tuotteiden vertailu on yksinkertaisempaa, kun apuna käytetään yhtenäisiä kansainvälisiä määräyksiä ja tätä kautta myös tekninen kehitys nopeutuu. (SFS-käsikirja 1. Standardit ja standardisointi. 2012; SFSedu – standardisoinnin oppilaitosportaali)

Erilaisia standardin määritelmiä vertailtaessa on löydetty, seuraavia yhteisiä tekijöitä, joita standardin tulee täyttää ollakseen standardi:

- Kirjallisena julkaisuna kaikkien saatavilla
- Standardisoinnista huolehtivan järjestön, viranomaisen tai muun tunnetun elimen hyväksymä
- Valmistellaan yhteistyössä ja valmistelussa pyritään yhteisymmärrykseen
- Tarkoitettu yleiseen ja toistuvaan käyttöön

(SFS-käsikirja 1. Standardit ja standardisointi. 2012)

Standardit eivät ole velvoittavia vaan enemmänkin suosituksia, joiden käyttö perustuu vapaaehtoisuuteen. Tosin suurin osa tilaajista vaatii ostamilleen tuotteille ja palveluille standardien noudattamista, sillä merkityksettömät erilaisuudet tuotteissa lisää kustannuksia varastoinnissa ja kuljetuksessa. Ongelmia aiheutuu myös, jos eri valmistajilta saapuneet osat eivät ole yhteensopivia ja laite tai tuote ei toimikaan kuten pitäisi. (SFS-käsikirja 1. Standardit ja standardisointi. 2012)

Standardeja on luokiteltu useisiin erilaisiin luokkiin niiden tyyppien mukaan. Perusstandardit määrittävät mittayksiköt ja tunnukset, tuotestandardeissa puolestaan määritellään vaatimuksia, mitkä tuotteen tulee täyttää sopiakseen tarkoitukseensa. Muita standardiluokkia ovat esimerkiksi menetelmästandardit, palvelustandardit, turvallisuusstandardit sekä testausstandardit. (SFS-käsikirja 1. Standardit ja standardisointi. 2012)

Standardeja löytyy kaikilta aloilta eikä ainoastaan teollisuudesta. Millä tahansa alalla yhteisesti hyväksytyt määritelmät ja ohjeistukset ehkäisevät väärinkäsitteitä. Tällöin virheet vähenevät, työ nopeutuu ja työn tulokset paranevat. Standardien käyttämisellä voi olla hyvin merkittäviäkin taloudellisia vaikutuksia. Niimitään SFS:n käsikirjassa 1; Standardit ja standardisointi, mainitaan, että Ranskan standardisomisjärjestön AFNORin kesäkuussa 2009 julkaiseman tutkimuksen mukaan Ranskassa lähes neljäsosa bruttokansantuotteen kasvusta on seurausta standardisoinnista.

### 3.2 S-standardi

Kuten standardit yleensä, myös S-standardi luodaan tarpeesta yhtenäistää erilaisia toimintatapoja. Tässä tapauksessa erilaisten valmistuspiirustusten materiaalitiedot halutaan ilmoittaa samalla tavalla kaikissa Sandvikin piirustuksissa, riippumatta siitä, missä ne on piirretty. S-standardi määrittää Sandvikin globaalit spesifikaatiot yleisimmin käytetyille teräslaaduille.

Nykyään suunnittelijat ovat merkinneet Sandvikin Suomen toimipisteissä piirustuksiin materiaalimerkinnot eurooppalaisten materiaalistandardien mukaan ja esimerkiksi Kiinan toimipisteissä kiinalaisten materiaalistandardien mukaan. Näiden eri toimipaikkojen jatkuvasti kehittyvän yhteistyön vuoksi piirustuksista tulisi olla yhdenmukaiset materiaalimerkinnot, jotta välttyttäisiin standardien vertaamisesta aiheutuvasta turhasta työstä.

Tästä eri materiaalistandardien aiheuttamasta ongelmasta päästään eroon luokittelemalla eri standardit S-standardissa käyttökohteiden mukaan erilaisten S-

nimikkeiden alle. S-nimike muodostuu S-kirjaimesta ja sitä seuraavasta kolmi-numeroisesta numerosarjasta, esimerkiksi S120 on S-nimike.

Sandvikin Intranet-sivuilla on työ- ja toimintaohjetietokanta, johon on listattu erilaisia ohjeita koko henkilökunnan päivittäisen työn avuksi. Ohjeet on lajiteltu ensin vastuualueittain ja tämän jälkeen aihealueittain, jotta tietokanta olisi selkeämpi. S-standardi tulee kyseiseen tietokantaan kaikkien sitä tarvitsevien saataville, jolloin esimerkiksi suunnittelijoiden on nopeaa ja helppoa tarkistaa oikean S-nimikkeen numero käyttökohteen ja käytettävän materiaalin ollessa tiedossa.

Hankintaosaston tulee varmistaa, että alihankkijoilla on ajan tasalla oleva tiivistelmä S-standardista. Sandvikin omat materiaalimerkinnät voivat muuten aiheuttaa epäselvyyksiä alihankkijan luona, ellei siellä ole käytössä ohjetta, mistä selviää kuhunkin S-nimikkeeseen vaadittavat ominaisuudet sekä muita välttämättömiä tietoja. Mikäli materiaali täyttää piirustuksesta löytyvän S-nimikkeen vaatimukset, sitä voidaan käyttää valmistukseen.

## 4 TYÖN ALOITTAMINEN

S-standardin luonti oli aloitettu Sandvikilla jo aiemmin, mutta kiireellisempien töiden takia se oli jäänyt alkutekijöihinsä, eikä tämän ohjeen mukaisia merkintöjä ollut vielä mahdollista käyttää piirustuksissa. Tarve ohjetta kohtaan oli kuitenkin herännyt uudelleen ja siksi se oli oiva opinnäytetyöaihe, kun työ oli sekä mielenkiintoinen että tarpeellinen.

Aihetta ryhdyttiin miettimään ja tausta-aineistoa keräämään joulukuun puolessa välissä pidetyn palaverin jälkeen. Palaverissa käytiin perusteellisesti läpi työn sen hetkinen tilanne sekä pohdittiin työn tavoitteita. Samassa yhteydessä luotiin karkea aikataulusuunnitelma.

Tutustuminen S-standardiin aloitettiin tutkimalla, miten työn aloittaja oli ohjetta rakentanut. Rakenteen ollessa selvä, tarkasteltiin kollegan merkintöjä ja verrattiin niitä erilaisiin materiaalistandardeihin ja materiaalityömittajien kotisivuihin. Ennen kuin oli mahdollista ryhtyä etsimään tarvittavia standardeja, laitteista ja koneista piti selvittää, minkälaisia materiaaleja missäkin kohteessa on käytetty. Käyttökohteiden selvittämisessä helpotti se, että laitteita oli mahdollisuus käydä katsomassa aivan suunnittelutilojen vieressä sijaitsevalla tuotantolinjalla. Tarkempia materiaallaatuja, joita ei silmällä erottanut, pystyi tarkistamaan helposti PDM-järjestelmästä löytyvistä valmistuspiirustuksista.

Käytettyjen materiaalien selvittyä, tarvittavia standardeja etsittiin Suomen Standardisoimisliiton (SFS) kotisivuilta. Koska Sandvikilla on SFS-Online-sopimus, työssä vaadittavat standardit oli mahdollista ladata talteen myöhempää käyttöä varten. Työssä tarvittiin kuitenkin myös standardeja, joita ei SFS:n kotisivuilta ollut saatavilla. Kiinalaiset standardit olivat esimerkiksi tällaisia ja niitä kysyttiin sähköpostilla yhteyshenkilöltä Kiinasta.

S-standardissa oli käytetty jonkin verran teräksiä ainoastaan kauppanimillä ja niiden ominaisuuksia piti selvittää toimittajien kotisivuilta ja tarkastella kuinka ne mukautuvat olemassa oleviin standardeihin.



## 5 S-STANDARDIN LUOMINEN

### 5.1 Materiaalien taulukoiminen

S-standardi luodaan taulukon muotoon, missä ensimmäiseen sarakkeeseen tulee kyseisen materiaalin S-standardin mukainen S-nimeke. Ohjeeseen oli aiemmin luotu jo yhdeksän ensimmäistä riviä, jotka toimivat hyvänä mallina, kun ohjetta ryhdyttiin jatkamaan. Näitä rivejä ei enää muokattu, vaikka kaikille uusille riveille luotiin uudet sarakkeet aineenpaksuudelle ja pienimmälle sallitulle taivutussäteelle. Uudet sarakkeet nähtiin tarpeellisina, koska suunnittelijan tulee nähdä joitakin yleisimpiä ominaisuuksia eri materiaaleista nopeasti. Viimeiseen sarakkeeseen kirjoitettiin myös uusille riveille materiaalin käyttökohde tai muuta erityistä huomioitavaa, mikä helpottaa oikean rivin valitsemisessa.

Edellä mainittujen sarakkeiden lisäksi jo aikaisemmin aloitetun ohjeen pohjalta taulukkoon lisätään myös sarake Z-takuulle. Standardi EN10164 määrittelee tekniset toimitusehdot terästuotteille, joiden murtokuroumaominaisuuksia on paksuussuuntaisesti parannettu. Samaisessa standardissa on esitetty näille ominaisuuksille laatuluokitukset, minkä mukaan materiaalin paksuussuuntaista sitkeyttä eli murtokuroumaa merkitään S-standardiin.

Arvolla Z35, lamellirepeilyn todennäköisyys on erittäin epätodennäköinen ja vielä arvolla Z25, lamellirepeily on erittäin harvinaista. Kun kolmen kokeen keskiarvona murtokurouman arvoksi saadaan 15 % eli tapauksessa Z15, lamellirepeily on mahdollista, mikäli hitsausliitoksia kuormitetaan levyn paksuussuunnassa voimakkaasti. Z-arvoja käytetään vain 60 mm tai paksummille levyille, muutoin lamellirepeilyn todennäköisyyttä voidaan tutkia ultraäänitutkimuksella. (Vento 2009, 3)

Erilaiset materiaalit on koottu riveihin allekkain, mutta ne eivät ole yksinkertaisesti juoksevilla numerolla, vaan materiaaleja on pyritty ryhmittelemään käyttöryhmän mukaan. Esimerkiksi S110-ryhmää käytetään katteisiin. S120-ryhmässä esiintyville materiaaleille on yhteistä se, että niissä kaikissa on erityyppistä

S355- terästä. Materiaali valitaan S130- ryhmästä, kun on tarve lujemmalle teräkselle. Ohjeen loppuun S160- ryhmään on kerätty erikoistapauksia, joita käytetään ainoastaan pakon edessä. Muut ryhmät on muodostettu standardien mukaan, S160- ryhmässä sen sijaan esiintyy erilaisia kaupunimiä ja tuotemerkkejä, mitkä ei muihin riveihin sopinut. Nämä erikoistapaukset vaativat aina tarkempaa keskustelua kollegoiden ja kokeneempien suunnittelijoiden kesken ennen käyttöä.

Taulukkoa ryhdyttiin luomaan käyttötarkoituksia pohtimalla. Materiaalin ja käyttökohteen ollessa selvillä, muita sarakkeita ryhdyttiin täyttämään standardeja ja valmistuspiirustuksia edelleen apuna käyttäen. Standardit määrittivät raja-arvot, joita vielä tarkennettiin aiempien, valmistuspiirustuksista selvinneiden tarpeiden pohjalta.

S100-pääryhmään asetettiin omia pieniä kokonaisuuksia, mitkä ei muihin ryhmiin sopinut. S-nimikettä S102 käytetään, etsittäessä materiaalia kevyesti kuormitetuille ja ei-kriittisille kannattimille, kuten venttiilien kannattimille. Seuraavalta riviltä löytyy materiaalit polttoaine- ja hydraulisäiliöille, sillä nimikettä S103 käytetään ohuisiin säiliörakenteisiin.

Seuraavan pääryhmän muodostavat ryhmän S110 materiaalit, joita käytetään katteisiin. Jo aikaisemmissakin riveissä, mutta etenkin näistä katteiden materiaaleista alkaen valmistuspiirustuksista oli paljon apua, sillä niistä näki nopeasti millaisia materiaaleja kohteissa oli ennen käytetty ja minkälaisiin standardeihin pitäisi tutustua. Erityisesti juuri tällaisissa kohteissa, joissa oli käytetty paljon muitakin materiaaleja kuin tuttuja kuumavalssattuja rakenneteräksiä, valmistuspiirustuksista oli paljon hyötyä. Katteiden materiaalit pitikin jakaa useammalle riville hieman erityyppisten materiaalien vuoksi. Nimekettä S110 käytetään, mikäli levyt ovat reijitetty, reijittämättömät levyt katteisiin löytyvät sen sijaan nimekkeen S111 alta. S112 on luotu kuumavalssatuille rakenneteräksille, jota tulee myös katteisiin.

Kaikkein yleisin pääryhmä on S120, sillä tästä ryhmästä löytyvät materiaalit perusteräsrakenteisiin ja kaikkiin normaalisti kuormitettuihin rakenteisiin. Usealla

S120-ryhmän rivillä on käytetty samoja standardeja ja materiaaleja, jolloin erotavana tekijänä on ollut ainoastaan paksuusalue ja tätä kautta myös pienin sallittu taivutussäde. Pienimmät sallitut taivutussäteet vaihtelevat paksuuden mukaan ja tämän vuoksi samaa materiaalia voi löytyä useammaltakin riviltä. Joillakin riveillä voi lisäksi olla useita standardeja saman S-nimekkeen alla. Rivillä S121 on esimerkiksi sekä standardin EN10025-2:n mukainen kuumavalssattu seostamaton rakenneteräs S355J2C että sitä vastaava kiinalaisen standardin, GB/T 1591–94:n mukainen Q345D. Nämä kummankin standardin mukaiset teräslaadut täyttävät nimekkeen S121 vaatimukset ja tuote voidaan valmistaa kummasta tahansa, kun valmistuspiirustukseen on merkitty S121. Rivi S122 poikkeaa edellisestä rivistä paksuusalueellaan. S122 on tarkoitettu kohteisiin, joissa tarvitaan paksuja ainepaksuuksia. Tämän rivin materiaaleja ei saa särmätä liian suurten paksuuksien takia, sillä jo minimipaksuus on 30 mm. (Luoma 2012)

Erilaisilla standardeilla ei voi korvata toisiaan aina, vaikka ne onkin yhdistetty useilla riveillä. Paksuusalueiden ja muiden vaatimusten pitää sopia yhteen, jotta standardeilla voi korvata toisiaan. Esimerkiksi rivillä S120 on ainoastaan S355J2C, sillä rivin paksuusalueen yläraja on 6 mm ja kiinalaista Q345D:tä ei saa alle 8 mm paksuudella (Luoma 2012). Mikäli rivillä on useita erilaisia standardeja, sarakkeiden raja-arvot määräytyvät heikoimman standardin mukaan.

EN10025-2:n kuumavalssatut rakenneteräkset eivät ole sopiva vaihtoehto, mikäli kaksinkertainen taivutussäde levyn paksuuteen nähden ei riitä pienimmäksi taivutussäteeksi, vaan kohteeseen vaaditaan tiukempaa taivutussädettä. Rivillä S123 voidaan käyttää taivutussäteenä levynpaksuutta, sillä rivin materiaalina on käytetty terästä S355MC. (SFS-EN 10149–2, 1996). Kyseinen standardi käsittelee kuumavalssattuja lujia kylmämuovattavia teräslevytuotteita, joille on mahdollista suorittaa pienempiä taivutussäteitä kuin tavallisille kuumavalssatuille rakenneteräksille.

S130-ryhmässä ensimmäisen rivin S130 on perusvalinta, kun tarvitaan tavallista suurempaa lujuutta. Yleisin käyttökohde tälle ryhmälle on puomit. Jos taivutussäteen pitää olla pienempi, valinta kohdistuu riville S131. Tällöin pitää kui-

tenkin huomata, että paksuusalue suppenee merkittävästi. Riviltä S132 löytyy lujat ja paksut materiaalit, joita ei kuitenkaan saa särmätä. (Luoma 2012)

Taulukon viimeinen ryhmä on S160. Tämän ryhmän materiaaleja ei ole minkään olemassa olevan standardin alla, vaan ne kaikki ovat omia kaupp- ja tuotemerkkejään. Rivillä S161 on monia Ruukin ja ruotsalaisen SSAB:n teräksiä, joita käytetään suurta lujuutta ja pientä taivutussädettä vaativiin kohteisiin. Sisäputkien materiaalit löytyvät riviltä S162 ja niidenkään asettamia vaatimuksia ei täytä mikään standardi vaan ainoastaan taulukkoon merkitty kauppamerkki. Oikean nimekkeen valinnassa pyritään löytämään aina sopiva nimeke taulukon alkupäästä standardien mukaisista nimekkeistä ja näitä S160 ryhmän nimekkeitä käytetään harvemmin.

Taulukossa 2 on esitetty mallin vuoksi täysin kuvitteellinen rivi S-standardista, mistä selviää taulukon rakenne. Ensimmäiseen sarakkeeseen laitetaan S-standardin mukainen numero. Seuraavaan sarakkeeseen tulee maininta standardista ja tämän alle standardin materiaalit, joita rivi koskee. Standardeja ja materiaaleja voi siis olla samalla rivillä useitakin. Iskusitkeysarvoja seuraa Z-takuun sarake. Siinä kohtaa ei tässä tapauksessa lue mitään, koska Z-arvoja merkataan vain 60 mm ja sitä paksummille levyille. Paksuusalue on tässä tapauksessa 4-6 mm ja taivutussäde kaksinkertainen materiaalin paksuuteen nähden. Viimeisestä sarakkeesta nähdään käyttökohde, mikä tässä esimerkissä on telapalkit.

Taulukko 2. S-standardin kuvitteellinen mallirivi S999

S-nimeke	Laatuluokka	Iskusitkeys	Z-takuu	Paksuus-alue	Pienin taivutus-säde	Käyttökohde
S999	EN10025-2 S355J2C	27 J, -20°C	-	4 mm - 6 mm	R = 2 x S	Telapalkit

## 5.2 Spesifikaatiosivut

Edellä esitetyn taulukon lisäksi S-standardiin sisältyy jokaiselle S-tunnukselle oma spesifikaatiosivu. Sandvikin Intranetissä, kunkin rivin S-nimike toimii linkkinä kyseisen rivin spesifikaatiosivuun.

Spesifikaatiosivut luodaan siksi, että ne sisältävät sellaisia lisätietoja, mitkä eivät ole taulukkoon mahtuneet, mutta ovat suunnittelijan tärkeää tietää. Työryhmässä esiintyi monia eriäviä mielipiteitä siitä, mitä tällaiset tiedot ovat. Toiset olivat sitä mieltä, että spesifikaatiosivuilta pitäisi löytyä hiiliekvivalentti-arvot, taivutussäteet ja muita mekaanisia ominaisuuksia. Toiset puolestaan halusivat näkyviin lujuusarvojen vaihtelun paksuuden mukaan. Muutamat olisivat ilmoittaneet edes nimellisen lujuusluokan, mikä antaisi suunnittelijalle jonkinlaista mielikuvaa materiaalista. S-standardiin sisältyy jonkin verran materiaaleja, joiden nimekkeestä lujuusluokan lukeminen ei ole niin yksinkertaista kuin yleisimmillä rakenneteräksillä ja siksi nimellisen lujuusluokan lisääminen kuulosti

Pitkän pohdinnan jälkeen päädyttiin kuitenkin siihen, että spesifikaatiosivulle ei kirjoiteta uudestaan lujuusarvoja ja muita mekaanisia ominaisuuksia, sillä ne ovat ilmoitettu kunkin rivin mukaisissa standardeissa ja sieltä helposti suunnittelijoiden saatavilla. Tietojen toistaminen standardeista spesifikaatiosivulle aiheuttaisi nyt turhaa työtä ja myöhemmin se voisi aiheuttaa vakavia ongelmia, mikäli spesifikaatiosivu olisi jäänyt päivittämättä ja suunnittelija luottaisi suoraan spesifikaatiosivuun, eikä tarkistaisi mahdollisia päivityksiä, mitä standardista on tullut.

Spesifikaatiosivut pidetään selkeälukuisina. Tämän vuoksi luodaan yksinkertainen taulukko, johon lisätään ainoastaan tiedot käytettävistä paksuus- ja muotostandardeista sekä pintakäsittelystandardista. Kyseisten standardien perään lisätään sarake, johon kirjoitetaan haluttu toleranssiluokka, mikäli se poikkeaa standardissa ilmoitetusta yleisestä toleranssista. Mallirivin S999 spesifikaatiosivulta (Liite 1) käy ilmi, että paksuustoleranssiluokka A, on luettu standardista EN10029. Kyseisestä standardista selviää mitta- ja muototoleranssit kuuma- valssatuille teräslevyille, joiden paksuus on 3 mm tai sitä paksumpi.

Monet S-nimikkeet koskevat myös kiinalaisia standardeja ja näin ollen sellaisilla spesifikaatiosivuilla ilmoitetaan myös kiinalaiset vastaavuudet mitta- ja muoto-leransseista. Mikäli S-nimeke koskee useampaa materiaalia, kaikista materiaaleista pitää ilmoittaa kyseiset tiedot erikseen, elleivät ne ole keskenään samat. Edellä mainittujen standardien lisäksi spesifikaatiosivulta tulee käydä ilmi myös materiaalin toimitustila.

S-standardi on liitetty työn loppuun spesifikaatiosivuineen liitteisiin (Liitteet 2-14). Työn julkisesta versiosta nuo liitteet on kuitenkin poistettu luottamuksellisina.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda ohje, mikä kokoaa yhteen erilaisia materiaalistandardeja ja esittelee Sandvikin omat globaalit spesifikaatiot yleisimmin käytetyille teräslaaduille. Työn aiheen hyvästä rajaamisesta huolimatta ohjeen luomisessa oli paljon työtä. Työ näytti jo usein hyvältä, kunnes huomattiin jokin näkökulma, mitä ei ollut otettu huomioon ja tämän vuoksi työ piti aloittaa lähes alusta.

Työ oli hyvin mielenkiintoinen ja ennen kaikkea hyödyllinen, sillä aiempi kokemus standardeista oli hyvin pintapuolista. Tutustuminen näin syvällisesti erilaisiin materiaalistandardeihin helpottaa jatkossa huomattavasti valitsemaan tilanteeseen kulloinkin parhaiten sopivia materiaaleja, kun perusteet materiaalinimikkeiden takaa ovat tuttuja.

Työstä oli hyötyä myös Sandvikille, sillä työn tuloksena syntyi hyvä pohja, jota hieman jalostamalla ja muokkaamalla saadaan ohje, minkä mukaan piirustuksiin voidaan merkitä materiaalit oman S-standardin mukaisesti. Nykyistä ohjetta ei voi käyttää vielä täysin sellaisenaan, sillä vielä työn loppuvaiheessa oli joitakin ongelmia, joita tämän opinnäytetyön aikataulujen rajoissa ei ehditty ratkaista. Valmistuspiirustuksissa ilmeni työtä suoritettaessa hieman puutteellisia materiaalimerkintöjä ja ne tulee korjattua nyt samalla siirryttäessä tämän ohjeen mukaisiin merkintöihin.

Työtä suoritettaessa jouduttiin tekemään useita kompromissiratkaisuja, joten myös spesifikaatiosivun muoto voi vielä muuttua ohjeen päästessä päivittäiseen käyttöön. Ohjeeseen ei merkitty nyt ollenkaan edes nimellislujuusluokkaa, vaikka ohjeeseen sisältyy joitakin materiaaleja, joiden nimikkeestä ei kokematon suunnittelija lujuusluokkaa voi päätellä. Tämän vuoksi olisi kätevää, mikäli lujuusluokan näkisi nopeammin tutustumatta itse standardiin. Lujuusluokan merkitseminen aiheuttaisi nyt työtä, kun standardia toistettaisiin spesifikaatiosivulle. Vastaavasti lujuusluokan etsiminen standardista joka kerta erikseen on aikaa vievää.

Spesifikaatiosivuilla pitäisi nimetä vastuuhenkilö etenkin, jos päädytään kirjoittamaan mekaanisia ominaisuuksia standardia toistaen. Toisaalta tällaisen vastuuhenkilön voisi nimetä koko S-standardille joka tapauksessa, sillä ohjeen taulukko-osuuskin tulee vielä muuttumaan sen nykyisestä muodosta. Vastuuhenkilön tärkein tehtävä olisi S-standardin päivittäminen ja ylläpitäminen muuttuvien tarpeiden mukaan. S-standardin tulee olla Intranetissä aina ajan tasalla, sillä hankintaosasto tarkistaa sieltä aina viimeisimmän listan, jonka mukaan se ilmoittaa S-nimekkeet alihankkijoille.

Joitakin avoimia kysymyksiä työstä siis vielä jäi. S110 rivillä esiintyvien kuumasinkittyjen muovattavien ohutlevyterästen eikä rivillä S111 olevien elektrolyttisesti sinkkipinnoitettujen kylmävalssattujen muovattavien ohutlevyterästen iskutkeysarvoa löydetty. Voidaan kuitenkin päätellä, että muovattavilla ohutlevyteräksillä riski haurasmurtumiseen on hyvin pieni.

Osa spesifikaatiosivuista jäi vielä hieman kesken, koska Kiinasta ei useista yhteydenotoista huolimatta lähetetty heidän standardejaan englanniksi. Joitakin standardeja saatiin kiinaksi, mutta niitä ei voitu käyttää, kun täyttä varmuutta niiden sisällöstä ei saatu. Muutamista spesifikaatiosivuista puuttuu lisäksi toimitustila, kun halutusta toimitustilasta ei päästy yksimielisyyteen.

Työn tuloksena syntynyt ohje ei ole vielä täydellinen, vaan se vaatii vielä keskustelua ja päivittämistä. Ohje toimii kuitenkin hyvänä pohjana, jonka perusteella uudet materiaalimerkinnot voidaan ottaa käyttöön piirustuksissa. S-standardin käytöstä tulisi pitää lyhyt koulutustilaisuus ainakin suunnittelijoille sekä hankinnan edustajille, vaikka ohje on luotu selkeästi taulukkomuotoon ja se on helppolukuinen.



## LÄHTEET

1. Koivisto, K., Laitinen, E., Niinimäki, M., Tiainen, T., Tiilikka, P. & Tuomikoski, J. 2008. Konetekniikan materiaalioppi. 12. uudistettu painos. Helsinki:Edita
2. Lepola, P. & Makkonen, M. 2003. Materiaalit ja niiden käyttö. 3.painos. Vantaa:WSOY
3. SFS-käsikirja 1. Standardit ja standardisointi. 2012. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto
4. SFSedu – standardisoinnin oppilaitosportaali. Suomen standardisoimisliitto Luettu 9.2.2012  
[http://sfsedu.fi/www/fi/tietoa\\_standardeista/index.php](http://sfsedu.fi/www/fi/tietoa_standardeista/index.php)
5. Vento, A. 2009. Terästen nimikkeet ja tunnukset. Revisio 4. Sandvikin työ- ja toimintaohjetietokanta.
6. Luoma, L. Suunnitteluinsinööri. 2012. Haastattelu 7.2.2012. Haastattelija Stenberg, S. Tampere
7. SFS-EN 10149-2. Kuumavalssatut lujat kylmämuovattavat teräslevytuotteet. 1996. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto

## LIITTEET

1. Esimerkin S999 spesifikaatiosivu
2. S-standardi: Terästen nimikkeet ja tunnuksset:STA-02–030
3. S102: Spesifikaatiosivu
4. S103: Spesifikaatiosivu
5. S110: Spesifikaatiosivu
6. S111: Spesifikaatiosivu
7. S112: Spesifikaatiosivu
8. S120: Spesifikaatiosivu
9. S121: Spesifikaatiosivu
10. S122: Spesifikaatiosivu
11. S123: Spesifikaatiosivu
12. S130: Spesifikaatiosivu
13. S131: Spesifikaatiosivu
14. S132: Spesifikaatiosivu

**STEEL SPECIFICATION S 999**

EN 10025-2: S355J2C

**STEEL PLATE**

This specification defines a steel grade for welded constructions of Sandvik Mining and Construction.

Dimensions and tolerances:	<b>Thickness:</b> EN 10029	Class B
	<b>Shape:</b> EN 10029	Class N
	<b>Surface finish:</b> EN 10163	Class A, subclass 1
Delivery condition:	Fully killed with nitrogen binding elements	

Revision	Date	Handled by	Approved by
Original	22.3.2012	Sami Stenberg	