

Tapio Perälä

Putkiston materiaalinhallinta prosessiteollisuuden investointiprojektissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kemiantekniikka

Insinöörityö

8.11.2017

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Tapio Perälä Putkiston materiaalinhallinta prosessiteollisuuden investointi- projektissa 31 sivua + 2 liitettä 8.11.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kemiantekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Suunnittelupäällikkö, Taisto Jaatinen, JETS Consulting Oy Lehtori Juha Kotamies
<p>Tämän työn tarkoituksena oli esitellä prosessiteollisuuden putkistojen suunnittelua ja varsinkin niiden kustannuksien luonnetta sekä perehtyä putkiston kustannusarvion laatimiseen prosessiteollisuuden investointiprojektissa. Työ tehtiin JETS consulting Oy:lle, ja sen ohjaajana toimi suunnittelupäällikkö Taisto Jaatinen JETS consulting Oy:stä. Työn tekemisen apuna käytettiin yritykseltä saatua materiaalia ja standardeja sekä yrityksen työntekijöiden ammattitaitoa.</p> <p>Työssä tarkasteltiin, minkälaisista osista ja materiaaleista prosessiteollisuuden putkistot koostuvat, miten putkistoja suunnitellaan, minkälaisia standardeja prosessiteollisuuden putkistoihin liittyy ja miten nämä liittyvät putkiston kustannuksiin. Työssä tarkasteltiin myös, miten prosessiteollisuuden investointiprojekti etenee ja miten vaiheet eroavat toisistaan.</p> <p>Työssä selvitettiin putkiston kustannusarvion laatimisen parhaat toimintatavat ja se, miten kustannusarvion laatiminen etenee. Selvitettiin myös, minkälaiset lähtötiedot ovat oleellisia kustannusarvion laatimista varten. Tämän johdosta työssä esitettiin kaksi esimerkkiä kustannusarvion laatimisesta. Ensimmäisessä esimerkissä esitettiin, kuinka suuri hintavaikutus erilaisilla putkenosilla on putkiston kokonaishintaan. Toisessa esimerkissä esitettiin kustannusarvion laatiminen prosessiteollisuuden muutostyöprojektissa.</p>	
Avainsanat	Prosessiteollisuus, investointiprojekti, prosessiputkisto, materiaalinhallinta, kustannusarvio

Author(s) Title Number of Pages Date	Tapio Perälä Management of piping materials in a process industry investment project 30 pages + 2 appendices 8 November 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Chemical Engineering
Specialisation option	
Instructor(s)	Design Manager, Taisto Jaatinen, JETS consulting Oy Lecturer, Juha Kotamies
<p>The purpose of this thesis was to outline piping design in the process industry and the nature of costs involved in piping. The purpose was also to become familiar with piping cost estimations in a process industry investment project. The thesis was made for JETS consulting Oy and design manager Taisto Jaatinen from the company acted as an instructor for the thesis. Proficiency of the company's employees and materials and standards provided by the company were used as an aid for the writing of this thesis.</p> <p>This thesis examines which kind of parts and materials pipes consist of, how piping design is done, what kind of standards relate to process piping, and how these things relate to piping costs. The thesis also examines how a process industry investment project progresses and how its stages differ from each other.</p> <p>The best practices for piping cost estimation and the process for compiling a cost estimate are explained in this thesis. The thesis also explains what kind of initial information is relevant in compiling a cost estimate. The thesis also presents two example cost estimations. The first example shows how different piping parts relate to the cost of piping, while the second example provides a cost estimation for a process industry construction project.</p>	
Keywords	process industry, investment project, process piping, material management, cost estimation

Sisällys

Termit ja lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1		1
1.2	JETS consulting Oy	2
2	Putkisto prosessiteollisuudessa	2
2.1	Putkistosuunnittelu	3
2.2	Putkiston materiaali	4
2.3	Putkiston valmistusmenetelmät	5
2.4	Prosessiteollisuuden putkistoihin liittyvät standardit	5
2.5	PSK-putkiluokat	6
2.5.1	Standardi	7
2.5.2	EN-viite	7
2.5.3	Nimellispaine	7
2.5.4	Materiaalitunnus	8
2.5.5	Lisätunnus	8
2.6	Putkiston liitännästyypit	8
2.7	Putkenosat	9
2.7.1	Käyrät	10
2.7.2	T-kappaleet ja istutukset	10
2.7.3	Supistuskappaleet	11
2.7.4	Laipat	12
2.7.5	Putkiston kierteelliset osat	13
2.8	Putkistovarusteet ja instrumentit	13
2.8.1	Venttiilit	14
2.8.2	Muut putkistovarusteet	14
2.8.3	Instrumentit	15
2.9	Putkiston kannatus	15
2.9.1	Primäärikannatin	15
2.9.2	Sekundäärikannatin	15
3	Prosessiteollisuuden investointiprojektin vaiheet	16
3.1	Esisuunnittelu	17

3.2	Perussuunnittelu	17
3.3	Toteutussuunnittelu	18
3.4	Putkiston urakkakyselyvaihe	18
3.5	Asennusvaihe	19
4	Putkistourakan kustannusarvio	19
4.1	Putkiston kustannukset	19
4.1.1	Suunnittelukustannukset	19
4.1.2	Materiaalikustannukset	20
4.1.3	Asennuskustannukset	20
4.2	Miksi kustannusarvioita tehdään	21
4.3	Kustannusarvion lähtötiedot	22
4.3.1	PI-kaaviot ja putkilinjaluetelo	22
4.3.2	Käytettävät putkiluokat	22
4.3.3	Putkiston tyyppiratkaisut	22
4.4	Miten hyvä kustannusarvio laaditaan	23
4.5	Hyvän kustannusarvion hyödyntäminen	24
4.6	Miten kustannusarvio voi epäonnistua	25
5	Esimerkki 1	25
5.1	Esimerkin kuvaus	25
5.2	Putkilinja 1	26
5.3	Putkilinja 3	27
5.4	Putkilinja 2	28
5.5	Johtopäätökset	28
6	Esimerkki 2	29
6.1	Esimerkin kuvaus	29
6.2	Kustannusarvion laatiminen	30
6.2.1	Putkilinjojen erittely	30
6.2.2	Linjakohtainen materiaaliluettelo	30
6.2.3	Yhdistetty materiaaliluettelo	30
7	Yhteenveto	31
	Lähteet	
	Liitteet	
	Liite 1. Linjakohtainen materiaaliluettelo	
	Liite 2. Yhdistetty materiaaliluettelo	

Lyhenteet ja käsitteet

Isometrinen piirustus	Piirustus jossa putkilinja esitetään kaikkine osineen viivana. Sisältää putkilinjan tarkat mitat ja materiaaliluettelon putkilinjan osista.
Käyttöhyödyke	Putken väliaine joka ei ole prosessin kohteena, vaan sitä tarvitaan prosessin toimintaan. Usein esimerkiksi jäähdytysvesi.
Nimelliskoko (DN)	Diametre nominal. Putkiston osien keskinäistä suuruutta kuvaava arvo. Nimelliskokoa ei tule käyttää tarkkana mittana, sillä se kertoo ainoastaan putkiston osien sopivuuden yhteen toistensa kanssa.
Paineluokka (PN)	Pressure nominal. Kertoo yksikössä bar suurimman sisäisen ylipaineen, jolle standardisoitu putkiston osa on tarkoitettu.
PI-kaavio	Putkitus- ja instrumentointikaavio. Prosessiteollisuudessa paljon käytetty piirustustyyppi, jossa kuvataan tarkasti prosessin vaatimat putkilinjat.
PSK-putkiluokka	PSK Standardisointi Ry:n standardien määrittelemä putkiluokka.
Putkilinjan saattaminen	Putkilinjan lämmittäminen ulkoisesti.
Putkiluokka	Valikoima samaan putkilinjaan soveltuvia putkia ja putkenosia, joiden mitat ja materiaalit on tarkasti määritelty niiden putkiluokkastandardissa.
Tilaluokitus	Tiettyjen tilojen luokittelu räjähdyksenvaaralliseksi. Räjähdyksenvaarallinen tilaluokitus rajoittaa esimerkiksi sähkölaitteiden käyttöä tilassa.

Väliaine

Tieto joka määritellään jokaiselle putkilinjalle. Kuvaa ainetta joka virtaa putkessa.

1 Johdanto

1.1

Prosessiteollisuuden investointiprojekteissa putkistolla on suuri merkitys ja putkistomuutoksia joudutaan tekemään käytännössä aina laitteiston uusimisen ja lisäämisen yhteydessä.

Putkiston kustannukset voivat olla noin 15–20 % koko projektin kustannuksista [1, osa I s. 6]. Putkiston kustannukset vaihtelevat yksikkö- ja markkinatilannekohtaisesti, joten projektin kannalta on tärkeää saada hyvä kustannusarvio putkiston materiaali- ja asennuskustannuksista riittävän aikaisessa vaiheessa. Putkiston kustannukset koostuvat materiaali- ja työkustannuksista, joten kustannusarvio tehdään yleensä materiaaliluettelon perusteella, johon on arvioitu putkistoon tarvittava materiaali. Tarkalla materiaalmäärän määrittelyllä vältetään urakoitsijalle koituvat ongelmat yllättävästä työmäärän kasvusta. Materiaalin määräluetteloa voidaan hyödyntää myös putkistosuunnittelun edistymäseurannassa. [2.]

Projektin edetessä putkistosuunnitelmiin tulee usein muutoksia ja muutoksien päivittäminen materiaaliluetteloon on usein projektin ajantasaisen kustannusarvion kompastuskivi. Harvinaisia ja arvokkaita putkistomateriaaleja ja -varusteita käytettäessä kustannus- ja toimitusaikariskit korostuvat.

Tämän insinööriyön tarkoituksena on esitellä prosessiteollisuuden putkistojen ja varsinkin niiden kustannuksien luonnetta. Sekä syvemmin perehtyä kustannusarvioiden tekemiseen projektiesimerkin avulla. Putkistoihin ja kustannusarvioihin perehdytään erilaisten lähteiden ja JETS consulting Oy:n Taisto Jaatisen johdolla. Insinööriyön tekijä on toiminut JETS consulting Oy:ssä suunnittelijana yli vuoden.

1.2 JETS consulting Oy

JETS Consulting Oy on vuonna 2011 perustettu espoolainen teollisuuden laitos- ja prosessisuunnitteluun erikoistunut yritys, joka työllistää 14 henkilöä (vuonna 2017). Yrityksen toimenkuvaan kuuluu teollisuuslaitosten putkisto-, layout- ja prosessisuunnittelu, projektijohtaminen sekä muut asiantuntijatehtävät. [3.]

Yritys toimii erikokoisissa prosessi- ja elintarviketeollisuuden projekteissa. Yritys tekee loppuun asti vietäviä toteutusprojekteja ja esiselvityksiä investointipäätöksiä varten. Kustannusarviot ovat tärkeä osa yrityksen ”tuotetta”.

Yritys juontaa juurensa jo toimintansa lopettaneeseen espoolaiseen suunnittelutoimisto Rintekno Oy:hyn, sillä suurin osa JETS consulting Oy:n työntekijöistä on entisiä Rintekno Oy:n työntekijöitä. Yrityksen työntekijöillä on laaja-alainen kokemus eri alojen suunnittelu- ja toteutusprojekteista. Laaja asiakaskunta koostuu eri aloilla toimivista prosessiteollisuuden yrityksistä.

2 Putkisto prosessiteollisuudessa

Prosessiteollisuudessa käytettävät putkistot ovat valmistettu erilaisista materiaaleista. Yleisimmät materiaalit ovat hiiliteräksiä ja austeniittisia teräksiä, mutta myös erilaisia Duplex- tai muoviputkistoja käytetään paljon. Erikoiskohteissa käytetään kromiseosteisia teräksiä sekä muita erikoismateriaaleja. Tällaisia erikoismateriaaleja ovat esimerkiksi Incoloy, Hastelloy, titaani ja keraamiset materiaalit. Myös erilaisia pinnoitusmenetelmiä kuten esimerkiksi kumi- tai kromikarbidivuorausta voidaan käyttää kohteissa, joissa halutaan varautua eroosiota vastaan. Tarkempi putkimateriaali ja putkiston seinämävahvuus vaihtelevat prosessin vaatimuksien, kuten lämmön-, korroosion- ja paineenkestävyyden mukaan. [2.]

Teollisuuslaitoksen muutos- ja kunnossapitotöihin käytetty aika pitää minimoida, jotta laitoksen käyntiaika saadaan maksimoitua. Mahdolliset putkistomuutokset tehdään erittäin tiukalla aikataululla. Tämän takia on tärkeää, että putket on suunniteltu mahdollisimman tarkasti, jotta urakoitsija voi esivalmistaa putkia mahdollisimman paljon ja suorittaa asennukset työmaalla mahdollisimman tehokkaasti. [2.]

Vaarallisilla väliaineilla suunnittelun tarve kasvaa vielä merkittävästi, sillä esimerkiksi kaikki hiilivetyputket tulee tyhjentää täydellisesti ennen tulitöiden suorittamista laitosalueella. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki tulityöt tulee suorittaa mahdollisimman nopeasti harvoin tapahtuvan tuotantoseisakin aikana.

Ympäristöolosuhteista tai prosessin vaatimuksista johtuen putkistoja joudutaan joskus lämpösaattamaan. Lämpösaattaminen toteutetaan joko sähkö- tai vaippasaatolla. Sähkösaatossa putken eristeen alle asennetaan lämpökaapeli, joka lämmittää putkea. Vaippasaatossa taas putken ympärillä kulkee suurempi vaippaputki, jossa virtaa yleisimmin lämmintä höyryä, vettä tai öljyä. Esimerkiksi ulkoilmassa kulkevat vesilinjat ovat usein Suomessa sähkösaatettuja. Tällä pyritään estämään niiden jäätyminen talvella.

2.1 Putkistosuunnittelu

Prosessiteollisuuden investointiprojekti sisältää melkein aina muutoksia olemassa olevaan putkistoon tai uusien putkistojen rakentamista. Putkistosuunnittelijan tehtävänä on suunnitella, miten putkisto toteutetaan ja saattaa putkistourakoitsijalle tarvittavat dokumentit sen rakentamiseen suunnitelman mukaisesti.

Ennen 3D-mallinnusteknologian kehittymistä putkistosuunnittelua tehtiin pääosin käsin piirtämällä ja joskus pienoismalleja apuna käyttäen [4, s. 4]. Nykyaikana melkein jokaisen putkistosuunnittelijan päätyökaluna toimii sähköinen 3D-malli. 3D-mallinnusohjelmia on monia erilaisia. JETS consultingissa käytössä ovat Bentley'n Microstation sekä Autodeskin Autocad Plant 3D.

Hyvän 3D-mallin olemassaolo helpottaa putkistosuunnittelua merkittävästi, sillä sen avulla voidaan varmistaa, etteivät putkilinjat törmää toisiinsa tai erilaisiin rakenteisiin. 3D-mallin avulla on myös nopea tehdä erilaisia piirustuksia tai näkymiä putkien sijainnista putkistourakoitsijalle.

Ongelmaksi pelkästään 3D-mallien kanssa suunnittelulle voi tulla kuitenkin se, että kaikista laitoksista, erityisesti kymmeniä vuosia vanhoista, ei välttämättä ole saatavilla 3D-mallia. Tällaiseen laitokseen suunnittelu voi vaatia putkistosuunnittelijoilta paljonkin vie-

railuja kyseiselle laitokselle, jotta putkistosuunnittelu onnistuu halutulla tarkkuudella. Tähän voi joissain tapauksissa olla ratkaisuna laitoksen laserkeilaus. Laserkeilaus on menetelmä, jolla voidaan luoda 3D-malli jo rakennetusta tehtaasta.

2.2 Putkiston materiaali

Pääosa putkistoista voidaan jakaa kahteen luokkaan niiden materiaalin perusteella:

- hiiliteräsputkiin (ns. mustiin putkiin), jotka on valmistettu seostamattomasta teräksestä
- austeniittisesta teräksestä valmistettuihin putkiin (ns. kirkkaisiin putkiin).

Hiiliteräsputkia käytetään usein kohteissa, joissa ei ole erityisiä vaatimuksia korroosionkeston suhteen, ja austeniittisesta teräksestä valmistettuja putkia käytetään kohteissa, joissa putken väliaine aiheuttaa sisäpuolista korroosiota. Pienissä putkikokoluokissa voi myös austeniittisen teräksen käyttö olla järkevää, koska hintaero pintakäsiteltyyn hiiliteräsputkistoon jää pieneksi tai austeniittisesta teräksestä valmistettu putkisto saattaa olla jopa edullisempaa. [5, s. 30.]

Austeniittisesta teräksestä valmistettuja putkistoja valmistetaan putkiston vaatimuksista riippuen useasta eri terässeoksesta. Ehdottomasti yleisin ruostumattoman teräsputken materiaali on EN 1.4307 eli austeniittinen ruostumaton krominikkeliteräs. Kun putkistolta vaaditaan haponkestävyyttä, on materiaalivaihtona usein molybdeenillä seostettu krominikkeliteräs kuten esimerkiksi EN 1.4432. [2.]

Putken seinämänpaksuus määräytyy putkiston paineenkestävyyden sekä putken halkaisijan mukaan. Taulukossa 1 on esitetty EN 1.4307:stä valmistetun suoran putken seinämänpaksuuksia sen nimelliskoon (DN) ja paineluokan (PN) mukaan.

Taulukko 1. Putkiston seinämänpaksuuksia. [6, s. 5–9; 7, s. 5–9; 8, s. 5–9]

DN	Ulkohalkaisija (mm)	Seinämänpaksuus PN10 (mm)	Seinämänpaksuus PN16 (mm)	Seinämänpaksuus PN40 (mm)
15	21.3	1.6	1.6	1.6
50	60.3	1.6	1.6	1.6
100	114.3	2	2	2.6
150	168.3	2	2	4
300	323.9	2.6	3.2	8
500	508	4	6.3	-
900	914	8	10	-

Taulukosta voi huomata, että seinämänpaksuus on merkittävä tekijä varsinkin suurissa putkistoissa. Seinämänpaksuuden kasvu tarkoittaa aina putkiston materiaali- ja asennuskustannuksien kasvua.

2.3 Putkiston valmistusmenetelmät

Teräsputkien valmistamiseen on kaksi menetelmää. Putki voidaan valmistaa teräslevystä taivuttamalla ja hitsaamalla. Tällaista putkea kutsutaan hitsatuksi putkeksi, sillä putkessa kulkee pituussuuntaisesti hitsisauma. Saumattoman putken valmistaminen on taas monimutkaisempaa. Saumaton putki valmistetaan yleensä monessa vaiheessa, joista ensimmäinen on kuumaekstruusio [9, s. 3–4].

Hitsatun putken valmistaminen on edullisempaa, joten sen käyttäminen on usein kustannustehokkaampaa. Hitsatun putken haittapuolena on kuitenkin se, että hitsausauma saattaa edistää korroosiota tai kerätä bakteereja. Tämän takia saumatonta putkea käytetään usein, jos materiaalina on muutenkin korroosiolle herkempi hiiliteräsputki tai esimerkiksi lääke- tai elintarviketeollisuuden putkissa, joissa hygienia on otettava huomioon.

2.4 Prosessiteollisuuden putkistoihin liittyvät standardit

Prosessiteollisuudessa käytettävät putkistot on ympäri maailman määritelty tarkasti erilaisissa standardeissa. Euroopassa teollisuusputkistot on määritetty standardissa [10]: ”SFS-EN 13480-3 METALLISET TEOLISUUSPUTKISTOT. OSA 3: SUUNNITTELU JA LASKENTA”.

Suurin osa EU-alueen prosessiteollisuuden putkisoista tehdään tähän standardiin pohjautuen [11]. Eri Euroopan valtioissa saatetaan kuitenkin käyttää maakohtaisia putkistostandardeja, mutta jos nämä maat kuuluvat eurooppalaiseen standardoimisjärjestö CEN:ään pohjautuvat maakohtaiset standardit edellä mainittuun EN-standardiin. Tietyt teollisuudenalat saattavat käyttää yleisesti muita standardeja. Tästä voidaan mainita esimerkkinä öljyteollisuus, jossa käytetään amerikkalaisia ASME/API-standardeja [4, s.16].

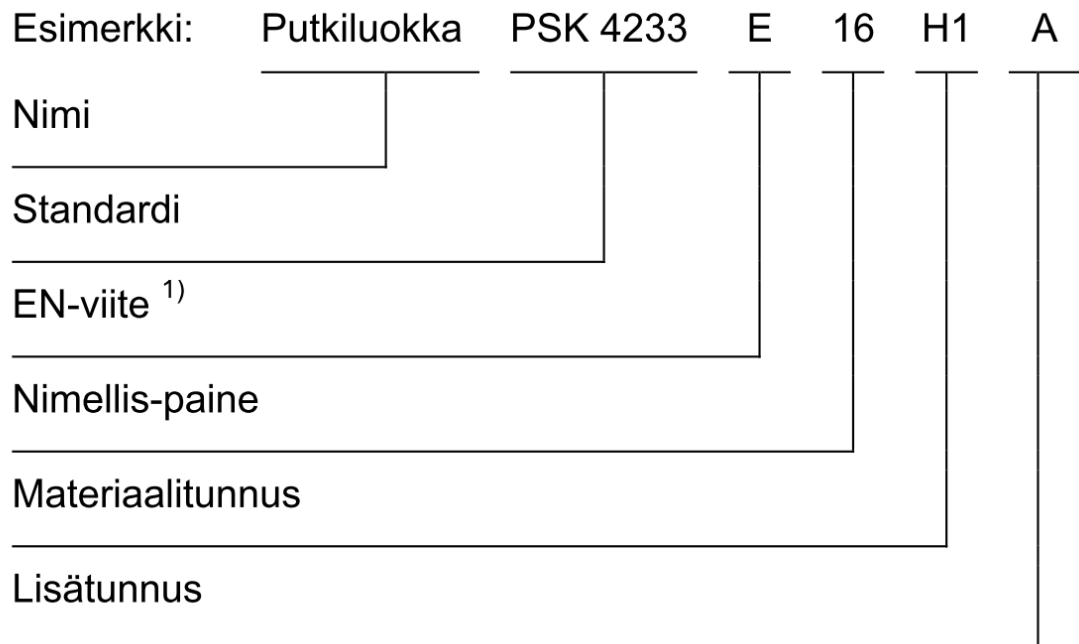
Suomessa toimiva PSK-standardisointi on luonut ja koonnut paljon teollisuuteen liittyviä standardeja, jotka ovat laajassa käytössä Suomessa. Tämä insinööriyö käsittelee putkistoja PSK-standardien putkiluokkina, sillä insinööriyön projektiesimerkki on tehty käyttäen näitä putkiluokkia.

2.5 PSK-putkiluokat

Putkiluokalla tarkoitetaan samaan putkilinjaan soveltuvien putkien ja putkenosien valikoimaa, jossa mitat ja materiaalit on määritetty, [12, s. 1].

Putkiluokkien käyttäminen helpottaa putkiston suunnittelu-, hankinta- ja asennustyötä huomattavasti, esimerkkinä projekti jossa on noin 100 putkilinjaa. Jos eri putkilinjat on eroteltu putkiluokkatunnuksen sisältävällä linjatunnuksella toisistaan, on kaikille koko ajan selvää, mistä materiaalista putket on valmistettu ja mitkä ovat jokaisen putkiosan mitat. Putkien määrittäminen standardisoiduin putkiluokin auttaa myös urakoitsijaa materiaalin hankinnassa ja putkistojen esivalmistuksessa.

Kuvassa 1 on esitetty, kuinka putkiluokan tunnus muodostuu [12, s. 2].



Kuva 1. Putkiluokan tunnuksen muodostuminen.

2.5.1 Standardi

Jokaiselle PSK Standardisointi Ry:n määrittelemälle putkiluokalle on olemassa oma PSK-standardi, jossa putkiluokan ja sen putkenosien materiaalit ja tarkat mitat on määriteltä. Standardissa on myös kerrottu, mihin SFS-EN-standardiin putkiluokka perustuu. Standardissa määritellään tarkasti ne lämpötila- ja paineolosuhteet, missä tämän putkiluokan putkea voidaan käyttää.

2.5.2 EN-viite

Putkiluokan nimen edessä EN-viite E kertoo, pohjautuuko putkiluokka aikaisemmin mainittuun EN standardiin. Jos putkiluokan nimen edestä tämä EN-viite puuttuu, se ei perustu EN-standardiin.

2.5.3 Nimellispaine

Putkiluokan tunnuksen nimellispaine kertoo putkiston suurimman sallittavan suunnittelupaineen yksikössä bar. Putkiston operointipaine on kuitenkin suunnittelupainetta matalampi. Alipaineputkistojen putkiluokan nimellispaineesta käytetään lukuarvoa 0.

2.5.4 Materiaalitunnus

Putkiluokan materiaalitunnus määrittää, mistä materiaalista putkisto ja sen osat koostuvat. Yleisimmät käytetyt materiaalitunnukset ovat

- H1, austeniittinen ruostumaton CrNi-teräs, EN 1.4307
- H2, austeniittinen ruostumaton CrNiMo-teräs, EN 1.4432
- C1, kuumaluja seostamaton teräs, EN P265GH.

Nämä materiaalivaihtoehdot kattavat merkittävän osan prosessiteollisuuden putkimateriaalitarpeista.

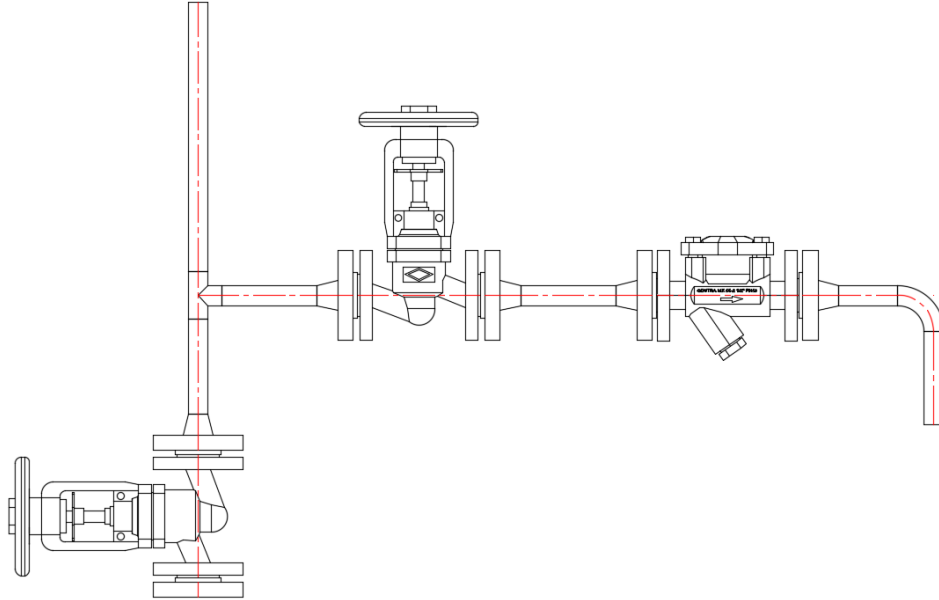
2.5.5 Lisätunnus

Putkiluokan lisätunnus kertoo putkien valmistustavasta. Lisätunnus A tarkoittaa, että putken valmistukseen on käytetty hitsausta, kun taas lisätunnus B tarkoittaa saumatonta putkea. Lisätunnuksella C merkityssä putkiluokassa pienemmät putkikoot on määritetty saumattomaksi ja suuremmat hitsatuiksi. Esimerkiksi PSK-putkiluokassa E10C1C alle nimelliskokoa 350 olevat putket on määritetty saumattomiksi.

2.6 Putkiston liitännät

Yleisin liitännätyyppi putkistossa on hitsaus. Kierteellisiä osia lukuun ottamatta lähes kaikki putkenosat kiinnitetään toisiinsa hitsaamalla.

Laippaliitos on hyvin yleisesti prosessiteollisuudessa käytetty liitäntätyyppi, ja erityisesti laippaliitosta käytetään putken ja putkivarusteiden kuten venttiilien välillä sekä putken ja laitteen välillä. Laippaliitoksessa kaksi vastakkaista laippaa kiinnitetään toisiinsa pulteilla ja laippojen väliin tulee tiiviste. Laipan toinen puoli kiinnitetään putkeen hitsaamalla. Kuvassa 2 esitellään laippaliitoksen käyttötarkoituksia.



Kuva 2. Lauhdelinja johon on liitetty kaksi venttiiliä sekä lauhteenpoistin kauluslaipoilla, alemman venttiilin toiseen päähän on myös liitetty umpilaippa sulkemaan linja.

Laippaliitoksen etuna on sen uudelleenavattavuus, koska hitsattu liitos joudutaan aina sahaamaan tai polttoleikkamaan auki. Laippaliitos mahdollistaa esimerkiksi venttiilin vaihtamisen ilman tulitöiden suorittamista. Laippaliitoksin liitetyn venttiilin toimilaitteen suuntaa voidaan myös muuttaa laippaa pyörittämällä, mikäli laippaliitoksessa on käytetty kaulusta ja irtolaippaa tai mikäli kauluslaipan pulttijako sen sallii.

2.7 Putkenosat

Putkisto koostuu putkenosista ja putkistovarusteista. Putkenosiin kuuluvat erilaiset putkikäyrät, T-kappaleet, supistuskappaleet, laipat ja muut liitännäisosat. Putkenosien mitat ja materiaalit on määritetty jokaiselle putkiluokalle sen omassa PSK-standardissa.

2.7.1 Käyrät

Putkikäyrät eritellään niiden käännöksen asteluvun mukaan ja käännöksen kääntösäteen mukaan.

Ehdottomasti yleisin käännöksen asteluku on 90° ja seuraavaksi yleisin 45°. 45°-käyrät yleensä valmistetaan leikkaamalla 90°-käyrä asennus- tai esivalmistuspaikalla ja tämän johdosta materiaaliluetteloissa 45°- ja 90°-käyrät usein lasketaan yhteen. Syynä tähän on se, että 45-asteisia käyriä ei ole välttämättä saatavilla valmiina osina. On kuitenkin huomioitava, että muokatut käyrät aiheuttavat urakoitsijalle lisätyötä. Muun käännöksen asteluvun käyrät usein joko valmistetaan 45°-käyrän tavalla leikkaamalla tai ne toteutetaan alla mainitulla taivutusmenetelmällä.

Yleisin kääntösäde käyrälle on 1,5 kertaa putkikoon ulkohalkaisija, ja tällainen käyrä merkitään materiaaliluetteloon tunnistella 3D EN-standardeissa. Prosessiolosuhteista johdettujen joudutaan joskus käyttämään suuremman kääntösäteiden käyriä. Myös pienemmän kääntösäteiden käyrien käyttö ahtaissa tilanteissa on mahdollista. Erilaisen kääntösäteiden omaavat käyrät ovat aina eri osia, joten käyrän kääntösäde tulee eritellä materiaaliluetteloon.

Käyrä voidaan myös korvata taivuttamalla putkesta, jolloin säästetään hitsaus- ja tarkastuskustannuksissa. Usein taivutusta käytetään paksuseinäisimmillä putkilla ja taivutus säteenä käytetään suurempaa sädettä kuin 1,5 kertaa putkikoon ulkohalkaisija.

2.7.2 T-kappaleet ja istutukset

Putken haaroittamiseen on useita mahdollisuuksia kuten T-kappaleen, erillisen haaroitusosan tai putki-istutuksen käyttäminen. T-kappale on kaikessa yksinkertaisuudessaan T-kirjaimen muotoinen putkenosa, jolla putkesta voidaan haaroittaa toinen putki. Putki-istutuksessa taas halkaisijaltaan suurempaan putkeen tehdään sopivan kokoinen reikä, johon hitsataan kiinni halkaisijaltaan pienempi putki. Tällaisessa istutuksessa liittyvän putken päätä täytyy muotoilla. Putki-istutus voidaan myös tehdä hitsaamalla tehtyyn reikään erilainen haaroitusosa, johon liittyvä putki voidaan hitsata päätä muotoilematta. Tällaisia osia ovat esimerkiksi weldolet ja nipolet. Putki-istutus ei siis aina tarvitse erillistä osaa, mutta liittyvän putken pään muotoilu aiheuttaa lisätyötä asennuksessa.

Kahden samansuuruisen putken haarakohdassa käytetään käytännössä aina T-kappaleita, mutta kun kyseessä on erikokoiset putket, on tehtävä päätös istutuksen ja supistettun T-kappaleen välillä. Supistettu T-kappale on T-kappale, jossa yksi haara on halkaisijaltaan pienempi. Supistettujen T-kappaleiden ongelmana on varsinkin se, että erityisesti harvinaisemmilla materiaaleilla ne ovat aina erikoisosia. Tällaisilla erikoisosilla saatavuus voi olla heikko, joten kustannukset ja toimitusajat voivat venyä. Toinen ongelma supistettujen T-kappaleiden käyttämisessä on eri kokojen suuri lukumäärä. Tämä aiheuttaa ongelmia, jos jokaiselle putkenosalle halutaan tilata varaosia, niin projektin varastosaldot voivat kasvaa erittäin suuriksi.

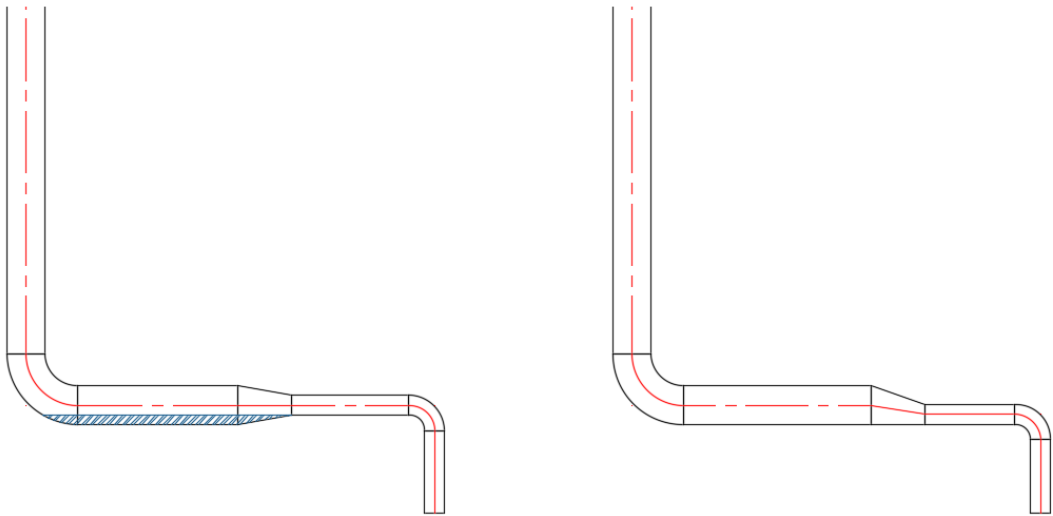
Putki-istutuksien käyttäminen on siis materiaalinhallinnallisesti helpompaa kuin T-kappaleen käyttäminen. Pääputken reiän ja haaran yhteensovittaminen on kuitenkin aina kallista, siksi istutuksetkin olisikin hyvä huomioida materiaaliluettelossa, vaikka niihin ei käytettäisikään erillistä osaa [2].

Putki-istutus voi vaatia myös erillisen vahvistusrenkaan käyttämistä, sillä kaikkien kokojen istutukset eivät täytä putkiluokan paineenkestovaatimuksia. Istutuksia suunnitellessa täytyykin niiden paineenkesto tarkistaa erityisestä haaroitustaulukosta. Tällainen haaroitustaulukko löytyy esimerkiksi jokaisen PSK-standardien putkiluokan standardista [6, s. 14].

2.7.3 Supistuskappaleet

Supistuskappaleet tai supistuskartiot ovat osia joilla putken kokoa voidaan muuttaa. Supistuskartioita on keskeisiä ja epäkeskeisiä. Epäkeskeisessä supistuskartiossa molemmat putket ovat ylä- tai alapinnaltaan samassa linjassa, kun taas keskeisessä supistuskartiossa putkien keskilinjat ovat samassa linjassa.

Vaikka keskeiset supistuskartiot ovat edullisempia epäkeskeisiä kartioita joudutaan käyttämään varsinkin vaakatasossa kulkevilla putkillla. Syynä tähän on se, että keskeinen supistuskartio saattaa jättää putkistoon taskupaikkoja. Kuten kuvasta 3 voi huomata, putken alapinnassa oleviin taskupaikkoihin jää putkistoa tyhjennettäessä jonkin verran putken väliainetta. Putken yläpinnassa olevaan kaasutaskuun voi kerääntyä kaasua, joka voi esimerkiksi pumpun imulinjassa aiheuttaa pumpun kavitomista. Tästä syystä pumpun imuyhteeseen kiinnitetyt supistuskappaleet ovat yleensä toisin päin kuin kuvassa 3, sillä tyhjenemisongelmaa ei niissä ole. [2.]



Kuva 3. Putken olisi tarkoitus tyhjäntyä alaspäin, mutta keskeinen supistuskartio (vasemmalla) aiheuttaa taskukohdan. Epäkeskeisellä supistuskartiolla (oikealla) tätä ongelmaa ei ole.

2.7.4 Laipat

Laippaliitoksen toteuttamiseen on erilaisia vaihtoehtoja

- kauluslaippa
- levylaippa, joka hitsataan suoraan putken päälle
- kaulus ja irtolaippa.

Kauluslaippa sekä kaulus ja irtolaippa ovat esitettyinä kuvassa 4. Jälkimmäistä vaihtoehtoa käytetään usein suurikokoisissa putkissa, jotka on valmistettu seostetusta teräksestä. Tähän on syynä kustannustehokkuus, koska seostetusta teräksestä valmistettu kauluslaippa on kallis putkenosa. Kustannuksia voidaan säästää, jos kauluslaippa korvataan hiiliteräksestä valmistetulla kuumasinkityllä tai maalatulla irtolaipalla, joka kiinnitetään putkeen hitsattavalla kauluksella. Kaulus on määritelty putkiluokkastandardeissa valmistettavaksi koneistamalla, mutta halvempi ratkaisu on puristetun kauluksen käyttö. Puristettu kaulus ei kuitenkaan välttämättä ole yhtä paineenkestävä kuin koneistettu, ja sen käyttö on sallittu vain luokittelemattomissa putkistoissa.

Luokittelemattomissa putkistoissa kaulustus tai haaroitus voidaan toteuttaa myös T-Drill-menetelmällä. T-Drill-menetelmässä kaulus ei ole erillinen osa, vaan se muotoillaan putken pään omasta materiaalista erityisellä työkalulla. [13.]

Liitäntälaippojen lisäksi voidaan myös käyttää umpilaippaa. Umpilaippa on nimensä mukaisesti täysin umpinainen laippa, jonka tarkoituksena on sulkea putki, venttiili tai laiteyhde mahdollistaen kuitenkin helpon avaamisen esimerkiksi tyhjennys- tai huoltotarkoituksessa. Umpilaippa on esitetty kuvassa 4. Arvokkailla materiaaleilla voidaan suuremmissa kokoluokissa käyttää hiiliteräksestä valmistettua umpilaippaa sekä erillistä vuorauslevyä, jota vasten väliaine on.



Kuva 4. Kauluslaippa, kaulus ja irtolaippa sekä umpilaippa [14].

2.7.5 Putkiston kierteelliset osat

Kierteellisiä putkenosia käytetään joskus liityntätyyppinä pienikokoisissa putkissa, joissa virtaavana aineena on vaaraton aine, kuten esimerkiksi vesi. Hiiliteräksestä valmistetut kierteelliset putkenosat on määritelty standardissa SFS-EN 10241 [15, s. 4].

2.8 Putkistovarusteet ja instrumentit

Putkistovarusteita lisätään putkilinjoihin prosessin tarpeiden mukaan. Putken virtauksen sulkemiseen tarvitaan venttiilejä ja/tai sokeointilevyjä. Virtausta taas säädetään ja ohjataan erilaisilla venttiileillä. Tietyt väliaineet vaativat omanlaisiaan putkistovarusteita. Esimerkiksi höyrylinjat tarvitsevat lauhteenpoistimia, jotta lauhtunut höyry saadaan ohjattua pois putkistosta. Erilaisia mittauksia tarvitaan, jotta väliaineen lämpötilaa, painetta tai virtausnopeutta voidaan valvoa ja säätää halutusti.

2.8.1 Venttiilit

Venttiilit ovat yleisimpiä putkistovarusteita sekä usein myös putkiston kalleimpia osia. Venttiilien hinnat vaihtelevat paljon erilaisten valmistus- ja tiivistysmenetelmien perusteella. Venttiilit jaotellaan usein niiden toimintaperiaatteen mukaan

- käsiventtiileihin
- takaiskuventtiileihin
- varoventtiileihin
- automaattiventtiileihin.

Käsiventtiilit ovat venttiilejä, joiden sulkeminen ja säätäminen tapahtuu käsityönä.

Takaiskuventtiili on itsestään toimiva yksisuuntainen venttiili, joka estää takaisinvirtauksen putkessa.

Varoventtiilit ovat venttiilejä, jotka suojaavat putkistoa paineen kasvulta. Käytännössä varoventtiili aukeaa putkiston paineen ylittäessä varoventtiiliin mekaanisesti määritellyn painerajan ja venttiili aukeaa purkaen paineen turvalliseen paikkaan.

Automaattiventtiilejä käytetään, kun venttiiliä halutaan ohjata automaatiojärjestelmällä, tai käsiventtiilin käyttö ei ole esimerkiksi sen sijainnin vuoksi mielekäästä. Automaattiventtiilit ovat kalliita, koska ne vaativat erillisen pneumaattisen, hydraulisen tai sähkökäyttöisen toimilaitteen sekä liitäntöjä yksikön automaatiojärjestelmään. Myös tilaluokitukset voivat aiheuttaa merkittäviä kustannuksia automaattiventtiileiden toimilaitteiden vaatimuksissa.

2.8.2 Muut putkistovarusteet

Venttiilien lisäksi putkistovarusteita ovat esimerkiksi palkeet, lauhteenpoistimet, reikä- ja sokeointilevyt, sekä erilaiset sihdit.

2.8.3 Instrumentit

Prosessit vaativat toimiakseen putkistoon erilaisia paineen, lämpötilan tai virtausnopeuden mittauksia, jotka vaativat erilaisia liitoksia putkistoon. Myös erilaiset analysaattorit ja näytteenottojärjestelmät vaativat uusia tai omia kierrätysputkistöjä.

2.9 Putkiston kannatus

Prosessiteollisuuden putkistot ovat yleensä niin tilaa vieviä, että niiden optimaaliseen sijoitukseen käytetään runsaasti suunnittelutunteja. Varsinkin kun putkia kulkee rinnakkain useampi, ne pyritään sijoittamaan erityiselle putkisillalle. Putkisilta on teräspalkeista valmistettu rakenne, jonka päätarkoituksena on toimia sijoituspaikkana putkistoille. Kun putkisilta ei ole mahdollisuus, putkia saatetaan esimerkiksi ripustaa katosta tai kiinnittää seiniin. Hyvin usein päädytään kuitenkin valmistamaan sekundäärikannakkeita, jotka kiinnitetään seinään tai kattoon.

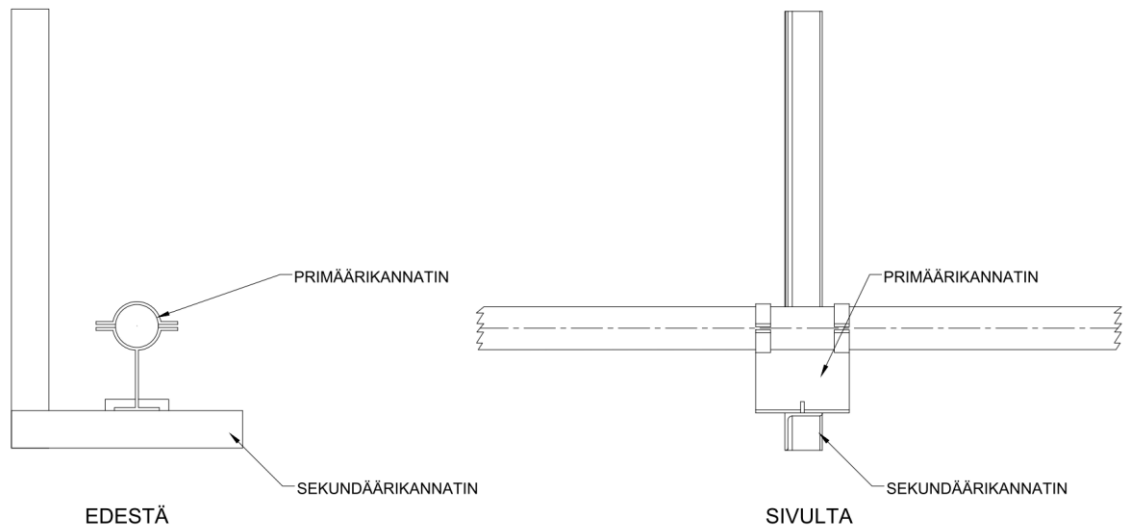
2.9.1 Primäärikannatin

Primäärikannatin kiinnitetään putkeen pulttikiristeisellä sangalla ja/tai hitsaamalla. Sen tehtävänä on kannatella putkea ja estää tai sallia putken liike eri suuntiin tilanteesta riippuen. Putken liikkeen salliminen pituussuunnassa on tärkeää esimerkiksi lämpölaajenemisen hallitsemisessa. Primäärikannattimet kiinnitetään laitoksen rakenteisiin tai erilliselle sekundäärikannattimelle. Sekundäärikannatin ja primäärikannatin on esitetty kuvassa 5.

Kustannusarviossa primäärikannattimien lukumäärää arvioidaan linjojen pituuksien ja putkiston kannatinvälin avulla. Putkiston kannatinväli riippuu suuresti putken massasta, eli esimerkiksi erittäin tiheillä väliaineilla tulee huomioida kannakevälin lyheneminen.

2.9.2 Sekundäärikannatin

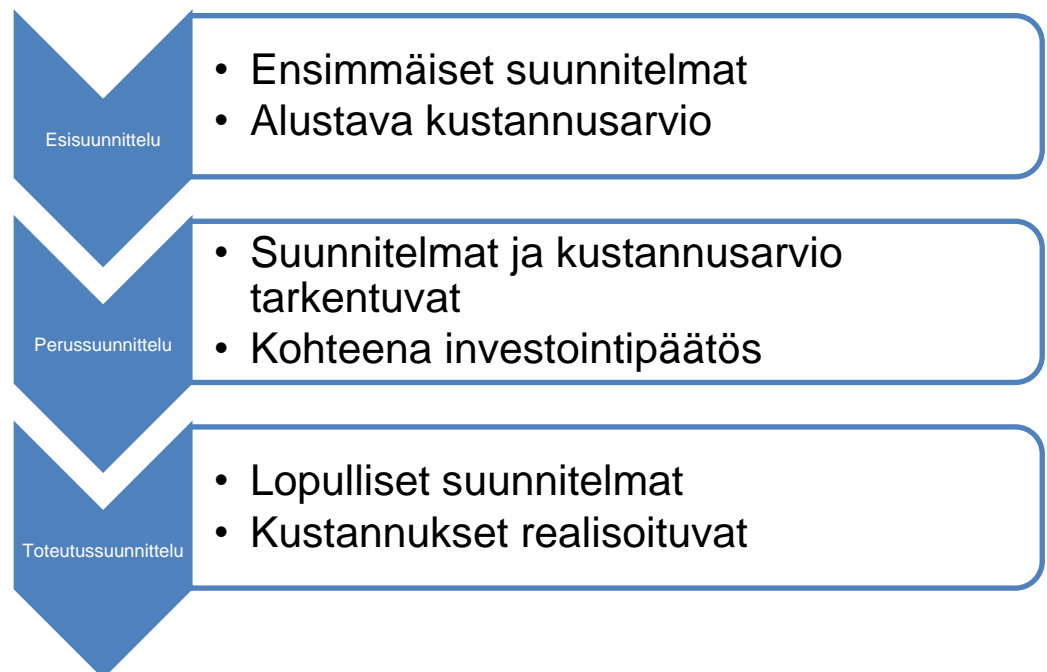
Sekundäärikannattimet ovat kannakkeita, joita on lisättävä primäärikannattimen ala- tai yläpuolelle, jos primäärikannattimelle ei löydy sopivaa kiinnityskohdetta. Kustannusarvioissa sekundäärikannakkeet arvioidaan yleensä kokonaismassana, sillä ne ovat usein vain teräspalkkeja [2].



Kuva 5. Primäärikannatin ja sekundäärikannatin

3 Prosessiteollisuuden investointiprojektin vaiheet

Prosessiteollisuuden investointiprojektin suunnittelun katsotaan usein koostuvan kolmesta osasta, joita ovat esisuunnittelu, perussuunnittelu ja toteutusvaihe [1, osa VII, s. 1–2].



Kuvio 1. Investointiprojektin suunnittelun vaiheet.

3.1 Esisuunnittelu

Investointiprojekti alkaa laitoksen laajennus- tai parannusideasta, jonka toteuttamiskelpoisuutta selvitetään esiselvityksessä (engl. Feasibility study). Ensimmäinen kustannusarvio projektille tehdään esisuunnitteluvaiheessa.

Esisuunnitteluvaihe sisältää prosessisuunnittelun, jossa prosessisuunnittelijat tekevät suunnitelman siitä, mitä kaikkia prosessin osia muutetaan tai rakennetaan projektin aikana. Nämä suunnitelman esitetään lohko- tai virtauskaavioina, joista selviää tarvittavat laitteet, venttiilit ja putkilinjat. Esisuunnitteluun kuuluu usein myös alustava layout-suunnitelma laitteistojen sijoituksesta.

Putkiston kustannusarvio on tässä vaiheessa hyvin karkea ja tarkkuudeltaan 50 %:n luokkaa. Kustannusarvio voi perustua esimerkiksi laitteiden kokonaishintoihin. Eri teollisuusalojen putkiston osuuksia laitekustannuksista on pyritty arvioimaan kirjallisuudessa [2].

3.2 Perussuunnittelu

Perussuunnitteluvaiheessa (engl. Basic engineering) aloitetaan suunnitelmien tarkentaminen ja luodaan pohja projektin toteutusvaiheen suunnittelulle. Tarkoituksena on saavuttaa 10–15 %:n virhemarginaali kustannusarviossa hankkeen toteutus päätöstä varten.

Perussuunnitteluvaiheessa laaditaan ensimmäiset PI-kaaviot ja tehdään riskianalyytit hankkeesta kustannusyllätyksien minimoimiseksi. PI-kaavioissa esitetään tarvittavat laitteet, venttiilit ja putkilinjat. Perussuunnitteluun laaditaan myös layout-suunnitelma laitteistojen ja putkistojen sijoituksesta, mutta putkistojen tarkkoja suunnitelmia ei vielä tässä vaiheessa tehdä. Joskus asiakkaan vaatimuksesta voidaan laatia suurikokoisimmista prosessiputkista alustavat reitti piirustukset tai 3D-malli.

Vaihe edellyttää jo tarkkaa putkiston materiaalilistausta ja sen hinnoittelua. Tässä vaiheessa tehdään periaatepäätökset käytettävistä materiaaleista ja osista.

Projektin ensimmäinen tarkempi putkiston kustannusarvio ja materiaalista tehdään siis käyttäen hyväksi vain PI-kaavioita sekä alustavaa layout-suunnitelmaa, joka on usein 3D-malli laitteiden ja merkittävän suurten putkilinjojen sijoituksista.

Ongelmina tämän vaiheen kustannusarviossa on oikeiden määrien selvittäminen sekä käytettävien materiaali- ja asennushintojen selvittäminen.

3.3 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnittelu (engl. detail engineering) alkaa yleensä heti investointipäätöksen jälkeen, ja se jatkuu laitoksen käyttöönottoon asti. Toteutusvaiheessa aloitetaan varsinainen putkistosuunnittelu, jonka lopputuloksena aloitetaan laitoksen putkistojen rakentaminen. Jotta suunnittelu on sujuvaa, on ennen suunnittelun käynnistämistä laadittava esimerkiksi putkiluokat oikeilla osilla ja materiaaleilla 3D-suunnittelujärjestelmään.

Toteutussuunnittelun aikana kustannusarviota ja materiaalista pyritään pitämään mahdollisimman hyvin ajan tasalla. Tässä vaiheessa projektia suunniteltujen putkistojen materiaalit saadaan usein suunnittelujärjestelmästä tarkasti, mikä helpottaa ajantasaisen kustannusarvion laatimista. Ongelmana on kuitenkin se, että suunnittelujärjestelmä osaa rakentaa materiaalista vain tässä vaiheessa valmiiksi suunnitelluista putkista, joten kustannusarvion laatijan on siis osattava arvioida, kuinka suuri osa putkistosta on suunnittelujärjestelmässä.

Tässä vaiheessa projektia törmätään myös usein siihen, että putkilinjoja ja osia tarvitaan enemmän kuin suunnitteluvaiheen alussa on huomioitu. Tämä johtaa ongelmaan sen kanssa, kuinka kustannusarvion materiaalista huomioidaan nämä muutokset.
[2]

3.4 Putkiston urakkakyselyvaihe

Putkiston urakkakyselyvaiheessa projektin tilaaja lähettää urakkakyselyn usealle urakoitsijalle, jotka esittävät tarjouksensa urakasta. Urakkakysely sisältää materiaalista, työmäärittelyn ja suunnitteluvaiheesta riippuen mahdollisimman paljon dokumentaatiota

tehtävästä työstä (piirustuksia ja/tai 3D-mallin), jonka perusteella urakoitsija laskee tarjouksensa materiaalien ja asennuksien suhteen. Riippuen projektin aikataulusta, materiaalista saattaa olla hyvin alustava tai lähes lopullinen, mikäli toteutussuunnittelu on ehditty tehdä loppuun saakka.

Urakoitsijan on tarkoitus täyttää materiaalistaan kappaleiden materiaalien ja asennuksien yksikköhinnat, joita kustannusarvion laatija voi käyttää hyväkseen urakan muutostöiden arvioinnissa ja tulevissa kustannusarvioissa. Usein urakoitsijat kuitenkin vain ilmoittavat urakan kokonaishinnan, jolloin yksikköhinnat eivät jää kustannusarvion laatijan käytettäväksi seuraavassa projektissa.

3.5 Asennusvaihe

Asennusvaihe on se projektin vaihe, jossa putkistot asennetaan laitoksessa. Asennusvaiheessa yleensä todetaan materiaalinhallinnan toimivuus, sillä puuttuvat materiaalit tai mahdollinen materiaalien ylitylaaminen huomataan vasta tässä vaiheessa. Mikäli vasta asennusvaiheessa huomataan materiaalin puuttuminen, voi se aiheuttaa projektille suuria lisäkustannuksia ja aikatauluongelmia.

4 Putkistourakan kustannusarvio

4.1 Putkiston kustannukset

Putkistourakan kustannukset muodostuvat suunnittelukustannuksista, materiaalien hankintakustannuksista sekä asennuskustannuksista.

4.1.1 Suunnittelukustannukset

Putkiston suunnittelukustannuksien katsotaan yleensä olevan noin 5 % putkiston kokonaiskustannuksista [1, osa I, s. 4]. Kokonaan uuden laitoksen tai yksikön putkistosuunnittelu voi usein olla huomattavasti kustannustehokkaampaa kuin vanhaan yksiköön tehtävät muutostyöt, koska ne vaativat putkistosuunnittelijalta huomattavasti enemmän vierailuja laitoksella ja muutoksia alustaviin suunnitelmiin. Vanhojen tehtaiden muutostöissä

kannattaa selvittää laserkeilauksen käytettävyys, koska sillä säästetään käyntejä työmaalla ja lisäksi saadaan mittatarkkaa tietoa putkistoista. Lisäksi usein vanhat suunnitelmat eivät vastaa käytössä olevaa putkistoa.

Toinen suuri lisä suunnittelukustannuksiin voi tulla toteutussuunnittelun aikana tehtävistä muutoksista putkistoihin. Putkistosuunnittelija voi joutua muuttamaan paljon jo tekemiään suunnitelmia, mikä lisää suunnitteluun käytettäviä työtunteja. Joka tapauksessa suunnittelun aikana joudutaan aina tekemään muutoksia suunnitelmiin, kun lähtötiedot laitteista ja instrumenteista yms. tarkentuvat varusteiden tilausten jälkeen.

4.1.2 Materiaalikustannukset

Putkiston materiaalikustannukset riippuvat paljon toteutettavan prosessin vaatimuksista. Prosessi voi vaatia putkistolta suurta paineenkestoa, jolloin putkisto vie seinämänpaksuutensa johdosta huomattavasti enemmän materiaalia metriä kohden, kuin alemman paineluokan putkisto. Myös venttiileiden hinta kohoaa huomattavasti paineluokkien suurentuessa.

Erikoisempien materiaalien käyttämisellä prosessissa on merkittävä kustannusvaikutus. Materiaalina voidaan vaatia käytettäväksi esimerkiksi paremmin korroosiota kestävää molybdeeniseosteista ruostumatonta terästä kuten EN 1.4539. Harvinaisten teräksien saatavuus voi olla huono ja kustannukset voivat olla yllättävän korkeita.

4.1.3 Asennuskustannukset

Asennuskustannuksien suuruuteen vaikuttaa myös olennaisesti projektissa käytetty materiaali ja putkiluokka sekä putkiston halkaisija. Hitsisaumojen hitsaamiseen kuluva aika kasvaa merkittävästi putkien seinämänpaksuuden ja putken halkaisijan kasvaessa. Lisäksi erilaisilla materiaaleilla voi tulla erityisvaatimuksia erilaisista lämpökäsittelyistä yms. ja tarkastusvaatimuksista, jotka pitää huomioida kustannuksissa.

Putkiston saumojen määrä luonnollisesti myös kasvattaa asennuskustannuksia, joten putkivarusteiden määrä vaikuttaa materiaalikustannusten lisäksi olennaisesti myös

asennuskustannuksiin. Eri teollisuudenaloilla putkivarusteiden määrä per asennettu putkimetri vaihtelee, ja pelkästään putkipituuden käyttäminen kustannusarvion laadinnassa voi johtaa harhaan.

Putkiston kokonaiskustannusarviossa on huomioitava myös mahdollinen putkiston eristäminen. Eristyksen asentaminen työmaalla vaatii paljon käsityötä ja on merkittävä lisäys projektin kustannusarvioon. Eristeiden paksuudet voidaan valita standardista SFS 3977, ja eristystyön suorituksesta on erillinen standardi SFS 3978.

Eristämistä varten on putkiston käyttölämpötilan perusteella valittava käytettävä eristyspaksuus ja käytettävä eristemateriaali sekä päällystemateriaali. Eristeen päällysmateriaalina käytetään yleisimmin erilaisia sinkittyjä tai maalattuja teräslevyjä, alumiinia tai ruostumatonta teräslevyä.

4.2 Miksi kustannusarvioita tehdään

Kustannusarvioita laaditaan ennen kaikkea projektin kustannusten selvittämiseksi investointipäätöstä tai tilaajan resursointia varten. Kustannusarviosta voi kuitenkin olla myös muuta hyötyä. Kustannusarvioita käytetään esimerkiksi materiaalinhankintaan tapauksissa, joissa materiaali on niin harvinaista, että sen saatavuus tulee toimitusajan kannalta kriittiseksi ja materiaalin hankintaa ei voida jättää urakoitsijan vastuulle aikataulun takia.

Mahdollisimman tarkat materiaalilistat ja kustannusarviot ovat myös tärkeitä siksi, että putkimateriaalit ovat usein kalliita ja käytännössä ylimääräistä materiaalia ei pystytä palauttamaan toimittajille vaan se jää tilaajan tai urakoitsijan varastoihin.

Kustannusarvioita voidaan myös käyttää suunnitelmien edistymisen seurannan apuvälineenä.

4.3 Kustannusarvion lähtötiedot

Ehkä tärkein edellytys hyvän kustannusarvion laatimiseen on riittävän tarkat lähtötiedot. Kun lähtötiedot ovat kattavat, kustannusarvioistakin tulee huomattavasti tarkempia. Tärkeimmät lähtötiedot putkiston kustannusarvion laatimiseen ovat PI-kaaviot, putkilinjaluettelo, käytettävät putkiluokat ja käytettävät putkiston tyyppiratkaisut [2].

4.3.1 PI-kaaviot ja putkilinjaluettelo

PI-kaavioissa (engl. piping and instrumentation diagram) esitetään kaikki projektiin kuuluvat laitteet, putkilinjat, putkivarusteet ja instrumentit. Kustannusarvion tarkkuus riippuu paljon käytettävissä olevien PI-kaavioiden todenmukaisuudesta ja tarkkuudesta.

Putkilinjaluettelo tehdään yleensä PI-kaavioiden perusteella. Siinä luetteloidaan kaikki projektin putkilinjat erillisillä linjatunnuksilla ja esitetään niiden vaatimukset putkiston osalta.

4.3.2 Käytettävät putkiluokat

Kustannusarvion laatimiseen tarvitaan myös tieto käytettävistä putkiluokista ja eri putkiluokilla toteutettavien linjojen määristä. Putkiluokat riippuvat paljon toteutettavan prosessin luonteesta, ja ne tulisi lyödä lukkoon mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Putkiluokat aiheuttavat suurta vaihtelua kustannusarviossa materiaalihintojen eroavaisuuksien johdosta.

Käytettävien putkiluokkien lisäksi tulisi sopia käytettävistä putkenosista. Erilaisilla putkenosilla voi olla suuriakin kustannuseroja, joten mahdollisimman aikaisessa vaiheessa näistä sopiminen on oleellista kustannusarvion tekemisessä. Tärkeä tieto on se, millaisia liitännästyyppejä putkistossa käytetään ja miten nämä toteutetaan. Hyvänä esimerkkinä on liitännälaippojen erilaiset toteutustavat.

4.3.3 Putkiston tyyppiratkaisut

Ennen kustannusarviota on myös sovittava käytettävistä mahdollisista putkiston tyyppiratkaisuista, kuten esimerkiksi voidaanko käyttää T-drill-menetelmällä tehtyjä kauluksia

tai haaroituksia ja käytetäänkö tiettyjen kokojen liitoksissa supistettuja T-kappaleita vai putki-istutuksia. Myös sillä on merkitystä kustannusarvioon, täytyykö putkistossa käyttää epäkeskeisiä supistuskappaleita vai saako keskeisiä supistuskappaleita käyttää. Epäkeskeiset supistuskappaleet ovat noin puolitoista kertaa kalliimpia kuin keskeiset.

Putkiston ilmausten ja tyhjennysten toteutustavoilla on myös suuri merkitys, sillä nämä voidaan toteuttaa monella eri tavalla. Eroja toteutustavoissa on esimerkiksi venttiilien, umpilaippojen tai kierreosien käyttäminen tai niiden käyttämättä jättäminen. Ilmaukset saatetaan myös toteuttaa erityisellä ilmakellolla. Ilmakello on omatoimisesti putken ilmaava putkivaruste, jota voidaan käyttää esimerkiksi kun putkia joudutaan ilmaamaan jatkuvasti.

Tällaisista seikoista tulisi tehdä mahdollisimman laaja-alaisia päätöksiä ennen kustannusarvion laatimista, sillä vaikka yhden epäkeskeisen ja keskeisen supistuskappaleen kustannusmerkitys on pieni saattavat kaikista näistä tyyppiratkaisuista kertyvät kustannukset kasvaa kokonaisuudessaan merkittävän suuriksi.

4.4 Miten hyvä kustannusarvio laaditaan

Mahdollisimman tarkka kustannusarvio laaditaan luomalla materiaalista tarvittavista materiaaleista. Materiaalilistaan pyritään myös arvioimaan mahdollisimman tarkasti kaikkien putkenosien ja putkivarusteiden lukumäärät, sillä ne aiheuttavat suurimman osan kustannuksista. Materiaalilistassa tulee erotella ja arvioida metrimäärältään eristetyt putket käytettävän eristeen mukaan, sekä erikseen sähkö-, vesi- tai höyrysaetetut putket, sillä nämä tekijät aiheuttavat suurta vaihtelua putkiston kustannuksissa.

Materiaalien määrän arvioinnissa apuna voi käyttää esimerkiksi laitoksen 3D-mallia, layout-piirustuksia sekä kaikkea muuta mahdollista saatavilla olevaa dokumentaatiota.

Materiaalilistan laatiminen alkaa arvioimalla karkeasti PI-kaavioista ja layout-piirustuksista tarvittavat osat ja linjojen pituudet linjakohtaisesti Excel-taulukkoon. Alustavissa kaavioissa putkilinjoille ei ole usein annettu linjatunnuksia ja ne joudutaan numeroimaan väliaikaisesti, jotta myöhemmin pystytään selvittämään, mistä linjasta on kysymys. Tässä vaiheessa kustannusarvion tekemisessä eri materiaaleista voidaan käyttää erilaisia lyhenteitä kirjoitustyön helpottamiseksi. Eristetyt ja saadetut linjat on hyvä erotella jo

tässä vaiheessa. Linjakohtaisuus pitää sisällyttää materiaaliluetteloon, koska silloin mahdolliset koko- ja materiaalimuutokset voidaan helposti korjata materiaaliluetteloon. Tässä vaiheessa usein myös esimerkiksi venttiilejä puuttuu kaavioista, joten niiden tarvetta on arvioitava. Varsinkin putkireiteistä johtuva ilmausten ja tyhjennysten tarve tulee myös huomioida.

Alussa ei myöskään pumpuista tai säätöventtiileistä ei ole vielä tarkkaa tietoa, joten niiden tarvitsemat supistuskappaleet ja liitännäosat tulee arvioida materiaalilistaan parhaan kyvyn mukaan. Tulee myös huomioida, että jotkut pumput tarvitsevat erillisiä tiivistenes-telinjoja. Prosessia on myös osattava tulkita, jotta tiedetään, minkälaisia käyttöhyödyke-linjoja materiaalilistaan tulee arvioida.

Linjakohtaisen materiaalitarpeen laskennan jälkeen lasketaan määrät yhteen materiaa-liluetteloon, siten että saman kokoiset ja samanlaiset osat lasketaan lukumäärältään ja putkimetreiltään yhteen. Tähän käytetään JETS consulting Oy:ssa Microsoftin Access-ja/tai Excel-laskentaohjelmia.

Kun kaikki tarvittavat putkenosat ja -varusteet on saatu arvioitua mahdollisimman tarkasti materiaalilistaan, laskennassa käytetyt lyhenteet muutetaan standardinmukaiselle kirjoi-tusasuille ja tiedot siirretään Excel-lomakkeelle, jossa voidaan yksikköhinnoilla laskea kustannusarvio.

Yksikköhintoja saadaan joko suoraan urakoitsijoilta, tai esimerkiksi vanhojen projektien kustannusarvioista korjauskerrointa käyttämällä.

4.5 Hyvän kustannusarvion hyödyntäminen

Hyvää kustannusarviota hyödynnetään varsinkin urakoitsijan resurssisuunnittelussa, sillä hyvän kustannusarvion perusteella urakoitsija voi paremmin suunnitella työn kestoa ja työvoiman tarvetta. Väärin tehdyllä kustannusarviolla voi taas urakoitsijalle tulla mer-kittäviä kustannuksia materiaalinhallintaan, toimitusaikoihin ja esimerkiksi majoitustilojen varauksiin liittyen.

Hyvän putkiston kustannusarvion perusteella voidaan myös tarkentaa muita kustannuksia, kuten esimerkiksi mahdollisten lämpökäsittelyjen, eristysten, sähkösaattojen, pintakäsittelyjen sekä röntgentarkastuksien määriä. Materiaaliluetteloa voidaan myös käyttää apuna hitsausmäärien arvioinnissa. Hyödyntämistä varten on laskennassa huomioitava ko. erikoisvaatimusten merkintä luetteloon, jotta listauksissa saadaan eriteltyä vaatimukset.

4.6 Miten kustannusarvio voi epäonnistua

Usein putkiston kustannusarvioissa on huomattavia ylityksiä, syynä tähän voi olla esimerkiksi puutteelliset lähtötiedot, kokemattomat tekijät tai tarvittavien putkilinjojen aliarviointi. Putkilinjojen aliarviointia sattuu usein esimerkiksi käyttöhyödykelinjojen osalta.

Yksi suuri syy voi olla myös erilaisten erikoisosien lukumäärän aliarviointi. Tämän välttämiseksi putkiston kustannusarvio tehdäänkin juuri linjakohtaisesti ja mahdollisimman tarkasti. Myös istutus voidaan luettelossa määritellä omaksi osaksi, koska sillä on merkittävä yksikköhinta.

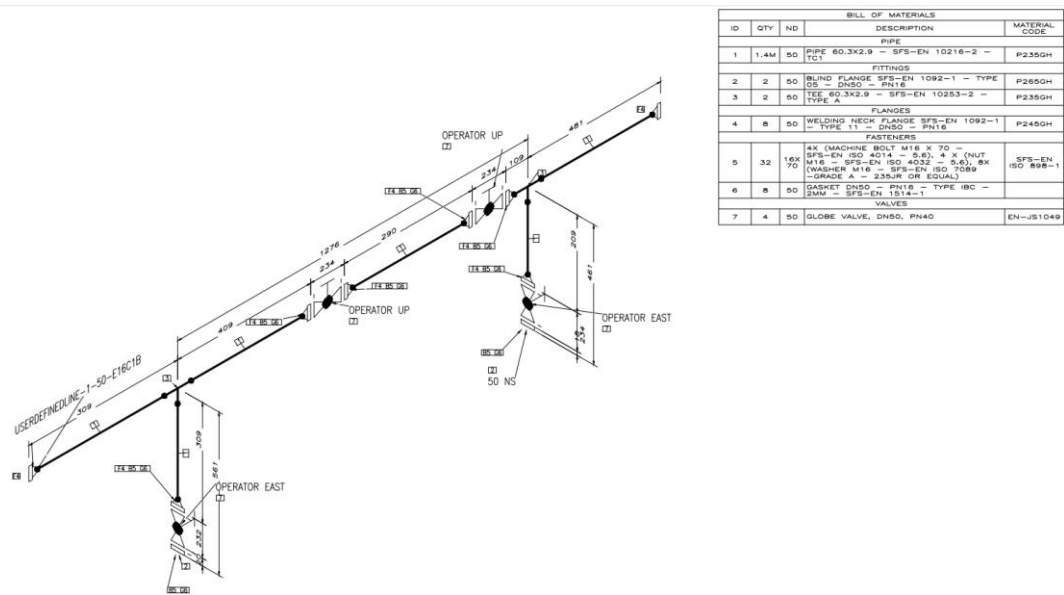
Harvinaisten materiaalin yksikköhinnat ovat haasteellisia, koska hinnat saattavat vaihdella paljon riippuen toimituserän suuruudesta ja yksittäiskappaleiden hinnat voidaan arvioida huomattavasti alakanttiin.

5 Esimerkki 1

5.1 Esimerkin kuvaus

Tässä esimerkissä esitetään, miksi putkiston kustannusarvio kannattaa tehdä juurikin tarkasti erilaiset putkenosat huomioiden. Esimerkissä on kolme erilaista hiiliteräksistä putkilinjaa, joiden kokonaiskustannukset on laskettu. Putkilinjojen nimelliskoko on 50 ja PSK-putkiluokka on E16C1B. Jokaisesta putkilinjasta on kuva, jossa se on esitetty isometrisellä piirustuksella. Isometrinen piirustus on usein putkistosuunnittelussa käytetty dokumentti, jossa esitetään putkilinjan reitti viivana ja sen tarvitsema materiaali numeroituna taulukkona. Materiaalit on numeroitu myös putkilinjaan ja hitsaussaumamat on esitetty ympyröinä. Materiaali- ja asennushinnat on saatu JETS consulting Oy:ltä.

5.2 Putkilinja 1



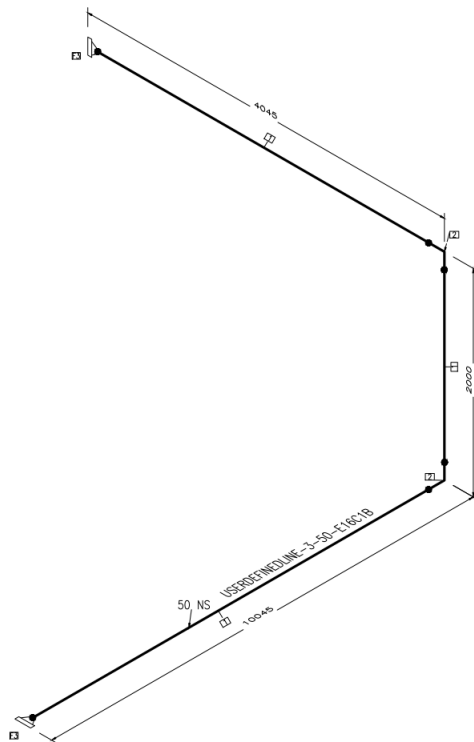
Kuva 6. Putkilinjan 1 isometrinen piirustus.

Putkilinja 1 on kokonaispituudeltaan noin puolitoista metriä, ja se sisältää useamman laippaliitoksen liitetyn venttiilin sekä kaksi umpilaippaa. Kuvassa 6 on isometrinen piirustus putkilinjasta 1 ja taulukkoon 2 on laskettu linjan kustannukset.

Taulukko 2. Putkilinjan 1 kustannukset.

Osa	m/kpl	Materiaalihinta	Asennushinta	Yhteishinta
Putki	1.4 m	4.9565 €/m	22.1 €/m	37.88 €
Umpilaippa	2 kpl	10.41 €/kpl	25 €/kpl	70.82 €
T-kappale	2 kpl	6.4285 €/kpl	234 €/kpl	480.86 €
Kauluslaippa	8 kpl	5.497 €/kpl	78 €/kpl	667.98 €
			yht.	1 257.53 €

5.3 Putkiliinja 3



BILL OF MATERIALS				
ID	QTY	ND	DESCRIPTION	MATERIAL CODE
PIPE				
1	15,7	50	PIPE 60.3X2.9 - SFS-EN 10216-2 - TC1	P235GH
FITTINGS				
2	2	50	ELBOW 60.3X2.9 - SFS-EN 10253-2 - TYPE A - 90	P235GH
FLANGES				
3	2	50	WELDING NECK FLANGE 60.3X2.9 - SFS-EN 1092-1 - TYPE 11 - DN50 - PN16	P245GH

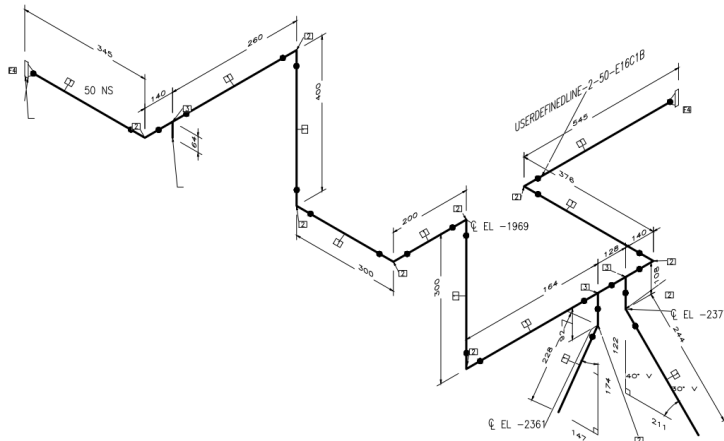
Kuva 7. Putkiliinjan 3 isometrinen piirustus.

Putkiliinja 3 on kokonaispituudeltaan noin kuusitoista metriä. Putken reitti on kuitenkin erittäin yksinkertainen, joten se koostuu pääasiassa suorasta putkesta. Kuvassa 8 on isometrinen piirustus putkiliinjasta 3 ja taulukossa 4 on laskettu linjan kustannukset.

Taulukko 3. Putkiliinjan 3 kustannukset.

Osa	m/kpl	Materiaalihinta	Asennushinta	Yhteishinta
Putki	15.7 m	4.9565 €/m	22.1 €/m	424.79 €
Putkikäyrä	2 kpl	1.748 €/kpl	162.5 €/kpl	328.50 €
Kauluslaippa	2 kpl	5.497 €/kpl	78 €/kpl	166.99 €
			yht.	920.28 €

5.4 Putkilinja 2



BILL OF MATERIALS				
ID	QTY	ND	DESCRIPTION	MATERIAL CODE
PIPE				
1	2.1M	50	PIPE 60.3X2.9 - SFS-EN 10216-2 - TCT	P235GH
FITTINGS				
2	10	50	ELBOW 60.3X2.9 - SFS-EN 10253-2 - TYPE A - 90	P235GH
3	3	50	TEE 60.3X2.9 - SFS-EN 10253-2 - TYPE A	P235GH
FLANGES				
4	2	50	WELDING NECK FLANGE SFS-EN 1092-1 - TYPE 11 - DN50 - PN16	P245GH

Kuva 8. Putkilinjan 2 isometrinen piirustus.

Putkilinja 2 on kokonaispituudeltaan noin kaksi metriä. Sen reitti on monimutkainen, joten se sisältää useita putkikäyriä ja T-kappaleita. Kuvassa 7 on isometrinen piirustus putkilinjasta 2 ja taulukossa 3 on laskettu linjan kustannukset.

Taulukko 4. Putkilinjan 2 kustannukset.

Osa	m/kpl	Materiaalihinta	Asennushinta	Yhteishinta
Putki	2.1 m	4.9565 €/m	22.1 €/m	56.82 €
Putkikäyrä	10 kpl	1.748 €/kpl	162.5 €/kpl	1 642.48 €
T-kappale	3 kpl	6.4285 €/kpl	234 €/kpl	721.29 €
Kauluslaippa	2 kpl	5.497 €/kpl	78 €/kpl	166.99 €
			yht.	2 587.58 €

5.5 Johtopäätökset

Vaikka putkilinja 3 oli pituudeltaan lähes kymmenkertainen muihin linjoihin verrattuna, se oli silti kustannuksiltaan ehdottomasti edullisin. Putkilinja 2 oli taas kustannuksiltaan ehdottomasti korkein. Yli puolet putkilinjan 2 kustannuksista koostuu pelkästään kymmenen putkikäyrän asennuskustannuksista.

Lukuja tarkastelemalla huomataan, että putkenosilla on huomattavasti suoraa putkea suurempi merkitys kokonaishintaan. Luvuista voikin tehdä johtopäätöksen, että tarkan kustannusarvion laatimisessa putkenosien lukumäärään tulee kiinnittää paljon huomiota.

6 Esimerkki 2

6.1 Esimerkin kuvaus

Tässä projektiesimerkissä esitetään pienehkön prosessiteollisuuden muutostyön putkiston kustannusarvion laatiminen. Projektissa käytetyt putkiluokat ovat edellä mainitut PSK-putkiluokat E16H1A ja E16C1B. Projekti koostuu uusista putkilinjoista, jotka on jaoteltu putkien väliaineen mukaan. Väliaineina toimivat taulukossa 5 esitetyt aineet.

Kustannusarviossa on lähtötietoina laitoksen vanha 3D-malli, alustava laitesijoitussuunnitelma ja uudet putkilinjat esittävä PI-kaavio. Esimerkissä on tarkoituksena laskea tällaisilla tiedoilla kustannusarvio putkenosista.

Taulukko 5. Luettelo putkilinjojen väliaineista

Väliaineen tunnus	Väliaineen kuvaus
HC	Hiilivety
CW	Jäähdytysvesi
HOR	Kuumaöljyn paluu
HOS	Kuumaöljyn syöttö
IA	Instrumentti-ilma
LS	Matalapainehöyry
LC	Matalapainelauhde
N2	Typpi

6.2 Kustannusarvion laatiminen

6.2.1 Putkilinjojen erittely

Kustannusarvion laatiminen aloitettiin arvioimalla kaikki projektissa tarvittavat putkilinjat PI-kaavioiden perusteella. Putkilinjat eriteltiin antamalla niille putkilinjatunnus, joka koostuu linjan väliaineesta ja juoksevasta numerosta. Putkilinjat on yksilöitävä, jotta niiden tarvitsemaa materiaalia on helpompi arvioida. Erittelyn ansiosta erillisten linjojen materiaaleja on myös helpompi tarkastaa ja muuttaa jälkikäteen. Päätettiin myös, että korkeamman käyttölämpötilan omaavat putkilinjat toteutettaisiin putkiluokalla E16C1B ja loput putkilinjat toteutettaisiin putkiluokalla E16H1A.

6.2.2 Linjakohtainen materiaaliluettelo

Seuraavaksi aloitettiin linjakohtaisen materiaaliluettelon (liite 1) laatiminen. Materiaaliluetteloon pyrittiin arvioimaan jokaiselle linjalle sen tarvitsema putkimäärä sekä tarvittavat putkenosat. Putkimäärää arvioitiin alustavien laitesijoitusten perusteella. PI-kaavion perusteella pystyttiin arvioimaan supistus- ja T-kappaleiden tarvetta. Tarvittavien putkikäyrien määrää eli putkilinjan tekemiä käännöksiä arvioitiin laitoksen 3D-mallin avulla.

Tarvittavat liitososat riippuivat putkilinjan käyttötarkoituksesta, sillä esimerkiksi kuumaöljylinjojen liitokset suunniteltiin toteutettavan kauluslaipoilla, kun taas vesilinjojen liitokset suunniteltiin toteutettavan osittain laipoin ja osittain kierteellisillä osilla.

Putkilinjojen tarvitsemia ilmauksia ja tyhjennyksiä pyrittiin myös arvioimaan mahdollisimman tarkasti. Vesi- ja ilmalinjoissa ilmaukset ja tyhjennykset toteutettiin kierretulpilla, kun taas höyry- ja lauhdelinjoissa tyhjennykset toteutettiin umpilaipalla.

6.2.3 Yhdistetty materiaaliluettelo

Kun linjakohtaiset materiaalit oli arvioitu mahdollisimman tarkasti sekä tarkastettu, materiaalit laskettiin yhteen yhdistettyyn materiaaliluetteloon (liite 2). Linjojen materiaalien yhdistämiseen käytettiin Microsoft Access -ohjelmaa.

Yhdistetyssä materiaaliluettelossa putkenosille laskettiin osakohtainen kokonaishinta. Hinnan laskemiseen käytettiin JETS consulting Oy:ltä saatuja materiaali- ja asennushintoja. Kaikista projektissa käytetyistä putkikoista ei kuitenkaan ollut saatavilla tarkkoja hintoja, joten niitä jouduttiin jonkin verran arvioimaan. Tämä johtuu siitä, että urakoitsijat eivät usein halua toimittaa yksikköhinnoitteluaan tilaajalle tai vastaavia kokoja ei ole käytetty aiemmissa projekteissa.

Koko projektin yhteishinnasta saatiin alustava arvio projektin putkenosien kustannuksista. Tarkasti tehdyn kustannusarvion virhemarginaali voi hyvillä lähtötiedoilla olla alle 10 %.

7 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli perehtyä putkistosuunnitteluun ja sen kustannusarvioihin prosessiteollisuudessa. Insinööriyön yhteydessä tehtiin myös esimerkki putkiston kustannusarviosta, joka esitettiin tässä työssä.

Työtä tehdessä tuli vahvasti esille se, miten paljon eroa kustannuksiin erilaiset materiaali- ja osavaihtoehdot aiheuttavat ja miten paljon erilaisia ratkaisuja osien käytön suhteen voidaan tehdä. Työtä tehdessä selvisi myös hyvin, miten prosessiteollisuuden investointiprojekti etenee ja minkälaisia kustannusarvioita eri projektin vaiheissa laaditaan. Työn tekijä oppi myös sitä, miten mahdollisimman tarkka kustannusarvio saadaan laadittua ja millaiset lähtötiedot ovat olennaisia kustannusarvion laatimiseen.

Projektiesimerkkiä laskiessa todettiin, miten työlästä putkenosien luetteloiminen ja yksikköhintojen määrittäminen on. Todettiin myös, että tarkkoihin yksikköhintoihin voi olla vaikea päästä käsiksi. Samalla huomattiin myös, että lähtötietojen laajuudella ja tarkkuudella on suuri merkitys kustannusarvion laatimiseen.

On selvää, että putkiston kustannusarviossa kannattaa kiinnittää huomiota erillisten osien määriin, koska niiden kustannusvaikutus voi olla huomattavasti suurempi kuin pelkällä suoralla putkella. Selvää on myös se, että putkiston kustannusarvio pitääkin tehdä juuri putkilinjakohtaisesti, sillä muuten yksittäisten linjojen materiaalimuutoksien hallitseminen on täysin mahdotonta.

Lähteet

- 1 Prosessiteollisuuden investointiprosessi: investointiprojektin läpivienti. 2004. AEL:n insko-seminaari, luentomateriaali. 4.-5.2.2004 Vantaa.
- 2 Jaatinen, Taisto. 2017. Suunnittelupäällikkö, JETS Consulting Oy, Espoo, Suullinen tiedonanto, 1.5.2017.
- 3 JETS Consulting Oy. Verkkoaineisto. <www.jetsconsulting.fi>. Luettu 12.8.2017.
- 4 Piispa, Petteri. 2011. Putkistosuunnittelu osana laitosinvestointiprojektia. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 5 Salo, Joni. 2016. Material cost comparisons in piping design. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 6 PSK 4232: Putkiluokka E10H1A painelaitekäyttöön. 2017. 3. Painos. Teollisuuden standardi. PSK Standardisointiyhdistys ry.
- 7 PSK 4233: Putkiluokka E16H1A painelaitekäyttöön. 2017. 3. Painos. Teollisuuden standardi. PSK Standardisointiyhdistys ry.
- 8 PSK 4235: Putkiluokka E40H1A painelaitekäyttöön. 2017. 3. Painos. Teollisuuden standardi. PSK Standardisointiyhdistys ry.
- 9 Welded stainless steel tubes & pipes vs. seamless. 2011. Verkkoaineisto. Outokumpu Oyj. <<http://www.outokumpu.com/sitecollectiondocuments/welded-stainless-steel-tubes-and-pipes-vs-seamless-acom.pdf>> Luettu 3.8.2017.
- 10 SFS- EN 13480-3: Metalliset teollisuusputkistot. Osa 3: Suunnitteluja laskenta. Painos 1. 2009. Teollisuuden standardi. Suomen standardoimisliitto SFS ry.
- 11 Eklund, Esa. 2017. Toimitusjohtaja, JETS Consulting Oy, Espoo, Sähköpostikeskustelu, 21.3.2017.
- 12 PSK 4201: Putkiluokat. Määrittely. 2017. 4. Painos. Teollisuuden standardi. PSK Standardisointiyhdistys ry.
- 13 T-DRILL kaulustusmenetelmä. Verkkoaineisto. T-Drill Oy. <<http://t-drill.fi/fi/teknologiat/kaulustus/>> Luettu 7.8.2017.

- 14 Steel flanges. Haihao group. Verkkoaineisto < <http://thepipefitting.com/steel-flanges.html> > Luettu 10.11.2017.
- 15 SFS- EN 10241: Kierteelliset teräksiset putkenosat. Painos 1. 2000. Teollisuuden standardi. Suomen standardoimisliitto SFS ry.

Putkilinjakohtainen materiaaliluettelo

Linjatunnus	Kuvaus	Materiaali	DN1	DN2	m/kpl	Putkiluokka
HC-001	WELDED PIPE 42.4X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	32	32	53.00	E16H1A
HC-001	ELBOW 42.4X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	32	32	16.00	E16H1A
HC-001	BLIND FLANGE DN32 SFS-EN 1092-1 PN10 TYPE 05	P265GH	32	32	1.00	E16H1A
HC-001	WELDING NECK FLANGE DN32 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	32	32	9.00	E16H1A
HC-001	TEE 42.4X1.6-42.4X1.6 SFS-EN 10253-4	1.4307	32	32	1.00	E16H1A
HC-002	WELDED PIPE 33.7X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	25	25	47.00	E16H1A
HC-002	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	20.00	E16H1A
HC-002	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	3.00	E16H1A
HC-002	REDUCER C 33.7X2-21.3X2 SFS-EN 10253-4	1.4307	25	15	1.00	E16H1A
HC-002	BLIND FLANGE DN25 SFS-EN 1092-1 PN10 TYPE 05	1.4307	25	25	1.00	E16H1A
HC-002	WELDING NECK FLANGE DN25 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	25	25	4.00	E16H1A
HC-002	WELDING NIPPLE R 1" THDM SFS-EN 10241		25	25	1.00	E16H1A
HC-002	TEE 33.7X1.6-33.7X1.6 SFS-EN 10253-4	1.4307	25	25	3.00	E16H1A
HC-003	WELDED PIPE 42.4X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	32	32	0.50	E16H1A
HC-003	WELDING NECK FLANGE DN32 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	32	32	1.00	E16H1A
CW-001	WELDED PIPE 17.2X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	10	10	0.10	E16H1A
CW-001	WELDED PIPE 33.7X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	25	25	2.50	E16H1A
CW-001	WELDED PIPE 114.3X2 SFS-EN 10217-7	1.4307	100	100	1.50	E16H1A
CW-001	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	1.00	E16H1A
CW-001	ELBOW 114.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	100	100	3.00	E16H1A
CW-001	REDUCER E 114.3X2-76.1X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A	1.4307	100	65	1.00	E16H1A
CW-001	WELDING NECK FLANGE DN65 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	65	65	1.00	E16H1A
CW-001	WELDING NECK FLANGE DN100 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	100	100	2.00	E16H1A
CW-001	SOCKET, MEDIUM, DN 10, THDF, EN 10241		10	10	1.00	E16H1A
CW-001	SOCKET, MEDIUM, DN 15, THDF, EN 10241		15	15	1.00	E16H1A
CW-001	WELDING NIPPLE R 1" THDM SFS-EN 10241		25	25	1.00	E16H1A
CW-002	WELDED PIPE 33.7X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	25	25	0.50	E16H1A
CW-002	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	3.00	E16H1A
CW-002	WELDING NECK FLANGE DN25 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	25	25	2.00	E16H1A
CW-003	WELDED PIPE 76.1X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	65	65	25.00	E16H1A
CW-003	WELDED PIPE 114.3X2 SFS-EN 10217-7	1.4307	100	100	46.00	E16H1A
CW-003	ELBOW 76.1X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	65	65	5.00	E16H1A
CW-003	ELBOW 76.1X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	65	65	2.00	E16H1A
CW-003	ELBOW 114.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	100	100	10.00	E16H1A
CW-003	ELBOW 114.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	100	100	1.00	E16H1A
CW-003	REDUCER E 114.3X2-76.1X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A	1.4307	100	65	1.00	E16H1A
CW-003	BLIND FLANGE DN65 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 05	P265GH	65	65	1.00	E16H1A
CW-003	WELDING NECK FLANGE DN65 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	65	65	1.00	E16H1A
CW-003	WELDING NECK FLANGE DN100 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	100	100	3.00	E16H1A
CW-003	SOCKET, MEDIUM, DN 25, THDF, EN 10241		25	25	2.00	E16H1A
CW-003	TEE 114.3X2.6-114.3X2.6 SFS-EN 10253-4	1.4307	100	100	3.00	E16H1A
CW-003	PLUG, HEXAGONAL HEAD, DN 25, THDM, EN 10241		25	25	2.00	E16H1A
CW-004	WELDED PIPE 33.7X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	25	25	14.00	E16H1A
CW-004	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	9.00	E16H1A
CW-005	WELDED PIPE 60.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	50	50	5.00	E16H1A
CW-005	ELBOW 60.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	50	50	5.00	E16H1A
CW-005	ELBOW 60.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	50	50	1.00	E16H1A
CW-005	SOCKET UNION 2" WELDED ENDS SFS-EN 10241		50	50	1.00	E16H1A
CW-005	WELDING NIPPLE R 2" THDM SFS-EN 10241		50	50	1.00	E16H1A
CW-006	WELDED PIPE 33.7X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	25	25	0.05	E16H1A
CW-006	WELDED PIPE 114.3X2 SFS-EN 10217-7	1.4307	100	100	2.00	E16H1A
CW-006	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	1.00	E16H1A
CW-006	ELBOW 114.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	100	100	3.00	E16H1A
CW-006	ELBOW 114.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	100	100	1.00	E16H1A
CW-006	REDUCER E 114.3X2-76.1X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A	1.4307	100	65	1.00	E16H1A
CW-006	WELDING NECK FLANGE DN65 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	65	65	1.00	E16H1A
CW-006	WELDING NECK FLANGE DN100 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	100	100	2.00	E16H1A
CW-006	SOCKET, MEDIUM, DN 15, THDF, EN 10241		15	15	2.00	E16H1A
CW-006	PLUG, HEXAGONAL HEAD, DN 25, THDM, EN 10241		25	25	1.00	E16H1A
CW-007	WELDED PIPE 60.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	50	50	8.00	E16H1A
CW-007	ELBOW 60.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	50	50	8.00	E16H1A
CW-007	SOCKET UNION 2" WELDED ENDS SFS-EN 10241		50	50	1.00	E16H1A
CW-007	WELDING NIPPLE R 2" THDM SFS-EN 10241		50	50	1.00	E16H1A
CW-008	WELDED PIPE 21.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	15	15	1.50	E16H1A
CW-008	ELBOW 21.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	15	15	5.00	E16H1A
CW-008	SOCKET UNION 1/2" WELDED ENDS SFS-EN 10241		15	15	1.00	E16H1A
CW-008	WELDING NIPPLE R 1/2" THDM SFS-EN 10241		15	15	1.00	E16H1A
CW-009	WELDED PIPE 26.9X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	20	20	4.00	E16H1A
CW-009	ELBOW 26.9X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	3.00	E16H1A
CW-009	ELBOW 26.9X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	1.00	E16H1A
CW-009	WELDING NIPPLE R 3/4" THDM SFS-EN 10241		20	20	1.00	E16H1A
CW-010	WELDED PIPE 21.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	15	15	1.40	E16H1A
CW-010	ELBOW 21.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	15	15	5.00	E16H1A
CW-010	SOCKET UNION 1/2" WELDED ENDS SFS-EN 10241		15	15	1.00	E16H1A
CW-010	WELDING NIPPLE R 1/2" THDM SFS-EN 10241		15	15	1.00	E16H1A
CW-011	WELDED PIPE 26.9X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	20	20	4.00	E16H1A

CW-011	ELBOW 26.9X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	3.00	E16H1A
CW-011	ELBOW 26.9X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	1.00	E16H1A
CW-011	WELDING NIPPLE R 3/4" THDM SFS-EN 10241		20	20	1.00	E16H1A
CW-012	WELDED PIPE 26.9X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	20	20	4.00	E16H1A
CW-012	ELBOW 26.9X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	3.00	E16H1A
CW-012	WELDING NIPPLE R 3/4" THDM SFS-EN 10241		20	20	1.00	E16H1A
CW-013	WELDED PIPE 26.9X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	20	20	4.00	E16H1A
CW-013	ELBOW 26.9X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	3.00	E16H1A
CW-013	ELBOW 26.9X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	1.00	E16H1A
CW-013	WELDING NIPPLE R 3/4" THDM SFS-EN 10241		20	20	1.00	E16H1A
CW-014	WELDED PIPE 26.9X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	20	20	4.00	E16H1A
CW-014	ELBOW 26.9X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	3.00	E16H1A
CW-014	WELDING NIPPLE R 3/4" THDM SFS-EN 10241		20	20	1.00	E16H1A
CW-015	WELDED PIPE 26.9X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	20	20	4.00	E16H1A
CW-015	ELBOW 26.9X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	3.00	E16H1A
CW-015	ELBOW 26.9X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	1.00	E16H1A
CW-015	WELDING NIPPLE R 3/4" THDM SFS-EN 10241		20	20	1.00	E16H1A
CW-016	WELDED PIPE 33.7X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	25	25	4.00	E16H1A
CW-016	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	4.00	E16H1A
CW-016	WELDING NIPPLE R 1" THDM SFS-EN 10241		25	25	1.00	E16H1A
CW-017	WELDED PIPE 26.9X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	20	20	3.00	E16H1A
CW-017	ELBOW 26.9X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	4.00	E16H1A
CW-017	WELDING NECK FLANGE DN20 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	20	20	1.00	E16H1A
CW-018	WELDED PIPE 26.9X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	20	20	3.00	E16H1A
CW-018	ELBOW 26.9X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	4.00	E16H1A
CW-018	WELDING NECK FLANGE DN20 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	20	20	1.00	E16H1A
CW-019	WELDED PIPE 33.7X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	25	25	0.03	E16H1A
CW-019	WELDED PIPE 60.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	50	50	4.50	E16H1A
CW-019	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	1.00	E16H1A
CW-019	ELBOW 60.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	50	50	3.00	E16H1A
CW-019	ELBOW 60.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	50	50	1.00	E16H1A
CW-019	WELDING NECK FLANGE DN50 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	50	50	1.00	E16H1A
CW-019	PLUG, HEXAGONAL HEAD, DN 25, THDM, EN 10241		25	25	1.00	E16H1A
CW-020	WELDED PIPE 33.7X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	25	25	0.10	E16H1A
CW-020	WELDED PIPE 114.3X2 SFS-EN 10217-7	1.4307	100	100	2.00	E16H1A
CW-020	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	1.00	E16H1A
CW-020	ELBOW 114.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	100	100	3.00	E16H1A
CW-020	ELBOW 114.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	100	100	1.00	E16H1A
CW-020	REDUCER E 114.3X2-76.1X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A	1.4307	100	65	1.00	E16H1A
CW-020	WELDING NECK FLANGE DN65 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	65	65	1.00	E16H1A
CW-020	WELDING NECK FLANGE DN100 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	100	100	4.00	E16H1A
CW-020	SOCKET, MEDIUM, DN 15, THDF, EN 10241		15	15	1.00	E16H1A
CW-020	PLUG, HEXAGONAL HEAD, DN 25, THDM, EN 10241		25	25	1.00	E16H1A
CW-021	WELDED PIPE 114.3X2 SFS-EN 10217-7	1.4307	100	100	1.00	E16H1A
CW-021	ELBOW 114.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	100	100	3.00	E16H1A
CW-021	REDUCER E 114.3X2-76.1X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A	1.4307	100	65	1.00	E16H1A
CW-021	WELDING NECK FLANGE DN65 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	65	65	1.00	E16H1A
CW-021	WELDING NECK FLANGE DN100 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	100	100	3.00	E16H1A
CW-022	WELDED PIPE 88.9X2 SFS-EN 10217-7	1.4307	80	80	2.00	E16H1A
CW-022	ELBOW 88.9X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	80	80	4.00	E16H1A
CW-022	REDUCER C 88.9X2-60.3X2 SFS-EN 10253-4	1.4307	80	50	1.00	E16H1A
CW-022	REDUCER E 88.9X2-76.1X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A	1.4307	80	65	1.00	E16H1A
CW-022	WELDING NECK FLANGE DN50 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	50	50	1.00	E16H1A
CW-022	WELDING NECK FLANGE DN65 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	65	65	1.00	E16H1A
CW-022	WELDING NECK FLANGE DN80 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	80	80	2.00	E16H1A
CW-022	SOCKET, MEDIUM, DN 15, THDF, EN 10241		15	15	1.00	E16H1A
CW-023	WELDED PIPE 33.7X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	25	25	0.10	E16H1A
CW-023	WELDED PIPE 76.1X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	65	65	25.00	E16H1A
CW-023	WELDED PIPE 114.3X2 SFS-EN 10217-7	1.4307	100	100	46.00	E16H1A
CW-023	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	1.00	E16H1A
CW-023	ELBOW 76.1X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	65	65	5.00	E16H1A
CW-023	ELBOW 76.1X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	65	65	1.00	E16H1A
CW-023	ELBOW 114.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	100	100	10.00	E16H1A
CW-023	ELBOW 114.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	100	100	4.00	E16H1A
CW-023	REDUCER E 114.3X2-76.1X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A	1.4307	100	65	2.00	E16H1A
CW-023	FLANGE DN65 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 06	P285GH	65	65	1.00	E16H1A
CW-023	WELDING NECK FLANGE DN65 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	65	65	2.00	E16H1A
CW-023	SOCKET, MEDIUM, DN 15, THDF, EN 10241		15	15	2.00	E16H1A
CW-023	SOCKET, MEDIUM, DN 25, THDF, EN 10241		25	25	2.00	E16H1A
CW-023	TEE 114.3X2.6-114.3X2.6 SFS-EN 10253-4	1.4307	100	100	1.00	E16H1A
CW-023	PLUG, HEXAGONAL HEAD, DN 25, THDM, EN 10241		25	25	3.00	E16H1A
CW-024	WELDED PIPE 33.7X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	25	25	14.00	E16H1A
CW-024	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	7.00	E16H1A
CW-025	WELDED PIPE 17.2X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	10	10	0.10	E16H1A
CW-025	WELDED PIPE 21.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	15	15	0.10	E16H1A
CW-025	WELDED PIPE 33.7X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	25	25	0.50	E16H1A
CW-025	WELDED PIPE 60.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	50	50	5.00	E16H1A

CW-025	ELBOW 17.2X1.6 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	10	10	1.00	E16H1A
CW-025	ELBOW 21.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	15	15	1.00	E16H1A
CW-025	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	1.00	E16H1A
CW-025	ELBOW 60.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	50	50	5.00	E16H1A
CW-025	ELBOW 60.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	50	50	1.00	E16H1A
CW-025	SOCKET, MEDIUM, DN 10, THDF, EN 10241		10	10	1.00	E16H1A
CW-025	WELDING NIPPLE R 1" THDM SFS-EN 10241		25	25	1.00	E16H1A
CW-025	WELDING NIPPLE R 2" THDM SFS-EN 10241		50	50	1.00	E16H1A
CW-026	WELDED PIPE 114.3X2 SFS-EN 10217-7	1.4307	100	100	1.50	E16H1A
CW-026	ELBOW 114.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	100	100	1.00	E16H1A
CW-026	ELBOW 114.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	100	100	2.00	E16H1A
CW-026	REDUCER E 114.3X2-76.1X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A	1.4307	100	65	1.00	E16H1A
CW-026	WELDING NECK FLANGE DN65 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	65	65	1.00	E16H1A
CW-026	WELDING NECK FLANGE DN100 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	100	100	2.00	E16H1A
CW-026	SOCKET, MEDIUM, DN 15, THDF, EN 10241		15	15	2.00	E16H1A
CW-027	WELDED PIPE 60.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	50	50	8.00	E16H1A
CW-027	ELBOW 60.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	50	50	8.00	E16H1A
CW-027	SOCKET UNION 2" WELDED ENDS SFS-EN 10241		50	50	1.00	E16H1A
CW-027	WELDING NIPPLE R 2" THDM SFS-EN 10241		50	50	1.00	E16H1A
CW-028	WELDED PIPE 21.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	15	15	1.30	E16H1A
CW-028	ELBOW 21.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	15	15	5.00	E16H1A
CW-028	SOCKET UNION 1/2" WELDED ENDS SFS-EN 10241		15	15	1.00	E16H1A
CW-028	WELDING NIPPLE R 1/2" THDM SFS-EN 10241		15	15	1.00	E16H1A
CW-029	WELDED PIPE 26.8X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	20	20	4.00	E16H1A
CW-029	ELBOW 26.8X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	3.00	E16H1A
CW-029	ELBOW 26.8X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	2.00	E16H1A
CW-029	WELDING NIPPLE R 3/4" THDM SFS-EN 10241		20	20	1.00	E16H1A
CW-030	WELDED PIPE 26.8X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	20	20	4.00	E16H1A
CW-030	ELBOW 26.8X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	3.00	E16H1A
CW-030	ELBOW 26.8X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	1.00	E16H1A
CW-030	WELDING NIPPLE R 3/4" THDM SFS-EN 10241		20	20	1.00	E16H1A
CW-031	WELDED PIPE 26.8X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	20	20	4.00	E16H1A
CW-031	ELBOW 26.8X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	3.00	E16H1A
CW-031	ELBOW 26.8X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	1.00	E16H1A
CW-031	WELDING NIPPLE R 3/4" THDM SFS-EN 10241		20	20	1.00	E16H1A
CW-032	WELDED PIPE 33.7X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	25	25	4.00	E16H1A
CW-032	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	4.00	E16H1A
CW-032	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	1.00	E16H1A
CW-032	WELDING NIPPLE R 1" THDM SFS-EN 10241		25	25	1.00	E16H1A
CW-033	WELDED PIPE 26.8X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	20	20	3.00	E16H1A
CW-033	ELBOW 26.8X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	3.00	E16H1A
CW-033	WELDING NECK FLANGE DN20 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	20	20	1.00	E16H1A
CW-034	WELDED PIPE 26.8X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	20	20	3.00	E16H1A
CW-034	ELBOW 26.8X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	20	20	3.00	E16H1A
CW-034	WELDING NECK FLANGE DN20 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	20	20	1.00	E16H1A
CW-035	WELDED PIPE 60.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	50	50	4.00	E16H1A
CW-035	ELBOW 60.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	50	50	3.00	E16H1A
CW-035	ELBOW 60.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	50	50	1.00	E16H1A
CW-035	WELDING NECK FLANGE DN50 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	50	50	1.00	E16H1A
CW-036	WELDED PIPE 21.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	15	15	13.00	E16H1A
CW-036	ELBOW 21.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	15	15	8.00	E16H1A
CW-036	TEE 21.3X1.6-21.3X1.6 SFS-EN 10253-4	1.4307	15	15	2.00	E16H1A
HOR-001	SEAMLESS PIPE 21.3 X 2.0 - SFS-EN 10216-2	P235GH	15	15	0.10	E16C1B
HOR-001	SEAMLESS PIPE 42.4 X 2.6 - SFS-EN 10216-2	P235GH	32	32	8.00	E16C1B
HOR-001	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 42.4 X 2.6	P235GH	32	32	4.00	E16C1B
HOR-001	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 42.4 X 2.6	P235GH	32	32	3.00	E16C1B
HOR-001	WELDING NECK FLANGE DN32 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	32	32	2.00	E16C1B
HOR-002	SEAMLESS PIPE 21.3 X 2.0 - SFS-EN 10216-2	P235GH	15	15	0.20	E16C1B
HOR-002	SEAMLESS PIPE 42.4 X 2.6 - SFS-EN 10216-2	P235GH	32	32	9.00	E16C1B
HOR-002	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 42.4 X 2.6	P235GH	32	32	4.00	E16C1B
HOR-002	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 42.4 X 2.6	P235GH	32	32	3.00	E16C1B
HOR-002	WELDING NECK FLANGE DN32 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	32	32	2.00	E16C1B
HOR-003	SEAMLESS PIPE 21.3 X 2.0 - SFS-EN 10216-2	P235GH	15	15	0.20	E16C1B
HOR-003	SEAMLESS PIPE 42.4 X 2.6 - SFS-EN 10216-2	P235GH	32	32	12.00	E16C1B
HOR-003	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 42.4 X 2.6	P235GH	32	32	5.00	E16C1B
HOR-003	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 42.4 X 2.6	P235GH	32	32	2.00	E16C1B
HOR-003	WELDING NECK FLANGE DN32 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	32	32	2.00	E16C1B
HOR-004	SEAMLESS PIPE 21.3 X 2.0 - SFS-EN 10216-2	P235GH	15	15	0.20	E16C1B
HOR-004	SEAMLESS PIPE 48.3 X 2.6 - SFS-EN 10216-2	P235GH	40	40	9.00	E16C1B
HOR-004	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 48.3 X 2.6	P235GH	40	40	7.00	E16C1B
HOR-004	REDUCER C 60.3X2.9 / 48.3X2.6 SFS-EN 10253-2	P235GH	50	40	2.00	E16C1B
HOR-004	WELDING NECK FLANGE DN40 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	40	40	2.00	E16C1B
HOR-004	WELDING NECK FLANGE DN50 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	50	50	2.00	E16C1B
HOR-005	SEAMLESS PIPE 21.3 X 2.0 - SFS-EN 10216-2	P235GH	15	15	6.00	E16C1B
HOR-005	SEAMLESS PIPE 48.3 X 2.6 - SFS-EN 10216-2	P235GH	40	40	12.00	E16C1B
HOR-005	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 21.3 X 2.0	P235GH	15	15	3.00	E16C1B
HOR-005	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 48.3 X 2.6	P235GH	40	40	4.00	E16C1B

HOR-005	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 48.3 X 2.6	P235GH	40	40	2.00	E16C1B
HOR-005	BLIND FLANGE SFS-EN 1092-1/05 - DN15 - PN16	P265GH	15	15	1.00	E16C1B
HOR-005	WELDING NECK FLANGE DN15 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	15	15	1.00	E16C1B
HOR-005	WELDING NECK FLANGE DN40 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	40	40	2.00	E16C1B
HOR-005	TEE EN 10253-2 - A - 21.3/21.3 X 2.0	P235GH	15	15	11.00	E16C1B
HOR-006	SEAMLESS PIPE 21.3 X 2.0 - SFS-EN 10216-2	P235GH	15	15	0.20	E16C1B
HOR-006	SEAMLESS PIPE 48.3 X 2.6 - SFS-EN 10216-2	P235GH	40	40	14.00	E16C1B
HOR-006	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 48.3 X 2.6	P235GH	40	40	3.00	E16C1B
HOR-006	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 48.3 X 2.6	P235GH	40	40	3.00	E16C1B
HOR-006	WELDING NECK FLANGE DN40 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	40	40	2.00	E16C1B
HOS-001	SEAMLESS PIPE 21.3 X 2.0 - SFS-EN 10216-2	P235GH	15	15	0.20	E16C1B
HOS-001	SEAMLESS PIPE 42.4 X 2.6 - SFS-EN 10216-2	P235GH	32	32	7.00	E16C1B
HOS-001	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 42.4 X 2.6	P235GH	32	32	4.00	E16C1B
HOS-001	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 42.4 X 2.6	P235GH	32	32	1.00	E16C1B
HOS-001	WELDING NECK FLANGE DN32 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	32	32	2.00	E16C1B
HOS-002	SEAMLESS PIPE 21.3 X 2.0 - SFS-EN 10216-2	P235GH	15	15	0.20	E16C1B
HOS-002	SEAMLESS PIPE 42.4 X 2.6 - SFS-EN 10216-2	P235GH	32	32	8.00	E16C1B
HOS-002	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 42.4 X 2.6	P235GH	32	32	4.00	E16C1B
HOS-002	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 42.4 X 2.6	P235GH	32	32	3.00	E16C1B
HOS-002	WELDING NECK FLANGE DN32 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	32	32	2.00	E16C1B
HOS-003	SEAMLESS PIPE 21.3 X 2.0 - SFS-EN 10216-2	P235GH	15	15	0.20	E16C1B
HOS-003	SEAMLESS PIPE 42.4 X 2.6 - SFS-EN 10216-2	P235GH	32	32	11.00	E16C1B
HOS-003	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 42.4 X 2.6	P235GH	32	32	4.00	E16C1B
HOS-003	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 42.4 X 2.6	P235GH	32	32	1.00	E16C1B
HOS-003	WELDING NECK FLANGE DN32 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	32	32	2.00	E16C1B
HOS-004	SEAMLESS PIPE 21.3 X 2.0 - SFS-EN 10216-2	P235GH	15	15	0.20	E16C1B
HOS-004	SEAMLESS PIPE 48.3 X 2.6 - SFS-EN 10216-2	P235GH	40	40	12.00	E16C1B
HOS-004	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 48.3 X 2.6	P235GH	40	40	10.00	E16C1B
HOS-004	REDUCER C 60.3X2.9 / 48.3X2.6 SFS-EN 10253-2	P235GH	50	40	2.00	E16C1B
HOS-004	WELDING NECK FLANGE DN40 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	40	40	2.00	E16C1B
HOS-004	WELDING NECK FLANGE DN50 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	50	50	2.00	E16C1B
HOS-005	SEAMLESS PIPE 21.3 X 2.0 - SFS-EN 10216-2	P235GH	15	15	0.15	E16C1B
HOS-005	SEAMLESS PIPE 48.3 X 2.6 - SFS-EN 10216-2	P235GH	40	40	11.00	E16C1B
HOS-005	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 48.3 X 2.6	P235GH	40	40	4.00	E16C1B
HOS-005	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 48.3 X 2.6	P235GH	40	40	1.00	E16C1B
HOS-005	WELDING NECK FLANGE DN40 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	40	40	2.00	E16C1B
HOS-006	SEAMLESS PIPE 21.3 X 2.0 - SFS-EN 10216-2	P235GH	15	15	0.20	E16C1B
HOS-006	SEAMLESS PIPE 48.3 X 2.6 - SFS-EN 10216-2	P235GH	40	40	13.00	E16C1B
HOS-006	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 48.3 X 2.6	P235GH	40	40	4.00	E16C1B
HOS-006	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 48.3 X 2.6	P235GH	40	40	3.00	E16C1B
HOS-006	WELDING NECK FLANGE DN40 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	40	40	2.00	E16C1B
IA-001	WELDED PIPE 33.7X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	25	25	13.00	E16H1A
IA-001	WELDED PIPE 60.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	50	50	9.00	E16H1A
IA-001	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	7.00	E16H1A
IA-001	ELBOW 60.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	50	50	6.00	E16H1A
IA-001	REDUCER C 60.3X2-33.7X2 SFS-EN 10253-4	1.4307	50	25	1.00	E16H1A
IA-001	BLIND FLANGE DN25 SFS-EN 1092-1 PN10 TYPE 05	P265GH	25	25	2.00	E16H1A
IA-001	WELDING NECK FLANGE DN25 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	25	25	2.00	E16H1A
IA-001	SOCKET, MEDIUM, DN 15, THDF, EN 10241		15	15	14.00	E16H1A
IA-001	SOCKET, MEDIUM, DN 20, THDF, EN 10241		20	20	11.00	E16H1A
IA-001	SOCKET UNION 1" WELDED ENDS SFS-EN 10241		25	25	1.00	E16H1A
IA-001	WELDING NIPPLE R 1" THDM SFS-EN 10241		25	25	2.00	E16H1A
IA-001	TEE 60.3X1.6-60.3X1.6 SFS-EN 10253-4	1.4307	50	50	1.00	E16H1A
IA-001	PLUG, HEXAGONAL HEAD, DN 25, THDM, EN 10241		25	25	1.00	E16H1A
IA-002	WELDED PIPE 21.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	15	15	11.00	E16H1A
IA-002	ELBOW 21.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	15	15	5.00	E16H1A
IA-002	BLIND FLANGE DN15 SFS-EN 1092-1 PN10 TYPE 05	P265GH	15	15	1.00	E16H1A
IA-002	WELDING NECK FLANGE DN15 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	15	15	1.00	E16H1A
IA-002	SOCKET, MEDIUM, DN 15, THDF, EN 10241		15	15	4.00	E16H1A
IA-002	TEE 21.3X1.6-21.3X1.6 SFS-EN 10253-4	1.4307	15	15	4.00	E16H1A
LC-001	SEAMLESS PIPE 21.3 X 2.0 - SFS-EN 10216-2	P235GH	15	15	14.00	E16C1B
LC-001	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 21.3 X 2.0	P235GH	15	15	4.00	E16C1B
LC-001	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 21.3 X 2.0	P235GH	15	15	2.00	E16C1B
LC-001	BLIND FLANGE SFS-EN 1092-1/05 - DN15 - PN16	P265GH	15	15	1.00	E16C1B
LC-001	WELDING NECK FLANGE DN15 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	15	15	5.00	E16C1B
LC-001	TEE EN 10253-2 - A - 21.3/21.3 X 2.0	P235GH	15	15	1.00	E16C1B
LS-001	SEAMLESS PIPE 21.3 X 2.0 - SFS-EN 10216-2	P235GH	15	15	0.20	E16C1B
LS-001	SEAMLESS PIPE 48.3 X 2.6 - SFS-EN 10216-2	P235GH	40	40	85.00	E16C1B
LS-001	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 48.3 X 2.6	P235GH	40	40	25.00	E16C1B
LS-001	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 48.3 X 2.6	P235GH	40	40	1.00	E16C1B
LS-001	REDUCER E 48.3X2.6 / 33.7X2.6 SFS-EN 10253-2	P235GH	40	25	1.00	E16C1B
LS-001	BLIND FLANGE SFS-EN 1092-1/05 - DN15 - PN16	P265GH	15	15	2.00	E16C1B
LS-001	BLIND FLANGE SFS-EN 1092-1/05 - DN40 - PN16	P265GH	40	40	1.00	E16C1B
LS-001	WELDING NECK FLANGE DN15 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	15	15	2.00	E16C1B
LS-001	WELDING NECK FLANGE DN25 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	25	25	1.00	E16C1B
LS-001	WELDING NECK FLANGE DN40 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	P245GH	40	40	3.00	E16C1B
LS-001	TEE EN 10253-2 - A - 48.3/48.3 X 3.2	P235GH	40	40	1.00	E16C1B

N2-001	WELDED PIPE 21.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	15	15	22.50	E16H1A
N2-001	ELBOW 21.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	15	15	16.00	E16H1A
N2-001	REDUCER C 26.9X2-21.3X2 SFS-EN 10253-4	1.4307	20	15	1.00	E16H1A
N2-001	WELDING NECK FLANGE DN15 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	15	15	5.00	E16H1A
N2-001	WELDING NECK FLANGE DN20 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	20	20	2.00	E16H1A
N2-002	WELDED PIPE 21.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	15	15	1.00	E16H1A
N2-002	ELBOW 21.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	15	15	3.00	E16H1A
N2-002	WELDING NECK FLANGE DN15 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	15	15	1.00	E16H1A
N2-003	WELDED PIPE 21.3X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	15	15	2.00	E16H1A
N2-003	ELBOW 21.3X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	15	15	3.00	E16H1A
N2-003	WELDING NECK FLANGE DN15 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	15	15	1.00	E16H1A
N2-004	WELDED PIPE 33.7X1.6 SFS-EN 10217-7	1.4307	25	25	33.00	E16H1A
N2-004	ELBOW 33.7X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	1.4307	25	25	17.00	E16H1A
N2-004	WELDING NECK FLANGE DN25 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	1.4307	25	25	2.00	E16H1A
N2-004	SOCKET, MEDIUM, DN 15, THDF, EN 10241		25	15	1.00	E16H1A

Yhdistetty materiaaliuettelo

Purkkilokka	Kuvaus	DN1	DN2	Materiaali	Summa m/kgp	Materiaalhint	Kokonaishinta Materiaali	Asemushinta	Kokonaishinta asennus	Kokonaishinta
E16C1B	BLIND FLANGE SFS-EN 1092-1/05 - DN15 - PN16	15 15		P255GH	4.00	9.98	39.92	10.72	42.88	82.80
E16C1B	BLIND FLANGE SFS-EN 1092-1/05 - DN40 - PN16	40 40		P255GH	1.00	10.63	10.63	11.31	11.31	21.94
E16C1B	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 21.3 X 2.0	15 15		P235GH	9.00	0.83	7.45	84.50	760.50	767.95
E16C1B	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 42.4 X 2.6	32 32		P235GH	38.00	1.75	66.42	130.00	4940.00	5006.42
E16C1B	ELBOW SFS-EN 10253-2 - A - TYPE 3 - 90 - 48.3 X 2.6	40 40		P235GH	67.00	1.75	117.12	150.00	10050.00	10167.12
E16C1B	REDUCER C 60.3X2.6 / 48.3X2.6 SFS-EN 10253-2	50 40		P235GH	1.00	5.52	22.08	104.00	416.00	438.08
E16C1B	REDUCER E 48.3X2.6 / 33.7X2.6 SFS-EN 10253-2	40 25		P235GH	1.00	4.37	4.37	85.00	85.00	89.37
E16C1B	SEAMLESS PIPE 21.3 X 2.0 - SFS-EN 10216-2	15 15		P235GH	22.25	2.42	53.48	15.60	347.10	400.58
E16C1B	SEAMLESS PIPE 42.4 X 2.6 - SFS-EN 10216-2	32 32		P235GH	55.00	2.42	133.10	17.00	935.00	1068.10
E16C1B	SEAMLESS PIPE 48.3 X 2.6 - SFS-EN 10216-2	40 40		P235GH	156.00	4.83	753.48	20.30	3166.80	3920.28
E16C1B	TEE EN 10253-2 - A - 21.3/21.3 X 2.0	15 15		P235GH	12.00	3.21	38.52	143.00	1716.00	1754.52
E16C1B	TEE EN 10253-2 - A - 48.3/48.3 X 3.2	40 40		P235GH	1.00	6.15	6.15	229.00	229.00	235.15
E16C1B	WELDING NECK FLANGE DN15 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	15 15		P245GH	8.00	3.02	24.16	30.00	240.00	264.16
E16C1B	WELDING NECK FLANGE DN25 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	25 25		P245GH	1.00	3.69	3.69	39.00	39.00	42.69
E16C1B	WELDING NECK FLANGE DN32 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	32 32		P245GH	12.00	4.35	52.20	51.00	612.00	664.20
E16C1B	WELDING NECK FLANGE DN40 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	40 40		P245GH	15.00	4.95	74.25	65.00	975.00	1049.25
E16C1B	WELDING NECK FLANGE DN50 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 11	50 50		P245GH	4.00	5.50	21.99	78.00	312.00	333.99
E16H1A	BLIND FLANGE DN15 SFS-EN 1092-1 PN10 TYPE 05	15 15		P255GH	1.00	10.43	10.43	11.00	11.00	21.43
E16H1A	BLIND FLANGE DN25 SFS-EN 1092-1 PN10 TYPE 05	25 25		P255GH	3.00	10.58	31.74	11.70	35.10	66.84
E16H1A	BLIND FLANGE DN32 SFS-EN 1092-1 PN10 TYPE 05	32 32		P255GH	1.00	10.64	10.64	13.00	13.00	23.64
E16H1A	BLIND FLANGE DN65 SFS-EN 1092-1 PN16 TYPE 05	65 65		P255GH	1.00	10.87	10.87	40.00	40.00	50.87
E16H1A	ELBOW 114.3X2.6 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	100 100		1.4307	42.00	24.04	1009.47	52.00	2184.00	3193.47
E16H1A	ELBOW 17.2X1.6 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	10 10		1.4307	1.00	1.10	1.10	65.00	65.00	66.10
E16H1A	ELBOW 21.3X2.6 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	15 15		1.4307	53.00	1.23	65.22	65.00	3445.00	3510.22
E16H1A	ELBOW 26.9X2.6 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	20 20		1.4307	49.00	1.29	63.16	70.00	3430.00	3493.16
E16H1A	ELBOW 33.7X2.6 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	25 25		1.4307	81.00	1.31	106.19	79.30	6423.30	6529.49
E16H1A	ELBOW 42.4X2.6 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	32 32		1.4307	16.00	1.71	27.42	92.30	1476.80	1504.22
E16H1A	ELBOW 60.3X2.6 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	50 50		1.4307	42.00	2.85	119.78	109.20	4586.40	4706.18
E16H1A	ELBOW 76.1X2.6 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	65 65		1.4307	13.00	5.92	76.93	126.10	1639.30	1716.23
E16H1A	ELBOW 88.9X2.6 SFS-EN 10253-4 TYPE A 90	80 80		1.4307	4.00	6.46	25.85	1914.20	7656.80	7682.65
E16H1A	PLUG, HEXAGONAL HEAD, DN 25, THDM, EN 10241	25 25			9.00	5.78	52.02	8.00	72.00	124.02
E16H1A	REDUCER C 26.9X2.1 3X2 SFS-EN 10253-4	20 15		1.4307	1.00	5.13	5.13	90.00	90.00	95.13
E16H1A	REDUCER C 33.7X2.1 3X2 SFS-EN 10253-4	25 15		1.4307	1.00	5.52	5.52	97.50	97.50	103.02
E16H1A	REDUCER C 60.3X2.3 7X2 SFS-EN 10253-4	50 25		1.4307	1.00	5.43	5.43	127.00	127.00	132.43
E16H1A	REDUCER C 88.9X2.6 3X2 SFS-EN 10253-4	80 50		1.4307	1.00	4.50	4.50	136.50	136.50	141.00
E16H1A	REDUCER E 114.3X2.76 1X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A	100 65		1.4307	8.00	10.26	82.06	171.60	1372.80	1454.86
E16H1A	REDUCER E 88.9X2.76 1X2 SFS-EN 10253-4 TYPE A	80 65		1.4307	1.00	5.26	5.26	136.50	136.50	141.76
E16H1A	SOCKET UNION 1" WEIDED ENDS SFS-EN 10241	25 25			1.00	28.18	28.18	15.60	15.60	43.78
E16H1A	SOCKET UNION 1 1/2" WEIDED ENDS SFS-EN 10241	15 15			3.00	22.75	68.25	12.30	36.90	105.15
E16H1A	SOCKET UNION 2" WEIDED ENDS SFS-EN 10241	50 50			3.00	47.58	142.74	53.00	159.00	301.74
E16H1A	SOCKET, MEDIUM, DN 10, THDF, EN 10241	10 10			2.00	5.48	10.95	11.78	23.56	34.51
E16H1A	SOCKET, MEDIUM, DN 15, THDF, EN 10241	15 15			27.00	5.98	161.46	13.69	369.63	531.09
E16H1A	SOCKET, MEDIUM, DN 15, THDF, EN 10241	15 15			1.00	5.98	5.98	13.69	13.69	19.67

