

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Ammatillinen opettajakorkeakoulu

Kivinen Juha-Matti

Kehittämishanke

## **Suunnitteluprojekti**

Opintojakson toteutus osin työpaikkaopintoina

Työn ohjaaja Pekka Kalli  
Pori 4/2012

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Ammatillinen opettajakorkeakoulu  
Opettajankoulutuksen kehittämishanke

Kivinen, Juha-Matti  
Suunnitteluprojekti – Opintojakson toteutus osin työpaikkaopintoina. 23 sivua  
Huhtikuu 2012  
Työn ohjaaja Pekka Kalli

---

## TIIVISTELMÄ

Tässä kehittämishankkeessa tutkittiin opiskelijoiden oppimista opintojaksolla, joka toteutettiin osin työpaikkaopintoina. Opintojakso oli osana koneensuunnittelun ammattiainekokonaisuutta ja oli työpainotteinen. Opintojakso toteutettiin uuden opetussuunnitelman mukaisesti ja tarkoituksena oli erilaistaa sitä aikaisempiin toteutuksiin verrattuna.

Satakunnassa on voimakas koneensuunnitteluinsinöörien tarve. Eräs tarkoitus oli myös saada opiskelijoita kiinnostumaan alasta, jolla on huomattava työvoimapula.

Työpaikkaopinnoissa tutkittiin 4. vuosikurssin opiskelijoiden suoriutumista nuoren insinöörin tyypillisestä työtehtävästä ja havainnoida, kuinka hyvin he pystyvät työskentelemään ryhmässä sekä omaksumaan aikaisemmin oppimaansa.

---

Asiasanat: asiantuntijuus, motivaatio, työssä oppiminen

## Sisällysluettelo

1 Johdanto .....	4
2 Suunnitteluprojekti.....	5
2.1 Suunnitteluala.....	5
2.2 Satakunnan ammattikorkeakoulu .....	5
2.2.1 Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma.....	6
2.2.2 Koneensuunnittelun ammattainemoduuli.....	6
2.2.3 ME080504 Suunnitteluprojekti 4 op .....	6
2.3 Koneensuunnittelu ja konstruktio toimi .....	7
2.4 Projektitoiminta .....	8
2.5 Työpaikkaopinnot.....	9
3 Opintojakson suunnittelu .....	11
3.1 Opiskelijoiden kartoitus .....	11
3.2 Opiskelijoiden taustat.....	11
3.3 Yhteistyökumppanin valinta .....	11
3.4 ENG'nD Oy .....	11
3.4 Laivasuunnittelu .....	12
3.4.1 Runkosuunnittelu .....	13
3.4.2 Koneistosuunnittelu .....	13
3.4.2 Koneistojen apulaitteet .....	14
4 Opintojakson toteutus .....	15
4.1 Aloituskokous .....	15
4.1.1 Projektiryhmien muodostaminen.....	15
4.1.2 Tehtävän anto .....	15
4.1.3 Muu aloitukseen liittyvä toiminta .....	16
4.2 Lähtötietokatselmus .....	16
4.3 Riskianalyysi .....	17
4.4 1. Projektikokous .....	17
4.5 Suunnittelutyön 1. vaihe.....	17
4.5.1 Runkorakenne .....	18
4.5.2 Putkisto ja pumput .....	18
4.5.3 Hoitotasot .....	18
4.6 3D-mallin katselmus oppilaitoksella.....	19
4.7 3D-mallin työn teettäjällä.....	20
4.8 Työpiirustusten laadinta .....	20
4.10 Piirustuskatselmus oppilaitoksella .....	20
4.9 Piirustuskatselmus työn teettäjällä .....	21
5 Yhteenveto .....	22
Lähteet.....	23

# 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan Satakunnan ammattikorkeakoulun ( SAMK ) Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman tarjoaman kurssi ME080504 Suunnitteluprojekti toteutusta osin työpaikkatoteutuksena.

Yleisesti ottaen suunnittelualalla on Suomessa suuri työvoimapula. Suuret ikäluokat ovat jäämässä eläkkeelle ja nuoria ala ei kiinnosta. Suurissa kaupungeissa ongelma ei ole yhtä paha kuin maakuntien pienemmissä kaupungeissa.

Satakunnassa on hyvin voimakas konepaja- telakka- ja offshoreteollisuus. Nämä toimialat tulevat tarvitsemaan päteviä suunnitteluinsinöörejä. Tämä oli motivaatiotekijänä saada nuoria kiinnostumaan suunnittelualasta sekä kehittämään alan opetusta.

Tässä kehittämishankkeessa tarkastellaan kurssin toteuttamista SAMK:n tekniikan ja merenkulun Rauman yksikössä. Kohderyhmänä olivat 4. vuosikurssin opiskelijat, joilla ei ollut entuudestaan suunnittelukokemusta.

## 2 Suunnitteluprojekti

### 2.1 Suunnitteluala

Suunnittelu- ja konsulttitoiminta on erittäin merkittävä työllistäjä Suomessa. Suomen konsulttitoimistojen liiton (SKOL) jäsenyritysten henkilöstö on n. 14000 vuoden 2012 alussa ([www.skol.fi](http://www.skol.fi)). Lisäksi teknologiateollisuuden jäsenyrityksissä on suuri määrä insinöörejä suunnittelutehtävissä.

Yleisesti ottaen tekniikan alan suosio on ollut jatkuvasti laskussa nuorten keskuudessa. Tämä heijastuu myös tekniikan korkeakoulutasoiseen opetukseen. Pidemmällä tähtäimellä tällä on myös vaikutuksia sekä teknologiateollisuuden ja konsulttialan työvoimatarpeisiin.

Lukuisat tutkimukset tukevat tätä väittämää. Kirjoittaja oli mukana v. 2010 – 2012 toteutetussa osaaminen meriteollisuudessa hankkeessa. Tutkimuksesta kävi ilmi mm. suunnitteluteknologian tärkeys sekä meriteknologia osaamisen katoaminen (Osaaminen meriteollisuudessa 2012).

Suurten ikäluokkien jäädessä eläkkeelle tarvitaan uutta työvoimaa. Tässä kehityshankkeessa tarkastellaan suunnitteluprojekti – kurssin uutta toteutusta yhteistyössä teollisuuden kanssa. Motivaatiotekijänä on saada nuoret kiinnostumaan suunnittelutyöstä.

### 2.2 Satakunnan ammattikorkeakoulu

Satakunnan ammattikorkeakoulu (SAMK) on 6500 opiskelijan ja 500 asiantuntijan korkeakoulu ([www.samk.fi](http://www.samk.fi)). Satakunnan ammattikorkeakoulun toimialat ovat:

- Liiketoiminta ja kulttuuri
- Sosiaali- ja terveysala
- Tekniikka ja merenkulku

### **2.2.1 Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma**

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma on Satakunnan ammattikorkeakoulun suurin koulutusohjelma Tekniikan ja merenkulun toimialalla. Erityispiirteenä on se, että koulutusohjelma toimii kahdella kampuksella, Porissa ja Raumalla. Koulutusohjelmalla on koneensuunnittelun, tuotantotekniikan, koneautomaation, automaation ohjausjärjestelmien, tuotekehityksen perusteiden, voimalaitoskäytön, lämmöntuotannon sekä laivasuunnittelun ammattiainekokonaisuudet.

### **2.2.2 Koneensuunnittelun ammattiainemoduuli**

Satakunnan ammattikorkeakoululla opetetaan koneensuunnittelun ammattiaineita sekä Porin että Rauman yksikössä. Suuntaavat ammattiainemoduulit on ryhmitelty siten, että ne muodostavat 15 opintopisteen ( op ) kokonaisuuksia. Koneensuunnittelun ammattiainemoduuli sisältää seuraavat ammattiainekurssit:

- ME080501 Konstruktiosuunnittelu ( 3 op )
- ME080502 Tuotekehitysprosessi ( 4 op )
- ME080503 Tietokoneavusteinen suunnittelu ( 4 op )
- ME080504 Suunnitteluprojekti ( 4 op )

Lisäksi kaikki koulutusohjelman opiskelijat ovat suorittaneet koulutusohjelman yhteisissä ammattiaineissa kurssit ME080103 Teknillinen piirustus 3 op sekä ME080201 3D-mallintaminen.

### **2.2.3 ME080504 Suunnitteluprojekti 4 op**

Opetussuunnitelma määrittää oppimistulokset seuraavasti:

Opiskelija perehtyy ryhmässään teollisuudesta hankittavan suunnitteluprojektin toteutukseen ja osallistuu tehtävän suoritukseen.

Lisäksi opetussuunnitelman mukaan asiakokonaisuuksiksi on määritelty:

Projektin hankinta, projektin suunnittelu, toteutus, dokumentointi ja työn luovutus tilaajalle.

Kurssin esitietovaatimuksina ovat koneensuunnittelun ammattiainemoduulin kurssit ME080502 Tuotekehitysprosessi sekä ME080503 Tietokoneavusteinen suunnittelu. Lisäksi osa kurssista toteutetaan verkkototeutuksena.

Tämän kehityshankkeen tavoitteena on nivoa työpaikkaopintoja kurssin suoritukseen.

### ***2.3 Koneensuunnittelu ja konstruktio toimi***

Insinöörin tehtävänä on löytää teknisiin ongelmiin ratkaisuja luonnontieteellisen tiedon avulla ja toteuttaa ne optimaalisella tavalla kulloistenkin rajoitusten vallitessa. Nämä voivat olla aineellisia, teknisiä taloudellisia. Konstruoinnissa realisoidaan ajatukset, jotka pyrkivät toteuttamaan asetetut tavoitteet parhaimmalla ajanmukaisella tavalla. (Pahl & Peitz 1992 s.1)

Työpsykologisesti konstruointi on luovaa henkistä toimintaa, joka vaatii vankkaa perustietoutta sekä luonnontieteiden että koneenrakennuksen eri ammattiaineiden alalla. Lisäksi vaaditaan oman ammattialan substanssiosaamista. Henkilökohtaisia ominaisuuksia ovat mm. halukkuus ratkaista ongelmia, päätöksentekokyky, taloudellinen näkemys, sitkeys ja optimismi, kontaktialttius sekä ryhmätyövalmius. Nämä ominaisuudet ovat suunnitteluinsinöörille hyödyllisiä ja vastuunalaisessa asemassa välttämättömiä. (Pahl & Peitz 1992 s.2).

Methodisesti katsoen konstruointi on optimointiprosessi, jolla on annetut tavoitteet ja osin ristiriitaiset vaatimukset. Vaatimukset muuttuvat ajan mukana, joten konstruktiiivista ratkaisua voidaan toteuttaa vain senhetkisten vaatimusten ja standardien mukaan.

Organisatorisesti suunnittelutyö on oleellinen osa puolivalmisteiden, komponenttien ja valmiiden tuotteiden tuotantoprosessia. Tätä prosessia ei voi hoitaa ilman laajaa poikkitieteellistä käsitystä. Hän joutuu toimimaan mm. myyjien, ostajien, kustannuslaskijoiden, työnsuunnittelijoiden, valmistusinsinöörin,

materiaaliasiantuntijoiden, tutkijoiden, testausinsinöörien, asennuspäälliköiden ja standardointi-insinöörien kanssa. Jotta konstruktioista tulee onnistunut, täytyy projektissa olevien henkilöiden välillä olla hyvä yhteistyö ja hyvä informaation vaihto sekä vilkas kokemusten vaihto. Näitä täytyy edistää sekä organisaation että henkilökohtaisen asennoitumisen avulla (Pahl & Peitz 1992 s.2).

## **2.4 Projektitoiminta**

Projekti on työkokonaisuus, joka tehdään määritellyn kertaluontoisen tuloksen aikaansaamiseksi (Pelin 2008 s.25). Projektitoimintaa voidaan luonnehtia johtamisjärjestelmäksi, jossa on käskysuhteet. Kullekin projektille nimetään projektipäällikkö, joka vastaa kaikesta projektiin liittyvästä. On huomattavaa, että tekijöiden ei tarvitse olla projektipäällikön suoranaisessa alaisuudessa. Täten projektin tekijät ovat työnjohdollisesti linjaorganisaatiossa esimiehensä ja vain kaikissa projektiin liittyvissä asioissa projektipäällikön alaisuudessa. Täten puhutaan ns. matriisiorganisaatiosta.

Kullakin projektilla on oma budjettinsa ja organisaationsa. Hyvin usein organisaatio on kertaluontoinen. Lisäksi projekteissa on tiettyjä vaiheita, jotka ovat:

- Projektin aloittaminen
- Projektin organisointi ja käynnistys
- Projektisuunnitelman laatiminen
- Projektin vaiheistus ja ositus
- Projektin aika-, resurssi- ja kustannusohjaus sekä raportointi
- Projektin johtaminen
- Riskien hallinta
- Tiedonhallinta
- Projektin päättäminen



## ***2.5 Työpaikkaopinnot***

Ammattikorkeakoulut ja yliopistot muodostavat Suomessa ns. duaalimallin, jossa kummallakin on oma roolinsa. Ammattikorkeakouluilla on yliopistoja vahvempi ammatillinen ja käytännönläheinen painotus, kun taas yliopistot painottuvat enemmän tutkimukseen. Lisäksi ammattikorkeakoulut ovat merkittäviä alueellisia vaikuttajia.

Tätä taustaa vasten tässä kehityshankkeessa nivotaan yhteen ammattikorkeakouluopiskelijat ja heidän mahdollinen työnantajansa tai toimenkuvansa jonkin muun yrityksen palveluksessa. Lisäksi toimialana on merkittävä työllistäjä Satakunnassa eli meriteollisuus.

Omaehtoainen oppiminen on kokonaisvaltaisen oppimisen oleellinen osa, vaikka kokemus sinänsä ei takaa oppimista ( Ruohotie 2000 s. 137). Työpaikkaopinnot ovat sekä opettajalle että opiskelijoille uudenlainen oppimistapahtuma.

Reflektiivisyydellä ymmärretään oman toiminnan ja sen seurausten arviointia. Uudenlainen toimintamalli edellyttää sekä opettajalta että opiskelijoilta reflektiivistä lähestymistapaa.

Opettajan näkökannalta kysymys on opintojakson toteuttamisesta jatkossa samalla tavalla. Opiskelijan kannalta kyse on siitä, onko heillä motivaatiota, henkilökohtaisia ominaisuuksia tai tietotaitoa toimia suunnitteluinsinöörinä.

Lisäksi kolmantena toimijana on toimeksiantajayritys. Heillä on motiivina mahdollisten uusien työntekijöiden rekrytoiminen.

Työpaikkaopinnoissa oppimisympäristö on huomattavasti erilaisempi, kuin mihin opettaja ja opiskelijat ovat tottuneet. Opettaja toteuttaa behavioristista orientaatiota, sillä hän luo osaltaan ympäristön, missä opiskelijoiden reaktiota voidaan seurata. Tämä siksi, sillä tämä on ammattiainemoduulin huipentuma, jossa opiskelijoiden kolmen aikaisemman vuoden aikana opitut tiedot ja taidot joutuvat todelliseen testiin (Ruohotie 2003 s.30).

Opiskelijoiden kannalta kyse on kognivistisesta orientaatiosta. He joutuvat palauttamaan mieliin kolmen aikaisemman vuoden aikana oppimansa tiedot ja taidot ( Ruohotie 2003 s.30 ).

Toimeksiantaja puolestaan tarkkailee prosessia sosiaalisen oppimisen orientaation kannalta. Kysymyksessä on yksilön, ympäristön käyttäytymisen vuorovaikutus ( Ruohotie 2003 s.30).

Eräs kaikkia toimijoita yhdistävä prosessin sivutuote on hiljaisen tiedon siirtyminen sekä opettajalta että työn teettäjältä opiskelijoille ( Tynjälä 2004 s.112 ).

## **3 Opintojakson suunnittelu**

Tässä jaksossa tarkastellaan opintojakson suunnittelua ja yhteistyökumppanien kartoittamista.

### ***3.1 Opiskelijoiden kartoitus***

Opintojakson alkaessa oli epäselvää, kuinka monta opiskelijaa tarvitsisi projektiaiheen. Aloituluennolla kävin läpi opiskelijat, joilla oli suunnittelukokemusta joko suunnittelutoimistossa tai konepaja-, telakka- tai offshorealan yrityksissä. Nämä opiskelijat joko saivat aiheen yrityksestä, joissa he ovat olleet kesätoissa tai he pystyivät kirjoittamaan raportin jo tehdyistä projekteista.

### ***3.2 Opiskelijoiden taustat***

Kurssin aloitti 11 opiskelijaa. Heistä 4 työskentelee suunnittelualan yrityksessä. Lopulla 7 opiskelijalla ei ollut minkäänlaista suunnittelukokemusta. Heille oli etsittävä sopivia käytännön projekteja.

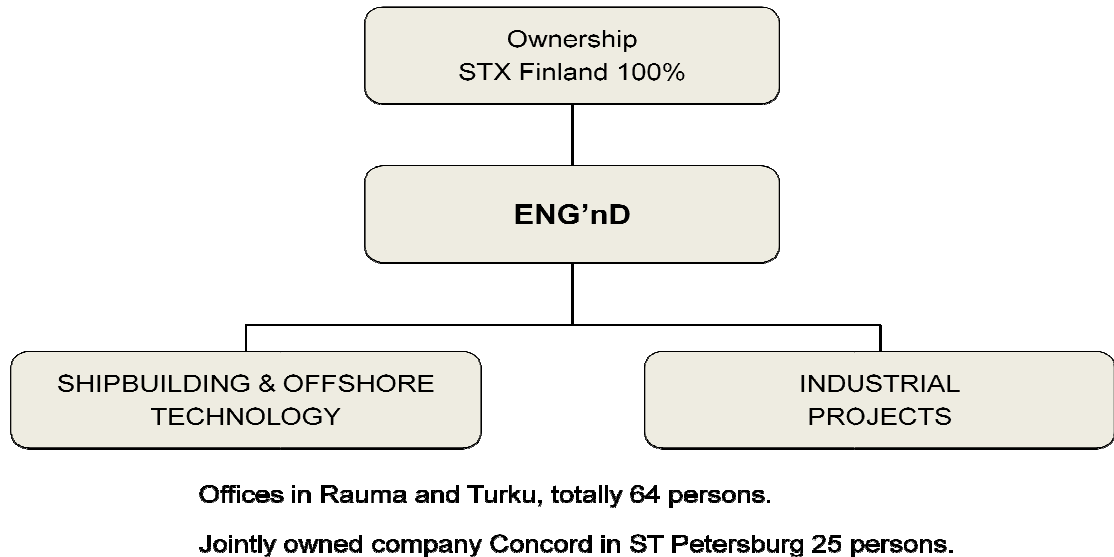
### ***3.3 Yhteistyökumppanin valinta***

Seuraavana vaiheena oli yhteistyökumppanin etsiminen. Samaan aikaan oli muutamilla yrityksillä kyselyitä opiskelijoiden palkkaamiseksi osa-aikaisiksi suunnittelijoiksi. Tarjolla oli kaksi potentiaalista kandidaattia, joista valikoitui raumalainen suunnittelutoimisto ENG'nD Oy.

### ***3.4 ENG'nD Oy***

ENG'nD Oy on STX Finland Oy:n täysin omistama suunnittelutoimisto. Yrityksellä on n. 65 työntekijää Raumalla, Turussa ja nykyisin myös Porissa. Yrityksen

suunnittelutoiminta keskittyy meri- ja offshoreteollisuuden sekä voimalaitoksien suunnittelutoimeksiantoihin (kuvio 1).



Kuvio 1. ENG'nD Oy:n Organisaatio ja toimialat ( Peni 2011).

Koska STX Finland Oy on Satakunnan ammattikorkeakoulun strateginen kumppani, joten opintojakson toteutus osin työpaikkaopintoina palvelee myös tätä tarkoitusta.

### ***3.4 Laivasuunnittelu***

Telakka on tuotantolaitos, jonka tuotteita ovat veteen operoimaan suunnitellut alukset ja tuotantolaitokset ( Räsänen 2000 ). Tuotantolaitoksista voidaan mainita mm. öljynporauslautat. Suunnittelutoiminta näyttelee huomattavaa osaa telakkateollisuudessa, sillä Laivan kustannuksista määräytyy 70 – 80 % jo suunnitteluvaiheessa. Huomattava osa suunnittelutoiminnoista, esim. valmistussuunnittelu, on ulkoistettu eri suunnittelutoimistoille. Suunnittelutoiminta on jaettu perinteisesti seuraaviin osatoimintoihin:

- alkusuunnitteluun ( projektisuunnitteluun )
- perussuunnitteluun
- runkosuunnitteluun

- varustelu- ja LVI-suunnitteluun
- koneistosuunnitteluun
- sisustussuunnitteluun
- sähkösuunnitteluun

Kaksi ensimmäistä osatoimintoa on telakan ydinosaamista, joka vaatii kokenutta suunnittelijaa. Koulutusohjelman opetustarjonta ei tue sisustus- eikä sähkösuunnittelua. Lisäksi varustelu- ja LVI-suunnittelu ei täysin vastaa koulutusohjelman tarjontaa. Jäljelle jäivät aiheiden hankinta runko- tai koneistosuunnittelun alueelta. Näiden osatoimintojen osaajista on myös suurin tarve suunnittelutoimistoissa.

#### ***3.4.1 Runkosuunnittelu***

Runkosuunnittelulla ymmärretään laivan runkoon kuuluvien teräsrakenneseosien suunnittelua. Telakat suorittavat itse esisuunnittelun ja ovat ulkoistaneet osien valmistukseen kuuluvan ns. työpiirustusten suunnittelun alihankintaan. Runkosuunnittelun vaatimat piirustukset ovat kohtuullisen suurien kokonaisuuksien valmistuspiirustuksia. Tästä syystä runkosuunnittelu ei ollut hyvä opiskelijaprojektiksi.

#### ***3.4.2 Koneistosuunnittelu***

Nykyaikaiseen kauppalaivaan sisältyy lukuisia monimutkaisia konejärjestelmiä. Pääosa on erillisissä konehuoneissa, osa hajautettu asuin- tai lastitiloihin. Koneistojärjestelmiin luetaan:

- kuljetuskoneisto ( propulsion machinery )
- sähkön- ja lämmöntuottokoneisto ( machinery for electric power and heating )
- koneistojen apulaitteet ( auxiliary machinery )
- laivan apukoneistot ( ship auxiliary equipment )

Kuljetuskoneisto vaatii erityisosaamista, joten se ei ollut tarkoituksenmukainen tarkasteltavaksi. Sähkön- ja lämmöntuottokoneisto ei vastannut opiskelijoiden perusopinnoissa käytyjä opintojaksojen sisältöjä.

### ***3.4.2 Koneistojen apulaitteet***

Koneistojen apulaitteet käsittävät sellaisia kuljetuskoneistoa palvelevia järjestelmiä, kuten polttoaineen syöttö, jäähdytys, voitelu jne. , joiden pysähtyessä aluksen liikkuminen ja laivan ohjailtavuus välittömästi häiriintyvät. Konehuoneen tärkeimmät järjestelmät ovat:

- polttoaineen puhdistus, paineistus ja syöttö moottoreille
- Dieselmoottorien jäähdytys ja voitelu
- käynnistysilmajärjestelmä, erilliset tai siihen liitetyt työ- ja ohjausilma, joilla toimivat pneumaattiset kaukokäytetyt putkiston venttiilit
- pakokaasujärjestelmä
- höyry- ja syöttövesijärjestelmä
- hydraulikka- ja pneumatiikkajärjestelmä

Tuotantotekniikan kannalta on laitteiden asennus konepajassa valmistettaviin koneikkoihin loppuvaiheen varustelutyötä telakalla. Konehuoneen, kaapeloinnin ja putkistojen 3D-suunnittelu on yleistymässä voimakkaasti.

## **4 Opintojakson toteutus**

Tässä luvussa kuvataan opintojakson käytännön toteutusta. käytännön toteutukseen vaikutti myös työn teettävä.

### ***4.1 Aloituskokous***

Projektin aluksi järjestettiin työn teettäjän tiloissa aloituskokous. Tässä yhteydessä opiskelijoille pidettiin luentomaisesti yritysesittely ja suunniteltavan tuotteen esittely. Lisäksi suoritettiin henkilöesittely.

Aloituskokouksessa määriteltiin myös työtehtävät. Lisäksi opiskelijat jaettiin kahteen ryhmään. Ensimmäiseen ryhmään tuli 4 opiskelijaa ja toiseen ryhmään 3 opiskelijaa.

Aloituskokouksessa projektille muodostettiin myös ohjausryhmä, johon kuuluivat työn teettäjän edustaja sekä kurssin opettaja.

#### ***4.1.1 Projektiryhmien muodostaminen***

Aloituskokouksessa sovittiin ryhmien projektipäälliköt. Projektipäällikkö on yhteyshenkilö sekä opettajan että työn teettäjän suuntaan.

#### ***4.1.2 Tehtävän anto***

Tehtävän antoa pohdittaessa eräs kriteeri oli selkeä kokonaisuus. Koneistosuunnittelun puolelta on näitä helpompi löytää kuin runkosuunnittelusta. Täten suunniteltavaksi kohteeksi määrättiin laivan eräs koneikko. Mallina oleva koneikko oli jo suunniteltu ja tarkoituksena oli saada vedettyä opiskelijavetoisesti vastaavan koneikon suunnittelu.

Tilaaajan toivomuksena oli se, että opintojaksossa painotus olisi enemmän projektinhallinnan opettamisessa kuin itse suunnittelutyössä.

Kummallekin opiskelijaryhmälle annettiin sama tehtävä.



Kuvio 2. Tyypillinen näkymä laivan putkistojen 3D –suunnittelusta ( Peni 2011 ).

#### ***4.1.3 Muu aloitukseen liittyvä toiminta***

Samassa yhteydessä annettiin opiskelijoille lähtötiedot sekä mallipiirustukset. Lähtötietoina olivat prosessikaaviot, materiaalierittelyt sekä laitetiedot. Koska tehtävä on meriteollisuuden suunnittelutehtävä, niin se on suoritettava tarkkojen viranomaismääräyksiensä mukaan. Nämä määräykset käytiin läpi. Lisäksi opiskelijoille annettiin tehtäväksi osittaa projekti sekä määrätä kullekin työtehtävälle vastuuhenkilöt.

Toinen merkittävä aloitukseen liittyvä toimenpide on aikataulun laadinta. Aloituksessa lyötiin lukkoon katselmuksien päivämäärät. Lisäksi tehtävänä oli suorittaa riskianalyysi, jossa tutkittiin eri riskit ja niiden vakavuusaste.

Projektista tehtiin lisäksi salassapitosopimus, jonka sekä opettaja että opiskelijat allekirjoittivat. Materiaali siirrettiin SAMKn moodleen.

#### ***4.2 Lähtötietokatselmus***

Lähiopetustunteja käytettiin lähtötietojen analysointiin. Tämä on toimittajan sisäinen katselmus, jossa todettiin olevan riittävästi dataa projektin suorittamiseen. Katselmuksen suoritti allekirjoittanut kurssin opettajan ominaisuudessa. Lähtötietoja



jouduttiin hieman tarkistamaan tilaajalta. Myös riskianalyysi ja aikataulu käsiteltiin tässä yhteydessä.

### ***4.3 Riskianalyysi***

Riskejä kartoitettaessa suurimmat uhat kohdistuivat käytettävissä oleviin ohjelmistoihin. Suunnittelu tehtiin 3D CAD ( Computer Aided Design) – suunnitteluohjelmistoja hyväksi käyttäen. SAMKn käytössä on SolidWork 2010 3D – mallinnusohjelma. Työn tilaajalla on käytössään AVEVA PDMS 3D – mallinnusohjelma. Tilaajan ohjelmisto vaatisi työlästä opettelemista, kun taas toimittajan ohjelmistolla on vaikea luoda putkistosuunnittelun dokumentteja. Tilaajalla on käytössään ANSYS – elementtimenetelmäohjelmisto lujuuksien ja muodonmuutosten laskemiseen, kun taas toimittajan ohjelmistoon on linkattu lujuuslaskentamoduuli.

#### ***4.4 1. Projektikokous***

Käytännön opetustyö oli tässä vaiheessa kontaktituntien pitämistä. Työskentely oli harjoitusten pitämistä ja tiedon hankintaa. Tässä vaiheessa opintojaksoa alkoi korostua tiimityöskentely ja verkostoituminen. Verkostoitumista oli etenkin havaittavissa projektipäälliköiden työskentelyssä, sillä he olivat jatkuvassa kontaktissa sekä ohjaavaan opettajaan että työn tilaajan edustajiin.

Ensimmäisessä varsinaisessa projektikokouksessa käsiteltiin aikataulu sekä riskianalyysi. Lisäksi tarkistettiin lähtötietojen riittävyys työn tilaajan kanssa.

#### ***4.5 Suunnittelutyön 1. vaihe***

Suunnittelun 1. vaiheessa luotiin rakenteesta 3D – malli. Kukin ryhmän jäsen toimi suunnittelijana vastaten omasta osakokonaisuudestaan. Lähiopetustunteja käytettiin mallin tarkasteluun.

Tuoterakenteen mukaisesti oli suunniteltavana 3 erillistä osakononaisuutta:

- laivan kanteen kiinnitettävä runkorakenne
- putkisto ja pumput
- hoitotasot

#### ***4.5.1 Runkorakenne***

Runkorakenteella ymmärretään tässä teräksisistä valmisprofiileista valmistettua Kehärakennetta, johon ripustetaan putkisto, pumput ja hoitotaso. Runkorakenne puolestaan hitsataan laivan kanteen kiinni. Tämä on mallinnusteknisesti yksinkertaisin ja selkein osuus. Aikaisemmista opintojaksoista tässä työvaiheessa tarvitaan lujuusopin ja hitsaus- ja valmistustekniikan osaamista. Suunnittelunäkökohtia on käyty läpi ammattiainemoduuliin kuuluvalla konstruktiotekniikan opintojaksolla.

#### ***4.5.2 Putkisto ja pumput***

Putkistolla tarkoitetaan tässä yhteydessä lähinnä vain yhtä kiertopiiriä, johon kuuluu laitteita, niitä yhdistäviä putkia, venttiileitä ja muita varusteita, kuten liittimiä ja kannakkeita. Putkistossa kiertävä väliaine voi olla neste, kaasu tai höyry. Putkistosta käytetään myös nimitystä putkistojärjestelmä, kun halutaan korostaa teknisiä ja toiminnallisia vaatimuksia. Putkistojärjestelmän toiminta esitetään usein kaavion muodossa. Tässä suunnittelutyössä oli annettu putkiston virtauskaavio ( Häkkinen 1994, s.1 ).

#### ***4.5.3 Hoitotasot***

Hoitotasoilla mahdollistetaan laitteiden huoltotoimenpiteet. Hoitotasoihin kuuluvat myös portaat ja tikkaat. Suunnittelu tapahtuu standardien mukaan. Aikaisemmista opintojaksoista tässä työvaiheessa tarvitaan osaamista hitsaus- ja tuotantotekniikan opintojaksoilta.

#### ***4.6 3D-mallin katselmus oppilaitoksella***

Ennen työn teettäjällä tapahtuvaa 3D – mallin katselmusta käytiin lähiopetustunnilla läpi oma 3D – mallin katselmus. Tässä katselmuksessa havaittiin kummallakin ryhmällä samankaltaisia puutteita.

Runkorakenne on selkeä mallinnustehtävä. Sen sijaan lujuusopillisten näkökantojen huomioon ottaminen oli jäänyt vähemmälle. Näitä olivat mm. tukien sijoittaminen siten, että rakenteeseen on mahdollista tulla huomattavan suuria taipumia ja siten altistaa rakennetta myös värähtelylle. Mallin katselmuksen yhteydessä määräsin tukien lisäämisen kummankin ryhmän 3D - malleihin.

Putkistosuunnittelussa on tarkoitus käyttää mahdollisimman paljon valmiskomponentteja. Näitä ovat mm. pumput, venttiilit sekä mittarit. Useimmilla valmistajilla on valmiita komponentteja ladattavissa Internet-sivustoillaan. Kuitenkaan tässä toimeksiannossa ei ollut mahdollista käyttää valmiskomponentteja. Täten ne jouduttiin itse mallintamaan. Opiskelijoilla oli epäselvää, millä tarkkuudella työ pitäisi tehdä. Riitti, että ulkomitat vastasivat suurin piirtein tilavarausta ja että liitospappaleet olivat mallinnettu tarkasti.

Putkistoista oli annettu nimellimitat. Opiskelijoiden mallinnustarkkuus ei vastannut tarkkoja mittoja, joten ne olivat korjattava.

Putkistojen suunnittelussa ei oltu otettu huomioon virtausopillisiä seikkoja riittävän hyvin. Lisäksi putkistojen kannakointiin ei ollut kiinnitetty riittävästi huomiota.

Hoitotasot olivat suunniteltu standardin mukaisesti siten, että portaat, tikkaat ja kaiteet olivat standardin mukaiset. Sen sijaan putkistoihin tehtyihin aukotuksiin sisältyi työtaturman riski.

Edellä mainittuja puutteita korjattiin ja sovittiin, että loput korjataan ennen seuraavalla oppitunnilla tapahtuvaa 3D – mallin katselmusta työn teettäjällä.

#### ***4.7 3D-mallin työn teettäjällä***

Seuraavat kontaktitunnit käytettiin mallin katselmukseen työn teettäjällä. Lisäksi tarkasteltiin aikataulut ja edellisen kokouksen pöytäkirjat.

Mallin tarkastelua varten opettajan kannettavaan tietokoneeseen oli asennettuna SolidWorks – ohjelma. Opiskelijoilla oli muistitikulla tarvittavat tiedostot. Myös paperikopiot olivat mukana, sillä niihin oli helppo tehdä huomioita.

Osa sovituista muutoksista oli jäänyt tekemättä. Työn tilaaja teki samoja huomioita kuin kurssin opettaja oli tehnyt oppilaitoksella suoritettussa katselmuksessa.

Tilaaja hyväksyi opiskelijoiden periaatteelliset ratkaisut. Katselmuksesta laadittiin myös raportti, johon oli kirjattu havaitut puutteet ja korjauskehoitukset.

#### ***4.8 Työpiirustusten laadinta***

Tämän jälkeen päästiin varsinaisten työpiirustusten laatimisvaiheeseen. Näiden piirustusten luovuttamiseen päättyy projekti. Opiskelijat laativat työpiirustuksia kontaktitunneilla ja omalla ajalla. Kontaktitunteja pidettiin ATK-luokassa, jolloin opettaja antoi ohjausta piirustusten laatimiseen ja niiden tarkastamiseen.

Kullekin piirustukselle annetaan tunnistetiedot, joihin kuuluvat mm. piirustusnumero, piirustuksen nimi, kokoonpanon nimi, mihin se liittyy, osaluettelo. Lisäksi piirustuksesta tulee ilmetä suunnittelijan, tarkastajan ja hyväksyjän nimet ja ko. tapahtuman päivämäärä.

#### ***4.10 Piirustuskatselmus oppilaitoksella***

Ennen varsinaista piirustuskatselmusta, oppilaitoksella käytiin oma katselmus työ- ja kokoonpanopiirustuksista. Tässä katselmuksessa havaittiin huomattava määrä virheitä ja puutteita.

Puutteita oli kautta linjan ja mitään kohtaa erityisesti ei voinut nostaa esiin. Teknisen piirustuksen perusasioissa, projektioissa ja leikkauksissa, löytyi puutteita. Piirustukseen oli yritetty sisällyttää liikaa asioita samaan tai jopa väärään projektiioon. Leikkauksia ja kohta suurennoksia ei ollut osattu käyttää.

Mitoitus oli usein puutteellinen tai se oli väärissä projektioissa.

Valmistustekniseltä kannalta puutteita löytyi sekä materiaalien merkinnöistä että varsinkin hitsausten merkinnöistä.

#### ***4.9 Piirustuskatselmus työn teettäjällä***

Piirustuskatselmusta varten opiskelijat tulostivat paperikopiot, joita he esittelivät työn teettäjälle. Kuten 3D-mallin katselmuksessa, niin edelleenkin osa oppilaitoksella annetuista korjauskehotuksista oli jäänyt päivittämättä. Työn teettäjä havaitsi samoja puutteita.

Tässä viimeisessä katselmuksessa käytiin myös läpi työn teettäjän revisiokäytäntö. Muutokset päivitetään piirustukseen ja siihen lisättyyn revisiokenttään yksilöidään muutokset sekä piirustukselle annetaan revisionumero.

Katselmuksessa sovittiin projekti päättyneeksi silloin, kun tilaaja on saanut työpiirustukset ja osaluettelot. Projektipäälliköiden tehtäväksi annettiin piirustusten toimittaminen tilaajalle ja opettajalle, jolloin opintojakso voitiin arvostella.

Syksyllä 2011 siirryttiin opintojaksopalautteiden antamiseen SoleOPS – järjestelmän kautta. Valitettavasti palautejärjestelmässä oli teknisiä puutteita, jolloin opiskelijoille annettiin poikkeuksellisesti arvosana ilman opintojaksopalautea.

Yleisarviona voidaan todeta, että opiskelijat olivat hyvinkin tyytyväisiä uuteen opetusmenetelmään. Lisäksi työn teettäjä oli tyytyväinen. Myös opettaja oli innostunut opintojakson toteutuksesta yhteistyössä teollisuuden kanssa.

## 5 Yhteenveto

Kone- ja tuotantotekniikan insinöörin kouluttaminen kestää n. 4 vuotta. Tyypillisesti opintojen 1. syksynä opiskelijoille opetetaan sekä teknisen piirustuksen ( 3op ) sekä 3D-mallintamisen ( 3op ) opintojaksot. Vastaavasti 1. lukuvuoden keväällä on vuorossa opintojaksot tuotantotekniikka ( 3op ) ja tuotantotekniikan laboraatiot ( 3op ). Nämä neljä opintojaksoa antavat ammatilliset perustiedot koneinsinöörin työtehtäviin. Vastaavasti 3. opintovuoden keväällä opiskelijat suorittavat opintojakson johtaminen ja projektitoiminta. Käytännössä kaikki opiskelijat olivat suorittaneet myös opintojakson hitsaustekniikka ( 5op ).

Opintojakson edetessä kävi selväksi, että näiden opintojaksojen muodostaman kokonaisuuden hallinta oli opiskelijoille vaikeaa. Tämä kävi ilmi kontaktitunneilla annetussa ohjauksessa erityisesti mallintamis- sekä piirustusten laadintavaiheessa.

Eri oppiaineiden yhdisteleminen tuotti ongelmia opiskelijoille. On huomattava, että opetettavat ammattiaineet sijoittuvat 1. ja 3. opintovuoden ajalle. Täten 2. opintovuoden opinnoissa ei ole juurikaan koneensuunnittelun näkökannasta monia kursseja. Esimerkiksi koneenosien opintojakson ( 5op ) opetusta voisi kehittää enemmän harjoitustyöpainotteisemmaksi, jolloin opiskelijat voisivat harjoitella suunnittelutyötä laskentapainotteisissa opintojaksoissa. Täten heidän siirtyminen olisi helpompaa työmarkkinoiden tarvitsemalle suunnittelusektorille.

## Lähteet

- Osaaminen meriteollisuudessa. 2012. Loppuraportti. Tulostettu 7.4.2012.  
<http://www.osaameri.fi/cms/index.php/arkisto/78-osaameri>
- Pahl, G & Pritz. 1992. Koneensuunnitteluoppi. 2.uudistettu painos. Porvoo: WSOY.
- Pelin, R. 2008. Projektinhallinnan käsikirja. 5. uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus Oy.
- Peni, E. Toimitusjohtaja. 2011. Sähköpostiviesti. [Erkki.Peni@ENGNd.com](mailto:Erkki.Peni@ENGNd.com).  
Luettu 2.9.2011.
- Ruohotie, P. 2000. Oppiminen ja ammatillinen kasvu. 1.painos. Juva: WSOY.
- Ruohotie, P & Honka J. 2003. Ammatillinen huipputaaminen –  
Kompetenssitutkimuksen avaama näkökulma huipputaamiseen, sen  
kehittämiseen ja johtamiseen. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.
- Räisänen, P. 2000. Laivatekniikka – Modernin laivanrakennuksen käsikirja. 2.uudistettu  
painos. Jyväskylä: Gummerus.
- Satakunnan ammattikorkeakoulu. 2012. Viitattu 21.3.2012. [www.samk.fi](http://www.samk.fi).
- SKOL 2011. Suhdannekatso 2011. Tulostettu 21.3.2012.  
[http://www.skolry.fi/easydata/customers/skolry/files/suhdannetilasto/suhdanne\\_2\\_2011\\_lyhyt.pdf](http://www.skolry.fi/easydata/customers/skolry/files/suhdannetilasto/suhdanne_2_2011_lyhyt.pdf)
- Tynjälä, P., Välimaa J. & Murtonen M. 2004. Korkeakoulutus, oppiminen ja työelämä -  
Pedagogisia ja yhteiskuntatieteellisiä näkökulmia. Jyväskylä: PS-Kustannus.