

Leo Paukkonen

Prosessisimulaattorin hyödyntäminen operaattoreiden koulutuksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kemiantekniikka

Opinnäytetyö

5.5.2015

Tekijä(t) Otsikko	Leo Paukkonen Prosessisimulaattorin hyödyntäminen operaattoreiden koulutuksessa
Sivumäärä Aika	38 sivua 5.5.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kemiantekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Prosessien suunnittelu ja käyttö
Ohjaaja(t)	Koulutusinsinööri Jari Veittikoski Lehtori Timo Seuranen
<p>Tämä insinöörityö tehtiin Borealis Polymers Oy:lle, joka tuottaa peruskemikaaleja, olefiineja sekä polyolefiineja Porvoon Kilpilahdessa ja on osa maailmanlaajuisia Borealis-konsernia. Työn tarkoituksena oli luoda yhtiön polyeteeniyksikön operaattoreiden koulutukseen konsepti, jossa hyödynnetään prosessisimulaattorin tarjoamia mahdollisuuksia.</p> <p>Työn alussa on keskitytty teoriapainotteisesti polymeeritekнологiaan yleisellä tasolla sekä tuotantoyksikön toimintaan ja tuotantoprosessiin, jonka jälkeen käydään läpi oppimista ja koulutusta pedagogisessa mielessä sekä yksilön kannalta. Oppimisen ja koulutuksen teoriaa on tarkoitus hyödyntää konseptin rakenteessa ja esittää perustelut toimintatapojen valinnoille. Konsepti esitetään työn loppuosassa, jossa käydään läpi uuden ohjaamo-operaattorin koulutuksen simulaattoriosuuden vaiheet sekä kokeneiden ohjaamo-operaattoreiden kertauskoulutusta.</p> <p>Työn tulosten tarkastelu onnistuu vasta lähitulevaisuudessa, sillä konsepti otetaan varsinaisesti käyttöön muutaman vuoden päästä. Tästä johtuen työn yhteenvedossa keskitytään kehitetyn simulaattorikoulutuskonseptin luomisen haasteisiin.</p>	
Avainsanat	koulutussimulaattori, operator-training-simulator, MetsoDNA, polymeerointi

Author(s) Title	Leo Paukkonen Exploiting a process simulator in operator training
Number of Pages Date	38 pages 5 May 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Chemical Engineering
Specialisation option	Process design and operation
Instructor(s)	Jari Veittikoski, Training Engineer Timo Seuranen, Lecturer
<p>This Bachelor's Thesis was made for Borealis Polymers Oy that produces basic chemicals, olefins and polyolefins at Kilpilahti, Porvoo and is part of worldwide Borealis group. The meaning of this thesis was to create a concept for exploiting a process simulator in operator training at polyethylene production unit (PE2).</p> <p>First this thesis concentrates on fundamentals in polymer technology, basic information of PE2 and the production process of Borstar® polyethylene. Later there is a chapter for education and learning processes from pedagogical and an individual's point of view. The meaning of concentrating on education and learning is to reason the actions and choices made for the concept of operator training. Finally the thesis undergoes the concept by explaining the steps a new control room operator takes in simulator training and the rehearsing training designed for experienced control room operators.</p> <p>The results of this thesis are not yet to be seen because the concept is put to use in a few years to come. Consequently, there are no real conclusions or results to show. Therefore the final summary undergoes the challenges faced during this project.</p>	
Keywords	training simulator, MetsoDNA, polymerisation, operator-training-simulator

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Borealis-konserni	2
2.1	Historia	2
2.2	Arvot	3
2.3	Turvallisuus	4
2.4	Borealis Polymers Oy	5
3	Polymeeriteknologia	5
3.1	Polymeerien jaottelu	5
3.2	Homopolymeerit ja kopolymeerit	6
3.3	Polymeerien tärkeimmät ominaisuudet	7
4	Polyeteenitehdas (PE2)	8
4.1	Raaka-aineet	8
4.2	Polyeteeni	10
4.2.1	Molekyylipainojakauma	11
4.2.2	Unimodaalinen polyeteeni	11
4.2.3	Bimodaalinen polyeteeni	12
4.2.4	PE-laadut	12
4.3	Tuotteet	13
4.4	PE2-ohjaamo	13
5	Polymerointiprosessi (PE2)	15
5.1	Esipolymerointireaktori	16
5.2	Loop-reaktorit	16
5.3	Kaasufaasireaktori	16
6	Simulaattorin hankkimisen taustat	17
6.1	Lähtötilanne	17
6.2	Perusteet simulaattorin hankkimiselle	17
6.3	Toimittaja ja toimittajan valinnan perusteet	17
6.4	Käyttö	18

7	Simulaattorin hyödyt sekä sen käyttöön liittyvät riskit	19
7.1	Simulaattorin hyödyt koulutettavalle	19
7.2	Simulaattorin hyödyt kouluttavalle organisaatiolle	19
7.3	Simulaattorin hyödyt kouluttajalle	20
7.4	Simulaattoriharjoittelun riskitekijät	20
8	Koulutus ja oppiminen	21
8.1	Lukeminen	21
8.2	Havaitseminen	21
8.3	Biologia	22
8.4	Toiminta ja oppiminen	22
8.5	Motivaatio	23
8.6	Sosiaalinen vuorovaikutus	23
8.7	Transfer eli siirtovaikutus	24
8.8	Työmuistin rajoitukset	24
8.9	Koulutuksen tavoitteet	25
8.10	Koulutuksen periaatteet	25
9	Uuden operaattorin koulutus	27
9.1	Ohjaamokoulutus	27
9.2	DCS-ajokortti	29
9.3	Kertausharjoitukset	30
9.4	Uudelleen todentaminen	31
10	Kokoneiden operaattoreiden koulutus (OTS-koulutuspäivä)	32
10.1	Ennakkotiedot	33
10.2	Harjoitukset	33
10.3	Todentaminen	34
11	Yhteenveto	35
	Lähteet	36

Sanasto

Alkaani: Hiilivety, jonka hiiliatomit ovat sitoutuneet toisiinsa yksöissidoksin.

Alkeeni: Hiilivety, joka sisältää kaksoissidoksen kahden hiiliatomin välillä.

Amorfinen aine: Aine, jolla ei ole kiderakennetta eikä selkeää sulamispistettä.

Diluentti: Inertti väliaine, jota käytetään polymeroinnissa muun muassa huuhtelukäsiteluna.

Ekstruuderit: Suulakepuristin, joka sulattaa ja tasa-aineistaa syötetyn polyeteenipulverin ja lisäaineet työstäen niistä pellettejä eli lopputuotetta.

Hartsit: Kova, lasimainen, sitkeä ja rakenteeltaan amorfinen puiden haavoista saatava erite.

Huokoisuus: Kertoo, kuinka tiheään materiaali on pakkautunut. Korkea huokoisuus tarkoittaa väljästi pakkautunutta materiaalia ja matala huokoisuus tarkoittaa tiukasti pakkautunutta materiaalia.

Häviökerroin: Reaktiivisella komponentilla tehollisen sarjaresistanssin suhde reaktanssiin.

Isomeerit: Molekyylit, joilla on sama molekyylikaava, mutta eri rakenne. Rakenteen eroista johtuen isomeerien kemikaaliset ja fysikaaliset ominaisuudet eroavat toisistaan.

Katalyytti: Yhdiste, joka parantaa reaktion käynnistymistä muun muassa alentamalla reaktion käynnistymiseen vaadittavaa aktivoitumisenergiaa kuitenkin itse kulumatta reaktion aikana.

Kiteisyys: Polymeerien järjestäytymisasteen mitta. Vaikuttaa polymeerin mekaanisiin ominaisuuksiin.

Kognitio: Mielen ilmiöt, joita voidaan kuvata tai selittää informaation prosessointina.

Kokatalyytti: Yhdessä pääkatalyytin kanssa käytettävä alumiinialkyyliyhdiste. Kokatalyytti ja pääkatalyytti muodostavat polymerointiaktiivisen katalyyttikompleksin.

Komonomeeri: Molekyyli, joka liittyy monomeeriketjuun muuttaen sen ominaisuuksia.

Kovalenttinen sidos: Vahva kemiallinen sidos, jossa atomit jakavat elektroneja tasaisesti keskenään.

Lasimuutoslämpötila: Lämpötila, jonka alapuolella polymeeri muuttuu kovaksi, jäykäksi ja hauraaksi.

Lujuus: Materiaalin kyky vastustaa ulkoisten voimien aiheuttamia pysyviä muodonmuutoksia ja murtumia.

Läpilyöntikestävyys: Suurin jännite, jonka polymeeri kestää.

Molekyylipaino: Molekyylin atomien yhteenlaskettu massa ainemäärää kohden (g/mol).

Molekyylipainojakauma: Molekyylipainojakauma antaa kuvan eripituisten polymeeriketjujen määrästä tuotteessa.

Monomeeri: Molekyyli, joka voi sitoutua muihin molekyyliin muodostaen pitkiä molekyyliketjuja eli polymeerejä.

Olefiini: Yleisnimitys kaksoissidoksia sisältäville suoraketjuisille hiilivedyille. Olefiinit ovat reaktiivisia yhdisteitä niiden sisältämän kaksoissidoksen ansiosta.

Ominaisvastus: Kuvaa minkälainen ominaisresistanssi eli vastus kappaleella on.

OTS: Operator-training-simulator

Permittiivisyys: Väliaineen vaikutus siihen kohdistuvaan sähkökenttään.

Pintavastus: Materiaalin pinnan ominainen vastus ilmapirrille.

Polyeteeni: Satojen tai tuhansien eteenimolekyylien muodostama pitkä molekyyliketju.

Polymeeri: Kymmenien, satojen tai tuhansien molekyylien muodostama molekyyliketju.

Polyolefiini: Yleisnimi olefiineista valmistetuille polymeereille. Polyolefiineja ovat mm. polyeteeni ja polypropeeni.

Simulaattori: Jonkin prosessin tai tapahtuman virtuaalisessa mallinnuksessa käytettävä laite tai ohjelma.

Skeema: Ihmisen sisäisesti rakentunut muistirakenne eli mielen sisäinen malli tosimaailmasta.

Suhteellinen permittiivisyys: Väliaineen permittiivisyys suhteessa tyhjiön permittiivisyyteen.

Transfer: Siirtovaikutus, joka kuvaa tiedon siirtymistä henkilön muistiin käyttöä varten.

Vetolujuus: Kappaleen kyky vastustaa ulkoista vastakkaisiin suuntiin kohdistuvaa vetävää voimaa.

Viipymäaika: Aika, jonka esimerkiksi polymeeripartikkeli viipyy reaktorissa.

Viipymäaikajakauma: Esimerkiksi polymeeripartikkelien keskimääräinen viipymäaika reaktorissa.

Viruminen: Ajasta riippuva kappaleen muodonmuutos.

1-buteeni: Buteenin, nelihiihiatomisen alkeenin yksi kolmesta isomeeristä.

1-hekseeni: Hekseenin, kuusihiihiatomisen alkeenin yksi isomeeri.

1 Johdanto

Tämä insinöörityö on tehty Borealis Polymers Oy:n PE2-tuotantoyksikölle Porvoon Kilpilahdessa. Borealis Polymers Oy on osa Borealis-konsernia, joka on maailmanlaajuinen peruskemikaalien, olefiinien ja polyolefiinien valmistaja. Työn tarkoituksena on luoda konsepti yksikön ohjaamo-operaattoreiden koulutukselle prosessisimulaattoria hyödyntäen. Työssä käsitellään simulaattorin hyödyntämistä uusien sekä kokeneiden ohjaamo-operaattoreiden kannalta. Tämän lisäksi työssä perehdytään oppimiseen ja koulutukseen pedagogian ja yksilön kannalta, polymeeriteknologiaan yleisellä tasolla sekä PE2-tuotantoyksikön toimintaan.

Työn lähtökohtana on laatia esisuunnitelma yksikköön hankitun prosessisimulaattorin hyödyntämisestä operaattoreiden koulutuksessa. Simulaattorikoulutuksella tähdätään entistä parempaan työntekijöiden ammattitaidon kehittämiseen ja ylläpitämiseen. Tämän lisäksi simulaattorikoulutus mahdollistaa operaattoreiden ammattitaidon varmistuksen hallituissa ja turvallisissa olosuhteissa. Aikaisempaa kokemusta simulaattoreiden käytöstä yksikössä ei ole, joten tämä työ toimii eräänlaisena prototyyppinä tulevaa varten.

2 Borealis-konserni

Borealis Polymers Oy on osa Borealis-konsernia, joka toimii noin 120 eri maassa. Sillä on työntekijöitä noin 6 400, sen liikevaihto vuonna 2014 oli 8,33 miljardia euroa [1], ja sen pääkonttori sijaitsee Wienissä, Itävallassa. Borealis-konserni valmistaa pääasiassa polyolefiineja, olefiineja sekä peruskemikaaleja.

2.1 Historia

Borealis perustettiin vuonna 1994 suomalaisen Nesteen ja norjalaisen Statoilin yhdistäessä muoviliiketoimintansa. Yrityksen pääkonttori sijoitettiin Lyngbyyn, Tanskaan. Borealis nimettiin pohjoismaisten juuriensa mukaan, ja sana "borealis" tarkoittaa latinaksi "pohjoisesta". Vuonna 1995 Porvoon Kilpilahteen rakennettiin ensimmäinen Borstar®-teknologian polyeteenituotantolaitos. Muovituotanto oli alun perin alkanut Kilpilahden alueella 1970-luvun alussa. Vuonna 1996 alkoi Borealoksen ja ADNOCin (Abu Dhabi National Oil Company) välinen yhteistyö, jonka tarkoituksena oli rakentaa maailmanluokan petrokemian laitos Yhdistyneisiin Arabiemiraatteihin. Vuonna 1997 Neste myi omasta 50 %:n omistusosuudestaan Borealokseen puolet OMV:lle, joka on itävaltalainen öljy- ja kaasuyhtiö sekä toisen puolen abudhabilaiselle IPIC:lle (International Petroleum Investment Company). Tällöin Borealoksen uudet omistajat olivat Statoil (50 %), OMV (25 %) ja IPIC (25 %). [2.]

Vuonna 1998 Borealis ja ADNOC perustivat yhteistyöyrityksen Abu Dhabiin, joka kantaa nimeä Borouge. Borealoksen ensimmäinen PP- eli polypropeenitehdas rakennettiin Itävallan Schwechatiin vuonna 2000. Borougen toiminta alkoi vuonna 2001. [2.]

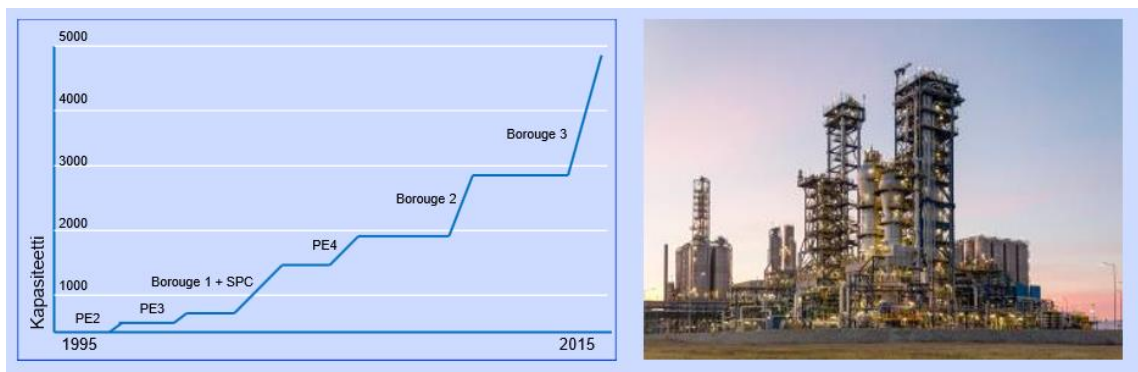
Vuosien 2002 ja 2004 aikana TRI-lukema (Total Recordable Injuries), kirjattujen työtaturmien summa, miljoonaa työtuntia kohden tippui 8,4:stä 2,4:ään. Vuonna 2014 TRI-lukema oli 1,3 [1], jota pidetään huippuluokan tuloksena. Borealoksen tavoitteena on saavuttaa nollatulos. [2.]

IPIC ja OMV ostivat Statoilin 50 %:n omistuksen Borealoksesta vuonna 2005, jolloin uuden yhtiöjärjestyksen mukaan IPIC omistaa 64 % ja OMV 36 % Borealoksesta. Samana

vuonna Borealis julkaisi lisäksi hankkeen uudesta 2G-tekniikan Borstar® polyeteeni-laitoksesta sijoittuen Schwechatiin, Itävaltaan. [2.]

Vuosien 2006–2010 aikana Borealisen pääkonttori siirrettiin Wieniin, Itävaltaan. Polypropeenituotannon Borstar®-tekniikan puhtaus, tehokkuus ja suoritustaso päivitettiin uudelle tasolle ja Borouge 2 –projekti aloitettiin, jonka tarkoituksena on kolminkertaistaa Borougen polypropeenin ja polyeteenin vuosittainen tuotantokapasiteetti kahteen miljoonaan tonniin vuodessa (2 000 000 t/a). [2.]

Borouge 3 -projektin myötä, vuonna 2014, Borougen tuotantokapasiteetti nousi 4 500 kilotonniin vuodessa, jolloin Borealisen ja Borougen polypropeenin ja polyeteenin yhteinen tuotantokapasiteetti nousi noin 8 000 kt/a:ssa. Borstar®-polyeteenin tuotannon kasvu ensimmäisen PE-tehtaan perustamisen jälkeen on kuvattu kuvassa 1. [3.]



Kuva 1. Borstar® PE -tekniikan tuotantokapasiteetin (kt/a) kasvu vuodesta 1995 vuoteen 2015 mennessä.

2.2 Arvot

Borealis on linjannut neljä tärkeää arvoa kuvaamaan Borealista yrityksenä.

Vastuuntuntoinen. Olemme edelläkävijöitä terveys-, turvallisuus- ja ympäristöasioissa. Olemme hyviä naapureita kaikkialla missä toimimme. Noudatamme liiketoimissamme korkeita eettisiä periaatteita. [4.]

Arvostaa. Kannustamme henkilöstöä osallistumaan ja viestimme kiertelemättä. Teemme töitä yhdessä – auttaen ja kehittäen toinen toisiamme. Olemme yhtä yhtiötä, jonka voima kumpuaa kulttuurien moninaisuudesta. [4.]

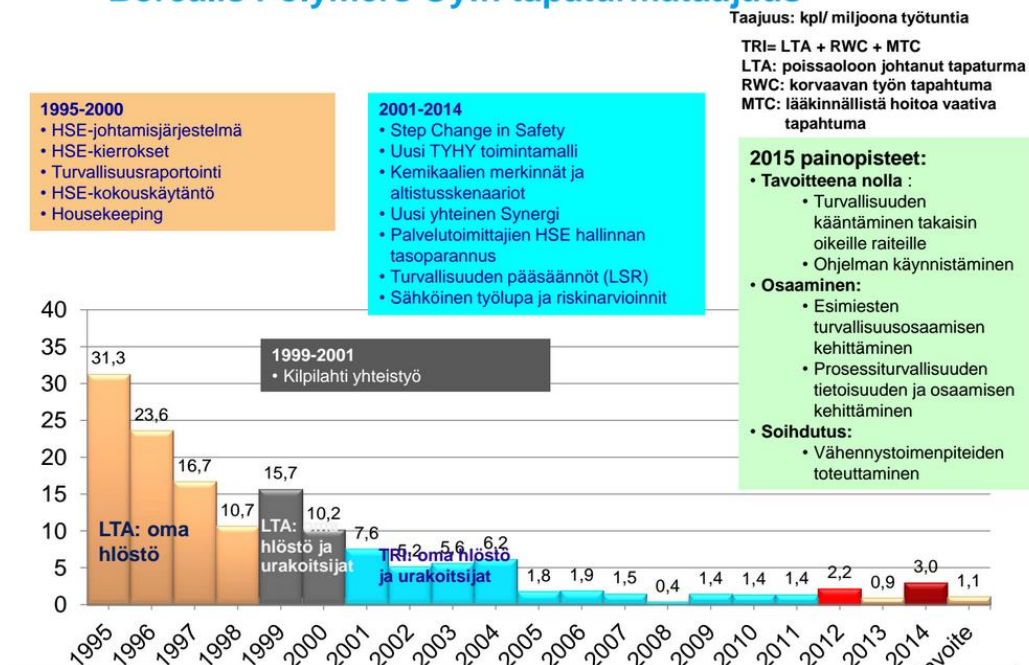
Ylittää. Asiakkaiden ja omistajien menestys on myös meidän asianne. Menestyksemme perustuu sitoutumiseen ja innovatiivisuuteen. Teemme sen minkä lupamme – ja vähän enemmän. [4.]

Nimblivity™. Olemme nopeita, joustavia ja teräkunnossa. Luomme mahdollisuuksia ja tartumme uusiin tilaisuuksiin. Haemme järkeviä ja mutkattomia ratkaisuja. [4.]

2.3 Turvallisuus

Turvallisuutta arvostetaan Borealiksella erittäin korkealle. Turvallisuudessa keskitytään ihmisen ja ympäristön turvallisuuteen ja hyvinvointiin. HS-asioissa (health and safety) painotetaan periaatetta, että jos työtä ei voida tehdä turvallisesti, sitä ei tule tehdä kyseisellä tavalla ollenkaan. Periaatteen taustalla on ajatus, että jokainen tapaturma on vältettävissä, ja Borealoksen tavoitteena on saavuttaa nollatulos TRI-lukemaksi. Tämän saavuttamiseksi työtapoja standardoidaan, riskinhallintajärjestelmiä luodaan, kokemuksia jaetaan eri ryhmien kesken, ja parasta mahdollista koulutusta annetaan niin Borealoksen omille työntekijöille kuin alihankkijoillekin. Borealis Polymers Oy:n tapaturmalaa-juus on esitetty kuvassa 2. [5.]

Borealis Polymers Oy:n tapaturmataajuus



Kuva 2. Borealis Polymers Oy:n tapaturmalaa-juus vuodesta 1995 vuoteen 2014.

2.4 Borealis Polymers Oy

Borealis Polymers Oy on osa Borealis-konsernia. Se toimii Suomessa Porvoon tehdasalueella Kilpilahdessa yhteistyössä alueen muiden kemianteollisuuden yritysten kanssa. Yritys työllistää noin 900 henkilöä vakituisesti [6, s. 10]. Yritys tuottaa fenolia, olefiineja, polypropeenia, polyeteeniä ja Borstar®-polyeteeniä. [7.]

3 Polymeeritekniologia

Polymeerillä tarkoitetaan pitkää molekyyliketjua, jonka molekyylit ovat liittyneet toisiinsa kovalenttisin sidoksin. Polymeeri voi koostua yhdestä tai useammasta monomeeristä sekä komonomeeristä. Polymeroinnilla tarkoitetaan prosessia, jossa polymeerit muodostuvat yksittäisistä molekyyleistä pitkiksi ketjuiksi.

3.1 Polymeerien jaottelu

Polymeerit voidaan jakaa ryhmiin alkuperän, rakenteen, ominaisuuksien, käyttötarkoituksen, kiteisyyden ja monomeerien liittymistavan perusteella. [8, s. 22.]

Alkuperänsä mukaan polymeerit jaotellaan kolmeen ryhmään: luonnonpolymeereihin, muunnettuihin luonnonpolymeereihin eli puolisynteettisiin polymeereihin ja synteettisiin polymeereihin.

Luonnonpolymeereistä tavallisimpia polymeerejä ovat polysakkaridit, proteiinit ja useat luonnonhartsit. *Puolisynteettisistä polymeereistä* ovat tunnettuja esimerkiksi kloorattu luonnonkumi, selluloosanitraatti ja kaseiinimuovi, jotka valmistetaan luonnonpolymeereistä kemiallisen käsittelyn avulla. *Synteettisten polymeerien* raaka-aineina käytetään kemianteollisuudessa valmistettuja pienimolekyylisiä monomeerejä, jotka polymerointiprosessissa muodostavat pitkäketjuisia makromolekyylejä. Synteettisiä tuotteita ovat muun muassa polyeteeni ja polypropeeni. [8, s. 22.]

Koostumuksensa mukaan polymeerit voidaan jaotella kolmeen eri ryhmään: orgaanisiin polymeereihin, puoliorgaanisiin polymeereihin ja epäorgaanisiin polymeereihin. *Orgaanisissa polymeereissä* ainakin polymeerin pääketju sisältää hiiliatomeja. *Puoliorgaanisissa polymeereissä* polymeerin pääketju on epäorgaanista ainetta ja sivuryhmät voivat sisältää hiiliatomeja. *Epäorgaaniset polymeerit* eivät sisällä hiiliatomeja. [8, s. 23.]

3.2 Homopolymeerit ja kopolymeerit

Homopolymeereillä tarkoitetaan polymeerejä, jotka ovat muodostuneet vain yhdestä lähtöaine- eli monomeerilajista. Homopolymeeri voi olla lineaarinen, haaroittunut tai silloittunut verkkorakenteeksi. [8, s. 25.]

Lineaarinen homopolymeeri on muodostunut ketjumaiseksi rakenteeksi. *Haaroittuneen homopolymeerin* runko-osaan on liittynyt yhden, muutaman, kymmenien tai satojen rakenneyksiköiden eli merien haaroja. *Silloittuneessa homopolymeerissä* monomeerimolekyylit ovat liittyneet toisiinsa muodostaen tasomaisen tai kolmiulotteisen verkon. Silloittuneet polymeerit ovat sulamattomia ja liukenemattomia.

Kopolymeereiksi kutsutaan polymeerejä, jotka ovat muodostuneet kahdesta tai useammasta monomeerilaadusta, eli ne ovat niin sanottuja sekapolymeerejä. Niiden rakenne voi olla lineaarinen, haaroittunut tai silloittunut. [8, s. 26.]

Linearisessa kopolymeerissä monomeerit ovat liittyneet toisiinsa vuorottain tai säännötömästi, esimerkiksi A-B-A-B tai A-A-A-B-A-B-, joissa A ja B kuvaavat meerejä eli polymeerin rakenneyksiköitä.

Tavallinen *haaroittunut kopolymeeri* vastaa rakenteeltaan haaroittunutta homopolymeeriä, mutta perusrunko sekä haarat ovat muodostuneet kahdesta tai useammasta eri monomeeristä.

Blokkikopolymeerissä esiintyy pitkiä molekyylin osia eli segmenttejä, joita on yhdessä molekyylissä kaksi tai useampia. Rakenne voidaan esittää seuraavasti:

-A-A-A-A-A-B-B-B-B-B-

Oksaskopolymeerissä yhden monomeerin muodostamaan ketjuun on liittynyt toisen monomeerilajin muodostamia haaroja.

Sillouttunut kopolymeeri muodostaa homopolymeerin tavoin kolmiulotteisen avaruusverkon [8, s. 27].

3.3 Polymeerien tärkeimmät ominaisuudet

Termisillä ominaisuuksilla kuvataan polymeerin käyttäytymistä lämpötilan funktiona. Näitä ovat sulamislämpötila, lasiutumislämpötila, hajoamislämpötila, pehmenemis- ja taipumislämpötilat ja haurastumislämpötila. Kaikkia ominaisuuksia ei voida mitata kaikilta polymeerilaaduilta, esimerkiksi sulamislämpötila esiintyy vain kiteisillä polymeereillä, kuten LD- ja HD-polyeteenillä. [8, s. 58–65.]

Mekaaniset ominaisuudet kuvaavat polymeerin kykyä sietää ulkoisen voiman aiheuttamia muodonmuutoksia. Polymeerien ominaisuuksia voidaan mitata esimerkiksi vetolujuus- ja virumiskokeilla. [8, s. 66.]

Kaasujen läpäisevyys eli permeabiliteetti on tärkeä ominaisuus esimerkiksi pakkausmateriaaleissa, kuten muovipusseissa, säiliöissä, eristeaineissa ja letkuissa. [8, s. 91.]

Kun materiaalia aletaan muovata muoviteollisuuden toisessa portaassa muovin ja polymeerien valmistuksen jälkeen lopputuotteeksi, on hyvä tietää sen virtaus- eli reologiset ominaisuudet. Virtausominaisuuksia ilmaiseva suure polyolefiineille on sulamassavirta, ts. sulaindeksi (MFR) ja polyvinyyliklorideille viskositeettiluku. MFR ilmaisee muoviraaka-aineen moolimassan suuruusluokan, muovauksen helppouden ja tuotteen lujuuden. [8, s. 94–100.]

Muovia käytetään eristeenä sekä matalien että korkeiden jännitteiden yhteydessä, koska ne eivät johda sähköä. Sähköisillä ominaisuuksilla tarkoitetaan muun muassa muovin ominaisvastusta, pintavastusta, läpilyöntikestävyyttä, häviökerrointa ja suhteellista permittiivisyyttä. [8, s. 100.]

Lämpötilan noustessa polymeerit laajenevat enemmän suhteessa metalleihin ja puuhun.

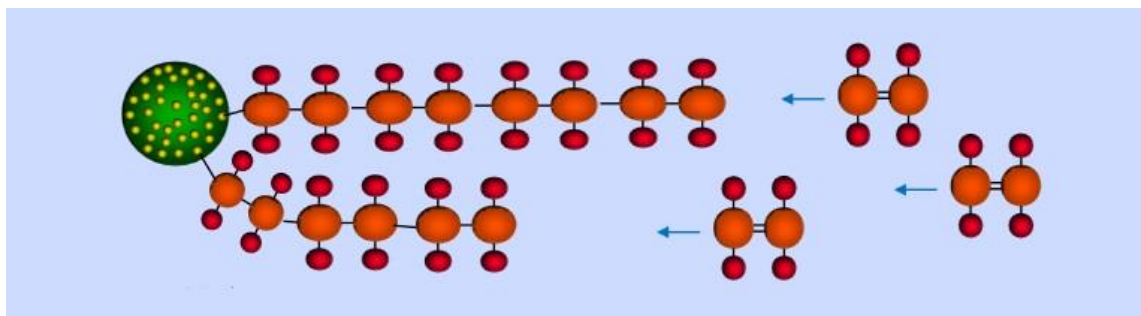
Toisaalta muovin kimmokertoimen kasvaessa sen lämpölaajeneminen vähenee [8, s. 106]. Lämpölaajenemista voidaan vähentää täyteaine- ja kuitulisäyksellä [8, s. 107]. Lämmönjohtavuus on yleisesti ottaen muoveilla huono muihin tavallisiin aineisiin ja etenkin metalleihin verrattuna. Lämmönjohtavuutta nostetaan täyteaineiden ja kuitujen avulla, kun taas kaasumaisilla aineilla (ilma, hiilidioksidi) lämmönjohtavuutta vähennetään. Huukoisessa aineessa lämmönjohtavuutta voidaan lisätä myös kosteuden avulla [8, s. 108].

4 Polyeteenitehdas (PE2)

Polyeteenitehdas tuottaa polyeteenimuovin eri laatuja, joita käytetään muun muassa teollisuudessa erilaisten kestävien putkien valmistukseen. Tehdas on perustettu vuonna 1995 ollen ensimmäinen Borealixen Borstar®-teknologiaa edustava tuotantoyksikkö. Tehtaan tuotantokapasiteetti on nykyisellään noin 250 000 t/a, kun se alun perin vuonna 1995 oli 120 000 t/a. Tehdas on jatkuvatoiminen pois lukien suunnitellut huoltoseisokit. Tuotannon työntekijät toimivat viidessä vuorossa, ja kullakin vuorolla on oma vuoromes- tarinsa sekä kuusi-seitsemän operaattoria, joista kaksi sijoittuu valvomoon ja muut prosessialueelle. [9.]

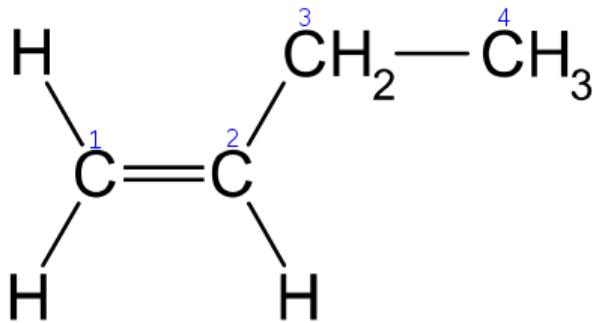
4.1 Raaka-aineet

Tehtaan *monomeerinä* käytetään *eteeniä* (C_2H_4), joka saadaan Borealixen omalta eteenintuotantolaitokselta Kilpilahdessa. Eteeni käsitellään eli puhdistetaan ennen prosessiin syöttämistä, jonka jälkeen se käy läpi prosessin eri vaiheet muodostuen polymeeriketjuksi. Kuvassa 3 on esitetty eteenimolekyylin liittyminen monomeeriketjuun. [9.]

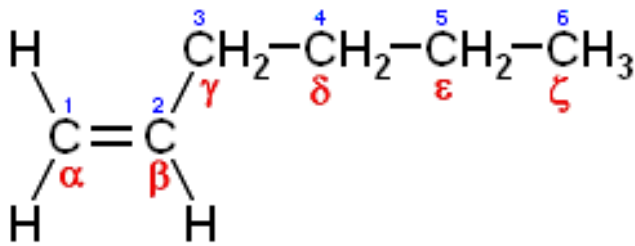


Kuva 3. Eteenimolekyylit liittyvät toisiinsa muodostaen polymeeriketjun.

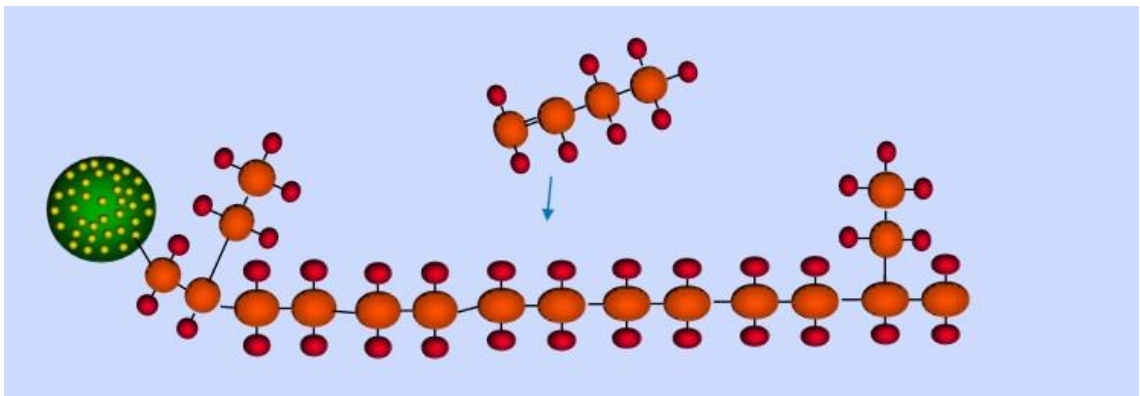
1-buteenia (C_4H_8 , kuva 4.) ja *1-hekseeniä* (C_6H_{12} , kuva 5.) käytetään polymeerin *komonomeereinä*, joilla säädellään tuotteen *tiheyttä*. Komonomeerit liittyvät polymeeriketjuun kuvassa 6 näkyvällä tavalla. [9.]



Kuva 4. 1-buteenin rakenne.



Kuva 5. 1-hekseenin rakenne.

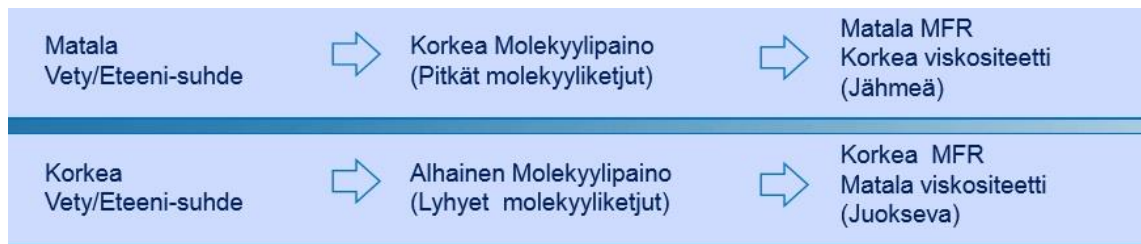


Kuva 6. Komonomeerin liittyminen monomeeriketjuun sivusuunnassa.

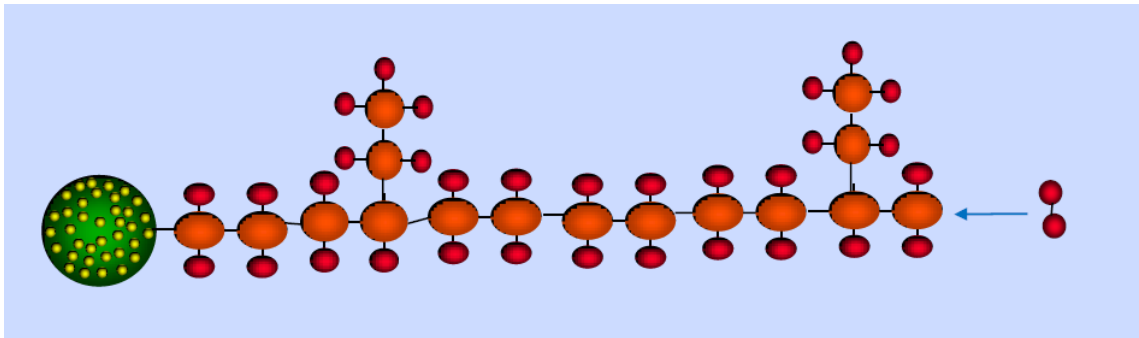
Propania (C_3H_8) käytetään *diluenttina* sekä linjojen huuhtelussa. [9.]

Vedyn (H_2) avulla säädetään polymeerin sulaindeksiä. Polymeeriketjun molekyylipainoon eli pituuteen vaikuttaa vedyn määrä suhteessa monomeerin määrään (kuva 7.). Pituus

määräytyy sen mukaan, missä kohti vety liittyy monomeeriketjuun eli katkaisee sen (kuva 8.). [9.]



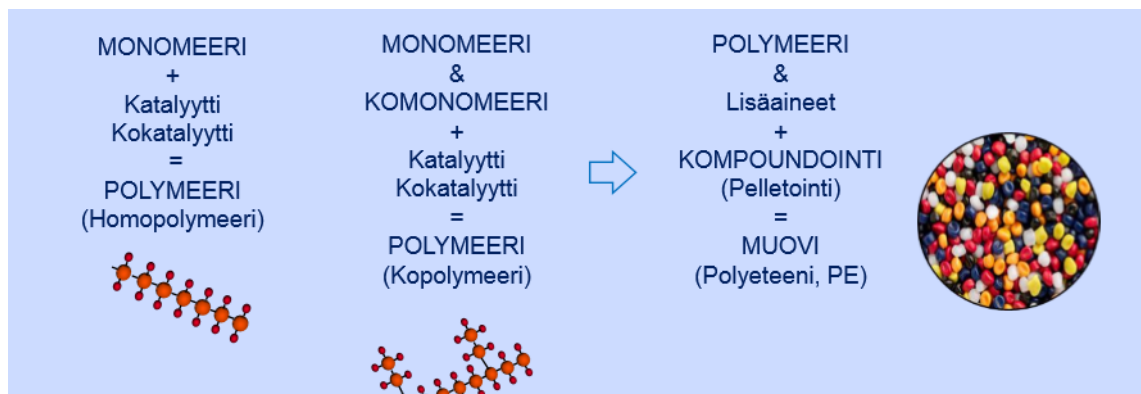
Kuva 7. Vedyn määrän vaikutus polymeerin ominaisuuksiin.



Kuva 8. Vety katkaisee monomeeriketjun.

4.2 Polyeteeni

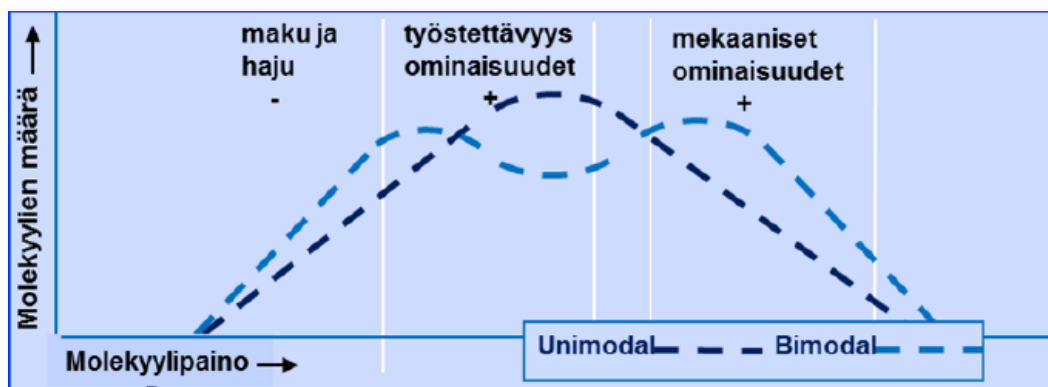
Polyeteeni on synteettinen polymeeri. Sen valmistuksessa monomeerinä käytetään luonnollisesti eteeniä ja PE2:lla komonomeereinä käytetään 1-buteenia sekä 1-hekseeniä. Polyeteenin valmistuksen vaiheet on esitetty kuvassa 9 ja polymerointiprosessia on esitetty tarkemmin kappaleessa 5.



Kuva 9. Polyeteenin valmistuksen vaiheet.

4.2.1 Molekyylipainojakauma

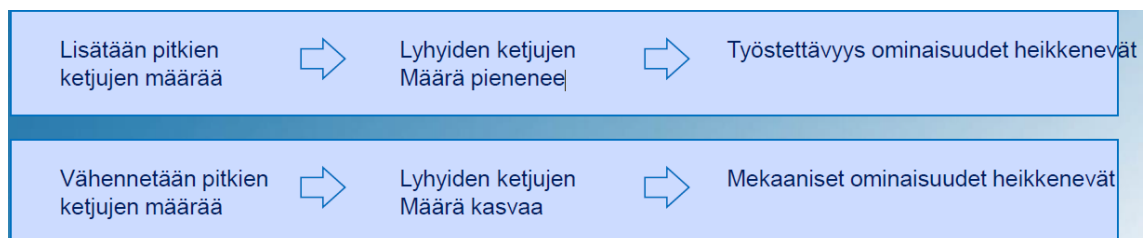
Molekyylipainojakauma (kuva 10.) kertoo molekyyliketjujen pituuden hajonnan. Hajonta johtuu tuotantoprosessin aikana syntyneistä epätasaisuuksista polymeerin muodostumisessa. Osa ketjuista jää keskiarvoa pienemmiksi ja osa taas kasvaa keskiarvoa suuremmaksi. Sulaindeksillä pystytään mittaamaan polymeerien keskipituus, muttei ketjujen pituuden hajontaa. Sulaindeksi mitataan kahdella eri massalla, ja FRR on niiden kahden lukeman suhde, joka on normaalisti välillä 20–30 [10]. Mitä suurempi arvo, sitä leveämpi jakauma on. [9.]



Kuva 10. Molekyylipainojakauma.

4.2.2 Unimodaalinen polyeteeni

Unimodaalisella polyeteenillä tarkoitetaan polyeteenin tuottamista yhden reaktorin avulla, jolloin pitkien ja lyhyiden monomeeriketjujen määrien säätely polymerointiolosuhteilla on rajoitettua. Tästä johtuen polymeerin työstettävyys- tai mekaaniset ominaisuudet heikentyvät tai vahvistuvat toisen ominaisuuden muuttuessa (kuva 11.).

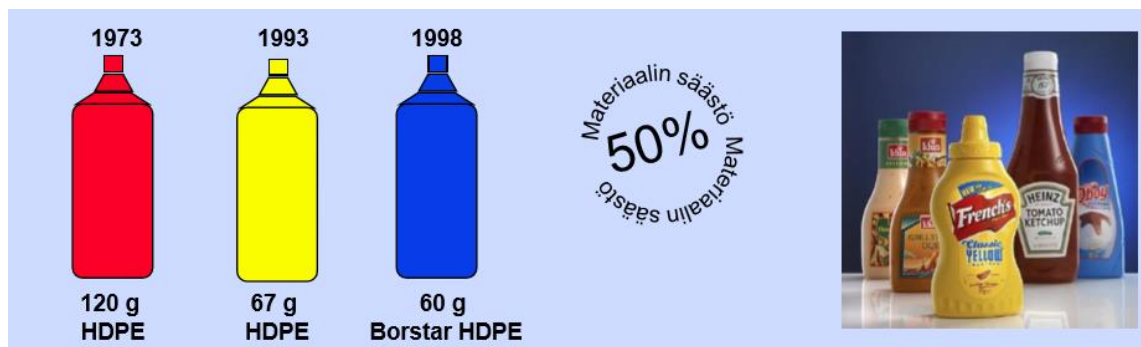


Kuva 11. Unimodaalisen polyeteenin ominaisuuksien muutos monomeeriketjujen määrän suhteen.

4.2.3 Bimodaalinen polyeteeni

Bimodaalinen polyeteeni eroaa unimodaalisesta polyeteenistä monipuolisempien ominaisuuksiensa suhteen. Bimodaalisen polyeteenin valmistuksessa käytetään useaa reaktoria, jolloin laatuojen ominaisuuksia voidaan muokata paremmin. Bimodaalituotteista voidaan tehdä lujempia kuin unimodaalituotteista, ja samalla saadaan säilytettyä niiden hyvät työstettävyysominaisuudet.

Bimodaalisen polyeteenin etuina ovat vahvat työstettävyysominaisuudet yhdistettynä lujuuteen. Tämä avaa ikkunoita uusille tuotesovelluksille, ja se on kilpailukykyinen vaativienkin asiakkaiden keskuudessa. Ympäristön kannalta bimodaalinen polyeteeni on kannattavampaa unimodaaliseen nähden, sillä sen avulla saadaan materiaalisäästöjä, joka on havainnollistettu kuvassa 12. Sillä on paremmat kierrätysmahdollisuudet, sen elinkaari on pidempi ja sillä voidaan korvata metalli tietyissä sovelluksissa, joka mahdollistaa energiasäästöjä.



Kuva 12. Pulloilla on sama tilavuus ja samat mekaaniset ominaisuudet.

4.2.4 PE-laadut

LLDPE-polyeteeni (Linear low density polyethylene, PE-LLD) on alhaisen tiheyden polyeteenilaatu, jonka tiheys on $910\text{--}930\text{ kg/m}^3$ ja komonomeeripitoisuus 5–10 p-%. LLDPE:tä käytetään mm. erilaisten kalvojen valmistuksessa.

MDPE (Medium density polyethylene, PE-MD) on keskitiheyksinen polyeteenilaatu, jonka tiheys on $930\text{--}940\text{ kg/m}^3$ ja komonomeeripitoisuus 2–5 p-%. MDPE:stä valmistetaan muun muassa kalvoja sekä kaapeleita teollisuuden tarpeisiin.

HDPE (High density polyethylene, PE-HD) on korkeatiheksinen polyeteenilaatu, jonka tiheys on 940–970 kg/m³ ja komonomeeripitoisuus 0–2 p-%. HDPE:stä valmistetaan teollisuuden käyttöön kalvoja, putkia, pinnoitteita sekä kaapeleita.

4.3 Tuotteet

PE2-tehtaan polyeteenistä tehdään muun muassa teollisuuden käyttöön teräsputkien pinnoituksia, kalvoja (films), putkia sekä kaapeleita. Eri polyeteenilaadut on kehitetty yhteistyössä asiakkaiden kanssa.

HDPE- ja MDPE-materiaaleista valmistetaan kestäviä putkia juomaveden, kaasujen, jäteiden ja teollisuuden tarpeisiin. Materiaalit eroavat niin väriltään, tiheydeltään, sulaindeksiltään kuin paineensietokyvyltään. [11.]

Polyeteeniä käytetään teräsputkien pinnoitukseen eli suojaukseen. MDPE-pinnoitteita käytetään muun muassa sideaineena esimerkiksi bimodaalisen HDPE-pinnoitteen kanssa. [11.]

LLDPE-muoveista ja MDPE-muoveista valmistetaan tuotteita infrastruktuurin, autoteollisuuden ja pakkausteollisuuden tarpeisiin. Käyttökohteita ovat muun muassa pakaste- ja leipäpussit. [12.]

MDPE- ja HDPE-muoveista valmistetaan kaapeleita etenkin teollisuuden tarpeisiin. Voimakaapelit on jaettu erittäin korkeajännitteisiin (jopa 525 kV), korkeajännitteisiin ja keskijännitteisiin. Näiden lisäksi tuotteista valmistetaan sekä alhaisen jännitteen että rakennusten energiakaapeleita ja viestintäkaapeleita. [13.]

4.4 PE2-ohjaamo

PE2-ohjaamossa työskentelee yhtäaikaaisesti kaksi ohjaamo-operaattoria, joiden työasemat ovat näkyvillä kuvissa 13. ja 14. Operaattoreiden vastuualueet on jaettu muun muassa reaktoreiden mukaan eri prosessin osa-alueisiin. Ohjaamosta käsin operoidaan tuotantoprosessin kaikkia vaiheita halutun PE-laadun mukaisesti.

Prosessin ohjauksessa käytetään MetsoDNA-prosessinohjausjärjestelmää, joka perustuu DCS (distributed control system)-järjestelmään.



Kuva 13. Osa PE2-ohjaamoa.



Kuva 14. Osa PE2-ohjaamoa.

5 Polymerointiprosessi (PE2)

PE2-tehdas koostuu yhteensä yhdestätoista eri numeroidusta osa-alueesta. Polymerointiprosessi voidaan karkeasti jakaa kolmelle osa-alueelle: 83-, 84- ja 89-alueelle. 83-alue koostuu esipolymerointi- ja loop-reaktoreista, 89-alueella on kaasufaasireaktori ja 84-alue on diluentin kierrätysalue. Kyseessä on matalapaine prosessi, jossa painealue on 20–70 baria reaktorista riippuen. Operointilämpötila vaihtelee 55–95 °C:steen välillä. Kuvassa 15 näkyvät muun muassa esipolymerointireaktori, loop-reaktori, kaasufaasireaktori sekä diluentin kierrätysalue. [14.]



Kuva 15. PE2-tehdas.

Polymerointi alkaa 83-alueella *esipolymerointireaktorissa*, jonka pääasiallinen tarkoitus on estää pienten polymeeripartikkelien syntyminen varsinaisessa polymeroinnissa. Esipolymerointireaktorista katalyytti syötetään split loop -reaktoriin. Split loopista tuote syötetään *loop-reaktoriin*. Näissä kahdessa reaktorissa tuotetaan bimodaalisen polyeteenin korkean sulaindeksin (MFR) tuote eli lyhyet monomeeriketjut. Loop-reaktorista tuote syötetään kaasufaasireaktoriin 89-alueelle, jossa tuotetaan polyeteenin pitkät monomeeriketjut eli matalan sulaindeksin tuote. Kaasufaasireaktorissa tuotettu polymeeripulveri siirretään pelletointiin, jonka jälkeen siihen lisätään lisäaineita ja lopuksi pulverimassa

sulatetaan ja pelletoidaan ekstruuderin avulla. 84-alueella polymerointiprosessissa käytettävä propaani puhdistetaan ja siitä erotetaan kevyet kaasut (vety ja eteeni) sekä komonomeerit. Puhdistettu propaani ja kevyet kaasut palautetaan takaisin prosessiin. [14.]

5.1 Esipolymerointireaktori

Esipolymerointireaktorin tarkoitus on katalyytin valmistaminen prosessin myöhempiä vaiheita varten. Katalyytti peitetään ohuella polymeerikerroksella alhaisessa lämpötilassa, jolla pyritään estämään pienten polymeeripartikkelien syntyminen varsinaisessa polymeeritapahtumassa. Polymerointi tapahtuu inertissä propaaniväliaineessa.

5.2 Loop-reaktorit

Loop-reaktorit ovat nimensä mukaan rengasmaisia putkireaktoreita. Ensimmäistä reaktoria kutsutaan split loop -reaktoriksi ja toista loop-reaktoriksi. Molempien reaktoreiden tuotantokapasiteettia voidaan säätää erikseen halutun reseptin mukaan. Kahden reaktorin käyttö parantaa katalyyttipartikkeleiden viipymäaikajakaumaa. Kahden peräkkäisen loop-reaktorin käyttäminen sarjassa varmistaa tasaisemman polymeroitumisasteen ennen kaasufaasireaktoria.

Reaktoreissa tuotetaan bimodaalisen polyeteenin lyhyet polymeeriketjut eli korkean sulaindeksin tuote. Tuotettava polymeeri on lopputuotteesta riippuen joko homo- tai kopolymeriä. Polymerointi tapahtuu inertissä propaaniväliaineessa niin sanottuna slurypolymerointina yleensä ylikriittisissä olosuhteissa, minkä seurauksena käytettävään propaaniin voidaan liuottaa suhteellisen paljon vetyä ilman, että tapahtuu kaasukuplien erottumista seoksesta. [9.]

5.3 Kaasufaasireaktori

Kaasufaasireaktorissa tuotetaan bimodaalisen polyeteenin matalan sulaindeksin eli pitkien monomeeriketjujen tuote jatkamalla loop-reaktorista saadun polymeerin polymerointia. Polymerointi tapahtuu leijutetussa polymeeripedissä. Reaktori koostuu kolmesta reaktio-osasta: pohjaosasta, reaktio-osasta ja yläosasta.

6 Simulaattorin hankkimisen taustat

6.1 Lähtötilanne

Borealis-konserni päivittää Porvoon yksikön polyeteenituotannon tuotantoprosessin uudelle tasolle, jota kutsutaan kolmanneksi sukupolveksi (3G). Samalla yksikköön (PE2) hankitaan prosessisimulaattori, jonka toimittavat yhteistyössä suomalainen Metso ja maailmanlaajuinen monialayritys Honeywell. Simulaattori hankitaan pääasiassa operaattoreiden koulutukseen sekä mahdollisten prosessimuutosten testaukseen. Hankintahetkellä operaattoreiden koulutus on hoidettu työssä oppimalla kokeneen ohjaajan ohjauksessa noin kuuden kuukauden mittaisella oppijaksolla. Varsinaisia skenaariokoulutuksia ei ole ollut, vaan prosessin operointia on harjoiteltu oikeiden tilanteiden synnyn mukaan. Positiivisia kokemuksia simulaattorin hyödyllisyydestä on yrityksen sisällä saatu eteen-
nituotannosta [15]. [9.]

6.2 Perusteet simulaattorin hankkimiselle

Simulaattori hankittiin 3G-päivityksen yhteydessä tukemaan uuden teknologian sisään-
ajoa ja erityisesti henkilöstön kouluttamista varten. Simulaattorin avulla halutaan luoda mahdollisimman hyvät olosuhteet henkilöstön ammattitaidon kehittämiseksi ja ylläpitä-
miselle sekä nykyhetkeen että tulevaisuuteen. [9.]

6.3 Toimittaja ja toimittajan valinnan perusteet

Simulaattorin toimittaa yhteistyössä suomalainen Metso ja maailmanlaajuinen mo-
nialanyritys Honeywell Borealoksen toiveiden mukaan.

Metso on erikoistunut tukemaan kaivos-, kivenmurskaus-, öljy-, kaas- ja muiden pro-
sessiteollisuudessa toimivien yritysten toimintaa tuottamalla niille luotettavia ja kestäviä
tuotteita ja palveluja jo vuodesta 1999 [16].

Honeywell on teknologiaan erikoistunut suuryritys, jonka tuotteita ovat muun muassa
ilmailualan sovellukset sekä rakennus- ja teollisuusautomaation tuotteet ja palvelut [17].

PE2-yksikön prosessiohjaamossa on entuudestaan käytössä Metson DNA-järjestelmä prosessinohjauksessa, joten tästä syystä luonnollinen ratkaisu oli päätyä Metson toimitamaan käyttöjärjestelmään. Saman toimittajan ansiosta simulaattorin käyttöliittymä saatiin vastaamaan täysin ohjaamo-olosuhteita, jolloin simulaattorilla harjoittelu tukee erittäin hyvin työtehtävien oppimista. [9.]

6.4 Käyttö

Prosessisimulaattori on hankittu pääasiassa operaattoreiden koulutusta varten. Simulaattorihuoneessa on omat työasemat kahdelle koulutettavalle sekä kouluttajan oma työasema (kuva 16.). Tarkoituksena on saada simulaattori jokapäiväiseen hyötykäyttöön, ja tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää simulaattorin käyttömahdollisuudet operaattoreiden koulutuksen kannalta. Tämän lisäksi sillä voidaan suorittaa muun muassa prosessimuutoksiin liittyviä testauksia ja koeajoja turvallisesti ja kustannustehokkaasti sekä tulevien haastavimpien tilanteiden harjoittelua ennakkoon, jotta tositilanteessa minimoitaisiin ongelmien määrä. Simulaattorin avulla pystytään myös varmentamaan operaattoreiden osaaminen ja heidän saaman koulutuksensa taso luomalla skenaarioista ja pienemmistä tehtävistä koostuvia koulutustapahtumia ja -ohjelmia. Lisäksi varmennusta voidaan käyttää koulutusjärjestelmän ja -menetelmien kehittämiseen. [9.]



Kuva 16. Simulaattorihuone. Koulutettavien työasemat.

7 Simulaattorin hyödyt sekä sen käyttöön liittyvät riskit

7.1 Simulaattorin hyödyt koulutettavalle

Simulaattoriharjoitukset ovat turvallinen ja kustannustehokas tapa henkilöstön kouluttamiseen. Verrattuna aitoon toimintaympäristöön simulaattorilla pystyy oppimaan käytännön taitoja, päätöksentekoa ja kommunikointia riskittömissä olosuhteissa ilman pelkoa vaurioiden aiheuttamisesta [18, s. 12]. Tämä antaa myös mahdollisuuden testata omia tietoja ja taitoja, joka mahdollistaa syvemmän oppimisen. Syvemmissä oppimisessa koulutettava pystyy soveltamaan oppimaansa, jolloin ymmärrys ratkaisujensa syy-seuraussuhteista hahmottuvat entistä paremmin. Oman työn syvällisempi tunteminen ja osaaminen valmistavat koulutettavia sekä selviytymään haastavista työtilanteista paremmin että huomaamaan prosessissa mahdollisia kehityskohteita. [18, s. 16.]

Simulaattoriharjoitukset parantavat myös oppimisen edellytyksiä. Hyvin organisoidut harjoitukset ovat mielekkäitä ja oppimisen transferin eli siirtovaikutuksen kannalta hyödyllisempiä kuin pelkkä kirjallisen ja suullisen teorian opettelu. Simulaattoriharjoitukset kuitenkin vaativat teorian osaamista, joten sen osuutta ei saa koulutuksia suunniteltaessa unohtaa. [18, s. 16–17.]

Simulaattoria voidaan hyödyntää myös täydennyskoulutuksissa. Jos työhön liittyy joitain erityistaitoja, tiimityötä tai vaaratilanteiden hallintaa, niin simulaattorilla kyseisiä tilanteita ja taitoja voidaan harjoitella mielekkäällä tavalla yksin tai ryhmässä. [18, s. 16.]

7.2 Simulaattorin hyödyt kouluttavalle organisaatiolle

Yksinkertaistettuna simulaattorin suurimmat hyödyt tulevat esiin pidemmällä aikavälillä kustannusten pienentyessä. Esimerkiksi prosessiteollisuudessa simulaattorilla voidaan ehkäistä materiaali- ja henkilövahinkoja sekä nopeuttaa henkilöstön koulutukseen vaadittavaa aikaa [18, s. 15–16]. Teollisuuden suurissa tuotantolaitoksissa tuotannon suunnittelemattomat alasajot eli pysäytykset ovat kalliita. Jos simulaattorin avulla pystytään välttämään yksikin turha alasajo, voidaan simulaattorin katsoa maksaneen itsensä takaisin [9].

Simulaattorin hyödyntäminen saattaa tuoda myös kilpailuetua kilpaileviin yrityksiin näiden. Simulaattorilla voidaan harjoitella tulevia tilanteita sekä suorittaa koeajoja. Näiden lisäksi yrityksen imagoa voidaan kehittää käyttämällä modernia, tehokasta ja mielekästä tapaa kouluttaa henkilöstöä, joka voi lisätä yrityksen kiinnostavuutta työntekijöiden näkökulmasta. [18, s. 16.]

Näiden lisäksi yritys pystyy valvomaan henkilökuntansa ammattitaitoa sisällyttämällä perehdytyskoulutukseen simulaattorilla suoritettavan näyttötyön, joka dokumentoitaessa yrityksen omaan koulutusrekisteriin toimii varmuuksena työntekijältä vaadittavasta ammattitaidosta. [9.]

7.3 Simulaattorin hyödyt kouluttajalle

Kouluttajalle simulaattorin käyttäminen avaa parempia mahdollisuuksia käytännön työn tilanteiden kouluttamiseen. Simulaattorilla voidaan luoda erilaisia skenaarioita, jotka olisivat muuten mahdottomia järjestää esimerkiksi vaarallisuutensa ja kustannusten takia. PE2-tehtaalla esimerkiksi laadunvaihtoja ei voida harjoitella etukäteen, mutta simulaattorin avulla niiden harjoittelu tulee mahdolliseksi. Koulutustilaisuudet avaavat myös kouluttajille tilaisuuden kehittää omia koulutustaitojaan, oppia uusia koulutustekniikoita ja oppia tuntemaan työntekijöiden heikkouksia ja vahvuuksia entistä paremmin. [18, s. 15; 9.]

7.4 Simulaattoriharjoittelun riskitekijät

Simulaattoriharjoitteluun liittyy myös riskejä. Simulaatiomallit saattavat olla puutteellisia ja toimia vastoin aidon ympäristön tapahtumia, jolloin epäkohtien huomioiminen ja niihin puuttuminen on erittäin tärkeää. Riskejä voidaan pienentää parantamalla skenaariomalleja tai poistamalla harjoitus kokonaan ohjelmasta. [18, s. 86–87.]

Koulutettavan näkökulmasta riskinä saattaa olla väärin oppiminen, etenkin jos jälkipuinti eli *debriefing* jätetään vähemmälle huomiolle. Tällöin koulutettava ei saa tietää omia virheitään tai puutteellisia työtapoja vaan siirtää oppimansa aitoon toimintaympäristöön, joka saattaa johtaa niin materiaali- kuin henkilövahinkoihin. [18, s. 86–87.]

8 Koulutus ja oppiminen

Missä tahansa koulutuksessa on hyvä olla tietoinen oppimisen lainalaisuuksista, sillä ne pätevät ihmisen koko elämänkaaren ajan, ja ymmärtää niiden merkityksen koulutuksia suunniteltaessa. Ei ole olemassa yhtä ainoaa tekniikkaa oppia vaan oppimistapa vaihtelee yksilökohtaisesti. Yleisesti oppiminen perustuu havaitsemiseen, tiedon organisointiin, biologiaan, sosiaaliseen vuorovaikutukseen, automaatioon ja motivaatioon [19]. Opeeraattoreiden koulutuksessa on pyritty ottamaan huomioon tässä tekstissä esiintyviä lainalaisuuksia.

8.1 Lukeminen

Lukeminen on yksi oppimistekniikka, joka voidaan jakaa pinnalliseen ja syvälliseen oppimiseen. Tekstiä myös tulkitaan ennakko-odotusten mukaisesti. Tämä tarkoittaa, että alitajuntaisesti havaitsemme ja kiinnitämme huomioita seikkoihin, jotka eivät välttämättä ole oleellisia "tarinan" tai koulutuksen suhteen. Tästä syystä johtuen koulutusten lukumateriaalissa on tärkeää painottaa mitä koulutuksella halutaan koulutuettavien oppivan eli tuoda *lukutavoite* selkeästi esille. [19, s. 21.]

Lukemisen tarkkaavaisuuden suuntaamisessa on kaksi erilaista strategiaa: pinnallinen ja syvälinen prosessointi. Pinnallisessa prosessoinnissa lukija kiinnittää huomionsa itse tekstiin eli hän oppii tekstiä. Syvälinen prosessoinnissa lukija yrittää ymmärtää mitä teksti haluaa kertoa, mikä on sen sanoma. Tällöin tekstin avulla opitaan itse asia, ei pelkästään yritetä oppia muistamaan pelkkää tekstiä. [19, s. 21.]

8.2 Havaitseminen

Havaitseminen on osittain automatisoitu ja osittain oppijan itse hallittavissa oleva oppimisen muoto. Havaitsemiselle on olennaista tiedon valikointi ja tulkinta. Koska ihmisen tiedonkäsittelykapasiteetti on rajallinen, suuri osa ympäröivästä tiedosta jää usein havaitsematta. Lisäksi mitä tarkkaavaisemmin seuraamme jotakin tapahtumaa, sitä vähemmän pystymme käsittelemään ympäröiviä tapahtumia. [19, s. 23.]

Esimerkkinä voidaan käyttää jääkiekkomaalivahtia torjuessaan rangaistuslaukausta: maalivahdin keskittyminen on kohdistettu kiekkoon ja laukojaan eikä hän todennäköisesti havaitse muita ympäristön (esimerkiksi yleisön) reaktioita, ääniä tai liikkeitä. Tästä syystä koulutuksissa olisi keskityttävä rakentamaan oppilaan osaamista pienin askelin, sillä liiallinen uuden tiedon informaatiotulva saattaa johtaa pelkästään hämmennykseen ja keskittymisen kadottamiseen. Mitä pidemmälle koulutus on edennyt ja mitä kokeenemmaksi oppilas kehittyy, sitä enemmän havainnot kytketään aiemmin opittuun ja oppilas pystyy suoriutumaan haastavammista tehtävistä.

Havainnointia ohjaavat yksilön käsitykset siitä mitä on tapahtumassa eli *skeemat*. Skeemalla tarkoitetaan yksilön kokemusten välityksellä syntynyttä tiedon sisäistä mallia eli tapahtumien tyypillistä ja olennaista piirrettä. [19, s. 23–24.]

8.3 Biologia

Biologia liittyy myös olennaisena osana ihmisen kehittymiseen. Oppimisen tehtävänä on edistää ihmisen sopeutumista sen kulloiseen ekologiaan, tässä tapauksessa omaan työtehtäväänsä. Alitajuisesti ihminen oppii varomaan itselle vaarallisia tilanteita sekä oppii tunnistamaan vaarat ja mahdollisuudet. Tätä kutsutaan vaistotoiminnoksi, jonka jokin ärsyke laukaisee yhä uudelleen toistumaan samantapaisena. [19, s. 27.]

8.4 Toiminta ja oppiminen

Toiminta ja oppiminen voidaan jakaa kahteen ryhmään: automaattisiin toimintoihin ja intentionaaliseen (tarkkaavaisuuden kohde) toimintaan.

Automaattisia toimintoja on monenlaisia: muun muassa refleksit ja vaistot sekä tottumukset. Automaation myötä kognitiivinen kuormitus laskee, mutta samalla toimintatavoille syntyvät urat, joilta poistuminen on sitä vaikeampaa, mitä kauemmin esimerkiksi työtään on tehnyt samojen kaavojen mukaan. Mitä rutiininomaisempi tapahtuma on kyseessä, sitä vaikeampi sen laukaisemiin ärsykkeisiin on reagoida edes tietoisesti. Uuden oppiminen eli automaation poistaminen edellyttää omien rutiinien ja ennakkokäsitysten tiedostamista, jotta ne voitaisiin kyseenalaistaa. [19, s. 29.]

Intentionaalisella toiminnalla tarkoitetaan tapahtuman tietoista ohjaamista. Tämä voi olla oman toimintatapansa tietoista muutosta, jos esimerkiksi työtehtävästä suoriutuminen sitä vaatii. Toisin sanoen oma ajattelu ja toiminta säädetään tehtävän ja tavoitteen vaatimuksien mukaan. Tämä vaatii kuitenkin kohdistettua tarkkaavaisuutta, jolloin muun ympäristön huomiointi heikentyy. Muutos ei saa kuitenkaan olla liian suuri, koska ihminen pystyy käsittelemään perusteellisesti vain yhtä tai kahta viestiä samanaikaisesti. [19, s. 30.]

8.5 Motivaatio

Puhuttaessa motivaatiosta, puhutaan oppimisen kannalta yhdestä tärkeimmästä osa-alueesta. Huonolla ja hyvällä motivaatiolla varustetun oppilaan valikoitu havainnointi eroaa selvästi. Biologian kannalta motivaatioon vaikuttaa tilanteen vakavuus, puhutaan hengissä säilymisen välttämättömistä edellytyksistä. Motivaatio lähtee opiskelijasta itsestään, mutta kouluttajallakin on motivaation luomisen ja syntyminen kannalta keskeinen rooli siinä miten kouluttaja saa ”myytyä” opetettavan asian oppilaalle. Ideaalitalanne on, jos koulutettava on itse kiinnostunut opetettavasta asiasta sekä pitää sitä tärkeänä ja kouluttaja tarjoaa aiheeseen mielenkiintoisen ja mielekkään lähestymistavan. Ihminen oppii kokoajan tiedostamattaan, mutta ei välttämättä sitä mihin koulutus tähtää. Tästä johtuen ihmisen valikoiva tarkkaavaisuus tulisi pystyä kohdistamaan oleellisiin asioihin pitämällä koulutus mielekkäänä, haastavana sekä palkitsevana. Koulutuksen tulisi aina sisältää jotain uutta vaikka kyse olisi vanhan kertauksesta, sillä samojen tilanteiden ja asioiden kertaaminen kerta toisensa jälkeen ei motivoi koulutettavaa keskittymään ja oppimaan. Muuten voi syntyä illuusio asian täydellisestä hallitsemisesta vaikka kyseessä olisi vain tietyn tilanteen, ei asian, hallinta. [19, s. 34–36.]

Motivoinnin tärkeä osa-alue on myös palautteen saaminen. Palautteen avulla koulutettavalle annetaan selkeä kuva omasta osaamisesta ja kehityskohteista. [19, s. 34–36.]

8.6 Sosiaalinen vuorovaikutus

Ihminen on luonnostaan kiinnostunut tietämään ja tuntemaan ympäristönsä. Ryhmässä toimimalla ihminen saa tietoa muiden osaamisesta ja pystyy vertaamaan sitä omaansa.

Kun esimerkiksi ryhmän toiminnan puitteissa itse kukin perustelee käsityksiään ja ratkaisujaan, tämä luo edellytykset sekä muilta oppimiselle että myös omien ajatusprosessien ennako-odotusten ja itsestään selvien asioiden problematisoinnille. [19, s. 32.]

8.7 Transfer eli siirtovaikutus

Transferilla tarkoitetaan tiedon siirtymistä opitusta asiasta käytettäväksi tiedoksi. Koulutuksen tarkoituksena on opiskella työtä eikä pelkästään tehtäviä varten. Jotta transferia tapahtuisi, harjoitukset olisi tehtävä oikeaa työtä vastaavissa olosuhteissa. Toisin sanoen mitä lähempänä harjoitustilanne on oikean työn kontekstia, sitä enemmän transferia tapahtuu. Tietoja ja taitoja on siis tehokkainta opetella tai harjoitella oloissa, joissa niitä tullaan myöhemmin käyttämään. [19, s. 45–46.]

Aktiivinen transfer on ilmiö, jossa koulutettava pyrkii tavoitteellisesti luomaan transferille edellytyksiä jo oppimisvaiheessa ja käyttää hyväkseen aiemmin oppimaansa. Tällöin koulutettava pyrkii löytämään tietorakenteiden välisiä yhteyksiä ja perusteluja. Jotta transferia tapahtuisi esimerkiksi harjoitustilanteissa, on ensin opittava tiedot ja taidot, jotta niitä pystyy soveltamaan haastavissakin olosuhteissa. [19, s. 47–48.]

8.8 Työmuistin rajoitukset

Ihminen pystyy kerralla yhdistämään tietoa maksimissaan 5 ± 2 eri lähteestä yhtäaikaaisesti [19, s. 82]. Tästä johtuen harjoitusten tietomäärän ei tulisi olla liian suuri, sillä muuten seurauksena on niin sanottu ”tunnelinäkö”. ”Tunnelinäkö” aktivoituu, kun saatujen signaalien määrä kasvaa liian suureksi ja tämä johtaa tarkkaavaisuuden valokeilan supistumiseen ja esille nousevat syvimmällä olevat tiedot ja toimintatavat, jotka eivät palvele koulutuksen tarkoitusta. [19, s. 86.]

Vaikka ihminen ei pysty käsittelemään kovin montaa signaalia yhtäaikaaisesti, näkökulman vaihtaminen onnistuu kuitenkin vaivatta. Tämä tarkoittaa esimerkiksi tarkkaavaisuuden siirtämistä laajasta kokonaisuudesta yksityiskohtiin. [19, s. 83.]

Signaalien määrän kasvaminen liian suureksi tarkoittaa biologisessa mielessä ”taistele tai pakene” -reaktion aktivoitumista. Tällöin valmius harkittuun ongelmanratkaisuun ja tarjolla olevan informaation hyödyntämiseen vähenevät. [19, s. 86.]

8.9 Koulutuksen tavoitteet

Yleisesti koulutuksen tavoitteena on toimintavalmiuksien kehittäminen. Koulutuksen jälkeinen ydinkysymys on ovatko koulutettavat oppineet mitään. Tähän kysymykseen pyritään vastaamaan koulutuksen *evaluoinnilla* eli arvioinnilla. Evaluointiin kuuluu kontrolli eli ”tuotosten” arviointi. Arviointi voi olla esimerkiksi silmämääräistä tai kirjallista, riippuen mitä ja miten tuloksia halutaan kerätä. Evaluointia käytetään hyväksi toimintaohjelmien tai koulutusprosessien arvioinnissa ja kehittämisessä. Evaluointi perustuu viime kädessä koulutettavan suorituksiin: tietoihin, taitoihin, valmiuksiin, asenteisiin ja motivaatioon. [19, s. 189–191.]

8.10 Koulutuksen periaatteet

PE2-tuotantolaitoksella käytetään niin kutsuttua oppipoikamenetelmää. Oppipoikamenetelmässä kokenut työntekijä ohjaa aloittelevaa työntekijää aluksi intensiivisesti ja ajan kuluessa vähentäen ohjaustaan antamalla koulutettavalle enemmän vastuuta. Operattorikoulutuksessa yhdistetään oppipoikamenetelmä ja erillinen simulaattorikoulutus yhdeksi kokonaisuudeksi. [18, s. 88.]

Oppipoikamenetelmän vaiheet ovat seuraavat:

Mallintamisessa koulutettava seuraa ohjaajan työtapoja ja kokonaisia suorituksia ohjaajan samalla perustellen ratkaisujaan. Lisäksi koulutettava pyrkii luomaan mentaalisen mallin siitä miten hänen oppimansa asia toimii käytännön ympäristössä. [18, s. 88.]

Lähentämisessä koulutettava saa halutessaan ohjausta työhönsä ohjaajan valmennuksen aikana. Lähentämisen aikana ohjaaja perustelee valintojaan ja toimintatapojaan. Koulutettava suorittaa työtehtäviä jo itse, jolloin hän saa tuntumaa ja kokemusta turvalisessa ympäristössä. [18, s. 88.]

Häivyttämisessä koulutettavan vastuuta lisätään entisestään ja ohjauksen määrää vähennetään sitä mukaa kun se on oppimisen kannalta järkevää. [18, s. 89.]

Itseohjatussa oppimisessa koulutettavalle tarjotaan apua vain hänen itse sitä pyytäessään. [18, s. 89.]

Yleistämisessä koulutettavan oppimaa pyritään soveltamaan uusiin tilanteisiin, jolloin pyritään takaamaan oppimisen transfer eli siirtovaikutus. [18, s. 89.]

9 Uuden operaattorin koulutus

Uuden operaattorin kouluttamisessa itsenäiseen ohjaamotyöskentelyyn PE2:lla hyödynnetään perinteisen OTJ-strategian (On-The-Job Training) ohessa prosessisimulaattoria. OTJ-koulutuksessa työntekijä käy läpi vaiheittaisen koulutusjakson oman ohjaajansa kanssa, joka on tehtävään soveltuva kokenut työntekijä. Koulutusjaksolla työntekijä käy läpi OTS-koulutuksen (Operator Training Simulator), joka koostuu niin sanotusta DCS-ajokortista. DCS-ajokortin suoritettuaan työntekijä omaa riittävän tietotaidon suoriutuakseen työtehtävistään itsenäisesti ilman ohjaajan opastusta. Koulutuksen kulku on esitetty kuvassa 17. Tämän lisäksi valmiit operaattorit osallistuvat normaalisti OTS-koulutuspäiville osaamisensa mukaan.



Kuva 17. Ohjaamo-operaattorikoulutuksen polku ja rakenne.

9.1 Ohjaamokoulutus

Ohjaamokoulutuksen tarkoituksena on työntekijän perehdytys uusiin työtehtäviin valvoituissa ja turvallisissa olosuhteissa. Työn haastavuuden vuoksi perehdytys tulee suorittaa rauhassa, täsmällisesti ja oikeaoppisesti, jotta vääriä ja vaarallisia toimintatapoja ei tulisi omaksuttua. Ohjaamokoulutus on kestoaltaan noin kuuden kuukauden mittainen ja se suoritetaan ohjaavan operaattorin valvonnan alla.

Koulutus voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: työhön tutustumiseen, ohjattuun harjoitteluun ja itsenäiseen harjoitteluun valvotuissa olosuhteissa. DCS-ajokorttikoulutus suoritetaan tämän kuuden kuukauden aikana ja sen sisältö on esitetty seuraavassa alaotsikossa. Työhön tutustumisessa työtehtävien suoritus on ohjaavan operaattorin vastuulla, jolloin koulutettava voi rauhassa tutustua tuotantoprosessiin ohjaamon näkökulmasta ja omaksua oikeita toimintamalleja sekä suorittaa DCS-ajokortin tasot 1 A/B prosessisimulaattorin avulla.

Ohjatussa harjoittelussa koulutettava osallistuu työtehtävien suorittamiseen aiempaa aktiivisemmin siirtäen oppimiaan asioita käytännön tasolle. Ohjatun harjoittelun aikana koulutettava suorittaa DCS-ajokortin tasot 2 ja 3, jonka jälkeen hän on valmis aloittamaan koulutuksensa viimeisen vaiheen. DCS-ajokortin tasolla 2 oppilas oppii tuotantoprosessin operoimisen pienissä osissa ja lopulta yhdistää osat kokonaisuuksiksi tason 3 lopputenteissä.

Itsenäisessä valvotussa harjoittelussa operaattori suorittaa tulevia työtehtäviään itsenäisesti, mutta ohjaavan operaattorin valvonnan alla. Vaihe valmistaa operaattoria itsenäiseen päätöksentekoon, vastuun ottamiseen ja yhteistyöhön muiden vuorolaisten kanssa. Vaikka päätöksenteko ja työtehtävät ovat oppilaan vastuulla, niin ohjaava operaattori on viimeisenä vastuussa oppilaansa toiminnasta. Osana varmennusta käydään keskustelu opastettavan, työnopastan ja heidän esimiehensä kesken, jossa sovitaan jatkotoimenpiteistä. Jatkotoimenpiteitä voivat muun muassa olla työnopastuksen jatkuminen tai henkilökohtaisen oppimissuunnitelman laatiminen. Kun osapuolet ovat yhtä mieltä perehdytyksen valmistumisesta sekä oppilas on suorittanut DCS-ajokortin onnistuneesti, oppilas voi siirtyä itsenäiseen työskentelyyn.

Ohjaamokoulutuksen päätyttyä operaattoreilla on mahdollisuus laajentaa osaamistaan ja syventää tietämystään itsenäisellä simulaattoriharjoittelulla. Simulaattorin avulla on mahdollista ladata ja harjoitella erilaisia valmiiksi luotuja skenaarioita tuotantoprosessiin liittyen. Tämä on turvallinen ja kustannustehokas tapa kehittää henkilökunnan osaamista [20][21]. Itsenäisessä harjoittelussa tulee kuitenkin painottaa toimintatapojen oikeellisuuden huomioonottamista ja suhtautua asiallisesti ja vakavasti simuloituihin harjoituksiin. Vaikka simulaattorilla suoritettavat harjoitukset eivät realisoidu tosimaailmassa, niin

värien tapojen poisoppiminen on vaikeampaa kuin niiden oppiminen ja oikeiden toimintatapojen noudattaminen on etenkin turvallisuuden, kustannusten ja tuotantomäärien kannalta oleellisen tärkeää.

9.2 DCS-ajokortti

Uusien ohjaamo-operaattoreiden oppimisen varmistamiseksi ja osaamisen todentamiseksi operaattorit suorittavat ohjatun ja dokumentoidun koulutuksen prosessiohjauksessa käytettävästä ohjelmistosta PE2:n prosessisimulaattorilla. Koulutus suoritetaan ohjaamoharjoittelun ohessa ja koulutuksen suoritettuaan operaattorin tiedot ja taidot ovat riittävät toimimaan työtehtävissään itsenäisesti.

DCS-ajokortti koostuu useista tasoista, joihin on sisällytetty tuotantoprosessin tärkeimmät operaatiot. Operaatiot on laadittu erilliseen tehtäväviikkoon, jotka suorittamalla oppilas voi lopulta suorittaa lopputentit.

DCS-ajokortti on jaettu kolmeen tasoon, joista ensimmäinen on jaoteltu kahdeksi erilliseksi kokonaisuudeksi. Ideana on lähteä perusteista liikkeelle, jolloin informaatiomäärä ei kasva kerralla liian suureksi vaan ensiksi opetetaan perusasiat, joiden hahmottamisen jälkeen on helpompi keskittyä yksityiskohtiin ja lopulta yksityiskohdista koostuviin kokonaisuuksiin.

Taso 1A on tarkoitettu DCS-ohjelmistoon tutustumiseen. Tehtävissä käydään läpi muun muassa ohjelmiston peruskäyttöä, trendikuvien tarkastelua ja analysointia sekä operointia.

Tasolla 1B perehdytään itse prosessiin. Tarkoituksena on oppia hahmottamaan ikkunoiden sisältöä, tärkeimpien prosessilaitteiden sijaintia sekä niiden yhteyttä ohjelmiston sisällä.

Suoritettuaan tasot 1 A/B, oppilas on valmis harjoittelemaan *tasolla 2* olevia suurten kokonaisuuksien osatehtäviä. Tarkoituksena on oppia tuotantoprosessiin liittyvät toimenpiteet pienissä osissa, jotta informaatiomäärä pysyisi kohtuullisena. Tehtävävihkon tehtävät on jaoteltu kokonaisuuksien mukaan ja ne valmistavat oppilasta kohti suurempien kokonaisuuksien lopputenttejä.

Lopuksi *tasolla 3* oppilas on riittävän taitava hallitsemaan edellisillä tasoilla oppimansa osa-alueet ja yhdistämään ne kokonaisuuksiksi. Osoittaakseen hallitsevansa ohjelmiston käytön oppilas suorittaa lopputentit, joiden hyväksytyt suoritukset oikeuttavat hänet työskentelemään itsenäisesti omissa työtehtävässään.

Oppilaan kehitymisestä on vastuussa ensisijaisesti oppilas itse, mutta ohjaava operaattori valvoo simulaattorikoulutuksen tasojen 1 ja 2 suoritusta ja kuittaa tehtävät suorituksi. Vuoromestari valvoo lopputenttien suorittamista ja kuittaa vihkoon tentit hyväksytyiksi.

Yrityksillä on lakisääteinen velvollisuus varmistaa työntekijöidensä pätevyys työtehtäviinsä [22]. Tämän varmistamiseksi osaamista tulee jatkuvasti mitata ja edelleen kehittää. *Osaamisen todentamisessa* käytetään oppilaille annettavaa tehtävävihkoa ja/tai sähköistä koulutusohjelmistoa. Tehtävien suoritukset kuitataan valvojan allekirjoituksella ja päivämäärällä. Suoritukset dokumentoidaan Borealis Polymers Oy:n omaan koulutusrekisteriin, jotta työntekijöiden ammattitaito voidaan tarvittaessa varmistaa ja todistaa.

9.3 Kertausharjoitukset

Työskenneltyään työtehtävässään, uusi operaattori voi suorittaa kertaustehtäviä simulaattorilla itsenäisesti. Kertaustehtävissä harjoitellaan ja palautetaan mieleen prosessissa tapahtuvia harvinaisempia tilanteita ja tapahtumia, jotka eivät kestoiltaan kuitenkaan vastaa OTS-koulutuspäivien harjoituksia. Koska vastaanotettu uuden informaation määrä on aluksi suuri, niin monet asiat ovat voineet jäädä vähemmälle huomiolle ja siksi niitä on järkevää käydä uudestaan ohjatusti läpi. Näin toimimalla operaattori pystyy keskittymään johonkin osa-alueeseen rauhassa, hahmottamaan sen paremmin osana suurta kokonaisuutta ja sisäistämään tiedon entistä paremmin. Kertausharjoitusten sisältö annetaan etukäteen erillisenä materiaalina, jotta operaattorilla on mahdollisuus tutustua

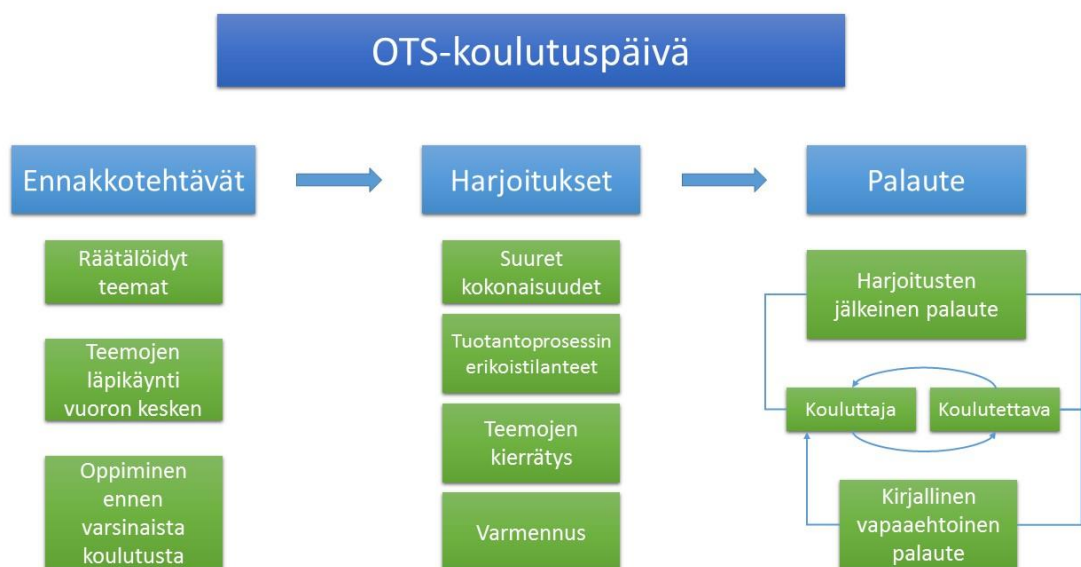
käsiteltäviin aiheisiin ja harjoitukset sujuisivat sekä jouhevasti että tehokkaasti. Harjoituksia valvoo oman vuoron vuoromestari tai vastaava. Harjoituksia ei arvostella erikseen.

9.4 Uudelleen todentaminen

Perehdytysprosessin valmistuttua operaattori on velvollinen osallistumaan OTS-koulutuspäiville, joilla käsitellään ja harjoitellaan harvoin tuotantoprosessissa tapahtuvia ilmiöitä ja tapahtumia, kuten esimerkiksi tehtaan alas- tai ylösajoa, laadunvaihtoa tai kriittisen prosessilaitteen toimintahäiriötilanteita. Vastavalmistuneen ohjaamo-operaattorin valmiuksia suoriutua haasteellisimmista tilanteista arvioidaan kuitenkin erikseen. Erittäin vähän kokemusta omaavaa työntekijää ei välttämättä ole oppimisen kannalta optimaalisinta laittaa liian haastavien tehtävien pariin vaan koulutus on järjestettävä niin, että se hyödyttää kumpaakin osapuolta; yritystä ja työntekijää.

10 Kokeneiden operaattoreiden koulutus (OTS-koulutuspäivä)

Polyeteenituotannon kokeneiden työntekijöiden koulutuksella pyritään ensisijaisesti ylläpitämään ohjaamo-operaattoreiden taitoja koskien satunnaisesti tai harvemmin prosessissa tapahtuvia ilmiöitä tai tapahtumia. Kyseessä voi olla esimerkiksi tehtaan ylös- tai alasajo, laadunvaihto tai kriittisen prosessilaitteen toimintahäiriö. Tämän lisäksi henkilökunnalle annetaan koulutusta prosessissa tapahtuviin muutoksiin sekä koeajoihin liittyen. Prosessimuutosten läpikäyminen ja harjoittelu simulaattorin avulla on tehokas ja hyvä tapa oppia prosessimuutosten jälkeiset tehtävät etukäteen. Esimerkiksi Ruotsissa Västeråsin Mälar Energi Ab:lle hankittu Aproksen koulutussimulaattori uuden boilerin testaukseen tuotti hyviä tuloksia ja sai erinomaista palautetta [23]. Myös Espoon Sähkön Suomenojan voimalaitokselle hankittu Aproksen koulutussimulaattori keräsi hyvää palautetta [24]. Jo kustannusten kannalta väärät toimintatavat ja virheet voivat tulla kalliiksi ja pahimmassa tapauksessa virheet voivat johtaa henkilövahinkoihin. Jotta näiltä tilanteilta vältyttäisiin tai niiden todennäköisyyttä saataisiin minimoitua, on harvoin kohdalle sattuvia tilanteita syytä harjoitella tasaisin väliajoin, jotta oikeassa tilanteessa toimintatavat tulisivat selkärangasta. Toisin sanoen prosessisimulaattorilla kyseisten tilanteiden harjoittelu on turvallista sekä kustannustehokasta, koska virheiden seuraukset eivät realisoidu aidossa ympäristössä [15]. Kuvassa 18 on esitetty OTS-koulutuspäivän rakenne.



Kuva 18. OTS-koulutuspäivän rakenne.

Kertauskoulutus koostuu OTS-koulutuspäivistä (Operator Training Simulator), joita on 1-3 kertaa vuodessa, ovat kestoaltaan työpäivän mittaisia ja jokaisella koulutuspäivällä on oma teemansa. OTS-koulutuspäivät koostuvat ennakkoon annetusta materiaalista koulutusaiheita koskien, simulaattorilla tehtävistä harjoituksista ja palautekeskustelusta. Suotavaa olisi, että kukin vuoro käy yhdessä tulevat harjoitukset osittain läpi ennen koulutusta, jotta tietoa ja ajatuksia voidaan jakaa harjoitusten sujuvuuden ja oppimisen edistämiseksi. Koulutuspäivistä ovat vastuussa sivutoimiset OTS-kouluttajat.

10.1 Ennakkotiedot

OTS-koulutuspäivien aikataulu ja koulutussuunnitelma suunnitellaan kolmeksi vuodeksi kerrallaan. Työntekijöille jaetaan etukäteen tehtävävihkoja, joiden tehtävät on räätälöity vastaamaan koulutuspäivillä käsiteltäviä aiheita. Jos esimerkiksi vuoden ensimmäisen koulutuspäivän aiheena on tehtaan ylösajo, yhden tehtävävihon tehtävät liittyvät ainoastaan tehtaan ylösajoon liittyviin toimenpiteisiin. Tehtävävihkojen tehtävät käsittelevät suurten kokonaisuuksien pienempiä osa-alueita ja ne tulee olla suoritettuna ennen ohjattua koulutuspäivää. Näin ollen henkilökunnalla on hyvin aikaa tutustua koulutuksen sisältöön ja kerrata harjoiteltavia aiheita. Tämän lisäksi vuoron olisi suotavaa käydä aiheita yhdessä suullisesti läpi. Ideana tässä on, että ajatuksia ja kysymyksiä voidaan esittää ja oppimista tapahtuu jo ennen varsinaista koulutusta.

10.2 Harjoitukset

Koulutuspäivien harjoitukset ovat tuotantoprosessissa esiintyviä, harvoin tai satunnaisesti tapahtuvia skenaarioita. Harjoitusten tarkoituksena on ylläpitää ja kehittää operattoreiden tietoja ja taitoja simulaattorin avulla, jotta aidossa tilanteessa ratkaisut tulevat niin sanotusti selkärangasta, tapahtuvat nopeasti ja virheiden määrä saadaan minimoitua. Parhaimmassa tapauksessa tämä ennaltaehkäisee niin henkilö- kuin materiaalivahinkoja sekä osaltaan edesauttaa häiriöttömän tuotannon ylläpitoa [21, s. 27].

Harjoitusten ideana on käydä kattavasti koko tuotantoprosessin keskeisimmät erikoistilanteet vaihe vaiheelta lävitse. Käytännössä tämä tarkoittaa, ettei samaa harjoitusta

käydä toistuvasti läpi vaan aiheita pyritään kierrättämään sopivalla syklillä, jotta koulutettavat saavat mahdollisimman monipuolista koulutusta ja heidän mielenkiintonsa koulutuksia kohtaan saadaan säilytettyä. Tarkoituksena on, ettei samaa harjoitusta tehdä kalenterivuoden aikana kahdesti.

Harjoituksissa pyritään jäljittelemään ohjaamo-olosuhteita, jolloin simulaattorilla on yhtäaikaisesti kaksi operaattoria tekemässä yhteistyötä normaalin ohjaamotoiminnan tapaan. OTS-kouluttaja sekä vuoromestari ovat samassa tilassa seuraamassa harjoituksen kulkua. Tällöin molemmat voivat valvoa toimintatapojen oikeellisuutta, ja vuoromestari saa tarkempaa tietoa operaattoreiden osaamisesta sekä kehityskohteista, jota voidaan käyttää hyödyksi jälkeenpäin. Harjoituksen päätyttyä käydään palautekeskustelu, jonka aikana keskitytään tuomaan esille missä asioissa koulutettavat onnistuivat, mitkä osa-alueet kaipaavat parannusta, muut havainnot ja annetaan koulutettavien kertoa omista kokemuksistaan harjoitukseen liittyen. Palautetta voi myös antaa vapaaehtoisesti kirjallisesti erillisellä palautelomakkeella.

10.3 Todentaminen

Koulutuspäivään osallistuneet saavat merkinnän koulutusrekisteriin, jotta heidän saama koulutus ja osaaminen voidaan tarvittaessa todistaa. Erillistä arvostelua harjoituksista ei anneta. Väliin jääneen koulutuspäivän korvaavasta suorituksesta sovitaan tapauskohtaisesti.

11 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli tutkia, miten prosessisimulaattoria voidaan hyödyntää operaattoreiden koulutuksessa, mitä hyötyä siitä on, ja luoda koulutuskonsepti näiden tietojen perusteella. Työllä tähdättiin operaattoreiden tehokkaampaan ja turvallisempaan ammattitaidon kehittämiseen aiempaan verrattuna. Lähtökohtana oli luoda PE2-tuotantoyksikölle omanlainen koulutuskonsepti, johon on kerätty ideoita muiden positiivisista kokemuksista simulaattoriharjoittelusta, mutta jota ei ole suoraan kopioitu muualta. Työtä varten kokemuksia simulaattorikoulutuksista kerättiin muun muassa yrityksen oman eteeni tuotantoyksikön simulaattorikouluttajalta, lehtiartikkeleista ja opinnäytetöistä.

Simulaattorikoulutuksista ei ole saatavilla runsaasti materiaalia, joka syventyisi itse harjoituksiin, vaan yleisesti löydetyissä materiaaleissa puhutaan koulutuksesta ja simulaattoriharjoittelun hyödyistä ja riskeistä. Tästä johtuen konseptin luominen oli sekä haastavaa, että kiinnostavaa.

Työn tulokset ovat nähtävillä muutaman vuoden kuluessa, koska sekä konsepti että simulaattori otetaan täysipainoisesti käyttöön vasta lähitulevaisuudessa. Nyt luotu konsepti on tämänhetkinen näkemys siitä, miten OTS-koulutuksia halutaan lähteä toteuttamaan.

Lähteet

1. Borealoksen kotisivut: vuosikatsaus 2014. Verkkodokumentti. <<http://www.borealisgroup.com/Global/Company/About%20Us/Investor%20Relations/Financial%20Reports/borealis-annual-report-2014.pdf>> Luettu 18.3.2015.
2. Borealoksen kotisivut: historia. <<http://www.borealisgroup.com/en/company/about-borealis/history/>> Luettu 18.3.2015.
3. Borougen kotisivut: tietoa yrityksestä. Verkkodokumentti. <http://www.borouge.com/Config/PDF/2014%2002_Company%20Facts%202014_EN.pdf> Luettu 8.4.2015.
4. Borealoksen kotisivut: strategia ja arvomaailma. <<http://www.borealisgroup.com/en/company/about-borealis/mission-strategy-values/>> Luettu 18.3.2015.
5. Borealoksen kotisivut: turvallisuusasiat. <<http://www.borealisgroup.com/en/company/sustainability/our-focus-areas/health-safety/>> Luettu 18.3.2015.
6. Borealoksen kotisivut: tilastotietoa 2014–2015. Verkkodokumentti. <<http://www.borealisgroup.com/Global/Company/News%20Events/News/Borealis%20facts%20and%20figures%202014-15.pdf>> Luettu 22.4.2015.
7. Kilpilahden teollisuusalueen kotisivu. <<http://www.kilpilahti.fi/yritykset-kilpilahdessa/borealis-polymers-oy/>> Luettu 18.3.2015.
8. Seppälä, Jukka. 2005. Polymeeriteknologian perusteet. Helsinki: Hakapaino Oy.
9. Veittikoski, Jari. 2015. Koulutusinsinööri, Borealis Polymers Oy, Porvoo. Haastattelu.
10. Borstar-teknologian lyhyt esittely. <PE2 BORSTAR TEKNOLOGIA> Borealis Polymers Oy, sisäinen materiaali.

11. Borealixen kotisivut: putkien ja pinnoitteiden sovellukset. Verkkodokumentti. <<http://www.borealisgroup.com/Global/Polyolefins/Energy%20Infrastructure/Pipes%20Fittings/solutions-for-pipe-and-fitting-applications.pdf>> Luettu 12.3.2015.
12. Borealixen kotisivut: filmit. Verkkodokumentti. <<http://www.borealisgroup.com/Global/Polyolefins/Advanced%20Packaging%20Fibre/Blown%20Film/solutions-for-po-blown-film-applications.pdf>> Luettu 12.3.2015.
13. Borealixen kotisivut: kaapelien tuotetietoa. Verkkodokumentti. <<http://www.borealisgroup.com/Global/Polyolefins/Energy%20Infrastructure/Cables/Bringing%20energy%20all%20around.pdf>> Luettu 12.3.2015.
14. PE2-tehtaan prosessikuvaus. <PE2 Process description inc 3G> Borealis Polymers Oy, sisäinen materiaali.
15. Hyrsylä, Seppo. Simulaattorikouluttaja, Borealis Polymers Oy, Porvoo. Haastattelu 19.1.2015.
16. Metson kotisivu: tietoa yrityksestä. <<http://www.metso.com/fi/yritys/metso-yrityksena/metso-lyhyesti/>> Luettu 23.2.2015.
17. Honeywellin kotisivu. <<http://honeywell.com/country/fi/About/Pages/global-presence.aspx>> Luettu 13.4.2015.
18. Salakari, Hannu. 2010. Simulaattorikouluttajan käsikirja. Helsinki: Hakapaino Oy.
19. Rauste-von Wright, Maijaliisa. 1994. Oppiminen ja koulutus. Porvoo: WSOY.

20. Koulutussimulaattori tehostaa koulutusta. 2009. Verkkodokumentti. Voith. <http://www.voithpaper.com/applications/twogether/21_Trainingssimulaator_27_Fin_72dpi.pdf> Luettu 7.4.2015.
21. Rajaniemi, Pekka. 2013. Esiselvitys Pohtolle toteutettavasta voimalaitossimulaattorista. Opinnäytetyö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Luettu 7.4.2015.
22. Työturvallisuuslaki 2002/738 2. luku §14 Luettu 8.4.2015
23. Apro Training Simulator with virtual DCS -case Västerås. Verkkodokumentti. <http://www.apros.fi/filebank/82-Success_-_Vasteras.pdf> Luettu 7.4.2015.
24. Apro Training Simulator with virtual DCS -case Suomenoja. Verkkodokumentti. <http://www.apros.fi/filebank/81-Success_-_Suomenoja.pdf> Luettu 7.4.2015.