

Simulaattoriopetuksen kehittäminen louhintatekniikassa

Ammattiopisto Lappia kaivosala

Vesa Juha

Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelman opinnäytetyö

Kunnossapito
Insinööri (YAMK)

KEMI 2014

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty kaivosalan koulutukseen Ammattiopisto Lappialle.

Suuret kiitokset työnohjaajalle TkL Timo Kaupille ja Ammattiopisto Lappian yhteyshenkilölle tiimivastaava Ins. Ilkka Pukemalle. Osoitan suuren kiitokset työtovereilleni kannustuksesta ja tuesta. Kiitokset myös TkL Timo Kaupille koulutuksen järjestämisestä. Haluan kiittää suuresti perhettäni myötäelämisestä ja työskentelyrauhasta.

Rovaniemellä 27.5.2014.

Juha Vesa

Lapin Ammattikorkeakoulu, Tekniikka
Teknologiaosaamisen johtaminen

Tekijä	Juha Vesa	Vuosi	2014
Toimeksiantaja	Ammattiopisto Lappia		
Työn nimi	Simulaattoriopetuksen kehittäminen louhintatekniikassa		
Sivu- ja liitemäärä	46		

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Ammattiopisto Lappian kaivosalan koulutusta. Opinnäytetyössä keskityttiin simulaattoreiden hyödyntämiseen ja käyttöön louhintatekniikan, sekä kaivosalan taitojen opettamisessa.

Tavoitteena oli simulaattorien oppimisympäristön kehittäminen, sekä olennaisten tehtävien valitseminen. Työn tarkoitus oli myös selkiyttää simulaattorien liittyminen louhintatekniikan ja kaivosalan perustaitojen opetukseen.

Opinnäytetyön teoreettisessa osuudessa käytiin läpi louhintaan ja kaivoskoneisiin liittyvää teoretietoa. Työssä kuvattiin rakennettu oppimisympäristö simulaattoreineen ja harjoituksineen. Työssä esitettiin hyväksi havaittuja käytänteitä simulaattoriopetuksessa. Kehitystehtävän tuloksena luotiin malli, jolla simulaattoreita voidaan käyttää kaivosalan opintoja tukevasti. Edelliset asiat toimivat hyvänä lähtökohtana oppimisprosessien ja -tilanteiden suunnittelulle simulaattorien oppimisympäristössä. Asetetut tavoitteet saavutettiin kehitystehtävän osalta.

Työssä käsiteltiin myös hyviä käytänteitä simulaattoriopetuksen toteuttamiseksi. Esitetyt asiat toimivat hyvänä perustana louhintatekniikkaan ja kaivosalan perustaitoihin kuuluvan simulaattoriopetuksen järjestämiselle. Työssä luotiin malli myös simulaattoriopetuksen kehittämiseksi jatkossa.

Avainsana(t) louhintaa, kaivostyö, simulaattorit, simulointi, työkoneet

School of Lapland University of Applied Sciences, Technology
Technology Management

Author	Juha Vesa	Year	2014
Commissioned by	Vocational College Lappia		
Subject of thesis	The development of simulation learning environment		
Number of pages	46		

The purpose of this study was to develop mining education at the Vocational College Lappia in Tornio. The study was focused on the usage of simulators in mining studies.

The aim was to develop the simulation learning environment, as well as the essential task selection. The purpose was to clarify the integration of simulation with simulation the teaching of the basic skills in quarrying and mining.

The theoretical part of the thesis went through the theory on the extraction and mining machines associated with the theory of knowledge. The study describes the investigation and interpretation built with simulators and exercises. It also presents proven practices in training. The development task resulted in the creation of a simulators model which can support the mining industry studies. These previous things work as a good starting point for the process of learning opportunities and situations for the design of simulator learning environments. The targets of the development tasks were achieved.

The idea was also to build up good practices in the implementation of the simulator training. Joined Cases serve as a good basis for mining technology and mining the basic skills of a simulator for teaching organization. The project created a model for the simulator training development in the future.

Key words mine, mining, simulators, simulation, machinery.

SISÄLLYS

SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO.....	6
2 KAIVOSKONEET	8
2.1 Poraus	8
2.1.1 Peränporaus.....	9
2.1.2 Maanalainen tuotantoporaus	9
2.1.3 Avolouhinnan poraukset	11
2.2 Kaivinkoneet.....	12
2.2.1 Kaivinkoneet maanalaisessa kaivoksessa	13
2.2.2 Kaivinkoneet avolouhinnassa	14
2.3 Pyöräkuormaaja	15
2.3.1 Pyöräkuormaajat maanalaisessa kaivoksessa.....	16
2.3.2 Pyöräkuormaajat avolouhinnassa.....	17
2.3.3 Teiden kunnossapito	18
2.3.4 Huolinta.....	19
3 KAIVOSALAN PERUSTUTKINTO.....	20
3.1 Opintojen suorittaminen	21
3.2 Opintojen järjestäminen.....	22
3.3 Opintojen eteneminen	22
4 SIMULAATTORIEN OPPIMISTAVOITTEET	23
5 SIMULAATTORIT OPETUSTYÖSSÄ.....	26
5.1 Sandvik Simdriller-poravaunusimulaattori	27
5.2 Oryx-kaivinkonesimulaattori	30
5.3 Mevea-pyöräkuormaajasimulaattori	34
6 SIMULAATTORIKOULUTUKSEN KEHITTÄMINEN.....	40
6.1 Kehittyminen	40
6.2 Ryhmäkoko.....	41
6.3 Yhteiskäyttö.....	42
6.4 Tulevaisuus	43
LÄHTEET	45

1 JOHDANTO

Kaivosala elää edelleen noususuhdannetta Pohjois-Suomessa, huolimatta talouden heikentyneistä näkymistä. Raaka-aineita tarvitaan teollisuudessa ja yhteiskunnassa joka tapauksessa. Monia kaivoshankkeita on lykätty, mutta esimerkiksi Kemin Kaivos, Kittilän Kaivos ja Kevitsan kaivos voivat hyvin. Uudet hankkeet ympäri Suomea, sekä jo toimivat kaivokset, tulevat tarvitsemaan ammattitaitoista työvoimaa. Näyttää vahvasti siltä, että kaivosala tarvitsee lisää työvoimaa myös lähitulevaisuudessa. Suomi on mahdollisuuksien maa monien eri metallimalmien louhinnalle ja taloudelliselle hyödyntämiselle (Rissanen & Peronius 2012, 9).

Työskentelen päätoimisena tuntiopettajana Ammattiopisto Lappian Tornion toimipisteessä. Ammattiopisto Lappia tarjoaa kaivosalan perusopetusta Tornion ja Kolarin toimipisteissä. Kaivosalan perustutkinnon opetussuunnitelma on valmistunut vuonna 2009. Lappian kaivosalalla opiskelee tällä hetkellä 122 kaivosalan opiskelijaa, joista 102 Torniossa ja 20 Kolarissa. Perusopinnot jälkeen opiskelijat erikoistuvat joko rikastus- tai louhintatekniikkaan, myös molemmat osa-alueet on mahdollista valita. Koulumme tarjoaa mahdollisuuden myös ylioppilastutkinnon suorittamiseen.

Huomioiden sekä Tornion että Kolarin toimipisteet opettajia on kuusi. Kaikki opettajat ovat olleet Lappian palveluksessa alle kolme vuotta. Meillä onkin nuorekas ja innovatiivinen joukko jakamassa tietoa mielenkiintoisesta ja haastavasta alastamme. Rikastustekniikan projektimme valmistui huhtikuussa 2014, saavutuksenaan rikastamo opetuskäyttöön. Rikastamon lisäksi olemme hankkineet uusia simulaattoreita viimeisen vuoden aikana, edellä mainittuun projektiin liittyen. Olemme olleet osallisena myös Kaikovo-verkko-oppimateriaali-projektissa, jossa loimme suuren määrän materiaalia kaivosalan opettajien käyttöön. Materiaalit koskevat louhintaa, rikastamista, kaivosalan perustaitoja, prosessin ohjausta ja kunnossapitoa. Mielestäni näillä toimilla kaivosalan opetuksen laatua on onnistuttu parantamaan olennaisesti viimeksi kuluneen kolmen vuoden aikana. Ongelmana on ollut alan oppikirjojen puuttuminen toisen asteen koulutuksesta.

Opinnäytetyöni tavoitteena on simulaattorien käytön edistäminen ja simulaattoriopetuksen kehittäminen kaivosalan koulutuksessa. Sama tavoite koskee sekä Lappian Tornion että Kolarin toimipisteitä. Opinnäytetyössä keskitytään simulaattoreihin ja niiden käyttöön kaivosalan opetustyössä.

2 KAIVOSKONEET

Tässä osassa opinnäytetyötäni keskityn käsittelemään niitä kaivoskoneita, joita voimme simuloida simulaattoreilla osastollamme. Kuvailen konetyyppejä ja niillä suoritettavia tehtäviä kaivosympäristössä. Käsittelem sekä maanalaisen kaivoksen että avolouhoksen koneita tehtävineen.

Kaivoskoneiden ulkomuoto ja tehtävät poikkeavat suuresti siitä mihin olemme tottuneet normaalissa elinympäristössämme. Kaivoskoneiden mittakaava on moninkertainen verrattuna esimerkiksi tietyömailla nähtäviin työkoneisiin.

2.1 Poraus

Porauksen tarkoituksena on saada aikaan halutun kokoinen reikä kiveen. Porauksen perusteet, reiän aikaan saamiseksi, ovat kierto-, isku- ja syöttöliike. Porauksen käyttövoimana on hydraulikka tai paineilma. 1980-luvulta lähtien moderneissa porauslaitteissa on hyödynnetty hydraulikkaa voimanlähteenä (Hakapää & Lappalainen 2009, 143). Edellä mainitut toiminnot saavat aikaan sen, että kiinteä kiviaines hienontuu porasoijaksi. Porasoija huuhdellaan pois porareiästä, joko paineistetun ilman tai veden avulla. Reiän koko on läpimitaltaan 20 mm aina 300 mm:n asti.

Reikää käytetään hyväksi louhinnassa, jolloin se täytetään joko osittain tai kokonaan räjähdysaineilla. Räjähdysaineet ovat olomuodoltaan patruunoituja, jauhemaisia tai geelimäisiä. Panostettu reikä räjäytetään, tavoitteena on kiven partikkelikoon saaminen koneilla käsiteltävään muotoon.

Reikiä porataan myös lujitustöissä, jolloin reikä pultitetaan. Pultituksessa reikään kiinnitetään betonin, liima-aineksen tai kitkan avulla metalli tanko. Tarkoituksena on hillitä kiven muodonmuutoksia ja estää sortumia.

Tunnelin kattoon ja seinään porattua reikää käytetään hyväksi myös verkotustyössä, jolloin kallion pintaan kiinnitetään verkkoja ruiskubetonointia varten. Myös avolouhinnassa voidaan joutua verkottamaan, mikäli kiviolosuhteet ovat heikot. Ruiskubetonoin-

nin vahvuus vaihtelee 50 ja 200 mm:n välillä. Kerrospaksuus varmistetaan tarvittaessa mittaamalla. Betoni on pääsääntöisesti kuituvahvistettua.

Pultituksella, verkotuksella ja ruiskubetonoinnilla pyritään kallion lujuuden lisäämiseen. Lujitustyöt luovat maanalaisenkaivoksen turvallisen työskentely-ympäristön. Louhinnan nykyisiä perussääntöjä on, että lujittamattoman kiven alla ei saa työskennellä. Milloin työmaalla ei saada aikaan riittävää turvallisuutta, on työskentely ja liikkuminen siellä kiellettävä (Luhtanen 2008, 169).

2.1.1 Peränporaus

Peränporaus on työvaihe, jossa porataan maanalaisen kaivoksen tunneliverkoston louhintaa varten noin kuuden metrin mittainen katko. Yksi katko sisältää kymmeniä reikiä. Reikien määrä riippuu tunnelin poikkileikkauksesta sekä kivilaadusta että käytettävästä räjähdysaineesta.

Poratut reiät panostetaan ja räjäytetään louhintasuunnitelman mukaisesti. Tämän jälkeen louhittu kiviaines lastataan ja kuljetetaan alueelta pois. Työturvallisuutta silmälläpitäen, suoritetaan asianmukaisesti rusnaus- ja lujitustyöt. Rusnauksessa kallion seinä- ja kattopinnoista poistetaan irtonainen kiviaines. Nämä työvaiheet toteutetaan peräjälkeen niin monta kertaa kuin vaaditaan halutun etenemän saavuttamiseksi. Työjärjestystä ei voi muuttaa toiseksi. Työvaiheita ei voi myöskään jättää väliin.

Peränporaus ja itse tunnelin louhinta on valmisteleva työvaihe, joka vain kuluttaa resursseja. Tunneli verkoston rakentaminen mahdollistaa kuitenkin pääsyn kiinni taloudellisesti tuottaviin malmioihin. Tunneli infrastruktuurin rakentamisessa suunnitelmallisuus on tärkeää kulujen minimoimiseksi.

2.1.2 Maanalainen tuotantoporaus

Maanalaisessa tuotantoporausessa motivaationa on louhia malmipitoista kiviainesta rikastamista varten. Poraus suoritetaan maanalaisella tuotantoporavaunulla (kuva 1). Työssä ollaan erittäin huolellisia ja tarkkoja, koska tämä työvaihe on tuottava. Taloudel-

linen hyöty on saatava mahdollisimman korkealle tasolle. Ennalta tehdyn louhintasuunnitelman mukaan porataan reikiä malmioon. Suomessa malmiot ovat yleensä pystyssä tai lähes pystyssä kulmassa olevia linssimäisiä muodostelmia. Tästä johtuen poraus suoritetaan viuhkamaisesti malmion lävistävän tunnelin kattoon tai lattiaan, riippuen louhintamenetelmästä.



Kuva 1. Maanalainen tuotantoporavaunu (Laapotti 2013)

Porauksen jälkeen louhos räjäytetään, jolloin se sortuu suunnitelmallisesti allaan olevaan tyhjään tilaan tai tunneliin lastausta varten. Louhoksia ei lujiteta räjäytyksen jälkeisen toiminnan turvaamiseksi. Esimerkiksi lastaus suoritetaan nykyään kauko-ohjauksella sortumavaaran vuoksi.

Kun maanalainen louhos on lastattu tyhjäksi malmista, tarvittaessa se täytetään esimerkiksi kovettuvalla sivukivitäytöllä sortumavaaran pienentämiseksi. Sivukiven lisäksi käytetään apuna potsolaanisia materiaaleja. Kaivostäyttö parantaa louhoksen ympärillä olevien tilojen turvallisuutta. Rakenne toimii kantavana pilarina, jakaen kuormat tasaisesti.

2.1.3 Avolouhinnan poraukset

Avolouhinnassa poraus jakautuu kolmeen pääalueeseen louhinnan tavoitteista johtuen. Alueet ovat tuotanto-, sivukiven- ja rakolinjan poraus. Kaikki edellä mainitut poraukset voidaan suorittaa samanlaisella avolouhosporavaunulla (kuva 2). Laitteen koko ja lukumäärä riippuu vain siitä, millaiset ovat louhittavat massat ja työtavoitteet. Avolouhinnan poraukset ovat porauksen vaativin osa-alue, koska siinä automaatio ei nouse niin suureen rooliin kuin maanalaisessa louhinnassa.



Kuva 2. Avolouhosporavaunu

Tuotantoporauksessa suositaan nykyään pystysuoraa reikää malmin paikalla pysymisen vuoksi. Räjätettäessä malmi pysyy ns. paikoillaan ja näin geologien tekemää ennakkotutkimusta malmin tarkasta sijainnista voidaan käyttää hyödyksi kaivu vaiheessa.

Penger korkeus on yleensä 7,5 m. Kaivu suoritetaan 2,5 metrin kerroksina, louheen sortumisen ehkäisemiseksi. Sortuessaan malmikivi voi sekoittua sivukiveen ja tällöin mal-

mi pitoisuus laimenee jopa kannattavuusrajan alapuolelle. Tuotantolouhinta on ainoa avolouhinnan taloudellista hyötyä luova työvaihe, siksi sen onnistuminen on tärkeää.

Sivukiven eli raakun porauksessa reikää kallistetaan yleensä 15° heittosuunnasta pois-päin, pengin korkeuden ollessa 15 m. Reiän kallistuksella kiviainekseen saadaan aikaan liikettä räjäytettäessä. Räjäytetyn kiviaineksen muodostamasta louheesta saadaan ilmavampaa. Kiven tilavuus kasvaa jopa 50 % (Olofsson 1999,123). Hyvin tilavuuttansa kasvattanut louhe on helpommin lastattavissa. Huomioitavaa on, että kalusto ei rasitu liikaa. Esimerkiksi kauhojen kulutusteräket kestävät huomattavasti pidempään irtonaisessa louheessa, kuin lastattaessa tiukkaan pakkautunutta louhetta.

Rakolinjan porauksessa motivaationa on saada aikaan kiveen siisti leikkaus. Rakolinjaa porataan louhoksen ulkoreunoihin. Poraus suoritetaan riittävän tiheään, esimerkiksi Ø 89 mm porakruunulla reikäväli on noin 900 mm. Porattaessa tiheään, kivi lohkeaa siististi ja louhitusta 15 asteen kulmaan poratusta linjasta tulee turvallinen.

Avolouhinnassa eroosio rapauttaa louhoksen pintoja, lähinnä veden ja pakkasen yhteisvaikutuksella. Toteutettaessa rakolinjat ammattitaidolla ehyenä kivipintana, eroosion haittavaikutus pienenee. Tässäkin työturvallisuus näyttelee suurta roolia. Seinämiltä irtoavat irtokivet eli komut, ovat hengen vaarallisia, koska avolouhos voi olla satojen metrien syvyinen.

2.2 Kaivinkoneet

Kaivinkone on maailman laajuisesti yleisimmin louheen lastauksessa käytettävä työko-
ne. Lastaustehtävissä kaivinkoneiden käyttö rajoittuu kuitenkin avolouhosympäristöön. Pienimmät kaivinkoneet painavat noin tonnin, suurimpien paino voi olla jopa 800 tonnia.

Koneitten ergonomia on hyvä ja niillä on kevyt työskennellä. Kaivinkoneen kaikki lii-
kkeet tapahtuvat hydraulisesti. Niitä ohjataan sähkö-elektronisella ohjausjärjestelmällä (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 12). Kaivinkoneet ovat käyttövoimaltaan joko diesel-
tai sähköhydraulisia. Koneita on saatavana kumipyörä- tai tela-alustaisina. Suurimmat,
yli 40 tonnin painoiset, kaivinkoneet ovat pääsääntöisesti tela-alustaisia.

2.2.1 Kaivinkoneet maanalaisessa kaivoksessa

Tunneli ympäristössä kaivinkoneiden käyttö liittyy tunneli infrastruktuurin rakentamiseen, teiden kunnossa pitoon ja tunnelien rusnaus työhön. Lastaustyöhön kaivinkone ei sovellu maanalaisessa kaivoksessa (kuva 3). Jotta kone pystyisi lastauksessa käsittelemään painavaa louhetta, sen koko kasvaisi suureksi. Suurta kaivinkonetta ei ole mahdollista sijoittaa järkevästi maanalaiseen kaivokseen. Tunnelien poikkileikkaukset kasvavat niin suuriksi, että taloudellinen kannattavuus maanalaisesta kaivostoiminnasta katoaisi.



Kuva 3. Lastausta Outokummun kaivoksella (Outokummun kaivosmuseo)

Outokummun kaivoksella suoritettiin kaivinkoneella lastausta maanalaisessa kaivoksessa 1950-luvulla. Sen aikaiset kaivinkoneet olivat vielä kohtuullisen pienikokoisia, ne mahtuivat kohtuullisen kokoihin tunneleihin. Vaatimattoman työtehon vuoksi lastaus toiminta ei ollut taloudellisesti kannattavaa.

2.2.2 Kaivinkoneet avolouhinnassa

Avolouhoksilla lastaus työssä kaivinkone on tehokkaampi vaihtoehto, verrattuna esimerkiksi pyöräkoneeseen. Pyöräkone joutuu lastaustyössä liikkumaan kumipyörillään, mikä tekee lastaustyöstä hitaampaa. Kaivinkone mahdollistaa myös louheen selektiivisen kaivuun. Selektiivinen kaivu tarkoittaa sellaista kaivu työtä, jossa kapeahkot malmit lastataan siten, että ne eivät pääse sekoittumaan raakun kanssa. Louheen kuormasta on avolouhintatyömailla tehty 1950-luvun alkupuolelta lähtien kaivinkoneilla (Vuolio & Halonen 2010, 29).

Tämän päivän avolouhos ympäristössä koneita on käytössä kahta perustyyppiä. Perustyyppit ovat kuokka- ja pistokaivinkone. Kuokkakaivinkone täyttää kauhan vetämällä sitä itseänsä kohti. Taas vastaavasti kauha tyhjenee loitotessaan ja kallistuessaan pois päin koneesta. Tämän tyyppinen kone on yleisin käytössä oleva kaivinkone tyyppi. Yleisyys johtuu koneen monikäyttöisyydestä kaivutyössä. Esimerkiksi tien rakentaminen ja ojikutukset onnistuvat vaivattomasti tällä konetyypillä (kuva 4).



Kuva 4. Kaivinkoneella lastausta

Pistokaivinkone täyttää kauhan työntämällä sitä itsestään pois päin (kuva 5). Pistokaivinkoneissa on kahta tyyppiä kauhan tyhjenemisen huomioiden. Kauha tyhjenee kallistamalla koneesta pois päin. Toisessa vaihtoehdossa kauhassa on irtonainen pohja, joka kuljettajan ohjauksesta kallistuu, päästäen kauhan tyhjenemään.



Kuva 5. Pistokaivinkone sähköhydraulinen

2.3 Pyöräkuormaaja

Pyöräkuormaaja on kaivosalueen monikäyttöisin työkone. Päätyötehtävänä pyöräkuormaajalla on louheen lastaus. Maanalaisessa kaivoksessa se on oikeastaan nykyaikana ainoa louheen lastauksessa käytettävä työkone. Pyöräkonetta käytetään hyväksi lastauksessa, teiden kunnossapidossa, rusnauksessa, rammeroinnissa ja huolinnassa. Pienimmät pyöräkuormaajat painavat noin tonnin, suurimpien paino voi olla jopa 300 tonnia.

Pyöräkuormaajat ovat käyttövoimaltaan joko diesel- tai sähköhydraulisia. Erityisesti maanalaisessa kaivoksessa sähkökäyttöisyys on hyvä asia, koska se vähentää ilmanvaihdon tarvetta. Koneita on saatavana pääsääntöisesti kumipyöräalustaisina. Mikäli koneen alusta tyyppi muuttuu esimerkiksi tela-alustaiseksi, muuttuu koneen kategoriointikin aivan toiseksi eli tela-alustaiseksi lastauskoneeksi.

2.3.1 Pyöräkuormaajat maanalaisessa kaivoksessa

Maanalaisen kaivoksen pyöräkuormaajien koko rajoittuu 50 tonnin alle, jotta koneen ulkomitat eivät kasvaisi liian suuriksi tunneliympäristöön. Maanalaiset pyöräkuormaajien ominaispiirre on, että ohjaamo sijaitsee koneen vasemmanpuolen etu- ja takarenkaan välissä (kuva 6). Nämä koneet voidaan halutessa rakentaa myös erittäin mataliksi, koneen korkeuden ollessa noin kaksi metriä. Korkein osa työkoneesta on tällaisessa tapauksessa sen renkaat.



Kuva 6. Pyöräkuormaaja, maanalaiseen lastaukseen (Laapotti 2013)

Myös niin sanottu normaali pyöräkuormaaja soveltuu maanalaiseen kaivokseen. Tällöin on kuitenkin huolehdittava, että koneen korkeus alittaa turvallisesti tunnelin korkeuden. Painoltaan suurempien, kokoluokka 35 - 50 tonnia, pyöräkoneiden käyttöä tunnelissa edesauttaa niiden ohjaamojen madaltaminen.

Tyypillistä maanalaisen kaivoksen pyöräkuormaajissa on, että käytetään erilaisia ohjausjärjestelmiä. Näitä ohjausjärjestelmiä ovat manuaali-, kauko-, puoliautonominen- ja autonominen ohjaus. Autonomisessa ohjauksessa pyöräkone suorittaa kaikki toiminnot

tietokoneohjatusti, kuljettajan vain valvoessa toimintaa esimerkiksi näyttöruuduilta toimistosta. Puoliautonomisessa ohjauksessa työ jakaantuu koneen ja kuljettajan kesken. (Vuoento 2006, 39.)

Vilpittömänä pyrkimyksenä automatiikassa on työturvallisuuden tason kohottaminen. Edelleenkin koneet eivät pysty toimimaan täysin itsenäisesti, ne tarvitsevat ammattitaitoisen henkilön valvontaa. Operaattori valvoo työskentelyä ja korjaa mahdolliset virheet viipymättä, ennen vahinkojen syntymistä. Maanalaisen kaivoksen työntekijöiden motivaatiota ja työssä viihtymistä automatiikka parantaa, koska ihmisen ei tarvitse mennä sortuma vaarallisiin louhoksiin.

Tarvittaessa pyöräkuormaajaan voidaan kiinnittää työväline tunnelin rusnaamista varten. Työkaluna käytetään kovametallista ja kulutusteräksestä valmistettua piikkiä tai pientä iskuvasaraa. Tämä on kustannustehokasta, koska koneen käyttöastetta voidaan nostaa, mikäli lastaustyö ei ole jatkuvaa. Myös iskuvasaran liittäminen rammerointia varten onnistuu. Iskuvasaralla voidaan pienentää tehokkaasti ja nopeasti rikkokiviä.

2.3.2 Pyöräkuormaajat avolouhinnassa

Avolouhinnassa käytettävät pyöräkuormaajat ovat massiivisia, suurimmillaan jopa 300 tonnia painavia (kuva 7). Tämän kokoiset koneet keskittyvät tehokkaaseen louheen lastaukseen. Pyöräkone on lastauksessa kohtuullisen tehokas, mikäli louhe on riittävän irtonaista. Pyöräkoneella lastattavien malmioiden tulisi olla pinta-alaltaan laajoja. Malmin selektiivinen lastaus ei onnistu ilman raakku laimennusta.



Kuva 7. Pyöräkuormaaja

2.3.3 Teiden kunnossapito

Yksi kaivosympäristön taloudellisesti kannattavan toiminnan perusedellytyksiä, on hyvä kuntoinen tieverkosto. Kuljettajat välttyvät tärinän haittavaikutuksilta ja myös rengas-
melu pienenee. Liikennöinti alueella saadaan jouhevammaksi, eivätkä ajoneuvot ja niiden erittäin kalliit renkaat rasitu tarpeettomasti. Pahimmassa tapauksessa terävät kivet rikkovat hyväkuntoisenkin renkaan (kuva 8). Kaivosalueen työkonoiden rengas hinnat alkavat 4000 €/kpl (23,5 R25-koko), sisältäen rengastyöt. Kalleimmat kiviauton renkaat maksavat jopa 40 000 €/kpl.



Kuva 8. Rikkoutunut rengas

Pyöräkone on loistava esimerkki työkoneen monikäyttöisyydestä. Sillä suoriudutaan moitteettomasti tienrakentamisesta ja kunnossapidosta sekä talvitöistä. Talvitöihin kuuluvat lumen poisto ja liukkauden torjunta.

2.3.4 Huolinta

Yksi pyöräkuormaajaan asennettavista lisälaitteista on trukkipiikit. Tämä työkalu mahdollistaa erilaisten tavaroiden kuljetuksen, kuorman lastaamisen ja purkamisen. Kaivosympäristössä erilaisten tarvikkeiden ja tarve aineiden logistiikka työllistää vähintäänkin kohtuullisesti. Edelleenkin trukkipiikit lisäävät koneen monikäyttöisyyttä ja nostavat sen käyttöastetta. Käytössä on myös erilaisia nostopuomeja ja esimerkiksi suursäkkien nostoon tarkoitettuja nostokoukkuja.

3 KAIVOSALAN PERUSTUTKINTO

Kaivosalan perustutkinnon tavoitteena on, että tutkinnon suorittaneella henkilöllä on perustiedot ja valmiudet toimia erilaisissa perustyötehtävissä kaivosalalla. Tutkinnon suorittaneen työtehtävät liittyvät louhintaan, kallion tukemistyöhön, varustelutöihin, kaluston huoltoon, tuotannon käynnissä - ja kunnossapitoon, rikastukseen sekä prosessi-automatioon. (Kaivosalan OPS 2009, 4.)

Kaivosalan perustutkinto luo hyvät valmiudet ammatin harjoittamiseen. Tavoitteena on että tutkinnon suorittanut oppilas osaa soveltaa oppimiaan taitoja ja tietoja monipuolissa työelämän tilanteissa.

Kaivosalan ammattilainen tekee työnsä alan laatuvaatimusten mukaisesti. Edellä mainittua tukee työssäoppiminen. Ammattilainen tekee työnsä suunnitelmien ja piirustusten pohjalta sekä tuntee jatkojalostuksen mukanaan tuomat vaatimukset.

Kaivosalan perustutkinnon suorittanut tulkitsee louhintaan ja rikastamiseen liittyviä suunnitelmia, piirustuksia ja kaavioita. Tavoitteena on saavuttaa riittävät tekniset perusvalmiudet alan laitteiden käyttöön ja huoltoon.

Työturvallisuus ja ergonomia ovat tärkeässä asemassa, koska alan olosuhteet sinänsä ovat jo äärettömän vaativat. Kaivosala arvostaa turvallisia työtapoja ja tervettä asennetta. Kaivoksen työympäristö on poikkeuksellinen ja välinpitämättömään suhtautumiseen työturvallisuuden osalta ei ole varaa.

Kaivosalan perustutkinnon tavoitteena on, että tutkinnon suorittaneella henkilöllä on perustiedot ja valmiudet toimia erilaisissa perustyötehtävissä kaivosalalla. Tutkinnon suorittaneen työtehtävät liittyvät louhintaan, kallion tukemistyöhön, varustelutöihin, kaluston huoltoon, tuotannon käynnissä - ja kunnossapitoon, rikastukseen sekä prosessi-automatioon. Kaivosalan perustutkinto antaa perusvalmiudet ammattitaidon kehittämiseen. (Lappian www-sivut 2014, hakupäivä 20.4.2014)

Tutkinnon suorittaneet valmistuvat kaivosmiehen ja rikastajan ammattinimikkeillä. Opiskelijalla on mahdollisuus suorittaa myös molemmat tutkinnot. Lisäksi Lappia tarjoaa ammatilukio opinnot, joka antaa esimerkiksi paremmat mahdollisuudet jatko koulutautumiselle. Vuosittain ammatilukion suorittamisen osastollamme aloittaa 4 opiskelijaa.

3.1 Opintojen suorittaminen

Kaivosalan perustutkinnon opiskelu kestää 2 - 3 vuotta riippuen opiskelijan koulutuksesta ja työkokemuksesta. Opintojen kesto on 120 opintoviikkoa. Hyvästä työtilanteesta johtuen opiskelijoista merkittävä osa on aikuisia. Näillä opiskelijoilla on yleisesti aikaisempi perustutkinto tai ylioppilastutkinto. He selviytyvät opinnoista kahdessa lukuvuodessa.

Opinto moduulit



Kuva 9. Opintomoduulit. Kaivosalan OPS 2009, 10.

3.2 Opintojen järjestäminen

Kaivosalan perustutkinto muodostuu kahdeksan viikon jaksoista, joita on viisitoista kappaletta. Opiskelija muodostaa oman opinto-ohjelmansa oppilaitoksen tarjonnasta keräämällä viisitoista opintomodulia. (Kaivosala OPS 2009, 10.)

Kaivosalan perustaidot osioon kuuluvat Geologia ja kaivostoiminta, Kaivoskoneet ja -laitteet, Kaivosympäristö ja jatkojalostus. Lisäksi Kaivosalan perustaitoihin kuuluu Kaivosalan yrittäjyys ja yhteistyö, joka suoritetaan työssäoppimalla.

Ammatillinen erikoistuminen suoritetaan joko rikastamiseen tai louhintatekniikkaan liittyen, myös molempiin erikoistuminen onnistuu. Rikastustekniikka jakautuu materiaalien hienontaminen ja materiaalien rikastaminen kursseihin. Louhintatekniikkaan kuuluvat vastaavasti louhintatekniikan perusteet sekä louheenkäsittely ja kaluston kunnossapito. Näihin kahteen edellä mainittuun aineeseen kuuluvat myös työssäoppimisjaksot joita on neljä seitsemän viikon jaksoa.

3.3 Opintojen eteneminen

Kaivosalan opintoihin sisältyy työssäoppimista 24 opintoviikkoa. Työssäoppiminen suoritetaan koulumme kanssa yhteistyössä olevien yritysten palveluksessa. Hyvä esimerkki tällaisesta yhteistyökumppanista on Outokummun Kemin kaivos ja Tornion tehtaat.

Työssäoppimalla voi opiskella osia ammatillisen tutkinnon osista ja vapaasti valittavia opintoja ja niiden sijoittuminen opiskelijan opinto-ohjelmaan määritellään etenemisjärjestyksen avulla (Kaivosala OPS 2009, 3). Mikäli opiskelijalla on alan työkokemusta, on myös hyväksy luku mahdollisuus.

4 SIMULAATTORIEN OPPIMISTAVOITTEET

Simulaattori ei voi korvata varsinaista työkonetta. Sillä saavutetaan hyvä perustaso laitteen hallinnan koordinaatiossa. Simulaattorit toimivat erittäin hyvänä ponnahduslautana kun opetellaan simuloidun koneen hallintaa. Harjoittelu pienentää kynnystä siirryttäessä oikean koneen ohjaamoon.

Kaikkia simulaattorissa käytettyjä tehtäviä ei saa toistaa oikealla koneella. Jotkut harjoitukset simulaattoreissa on suunniteltu siten, että kuljettaja altistuu riskeille. Nämä riskit ovat liian vaarallisia todellisissa tilanteissa. Jokainen simulaattoria käyttävä on vastuussa siitä, että simulointi on turvallista. Kaikkia annettuja ohjeita on noudatettava turvallisen toiminnan takaamiseksi. Oppimistavoitteeksi ei riitä että oppilas oppii ajamaan harjoiteltavaa konetta. Oppilaan on opittava toimimaan myös vastuullisesti ja turvallisesti.

Simulaattorit antavat meille mahdollisuuden harjoitella koneilla ajoa oppilaitoksellamme. Oppilaitoksen sijainti huomioiden, tämä ei ole mahdollista oikeilla työkoneilla. Simuloinnit ovat ainoa realistinen vaihtoehto kouluympäristöömme. Varsinaiset työkoneet vaatisivat harjoittelun alueen ja huoltopisteen. Nykyisessä taloudellisessa tilanteessa näitä ei ole mahdollista toteuttaa.

Simulaattorit ovat hankinta hinnaltaan edullisempia ja niiden käyttökulut ovat vain murto-osa vastaavien työkoneiden käyttökuluista. Esimerkiksi nostan kaivinkonesimulaattorin kokoluokan 25 tn kaivinkoneen kaivoksen lastaustyössä. Tällaisessa työssä koneen polttoainekustannukset voivat olla jopa 500 € käyttöpäivältä.

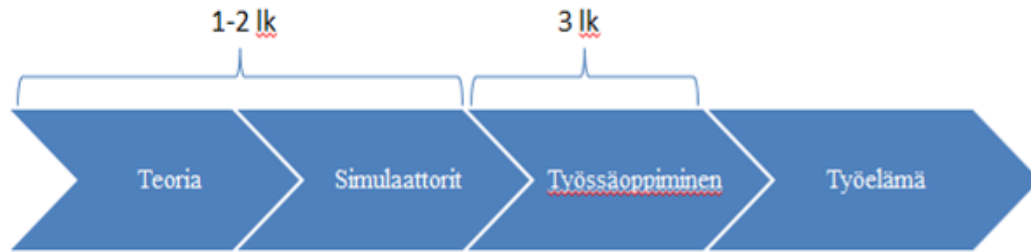
Simulaattorikoulutuksessa ei tarvitse pelätä mahdollisia vaurioita, joita kokematon kuljettaja saattaa aiheuttaa itselleen tai koneelle (kuva 10). Opiskelijat saavuttavat nopeasti tehokkaita työskentelytapoja opettajan ja laitteen palautteen avulla. Simulaattorilla on turvallista hakea ne rajat, joiden sisällä työkoneella voi toimia. Todellisessa työskentelytilanteessa myös vauriot ovat todellisia. Materiaalin vaurioista selvittää aina, mutta henkilövahinkojen kustannuksella ei saa hakea tuloksia. Työturvallisuuteen panostaminen tuottaa aina enempi kuin kuluttaa, myös taloudellisesti.



Kuva 10. Kaatunut traktoridumpperi

Opiskelija etenee suunnitelmallisesti opinnoissaan. Vuosiluokilla yksi ja kaksi, hän osallistuu teoriaopetukseen sekä harjoittelee simulaattoreilla. Edellä mainittujen lisäksi, kun taidot ovat riittävät, ajamme myös koulun kaivinkoneella. Näin toimimalla kehitämme koneen hallinnan perustaitoja.

Kolmannella vuosiluokalla on kolme kahdeksan viikon jaksoa työssäoppimista. Näillä jaksoilla opiskelijat ovat työssäoppimassa todellisilla työpaikoilla. Mikäli opiskelija on työssäoppimassa koneenkäsittelyyn liittyvissä tehtävissä, kuvaamani tilanne toteutuu (kuva 11).



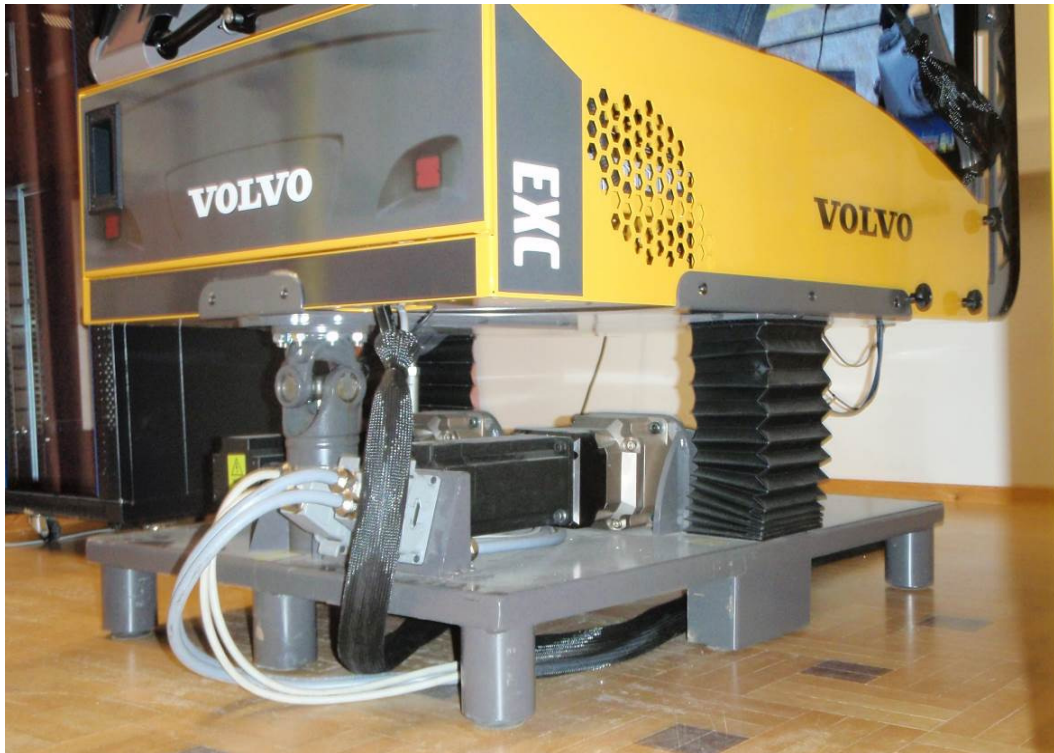
Kuva 11. Opiskelijan eteneminen

Kaikki tämä edellä mainittu tähtää siihen, että opiskelija selviytyy paremmin työelämässään. Haluamme työelämään siirtymiseen jäävän vaiheen, jossa entisestä opiskelijasta alkaa kehittyä erikoisammattimies. Toisin sanoen, kaikki olennainen perus ammattitietämys on hankittu jo koulun ja työssäoppimisen aikana. Tämä kaikki edellyttää opiskelijalta korkeaa motivaatiota ja sitoutumista opiskeluun. Ilokseni olen huomannut, että tällaisia opiskelijoita on valta osa kaivosalan opiskelijoista Lappiassa.

Tulee kuitenkin muistaa, että kaikki simulaattori aktiviteetti on harjoittelua varsinaista työtä varten. Tavoitteena on nostaa opiskelijan osaaminen tasolle, jolta on helppo siirtyä kaivoksen työympäristöön.

5 SIMULAATTORIT OPETUSTYÖSSÄ

Käytämme simulaattoreita koulutuksessamme päivittäin. Laitteet ovat loppujenlopuksi, perusteiden oppimisen jälkeen, helposti käytettäviä. On käytettävä turvavyötä, liikealustan vuoksi. On myös huolehdittava siitä, että laitteen ympärillä on laitevalmistajan vaatimusten mukainen tyhjä tila. Kaivinkone- ja pyöräkuormaajasimulaattoreissa on liikealusta, joka kallistelee välillä voimakkaasti (kuva 12). Nämä laitteet vaativat jokaiselle sivulle vähintäänkin yhden metrin vapaan tilan. Liikealustoja liikuttavat sähkötoimiset servot. Alustan puristus voima on satoja kiloja.



Kuva 12. Kaivinkonesimulaattorin liikealusta

Oppilaat selviävät simulaattoreiden käytöstä hyvin ja voivat harjoitella myös itsenäisesti simulaattoriluokassa (kuva 13). Onkin erittäin yleistä, että koulupäivän jälkeen jäädyään vielä harjoittelemaan koneella ajoa itsenäisesti. Olemme onnistuneet motivoimaan oppilaat itsenäiseen työskentelyyn, yhdeksi syyksi näen viihtyisän ympäristön. Tästä ei ole ollut minkäänlaisia ongelmia, siisteys, järjestys ja laitteiden kunto ei ole kärsinyt millään tavalla. Oppilaat ovat hoitaneet asian mallikkaasti.



Kuva 13. Simulaattoriluokka

Yhteensä näillä kolmella simulaattorilla on likimain sata erilaista harjoitusta. Käsitellen harjoituksista muutamia, kyseessä olevan simulaattorin kohdalla. Harjoitukset olen valinnut niin, että ne valmentavat ammatillisenaikoinen osanäyttöön, joka voidaan suorittaa oppilaitoksessa simulaattorilla.

5.1 Sandvik Simdriller-poravaunusimulaattori

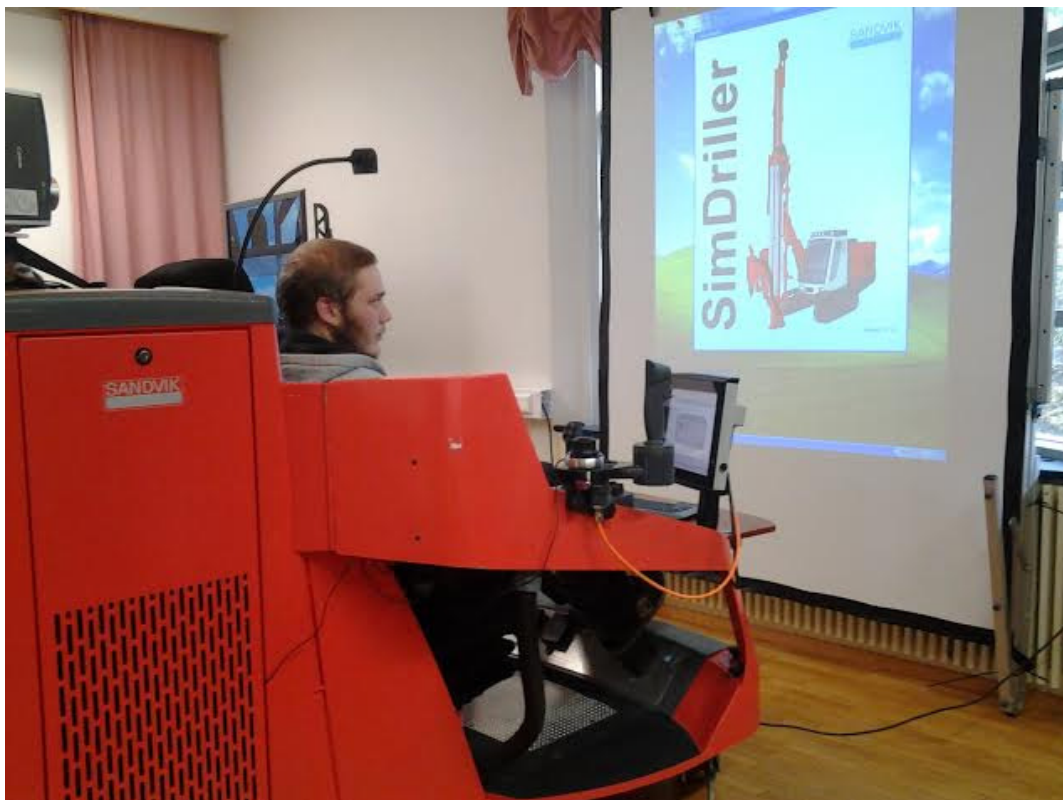
Sandvik on ruotsalainen konserni joka valmistaa työkaluja, materiaalin käsittelylaitteita, kaivos- ja rakennuskoneita sekä erilaisia laitteita näille edellä mainituille osa-alueille. (Sandvik www-sivut 2014, hakupäivä 21.4.2014)

Sandvik Mining and Construction Finland on osa Sandvik-konsernia. Poraussimulaattorimme on hankittu tältä yritykseltä. Sandvik kallioporaus osaaminen on peruja suomalaisesta yrityksestä nimeltä Tamrock Oy. Sandvik osti Tamrock Oy:n koko osakekannan vuonna 1997. (Sandvik www-sivut 2014, hakupäivä 21.4.2014)

Vaikka Tamrock yrityksenä on lakannut olemasta, se herättää nimenä vieläkin luottamusta ja positiivisia ajatuksia kaivosalan ammattilaisten joukossa ympäri maailmaa. Tämä johtuu laadukkaista ja kestävästä tuotteista.

Tamrock Oy:n historia ajoittuu 1940-luvulle, jolloin Tampella Oy nimellä toiminut yritys alkoi valmistamaan kallioporaukseen käytettäviä varaosia. Valmistus aloitettiin, koska toinen maailmansota keskeytti tarvikkeiden tuonnin Suomeen. Nykyisiin työkooneisiin ja niitä mallintaviin simulaattoreihin on kuljettu pitkä matka.

Käytössämme oleva Sandvik Simdriller-simulaattori mallintaa Sandvik Dx 1500 avolouhosporavaunua (kuva 14). Ensimmäiset kyseisen mallin simulaattorit on otettu käyttöön 2007 Sandvik Oy:n toimesta. Simuloinnin tavoitteena on että oppilas oppii poraamaan laitteella avolouhoksella kentän panostusta varten. Laitteen käsittely aloitetaan koneen puomiston ja ajoneuvon käsittely harjoituksilla. Harjoittelussa edetään rauhallisesti ja oppilaan taitojen karttuessa siirrytään vaikeampiin tehtäviin, kuten poraukseen. Tämä vastaa tavoitteeltaan ja toiminnoiltaan hyvin todellisuutta.



Kuva 14. Simdriller-poravaunusimulaattori

Avolouhosporavaunusimulaattorissa ei ole niin sanottua sisäistä opetusohjelmaa, kuten kahdessa muussa simulaattorissamme. Opettajan rooli korostuu tässä laitteessa. Olen nähnyt tehokkaimmaksi tavaksi toimia siten, että alussa olen aktiivisesti mukana paikal-

la näyttäen mallisuorituksen. Tämän jälkeen yksi oppilas ajaa laitteella ohjatusti, parin kolmen oppilaan seuratussa. Tavoitteena on, että uuden harjoituksen alkaessa paikalla on vähintään yksi jo harjoituksen osaava oppilas. Ajatuksena on, että oppilaitten kehityessä he auttavat toisiaan ja samalla myös kertaavat itselleen laitteen käyttöön liittyviä toimintoja. Suorituksen seurannasta pidämme huolta listalla, johon oppilaat merkitsevät itse suorituksensa.

Sandvik Simdriller-poravaunusimulaattorilla harjoittelu antaa hyvät perusteet poravaunulla poraamiseen. Laitteen ohjaamo vastaa täysin Sandvik Dp 1500 avolouhosporaunun hallintalaitteita (kuva 15). Koordinaation oppiminen oikean koneen hallintaa varten on varmaa ja turvallista.



Kuva 15. Simdriller hallintalaitteet

Laitteessa ei ole liikealustaa. Porauksessa olennaista on, että laite pysyy paikallaan asemoituna porauksen ajan. Jos laite liikahtaa porauksen aikana, se vaikuttaa reiän suuntaukseen. Seurauksena on joko väärän suuntainen reikä tai kankiletkan jumittuminen porattavaan reikään.

Laitteella suoritetaan näyttö Louhintatekniikan perusteet kurssilla. Tällä kurssilla käsitellään louhintatekniikkaan kuuluvia asioita. Käsiteltäviä asioita ovat turvallisuus, erilaiset poraukset ja panostamiseen sekä räjäytystyöhön liittyviä asioita.

Hyväksi esimerkiksi nostan esiin harjoittelija ryhmän, joka koostui kymmenestä osastomme opiskelijasta. Keväällä 2014 Opiskelijat olivat harjoittelujaksolla Outokumpu Crome Oy:n Kemin kaivoksella. Oppilaat työskentelivät maanlaisessa kaivoksessa, tavoitteena kesätyöpaikka Outokumpu Oy:n palveluksessa.

Lyhyen harjoittelujakson aikana kaikki oppilaista kykenivät itsenäiseen työskentelyyn poraukseen liittyvissä tehtävissä. Käytetyt laitteet olivat erimerkkisiä ja hieman erilaisia hallinta laitteiltaan. Outokumpu palkkasi ryhmän kymmenestä opiskelijasta kahdeksan kesätöihin. Uskon porauksen harjoittelulla ja sen perusteiden ymmärtämisellä olleen suurta vaikutusta onnistumiseen.

5.2 Oryx-kaivinkonesimulaattori

Oryx Ab on ruotsalainen simulaattori valmistaja joka tekee yhteistyötä mm. Volvo, Atlas Copco, Komatsu, Valmet, nimisten yhtiöiden kanssa. Oryx on vahva osaaja työkojeiden simuloinnissa.

Vuodesta 1999 Oryx on kehittänyt simulaattoreita rakennus-, metsä-, kaivos- ja huolinta-aloihin liittyen. Oryx simulaattorit tekevät harjoittelusta tehokkaampaa ja harjoittelijalle mielekkäämpää. Simulaattorit lisäävät varsinaisen työn tuottavuutta ja luovat turvallisuutta uusien operaattoreiden koulutukseen. (Oryx www-sivut 2014, hakupäivä 15.4.2014)

Kaivinkone simulaattori on toteutukseltaan simulaattoreistamme onnistunein, sekä opiskelijoiden että henkilökunnankin mielestä (kuva 16). Simulaattori mallintaa Volvo EXC-sarjan kaivinkoneita. Laite on toimintavarma, realistinen ja lisäksi se tarjoaa eritasoisia haasteita niin opiskelijalle kuin ammattimiehellekin.

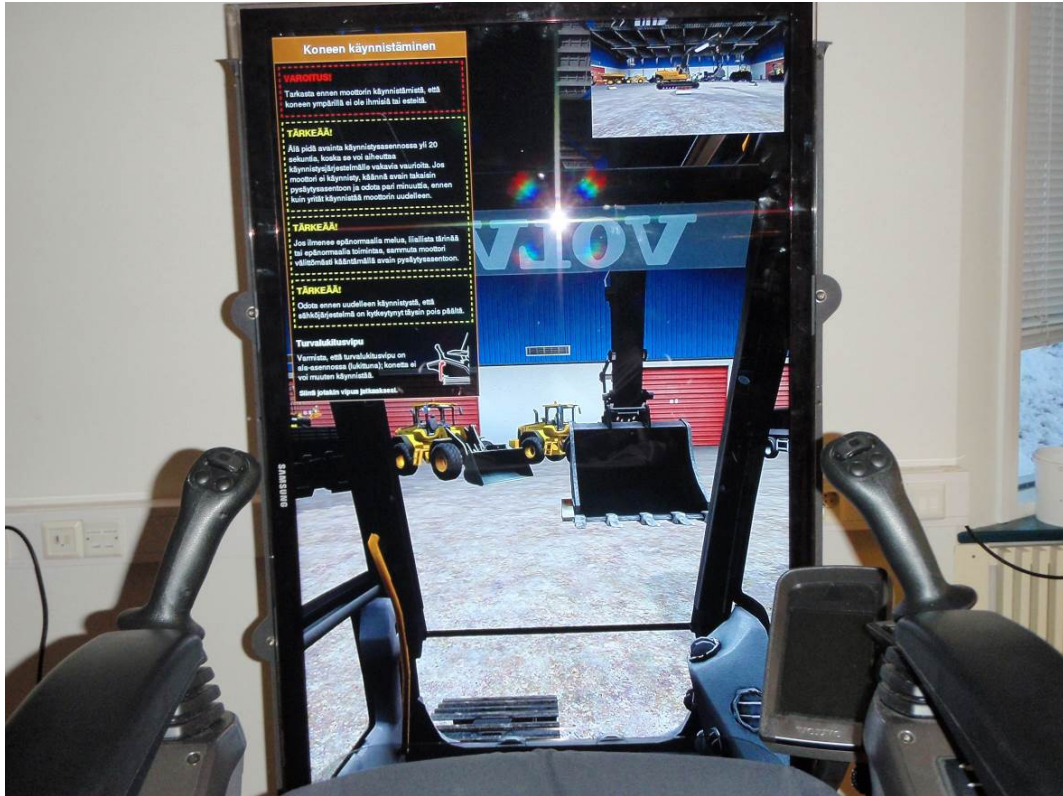


Kuva 16. Oryx-kaivinkonesimulaattori

Harjoittelun alussa oppilaille neuvotaan laitteen oikeaoppinen käynnistäminen ja sulkeminen. Jokaiselle opiskelijalle luodaan simulaattoriin oma tili. Tililleen opiskelija pääsee omalla tunnuksella ja salasanalla. Laitteisto on kytkettynä verkkoon ja opettajalla on mahdollisuus hallinnoida tilejä, sekä seurata oppilaan edistymistä.

Laitteistossa on oma sisäinen koulutusohjelma, joka vastaa niitä periaatteita joilla oikeakin työ kaivinkoneella tapahtuu. Ohjelma opastaa simuloijaa jokaisessa tehtävässä, opettajan roolin jäädessä laadunvarmistajaksi.

Yksi alkuvaiheen tärkeistä harjoituksista on koneen ja sen osien tunnistaminen (kuva 17). Tässä vaiheessa opetusohjelma myös neuvoo miten suoritetaan koneen oikeaoppinen tarkistaminen ennen koneen käyttöön ottoa. Ohjelma käy lävitse myös koneen käynnistämisen sekä sammuttamisen.



Kuva 17. Koneentunnistaminen harjoitustehtävä

Alku vaiheessa simuloija harjoittelee myös koneella ajoa sekä motoriikkaa, joita tarvitaan kaivinkoneella työskentelyyn. Aina tehtävän alkuvaiheessa näytön vasempaan yläkulmaan ilmestyy ohjeistus, jonka mukaan toimitaan. Simuloijan luettua ohjeistuksen, hän kuittaa lukemansa liikuttamalla koneen ohjainta, jonka jälkeen kyseinen tehtävä alkaa.

Simulaattorista puuttuva 3D ominaisuus on korvattu huomiovärien käytöllä. Esimerkiksi maantasaus tehtävässä oikea korkeus on kuvattu vihreällä värillä (kuva 16). Jos maa on liikaa koholla, huomioväri on punainen. Taas vastaavasti maan ollessa kuopalla, on väri keltainen.



Kuva 18. Maan tasausta kaivinkonesimulaattorilla

Kaivinkonesimulaattorilla oppilaat suorittavat näytön kaivoskoneet ja laitteet opintojaksoilla. Tässä jakson osanäyttötehtävässä oppilas suorittaa louheen lastaamisen traktori-dumpperin lavalle (kuva 19). Simulaattori antaa oppilaalle aina prosentuaalisen palautteen suoritettusta tehtävästä. Hyväksytyyn suoritukseen raja on 50 prosenttia. Näyttötilanteissa arvosanan määrittää opettaja. Myös oppilas antaa oman arvionsa suorituksesta.



Kuva 19. Louheenlastaus- harjoitustehtävä

Kaivinkonesimulaattori antaa erittäin totuudenmukaisen kuvan työskentelystä kaivinkoneella. Koulullamme on käytössä minikaivuri painoluokaltaan 1,8 tn. Aiemmin oppilaat ajoivat suoraan tällä oikealla koneella. Verrattuna tähän aikaisempaan tilanteeseen oikealla koneella ajaminen alkaa sujua nykyään paljon nopeammin. Koneet ovat erimerkkiset, mutta niissä on hallintalaitteissa sama standardi. Simulaattorilla harjoittelu luo hyvän pohjan varsinaisella koneella työskentelyyn.

5.3 Mevea-pyöräkuormaajasimulaattori

Mevea Oy on simulointiin erikoistuneiden ammattilaisten Lappeenrannassa vuonna 2005 perustama yritys. Mevea valmistaa tuotekehityssimulaattoreita, koulutussimulaattoreita, erilaisia laitteistoja simulaattoreihin sekä he tarjoavat simulointi palveluita. Yhteistyökumppaneita ovat mm. Kone granes, Sandvik mining and construction, Normet, Valmet automotive ja Wärtsilä. (Mevean www-sivut 2014, hakupäivä 21.4.2014)

Mevea pyöräkonesimulaattori mallintaa normaalia n. 20 tonnin painoista pyöräkuormaajaa. Laitteen erikoisominaisuuksina ovat 3D näyttö, sekä kypärään integroitu kuljettajan pään liikkeet huomioiva tekniikka. 3D ominaisuuden ja liiketunnistuksen käyttö ovat valinnaisia ominaisuuksia. Esimerkiksi 3d käytöstä olemme huomanneet sen, että pitempi aikainen harjoittelu laitteella saa kuljettajan pahoinvoivaksi. Suosittelemmekin käyttämään 2d tilaa joka ei aiheuta pahoinvointia.

Kuljettajan liikuttaessa päätään myös näytöllä näkyvä kuljettajan näkemä alue muuttuu. Liikealusta on samantyyppinen kuin Oryx-simulaattoreissa. Laitteessa on kaksi näyttöä, kuljettajan näkökenttä sekä kosketusnäyttö. Toisesta näytöstä on näkemä harjoitukseen ja toinen näyttö toimii mittaristona ja siitä hallinnoidaan joitakin koneen toimintoja. Mielestäni laite on hyvin pelkistetyksi mutta toimivasti toteutettu (kuva 20).



Kuva 20. Mevea-pyöräkuormaajasimulaattorin yleisnäkymä

Pyöräkuormaajasimulaattorilla suoritetaan osanäyttö Louheen käsittely ja kaluston kunnossapito kurssilla, tämä kurssi on jälkimmäinen louhintatekniikka kursseista. Tehtävänä on louheen lastaus (kuva 21). Simulaattorilla harjoittelu tähtää aina varsinaisen koneen käyttöön. Hyvänä välitavoitteena toimivat ammatillisten aineiden näyttötehtävät.



Kuva 21. Mevea-pyöräkuormaajasimulaattori

Harjoittelu aloitetaan laitteeseen tutustumisesta vaikeuttaen tehtäviä asteittain. Aluksi vain ajetaan koneella, opetellaan kiinnittämään kauha ja lastataan esimerkiksi hiekkaa (kuva 22). Myöhemmässä vaiheessa lastataan louhetta. Louheen lastaus on mielestäni vaikein olemassa olevista harjoitteista. Se todentaa hyvin isojen kivien lastaamisen vaikeutta.



Kuva 22. Työvälineen kiinnittäminen

Ajoharjoituksissa oppilas ajaa merkityn radan lävitse koneella (kuva 23). Tämä harjoitus kehittää opiskelijan koneen perushallintaa. Tehtävissä peruutetaan myös melko paljon. Peruuttaminen on mahdollista vain niin sanotusti peilien kautta, jotka näkyvät näytön yläreunoissa. Laitteessa on myös peruutuskamera, mutta sen näkemä ei ulotu kuin arviolta parin metrin päähän koneesta.



Kuva 23. Ajoharjoituksen aloitus näkymä

Laite antaa pisteytetyn palautteen tehtävästä. Pyöräkone simulaattori on hyvin mielekäs ja haastava harjoittelu laite. Monipuolinen tehtävä valikko on vaihteleva ja kehittävä. Simulointi vastaa hyvin eri tehtäviä, joita pyöräkuormaajalla voi suorittaa.

Louheen lastaus toimii osanäyttönä Louheen käsittely ja kaluston kunnossapito kurssilla. Simuloituna tehtävänä se luo pohjaa oikealle työtehtävälle (kuva 24). Opiskelijoiden näyttötehtävänä louheen lastaus on osoittautunut haastavaksi osanäytöksi.



Kuva 24. Louheen lastaus pyöräkuormaajasimulaattorilla

Tehtävä huomioon realistisesti asiat jotka tekevät kiven lastauksesta vaikean. Tehtävässä tulevat hyvin esille kauhan tunkeutuminen louheeseen, epätasaisen alustan vaikutus koneen liikkeisiin ja liian painavan kauhallisen nostaminen. On esimerkiksi ollut tapauksia, joissa kone kaatuu painavan taakan ja äkkinäisen liikkeen seurauksena. Simulaattorilla on turvallista etsiä turvallisen koneella työskentelyn rajat.

6 SIMULAATTORIKOULUTUKSEN KEHITTÄMINEN

Aloittaessani Koulutuskuntayhtymä Lappian palveluksessa elokuussa 2011 kaivososaston tilanne oli vähintäänkin haastava. Koko opettajakunta vaihtui yhtä edustajaa lukuun ottamatta. Joukkomme oli kolme täysin uutta opettajaa, yksi kokeneempi opettaja ja uusi tiimivastaava. Harjoitustehtävien ja laitteiden osalta olimme todella alhaisella tasolla sen hetkisenkin näkemyksemme mukaan. Määrätietoisella työllä ja kahden projektin avulla olemme päässeet nykyiselle tasolle.

Kehitettävää riittää edelleen paljon. Prosentuaalisesti näkisin että olemme 70 % sillä tasolla mikä vaadittaisiin kiitettävään tasoon. Pohjaan näkemykseni siihen, että emme pysty vielä tarjoamaan niin sanottua käsillä tekemistä kaikissa ammatillisissa oppiaineissa. Lähes kaikki opiskelijoistamme kaipaavat päivittäin käytännön tekemistä teoriaopintojen lisäksi. Ei myöskään sovi unohtaa, että työelämän osaaja vaatimukset täytyisivät paremmin.

6.1 Kehittyminen

Simulaattorien osalta syksyn 2011 tilanne on parantunut olennaisesti. Osastomme käytössä oli Simdriller avolouhosporavaunusimulaattori. Simulaattorissa oli myös vikoja, joiden korjaamisen parissa kulutin useita työtunteja. Laite sijaitsi louhinta luokassa ja sen käyttö vaikutti tuntiopetukseen häiritsevästi. Simulaattori simuloi myös dieselmootorin käynti äänen. Vastaavasti simulaattorilla työskentely oli myös vaikeampaa luokan äänimaailman häiritessä taustalla. Simulaattorin käyttäjät eivät aina voineet keskittyä täysin suorituksiinsa, toki asia on yksilöllinen. Nykyinen tilanne on paljon parempi, koska suurta jännityksen tuomaa yleisöä ei ole paikalla. Joillakin opiskelijoilla ylimääräiset seuraavat silmäparit heikentävät suoritusta. Harjoitteleminen tätäkin asiaa ja niin sanottu esiintymispelko kaikkoo nopeasti. Varsinkin simuloinnin ensimmäisillä kerroilla rauhallinen keskittyminen harjoitteluun on tärkeää. Tuohon aikaan haaveilimme erillisestä tilasta jossa olisi useampi laite.

Tällä hetkellä simulaattoreille oma on tila, kutsumme sitä simulaattoriluokaksi. Luokassa on tilaa arviolta 100 m². Laitteet on saatu sijoitettua tilaan turvallisesti. Operaattoreiden lisäksi myös seuraajille on tilaa riittävästi. Luokassa on myös pöytiä ja tuoleja muistiinpanojen yms. varalle. Tilassa ei ole muuta opetusta ja se on jatkuvassa päivittäi-

sessä käytössä. Pidämme tilasta varauskirjaa, johon käyttäjäryhmä kirjataan etukäteen. Opetushenkilökunnan kesken olemme kokeneet, että tilaa on käytetty tasapuolisesti.

Simulaattoreilla voidaan suorittaa useita eri tehtäviä, jotka tukevat useita kaivosalalla opiskeltavia oppiaineita. Alun perin mielipiteeni oli, että simulaattorit kuuluvat vain louhintatekniikan opetukseen. Olen todennut niiden olevan hyvänä apuna rikastustekniikassa, kunnossapidossa ja myös kaivosalanperustaidoissa. Esimerkiksi kaivinkone ja pyöräkone simulaattoreilla helposti havainnollistaan mikä merkitys on malmikiven riittävän pienellä partikkelikoolla kaivoksen kokonaisprosessin kannalta. Kunnossa pidossa ne toimivat hyvänä apuna, kun opetellaan koneiden eri osien nimiä ja sijainteja. Kaivosalanperustaidoissa simulaattoreilla voidaan harjoitella huolintaan liittyviä tehtäviä.

Nostan esiin myös ajatuksen siitä että yhteistyössä eri oppilaitosten ja alojen kanssa voitaisiin valmistaa itse työkonetta tai työtehtävää simuloivia laitteita. Esimerkiksi Lapin ammattikorkeakoulusta ja Ammattiopisto Lappeesta löytyy osaamista, jolla laite voitaisiin toteuttaa aina suunnittelusta valmistamiseen asti. Myös yhteistyö yritys tarvittaisiin. Työkoneen osalta itse simulaattorin alusta voisi olla samanlainen, vain ohjaimet olisivat vaihdettavat. Simulaattorit koostuvat teollisesti valmistetuista komponenteista kuten, työkoneen istuin, näytöt, hallintalaitteet, kytkimet, kaapeloinnit ja tietokone. Suurin työ nähdäkseni olisikin laitteen suunnittelu ja toimivan ohjelmiston valmistaminen. Itse laitteen valmistuttua ohjelmistot ja grafiikat voisivat olla yksinkertaisiakin ja niitä voitaisiin kehittää tarpeen mukaan. Uskoakseni tämäntyyppisiin projekteihin löytyy rahoitusta tiukankin talouden aikoina. Tarvikkeet arvioiden puhutaan arvioni mukaan alle 10 000 eurosta laitetta kohden. Kynnyskysymykseksi nostankin eri tahojen mahdollisuuden yhteistyöhön. Lapin ammattikorkeakoulusta ja Ammattiopisto Lappiasta löytyy vankkaa ammattitaitoa monelta eri teollisuuden alalta.

6.2 Ryhmäkoko

Kaivososastolla ryhmäkokona on noin 16 oppilasta. Tämä on sillä tavalla ongelma, että 16 oppilaan sijoittaminen kolmelle simulaattorille ei onnistu järkevästi. Näkisin että kolme opiskelijaa laitetta kohti on se yläraja jonka kanssa voimme toimia. Jos lukumäärä nousee yli kolmeen opiskelijaan laitetta kohti, alkavat opiskelijat pitkästyä. Opiskelijat pitkästyvät, koska odotusaika ajokertojen välillä kasvaa liian suureksi. Yhdestä kol-

meen ”apuopettajaa” laitetta kohden on riittävästi. Muuten pedagogisesti en näe ryhmäkokoja liian suurena. Se haastaa opettajan juuri sopivasti. Opetuksessani on ollut olosuhteiden pakosta enimmillään 27 oppilasta ja se on mielestäni liikaa. Tällaiset tilanteet ovat pakon sanelemia. Suuret ryhmät johtuvat aikuisopiskelijoista ja heidän nopeamman valmistumisen takaamisesta.

Osastomme tarpeet huomioiden viisi simulaattoria on sellainen määrä, jolla toiminta saadaan jouhevaksi. Kahden lisä simulaattorin hankinnassa puhutaan enimmillään 150 000 eurosta. Tällaisia hankintoja voisivat olla esimerkiksi louheenkuljetusautoa ja tunnelinporausajoneuvoa simuloivat laitteet. Näin täydentäisimme loogisesti louhinnan työkonetta vastaamaan paremmin todellista louheen käsittelyä. Tilaa näille laitteille riittäisi nyt olemassa olevassa tilassa. Hankinta ei lisäisi osaston käyttökuluja.

Yhdeksi esimerkiksi nostan Oryx tarjoaman kaivossimulaattorin. Tämä simulaattori mallintaa avolouhosympäristöä koneineen. Kaivossimulaattoria operoidaan esimerkiksi interaktiivisella esitystaululla. Lisäksi Oryx valmistamissa simulaattoreissa on mahdollisuus linkittää simulaattorit toisiinsa saman valmistajan simulaattoriin. Esimerkiksi kun kaivinkonesimulaattorin käyttäjä näkee traktoridumpperin näytöllään, on tämä laite toisen harjoittelijan käyttämä. Vastaavasti traktoridumpperin käyttäjä kaivinkoneen kuljettajan omalta näytöltään. Tällä tavalla voidaan yhdistää koneiden tehtäviä toisiinsa ja näyttää millainen positiivinen vaikutus yhteistyöllä on kaivosalallakin. Voidaan mennä työntoteuttamisessa sellaiselle tasolle jolla huomataan omien toimintojen vaikutus kanssa työskentelijöihin nähden.

6.3 Yhteiskäyttö

Simulaattorit ovat yhteiskäytössä Kolarin toimipisteen kanssa. Kolarin opettajien kanssa yhteistyössä olemme tehneet simulaattorien käytöstä lukuvuosittaisen aikataulun. Oikeudenmukaisena jakoperusteena olemme käyttäneet oppilasmäärä. Torniossa oppilaita on yleistäen noin sata ja Kolarissa kaksikymmentä. Laskennallisesti opetamme vuosittain suurelle joukolle koneen käsittelyn perustaitoja.

Kouluvuotemme jakaantuu viiteen kahdeksan viikon jaksoon. Simulaattorit ovat Kolarin toimipisteen käytössä jaksolla yksi. Tornion toimipisteen käytössä simulaattorit ovat

loppu lukuvuoden. Tämä järjestely on saatu sopimaan hyvin molempien toimipisteiden jaksotuksiin. Sopiminen on vaatinut yhteisiä tapaamisia ja opetusaikataulujen yhteen sovittamista. Aikataulut on sovitettu yhteen siten että ammatilliset aineet, joissa simulaattoreita tarvitaan, ovat jaksotuksessa eri aikoina Kolarissa ja Torniossa.

6.4 Tulevaisuus

Olen vahvasti sitä mieltä että tulevaisuudessa simulaattorityyppinen koulutus tulee lisääntymään kaivosalalla. Nykyaikaisessa maanalaisessa kaivoksessa on jo tehtäviä, jotka muistuttavat suoranaisesti simulaattorilla ajamista. Maanalaisen kaivoksen lastausta, porausta ja lujitusta suoritetaan työkoneilla, joita voidaan operoida myös verkkoyhteyden kautta. Tällaisessa työtehtävässä oleva työntekijä on fyysisesti turvallisessa paikassa esimerkiksi toimistossa. Toimistosta käsin hän käyttää kameroiden ja näyttöjen avulla työkoneita, joka on sortuma vaarallisella alueella.

Koneet ja mittalaitteet voidaan nykyään synkronoida toimimaan keskenään. Hyvä esimerkki on kaivinkone jossa on paikannusjärjestelmä. Koneen kuljettaja näkee omalta näytöltään työn edistymisen verrattuna suunnitelman ja todellisen tilanteen välillä. Samoin työnjohto ja suunnittelija voivat seurata työ tilanteen edistymistä reaaliaikaisesti olematta kokoajan paikalla. Välimittauksia ei tarvitse suorittaa tiheään. Samanaikaisesti kun kone työskentelee, data siirtyy langattomasti suunnitteluohjelmaan joka päivittää suunnitelman toteutumana. Kaivosalalla tämä tulee pienentämään raakkulaimennusta. On mahdollista seurata tarkemmin malmioiden rajoja kaivu vaiheessa. Malmi ja sivukivi eivät sekoitu niin helposti kuin tilanteessa, jossa vaaditaan välimittauksia ja erillisiä merkintöjä kaivu alueille.

Avolouhosympäristössä koneen kuljettajan asema tulee myös muuttumaan prosessinohjauksen suuntaan. Koneenvalmistajat kehittävät kokoajan laitteita jotka eivät vaadi välttämättä kuljettajaa ohjaamoonsa. Koneita kuljettavan kaivosmiehen rooli tuleeekin muuttumaan työtä valvovampaan suuntaan. En usko että vielä vuosikymmeniin pystymme täysin korvaamaan ihmisen käden ja silmän yhteistyötä.

Osastomme tulevaisuus näyttää hyvältä. Itse opettajana olen edelleen innokas ja halukas kehittää toimintojamme. Yhteistyö on säilynyt hyvänä ja mutkattomana kollegoitteni

kanssa. Tiedämme toistemme ammatilliset vahvuudet ja uskallamme tukeutua toisiimme sekä myös ohjata että opastaa tarvittaessa. Toivottavasti jatkossakin saamme rahallista tukea toimintojemme kehittämiseen. Pohjois-Suomen ammatillista koulutusta on rangaistu viimeaikoina ankarasti ja se vaikuttaa väistämättä meidänkin koulutusalaamme. Olisi tärkeää pysyä työelämän mukana ja kehittyä nopeasti sen rinnalla. Nyt kun taloudelliset ajat ovat tiukat, kaivosalan koulutuksen kehittäminen tulee olemaan vaikeaa.

LÄHTEET

Hakapää Antero & Lappalainen Pekka 2009. Kaivos- ja Louhintatekniikka. Vammala: Opetushallitus.

Hirsjärvi Sirkka, Remes Pirkko & Sajavaara Paula 2004. Tutki ja kirjoita. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Laapotti Timo (toim.) 2013. Kaivoskoulutuksen verkko-oppimateriaalivaranto (2009-2013) materiaalit. Ammattiopisto Lappia 2013.

Lappian www-sivut 2014, hakupäivä 20.4.2014. <www.lappia.fi>

Luhtanen Raimo (toim.) 2008. Räjätys- ja louhintatyön lait. Helsinki: Edita.

Kaivosmies ja rikastaja. Kaivosalan perustutkinto. Opetussuunnitelman tutkintokohtainen osa. Ammattiopisto Lappia. 2009.

Keinänen Toimi & Kärkkäinen Pentti 2009. Automaatiojärjestelmien hydraulikka ja pneumatiikka. Helsinki: WSOYpro Oy.

Mevean www-sivut 2014, hakupäivä 21.4.2014. <www.mevea.com>

Olofsson Stig 1999. Modern bergsprängningsteknik. Ärla, Sweden: Applied Explosives Technology.

Oryx www-sivut 2014, hakupäivä 15.4.2014. <www.oryx.com>

Rissanen Tiina & Peronius Antti 2012. Suomen kaivostoiminnan toimialakatsaus 2012. Oulu: Uniprint.

Outokummun kaivosmuseon www-sivut 2014, hakupäivä 3.5.2014.

<www.aarrekaupunki.fi>

Sandvik www-sivut 2014, hakupäivä 21.4.2014. <www.sandvik.com>

Vuonto Aimo (toim.) 2006. Kaivosalan työsuojeluopas. Kukkila: Työturvallisuuskeskus.

Vuolio Raimo & Halonen Tommi 2010. Räjätystyöt. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.