



# Ohjelmistoalan opetuksen yritysyhteistyötä kehittämässä

Sami Jantunen (toim.)



Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu



Sami Jantunen (toim.)

# Ohjelmisto- alan opetuksen yritysyhteistyötä kehittämässä



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Etelä-Savon  
maakuntaliitto



**XAMK KEHITTÄÄ 215**

KAAKKOIS-SUOMEN AMMATTIKORKEAKOULU  
MIKKELI 2023



Julkaisu on tehty osana Ohjelmistojen laadunvarmistuspajan perustaminen -hanketta, joka on saanut Etelä-Savon maakuntaliiton myöntämänä rahoitusta Euroopan aluekehitysrahastosta.

---

© Tekijät ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

Kannen kuva: Getty Images

Taitto ja paino: Grano Oy

ISBN: 978-952-344-532-1 (nid.)

ISBN: 978-952-344-527-7 (PDF)

ISSN: 2489-2467 (nid.)

ISSN: 2489-3102 (verkko)

[julkaisut@xamk.fi](mailto:julkaisut@xamk.fi)

# TIIVISTELMÄ

Tässä julkaisussa kartoitamme eteläsavolaisen ohjelmistoklusterin nykytilaa ja pohdimme, miten alueen ohjelmistoalan elinvoimaisuutta voitaisiin yhdessä lisätä tiivistämällä yritysten yhteistyötä alueen ohjelmistoalan opetuksen kanssa.

Julkaisu on jaettu kahteen osaan. Osassa 1 (Etelä-Savon ohjelmistoalan elinvoimaisuutta lisäämässä) kuvaamme työmme tavoitteet ja kerromme selvitystyömme tuloksien pohjalta, minkälaisia ohjelmistoyrityksiä alueella on ja mitä he toivovat opetusyhteistyöltä. Kerromme myös aloittamastamme ohjelmistokehittäjien kiltatoiminnasta, jonka avulla pyrimme yhdessä kehittämään eteläsavolaista ohjelmistoalaa.

Osassa 2 (Kokeiluiden avulla tiivistyvää ohjelmistoalan opetuksen yritys-yhteistyötä) kerromme, minkälaisia yhteistyömahdollisuuksia ohjelmistoyrityksillä voisi olla oppilaitosten kanssa ja miten virtuaalinen laadunvarmistuspaja voisi tarjota konkreettisen tavan hyödyntää ohjelmistoalan opiskelijoita yritys-kohtaisissa tehtäväksiannoissa. Tämän jälkeen kerromme esimerkkejä hankkeen aikana toteutetuista tehtäväksiannoista. Lopuksi peilaamme kokemuksiamme yritys-oppilaitosyhteistyöstä ja pohdimme jatkotoimenpiteitä.

**Asiasanat:** yritys-oppilaitosyhteistyö, ohjelmistojen laadunvarmistus, Etelä-Savon ohjelmistoklusteri

# ABSTRACT

In this publication, we explore the current state of the software cluster in South Savo and consider how we could jointly increase the vitality of the region's software sector.

The publication is divided into two parts. In Part 1 (Increasing the Vitality of the Software Sector in South Savo), we describe the objectives of our work and, based on our survey results, illustrate the types of software companies in the region and what they want from educational cooperation. We will also describe the software developers' guild activities that we started in the project for jointly developing the software sector in South Savo.

In Part 2 (Closer Business Cooperation in Software Education through Experiments), we describe what kind of cooperation opportunities software companies could have with educational institutions. Further, we explore how a virtual quality assurance workshop could provide a concrete way to use software engineering students in business-specific assignments. This is followed by examples of assignments implemented during the project. Finally, we will reflect on our experience of the company-institution cooperation and consider further steps for development.

**Keywords:** company-institution cooperation, software quality assurance, South Savo software cluster

# LUKIJALLE

Ohjelmistoala on viime vuosikymmeninä kasvanut ja kehittynyt ennennäkemättömällä vauhdilla. Se on tuonut mukanaan innovaatioita, jotka ovat muuttaneet tapamme kommunikoida, työskennellä ja elää. Tässä muutoksessa on ollut keskeisessä asemassa paitsi ohjelmistoalan ammattilaiset myös ne, jotka kouluttavat tulevia tekijöitä.

Ohjelmistoala ajaa teknologista kehitystä ja luo mahdollisuuksia uusille sukupolville. Ohjelmistoala on myös yksi eniten työvoimapulasta kärsivistä aloista Suomessa. Pulaa on erityisesti kokeneemmista tekijöistä, joilla on kyky toimia vaativimmissa ohjelmistokehitystehtävissä. Yhteistyöllä koulutuslaitosten ja yritysten kanssa on mahdollista saada opiskelijoille kokemuksia aidoista ohjelmistokehitystehtävistä jo opiskeluiden aikana ja näin saada opiskelijat valmiimpina työelämään.

Ohjelmistoala on tällä hetkellä myös suurten mullistusten edessä. Tekoälyratkaisuilla on tulevaisuudessa entistä parempi kyky kirjoittaa koodia, ja tekninen taituruus ja nopeus menettävät merkitystään hyvän koodarin ominaisuuksina. Entistä tärkeämpää on kyky suunnitella ja ymmärtää kokonaisuuksia ja kyky kuunnella asiakasta. Näitä kykyjä on mahdollista vahvistaa jo opiskeluaikana erityisesti syventämällä koulutuksen ja yritysten yhteistyötä.

Tämä julkaisu kuroo kiinni koulutuksen ja yritysmaailman välistä kuilua. Siinä tutkitaan, miten koulutusohjelmat voivat vastata alan nopeaan muutokseen ja tarjota opiskelijoille tarvittavat taidot ja osaamisen. Samalla se antaa yrityksille mahdollisuuden vaikuttaa koulutuksen sisältöön ja tarpeisiinsa vastaaviin osajiin. Julkaisu sisältää monipuolisia näkökulmia ja käytännön esimerkkejä ohjelmistoalan koulutuksen ja yritys yhteistyön kehittämiseksi.

Ohjelmistoalan opetuksen yritys yhteistyötä kehittämässä -julkaisu kuvaa yhteistyön systemaattista rakentamista ohjelmistoalan opiskelijoiden, koulutuksen, kehittämistyön ja yritysten välillä. Mallia on kehitetty Etelä-Savossa, jossa ohjelmistoalan yritykset ovat pääosin pieniä ja keskisuuria. Joukossa on pitkään toimineita, vakiintuneita yrityksiä sekä alkuvaiheessa olevia pieniä yrityksiä. Rajatun yritysjoukon kanssa toimiminen auttaa ymmärtämään yritysten tarpeita ja toiveita ja kehittämään

koulutusta vastaamaan näihin tarpeisiin. Sekä korkeakoulun että yritysten tavoitteena on, että opiskelijat valmistuttuaan ovat mahdollisimman valmiita työelämään ja pystyvät uudistamaan sitä tuoreella osaamisellaan. Molempien osapuolten toiveena myös on opiskelijoiden kiinnittyminen eteläsavolaisiin yrityksiin myös valmistumisensa jälkeen.

Toivon, että tämä teos lisää ymmärrystä ohjelmistoalan koulutuksen ja yritysten yhteistyön merkityksestä ja kannustaa kehittämään uusia toimintatapoja sen vahvistamiseksi.

Noora Talsi, tutkimusjohtaja, YTT  
Mikkelissä 11.8.2023



# TEKIJÄT

## **TIMO HYNNINEN,**

TkT, sivutoiminen tuntiopettaja  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

## **SAMI HÄMÄLÄINEN,**

tradenomi, ohjelmistosuunnittelija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

## **SAMI JANTUNEN,**

TkT, tutkimuspäällikkö  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

## **ALEXANDER KERR,**

insinööri (AMK), ohjelmistosuunnittelija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

## **RION NAKAYAMA,**

opiskelija (Information Technology), harjoittelija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

## **JANNE NIINISAARI,**

insinööri (AMK), ohjelmistosuunnittelija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

## **HENRI RIISSANEN,**

tradenomi, ohjelmistosuunnittelija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

## **MARJO PUIKKONEN,**

KTM, lehtori, tietojenkäsittely  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	5
ABSTRACT.....	6
LUKIJALLE .....	7
TEKIJÄT.....	9
<b>OSA 1: ETELÄ-SAVON OHJELMISTOALAN ELINVOIMAISUUTTA LISÄÄMÄSSÄ.....</b>	<b>12</b>
TIIVISTYVÄÄ YRITYS-OPETUSYHTEISTYÖTÄ OHJELMISTOJEN LAADUNVARMISTUKSEN AVULLA .....	13
Sami Jantunen	
TULOKSIA SELVITYSTYÖSTÄ: OHJELMISTOYRITYKSET ETELÄ-SAVOSSA .....	17
Sami Jantunen & Timo Hynninen	
OHJELMISTOYRITYSTEN LUOKITTELU JA YRITYSTEN TOIVEET OPETUSYHTEISTYÖLLE .....	25
Sami Jantunen	
ETELÄ-SAVON OHJELMISTOKEHITTÄJIEN KILTA: KOHTI VAIKUTTAVAMPIA YHTEISTYÖMUOTOJA.....	32
Sami Jantunen	
<b>OSA 2: KOKEILUIDEN AVULLA TIIVISTYVÄÄ OHJELMISTOALAN OPETUKSEN YRITYSYHTEISTYÖTÄ .....</b>	<b>43</b>
YRITYSYHTEISTYÖN MAHDOLLISUUDET OPETUKSESSA .....	44
Marjo Puikkonen	
VIRTUAALILABORATORIO YRITYS-OPETUSYHTEISTYÖN MAHDOLLISTAJANA.....	55
Janne Niinisaari & Henri Riissanen	
LAADUNVARMISTUSPAJA OPISKELIJOIDEN JA YRITYKSEN YHTEISALUSTANA VERKKOPALVELUN OPTIMOINNISSA .....	60
Timo Hynninen	
SUORITUSKYKYTESTAUS OPISKELIJOIDEN KANSSA .....	65
Alexander Kerr & Janne Niinisaari	
TIETOTURVATESTAUS OSANA LAADUNVARMISTUSTA .....	71
Janne Niinisaari	

KÄYTTÖLIITTYMÄTESTAUSTA SELENIUM GRIDILLÄ XAMKIN VIRTUAALILABORATORIOSSA .....	80
Sami Hämäläinen & Rion Nakayama	
OPETUSYHTEISTYÖTÄ YRITYKSEN ANTAMIEN TOIMEKSIANTOJEN AVULLA .....	88
Rion Nakayama	
YHDESSÄ KOHTI ELINVOIMAISTA ETELÄSAVOLAISTA OHJELMISTOKLUSTERIA.....	92
Sami Jantunen & Timo Hynninen & Alexander Kerr & Janne Niinisaari	
LIITTEET	
LIITE 1: Etelä-Savon ohjelmistoyritysten kyselylomake .....	97
Liite 2: Penetraatiotestausraporttipohja .....	108

# OSA 1: ETELÄ-SAVON OHJELMISTOALAN ELIN- VOIMAISUUTTA LISÄÄMÄSSÄ

Pyrkimys lisätä ohjelmistoalan elinvoimaisuutta ja tiivistää yhteistyötä yritysten ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun (Xamk) kesken on hyvä aloittaa selvittämällä ensin, minkälaisia ohjelmistoalan yrityksiä Etelä-Savossa on, mitä he toivovat Xamkin ohjelmistoalan opetukselta sekä miten voisimme yhdessä lähteä kehittämään yhteistyötä. Näitä asioita selvitämme tämän julkaisun ensimmäisessä osassa.

Tämä osa sisältää seuraavat artikkelit:

- *Tiivistävää yritys-opetusyhteistyötä ohjelmistojen laadunvarmistuksen avulla* taustoittaa, miten halusimme tiivistää ohjelmistoyritysten ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun välistä yhteistyötä ja keskittyä yhteistyössä etenkin ohjelmistojen laadunvarmistuksen osaamisen vahvistamiseen.
- *Tuloksia selvitystyöstä: Ohjelmistoyritykset Etelä-Savossa* kuvaa, miten kartoitimme eteläsavolaisen ohjelmistoalan nykytilaa ja minkälaisia tuloksia saimme.
- *Ohjelmistoyritysten luokittelu ja yritysten toiveet opetusyhteistyölle* -artikkelissa kuvaamme selvitystyön pohjalta tunnistamiamme yritystyyppisiä ja kerromme, mitä kunkin tyyppinen yritys toivoo opetusyhteistyöltä.
- *Etelä-Savon ohjelmistokehittäjien kilta: Kohti vaikuttavampia yhteistyömuotoja* kertoo, miten olemme aloittaneet yhteisen työkentelyn alueen ohjelmistoklusterin kehittämiseksi ja minkälaisia alustavia kokemuksia järjestäjästämmme toiminnasta on saatu.

Saamamme tulokset kertovat ohjelmistoalan yritys-oppilaitosyhteistyön tarpeellisuudesta. Yritykset ovat kiinnostuneita kehittämään laajalti omia toimintatapojansa ja tiivistämään yhteistyötä ohjelmistotekniikan opiskelijoiden ja oppilaitosten kanssa. Saamamme palautteet ohjelmistokehittäjien kiltatoiminnan organisoinnista rohkaisevat jatkamaan tätä toimintaa ja juurruttamaan se osaksi eteläsavolaista ohjelmistoklusterin toimintaa.

# TIIVISTYVÄÄ YRITYS- OPETUSYHTEISTYÖTÄ OHJELMISTOJEN LAADUNVARMISTUKSEN AVULLA

Sami Jantunen

Ohjelmistokehitys vaatii taitoa. Sitä ei voida opettaa hyvin pelkästään luokkahuoneessa (Moore & Potts 1994). Sekä ohjelmistoyritykset että opetuslaitokset uskovat, että ohjelmistoalan opiskelijat tarvitsevat käytännön kokemuksia ohjelmistoyritysten käyttämisestä toimintatavoista, teknologioista ja työkaluista (Moore & Potts 1994; Marques, Quispe & Ochoa 2014; Naim, Ali, Hussain & Qureshi 2019). Ohjelmistoalan opetuksen on kuitenkin haastavaa pysyä yritysten vauhdissa uusien teknologioiden ja trendien hyödyntämisessä. Siksi ohjelmistoalan opiskelijoilla ei aina ole edes mahdollisuutta omaksua viimeisimpiä teknologioita tai laajamittaiseen ohjelmistokehitykseen tarvittavia vuorovaikutustaitoja (Oguz & Oguz 2019). Usein ohjelmistoalan opiskelijat ovatkin huomanneet, että ensikokemus työelämästä on hyvin erilainen kuin mihin opiskelussa on valmistauduttu (Oguz & Oguz 2019). Ohjelmistoyritykset puolestaan ovat arvioineet, että valmistuneet ohjelmistoalan opiskelijat tarvitsevat vuoden työkokemuksen ennen kuin heistä tulee tuottavia työntekijöitä (Saliou & Ribaud 2006).

Yllä kuvattua yritysten ja opetuksen välistä kuilua usein ehdotetaan ratkaistavaksi yhteistyön avulla. Ohjelmistoyritysten pitäisi viettää oppilaitosten kanssa enemmän aikaa ja kertoa ohjelmistokehityksen haasteista sekä käytetyistä teknologioista ja menetelmistä. Oppilaitosten puolestaan tulisi pyrkiä vahvistamaan yhteistyösuhteita yrityksiin ja luoda opiskelijoille mahdollisuuksia saada käytännön kokemuksia yritysten ohjelmistokehitysympäristöistä (Marijan & Getlieb 2021; Oguz & Oguz 2019).

Aktiivinen yritys-opetusyhteistyö tarjoaisi ratkaisuja myös Etelä-Savon elinvoimaisuuden kannalta tärkeään veto- ja pitovoiman haasteeseen. Vaikka eteläsavolaiset ohjelmistoyritykset olisivat valmiita palkkaamaan uusia työntekijöitä, alueelta valmistuvat ohjelmistoalan opiskelijat työl-

listyvät usein maakunnan ulkopuolelle. Käytännönläheisen yhteistyön avulla alueen ohjelmistoyritykset pystyisivät tutustumaan potentiaalsiin työntekijöihin paremmin. Opiskelijat puolestaan saisivat mahdollisuuden tutustua alueen ohjelmistoyrityksiin sekä kerätä käytännön kokemuksia työelämästä.

## Yhteistyö ohjelmistojen laadun parantamiseksi

Ohjelmiston laadunvarmistuksella tarkoitetaan kaikkia niitä keinoja, joilla voidaan vaikuttaa ohjelmiston tai tietojärjestelmän laatuun mahdollisimman aikaisin. Tällaisia keinoja ovat esimerkiksi vaatimusten suunnittelu, ohjelmistosuunnittelu, koodikatselmointi, lähdekoodin hallinta, ohjelmistokokoonpanon hallinta, testaus, julkaisujen hallinta ja ohjelmistojen integrointi.

Ohjelmistojen laadunvarmistustoimenpiteet voisivat olla otollinen teema yritysten ja opetuksen väliselle yhteistyölle monestakin syystä. Laadunvarmistusaktiviteetit sisältävät laajan kirjon toimenpiteitä ohjelmistokehityksen eri vaiheista ja luovat opiskelijoille näin hyvän yleiskuvan ohjelmistokehityksen menetelmistä. Yritysten on usein myös helpompi antaa opiskelijoille laadunvarmistukseen liittyviä tehtäviä kuin ohjelmistojen syvällisempää sisäistämistä edellyttäviä koodaustehtäviä. Monet ohjelmiston laadunvarmistukseen liittyvät tehtävät ovat luonteeltaan rutiininomaisia ja näin automatisoitavissa, mutta automaation rakentaminen on aikaa ja resursseja vievää toimintaa. Laadunvarmistuksen automaation menestyksekkäs käyttöönotto vaatii osaamista, ja hyödyt näkyvät vasta viiveellä. Kolikon käänttöpuolella on kuitenkin säästetty aika. Mitä enemmän, useammin ja kattavammin laadunvarmistusta suoritetaan automaattisesti, sitä enemmän siihen käytettävä aika lyhenee suhteessa manuaaliseen testaukseen. Säästetty aika on säästettyä rahaa. Ehkäpä opiskelijat voisivat olla tässä avuksi? Samalla he pääsisivät työskentelemään ajantasaisten työkalujen parissa ja oppisivat yrityksen toimintatavoista.

## Ohjelmistojen laadunvarmistuspajan perustaminen -hanke

Halusimme tiivistää ohjelmistoyritysten ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun välistä yhteistyötä ja keskittyä yhteistyössä etenkin ohjelmistojen laadunvarmistuksen osaamisen vahvistamiseen. Hyödyt olisivat molemminpuolisia. Ohjelmistotekniikan opiskelijat pääsisivät jo opiskeluaikana työskentelemään käytännön tasolla ohjelmistoyrityksille keskeisten toimintatapojen ja teknologioiden parissa ja luomaan siteitä paikallisiin ohjelmistoyrityksiin. Ohjelmistoyritykset puolestaan hyötyisivät yhteisesti opiskelijoiden selvitystyöstä ja pystyisivät hyödyntämään laadunvarmistuksen uusia teknologioita pienemmin ponnistuksin.

Tätä varten perustimme *Ohjelmistojen laadunvarmistuspajan perustaminen* -hankkeen, jolle Etelä-Savon maakuntaliitto myönsi rahoitusta Euroopan aluekehitysrahastosta (EAKR). Hankkeen toteutusajaksi oli 1.9.2021–31.8.2023. Hankkeessa pyrittiin tiivistämään yritys-opetusyhteistyöhön

- kartoittamalla ensin eteläsavolaisen ohjelmistoalan nykytilaa ja luomalla yhteistyösuhteita alueen ohjelmistoyrityksiin
- kehittämällä uusia yhteistyömalleja ohjelmistotekniikan opetuksen ja yritysten välille jakamaan laadunvarmistukseen liittyvää osaamista sekä ohjaamaan jatkuvaa osaamisen kasvattamista
- suunnittelemalla ja toteuttamalla virtuaalisen alustan, jossa opiskelijat voisivat suorittaa yritysten antamia laadunvarmistukseen liittyviä tehtäväksiantoja.

Näistä toimenpiteistä kerromme lisää tässä julkaisussa.

# LÄHTEET

*Marijan, D. & Gotlieb, A.* 2021. Industry-Academia research collaboration in software engineering: The Certus model. *Information and Software Technology*. 132, 106473. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2020.106473>

*Marques, M. R., Quispe, A. & Ochoa, S. F.* 2014. A systematic mapping study on practical approaches to teaching software engineering. *Teoksessa 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044277>

*Moore, M. & Potts, C.* 1994. Learning by doing: Goals and experiences of two software engineering project courses. *Teoksessa Díaz-Herrera, J.L. (toim.) Software Engineering Education, Software Engineering Education. CSEE 1994. Lecture Notes in Computer Science, vol 750. Springer, Berlin, Heidelberg*, 151–164. <https://doi.org/10.1007/BFb0017611>

*Naim, S.W., Ali, S.A., Hussain, S. & Qureshi, B.H.* 2019. A collaborative Model to reduce Gap between IT Industry and academia (CMRGIA). *International Journal of Computer Network and Information Security*. 19 (5), 118–122.

*Oguz, D. & Oguz, K.* 2019. Perspectives on the Gap Between the Software Industry and the Software Engineering Education. *IEEE Access* 7, 117527–117543. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2936660>

*Saliou, P. & Ribaud, V.* 2006. Learning by doing software engineering. *Teoksessa Informatics Education Europe*.



# TULOKSIA SELVITYSTYÖSTÄ: OHJELMISTOYRITYKSET ETELÄ-SAVOSSA

Sami Jantunen & Timo Hynninen

Aloitimme yhteistyön tiivistämisen ohjelmistoyrityksiin kartoittamalla eteläsavolaisen ohjelmistoalan nykytilaa. Tarkoituksenamme oli tunnistaa eteläsavolaisia ohjelmistoyrityksiä sekä tutustua tarkemmin yhteistyön kannalta kiinnostavimpiin ohjelmistoyrityksiin. Uskoimme, että paras tapa tutustua yrityksiin olisi tavata yrityksen edustajia kasvotusten. Halusimme kuitenkin suunnitella tiedon keräämisen systemaattiseksi siten, että voimme myös luoda yleiskuvan eteläsavolaisen ohjelmistoalan nykytilasta. Näistä syistä päädyimme kehittämään kyselykaavakkeen, jota oli tarkoitus täyttää yhdessä yritysten edustajien kanssa.

## Tiedonkeruun suunnittelu

Kyselykaavake toteutettiin Microsoft Exceliä hyödyntäen, ja se sisälsi taulukon 1 mukaiset osiot. Käyttämämme kyselykaavake on tämän julkaisun liitteenä.

**Taulukko 1.** Tiedonkeruukaavakkeen osiot

#	Osio	Tarkoitus
1	Perustiedot haastateltavista, yrityksestä ja toimipisteestä	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haastateltaviin tutustuminen (nimi, titelli, taustatiedot)</li> <li>• Yritykseen tutustuminen (yhtiömuoto, toimialat, toimipisteet, henkilöstön lukumäärä)</li> <li>• Toimipisteeseen tutustuminen (henkilöstön lukumäärä, heidän osaamisprofiilinsa sekä toimipisteen liikevaihto toimialoittain)</li> </ul>
2	Yrityksen liiketoiminta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuotteiden tunnistus (tuote, tarkoitus, kypsyys, ikä)</li> <li>• Tutustuminen liiketoiminnan rakentamiseen (jakaumat tuotteiden jalostusasteesta, iästä, kehityspanoksista, käyttäjistä, tulo-rahoituksesta)</li> <li>• Tutustuminen projektitoimintaan (jakaumat projektien työntekijämääristä, lukumäärästä vuositasolla, kestoista, työmääristä sekä arvio projektien onnistumisesta)</li> </ul>
3	Ohjelmistokehitys yrityksessä	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohjelmistokehitykseen liittyvien arvojen kartoitus (nyt ja tahtotila tulevaisuudessa)</li> <li>• Avoimen lähdekoodin hyödyntämisen selvittäminen</li> <li>• Kehittämismenetelmien selvittäminen</li> <li>• Ohjelmistokehitystiimien organisointi-periaatteiden selvittäminen</li> </ul>
4	Laadunvarmistuksen aktiviteetit ja työkalut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laadunvarmistuksen nykytilan kartoitus (kunkin laadunvarmistusaktiviteetin kypsyystaso ja käytettävät työkalut)</li> <li>• Laadunvarmistuksen kehitystarpeiden tunnistaminen</li> </ul>
5	Toiminnan kehittäminen ja tulevaisuuden näkymät	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kiinnostuksen kartoitus toiminnan kehittämiseen</li> <li>• Yrityksen tulevaisuuden suunnitelmien kartoitus</li> </ul>
6	Yritys-opetusyhteistyö	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yritysten kokemusten ja toiveiden kartoitus opetuksesta ja opiskelijoiden osaamisesta</li> <li>• Kartoitus yrityksen kiinnostuksesta hyödyntää opiskelijoita ja Xamkin henkilökuntaa</li> <li>• Kartoitus yritystä kiinnostavista yhteistyömuodoista</li> </ul>

## Haastateltavien ohjelmistoyritysten etsintä

Tavoitteenamme oli kerätä tietoa kaikista niistä eteläsavolaisista ohjelmistoyrityksistä, joiden uskoimme hyötyvän tiiviimmästä yhteistyöstä Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun kanssa. Aloitimme yritysten tunnistamisen etsimällä Vainu-tietokannasta (<https://vainu.com>) yrityksiä, joiden kotipaikkana on Etelä-Savo ja joiden toimialaluokituksena on "62 Ohjelmistot, konsultointi ja siihen liittyvä toiminta". Haun tuloksena löysimme yhteensä 168 yritystä. Koska tarkoituksenamme oli lisätä ohjelmistoyritysten laadunhallinnan osaamista, rajasimme pois sellaiset yritykset, jotka näyttivät keskittyvän tietokoneiden myyntiin tai asennustöihin tai tietokonejärjestelmien ylläpitotöihin. Tarkentamalla yrityshaun yrityksiin, joiden toimialaluokituksena oli "62010 Ohjelmistojen suunnittelu ja valmistus", tunnistimme 103 yritystä. Hankkeemme tarkoituksena oli kehittää uusia yhteistyömalleja ohjelmistoyritysten kanssa, ja uskoimme tämän olevan mahdollista etenkin osakeyhtiöiden kanssa. Rajaamalla toiminimet ja osuuskunnat pois tunnistettujen ohjelmistoyritysten määrä pieneni 65 yritykseen.

Seuraavaksi tutustuimme tarkemmin tunnistettuihin yrityksiin. Huomasimme pian, että monilla yrityksistä ei ollut yhteistietoja tai kotisivuja saatavilla. Uskoimme tällaisten yritysten olevan pöytälaatikkoyrityksiä, jotka hyötyisivät enemmän liiketoimintasuunnittelun tuesta kuin meidän kanssamme työskentelystä. Tämän vaiheen päätteeksi tunnistimme lopulta noin 30 potentiaalista eteläsavolaista ohjelmistoyritystä, joista 22 suostui haastattelupyyntöömme. Haastattelumme kestivät keskimäärin yhden tunnin ja viisitoista minuuttia. Suurin osa (64 %) haastatelluista yrityksistä sijaitsi Mikkelissä. Tämän lisäksi haastattelimme myös yrityksiä Savonlinnasta, Pieksämäeltä sekä Enonkoskelta.

## Tiedon analysointi

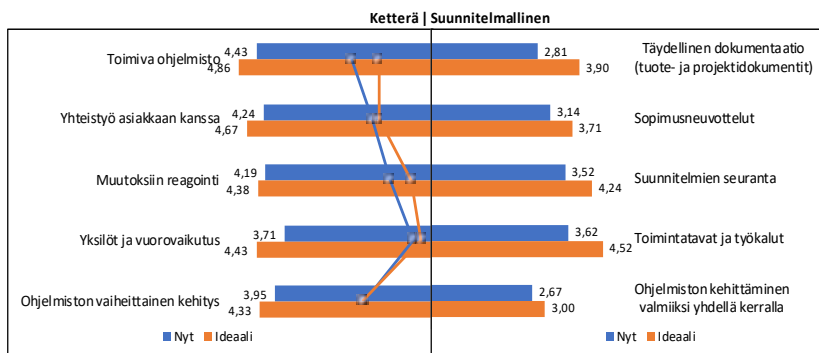
Kyselylomakkeemme oli toteutettu siten, että kunkin yrityksen antamat tiedot oli helppo tallentaa yhteiseen Excel-tiedostoon, jossa kerätyn tiedon analysointi suoritettiin. Analysoinnin tavoitteena oli luoda yleiskuva Etelä-Savon ohjelmistoyrityksistä. Useimmiten tämä tarkoitti keskiarvojen ja jakaumien laskemista yritysten vastauksista ja tulosten esittämistä diagrammeina.

Sen jälkeen kun olimme muodostaneet yleiskuvan yritysten vastausten perusteella, loimme jokaiselle kyselyyn osallistuneelle yritykselle yritys-kohtaisen raportin, jossa yrityksen antamia vastauksia peilattiin alueellisiin keskiarvoihin.

## Tuloksia selvitystyöstä

Yleistäen voisi sanoa, että tyypillinen eteläsavolainen ohjelmistoyritys on jo hyvin vakiintunut pienehkö yritys, jonka tulorahoitus muodostuu pääosin työmäärään pohjautuvasta hinnoittelusta. Suurin osa (55 %) haastatelluista yrityksistä oli yli 10 vuotta vanhoja. Alle kaksi vuotta vanhoja yrityksiä oli 5 % haastatelluista. Suurimmalla osalla (59 %) ei ollut muita toimipisteitä. Kun tarkastelimme haasteltavia toimipisteitä työntekijöiden lukumäärän perusteella, alle 5 työntekijän toimipisteitä oli 50 %, 5–9 työntekijän 9 %, 10–49 työntekijän 36 % sekä yli 49 työntekijän 5 %. Noin 45 % toimituksista pohjautui yrityksen räätälöitävään tuoterunkoon, ja noin 31 % toteutettiin aina asiakaskohtaisena räätälöitynä toimituksena. Noin 24 % toimituksista pohjautui yhdenmukaiseen ydintuotteeseen. Tulorahoitus muodostui pääosin työmäärähinnoittelusta (56 %) sekä lisenssi- ja tekijänoikeusmaksuista (20 %).

Ohjelmistotuotannon toimintatapojen selvityksestä ilmeni, että ketterän kehittämisen periaatteet painottuivat hieman suunnitelmallisuutta enemmän (kuva 1). Yritykset arvostivat *toimivaa ohjelmistoa ja yhteistyötä asiakkaan kanssa* selvästi enemmän kuin *täydellistä dokumentaatiota ja sopimusneuvotteluja*. *Muutoksiin reagointia* pidettiin hieman tärkeämpänä kuin *suunnitelmien seurantaa*. Huomion kiinnittämistä *yksilöihin ja vuorovaikutukseen* pidettiin kuitenkin vain aavistuksen tärkeämpänä kuin keskittymistä *toimintatapoihin ja työkaluihin*. Pyrkimys kehittää ohjelmistot *vaiheittain* oli selvästi yleisempää kuin *kehittää ohjelmistot valmiiksi kerralla*. Yritysten vastauksista ilmeni, että he haluavat kehittää kaikkia yllä mainittuja asioita tulevaisuudessa ja että pyrkimys on kehittää etenkin suunnitelmallisuuteen liittyviä toimintatapoja.

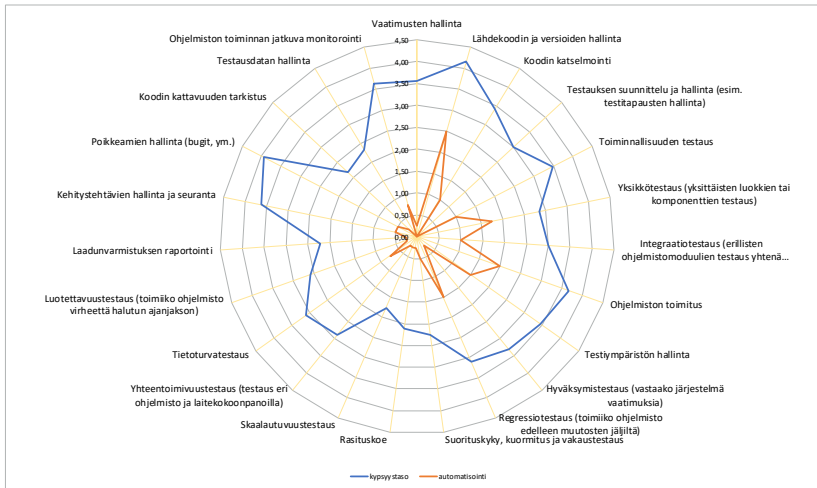


Kuva 1. Yritysten keskimääräinen arvostus kehityksen ketteryyteen ja suunnitelmallisuuteen liittyviin näkökulmiin nyt ja ideaalitulanteessa (1 = pieni merkitys, 5 = suuri merkitys) sekä näiden näkökulmien välinen erotus.

Yli puolella yrityksistä kaupallinen toiminta perustui avoimeen lähdekoodiin (55 %), ja melkein kaikki yritykset hyödynsivät avointa lähdekoodia sisäisessä toiminnassaan (95 % vastanneista), kaupallisessa toiminnassaan (95 %) sekä tutkivat avoimen lähdekoodin hyödyntämismahdollisuuksia (90 %). Joukko yrityksiä myös osallistui avoimen lähdekoodin ekosysteemeihin (40 %) sekä julkaisi avointa lähdekoodia (35 %).

Melkein kaikki yritykset kertoivat noudattavansa jotain ohjelmistokehitysmenetelmää joko systemaattisesti (45 % vastanneista) tai jossain määrin (41 %). Useimmat yritykset mainitsivat noudattavansa ketterän kehittämisen menetelmiä. Ketterä kehittäminen korostui myös, kun kysyimme *Stairway to heaven* -mallia mukaillen (Olsson ym. 2012), millä tavalla uusia ominaisuuksia valitaan kehitettäväksi ohjelmistoihin. Asteikolla yhdestä viiteen (1 = ei koskaan, 5 = aina) yritykset suunnittelevat ominaisuudet huolellisesti etukäteen (3,48), kehittävät uusia ominaisuuksia aikarajatuissa sprinteissä (3,71) sekä tunnistavat tärkeimmät kehityskohteet jatkuvana virtana (3,62). Yritykset loivat harvemmin asiakkaan tarpeista hypoteeseja, joiden paikkansa pitävyyttä arvioitiin kokeilun ja siitä oppimisen kautta (2,71).

Selvitys laadunvarmistuksen aktiviteettien kypsyydestä ja automatisoinnin asteesta osoitti, että *lähdekoodin ja versioiden hallinta* on yrityksissä pitkälle prosessoitu ja usein automatisoitu tavalla tai toisella (kuva 2). Muita yrityksissä vakiintuneita laadunvarmistuksen käytänteitä olivat muun muassa *poikkeamien hallinta*, *kehitystehtävien hallinta ja seuranta*, *toiminnallisuuden testaus* sekä *ohjelmiston toimitus*. Yritysten käyttämiä työkaluja tunnistettiin versionhallinnan lisäksi etenkin *yksikkötestaukseen*, *ohjelmiston toimitukseen* sekä *regressiotestaukseen* liittyen.



Kuva 2. Laadunvarmistusaktiviteettien kypsyystaso (0 = ei suoriteta, 1 = satunnaisesti, 4 = pitkälle prosessoitu) sekä aktiviteettien automaatio (1 = 20 % yrityksistä, 2 = 40 % yrityksistä, ...5 = 100 % yrityksistä).

Kun kysyimme, mitä näistä laadunvarmistuksen aktiviteeteista yritykset haluaisivat kehittää lähitulevaisuudessa, saimme monipuolisesti vastauksia, kuten integraatiotestaus, yksikkötestaus, toiminnallinen testaus, testausautomaation kehittäminen, käyttöliittymätestaus, regressiotestaus, tietoturvatestaus sekä kuormitustestaus.

## Johtopäätöksiä

Yritysten vastaukset toiminnan ketteryyteen ja suunnitelmallisuuteen liittyviin näkökulmiin (kuva 1) kertovat, että yritykset ovat kiinnostuneita kehittämään laajalti omia toimintatapojansa. Suurimmat erot nykytilan ja ideaalitalan välillä liittyivät *dokumentointiin* sekä *toimintatapoihin ja työkaluihin*. Nämä havainnot sopivat hyvin hankkeemme tavoitteisiin lisätä laadunvarmistukseen liittyvää osaamista. Laadunvarmistuksen aktiviteetteihin liittyvät kysymykset vahvistavat tätä näkemystä. Yrityksillä oli kiinnostusta kehittää osaamistaan moniin laadunvarmistuksen aktiviteetteihin ja työkaluihin liittyen.

Haastatteluissa tuli myös ilmi avoimen lähdekoodin laaja hyödyntäminen yritysten toiminnassa. Tämä herättää pohdintaa siitä, pitäisikö avoimen lähdekoodin aiheet olla vahvemmin esillä ohjelmistoalan opetuksessa.

Valitsemamme tapa täyttää kyselykaavaketta yhdessä yrityksen edustajien kanssa osoittautui vastausprosentin näkökulmasta onnistuneeksi

ratkaisuksi. Vain harvat yritykset kieltäytyivät tapaamisesta. Alkuperäisenä ajatuksenamme oli toteuttaa tiedonkeruu ensisijaisesti kunkin yrityksen tiloissa. Tämä olisi tarjonnut meille hyvin tilaisuuden tutustua yrityksen toimintaan laajemminkin. Koronapandemian takia jouduimme kuitenkin siirtymään virtuaaliseen tiedonkeruuseen Microsoftin tarjoaman Teams-sovelluksen välityksellä. Jaoimme videopuhelun ollessa käynnissä kyselykaavakkeen kaikille osapuolille nähtäville ja täytimme sitä yhteisen keskustelun perusteella. Kokemuksemme mukaan tiedonkeruu ei juurikaan kärsinyt virtuaalisessa toteutuksessa.

Kysyimme yrityksiltä myös opetukseen ja yhteistyöhön liittyviä näkemyksiä. Näitä kuvaamme tarkemmin seuraavassa artikkelissa.

# LÄHTEET

*Olsson, H. H., Alahyari, H. & Bosch, J.* 2012. Climbing the” stairway to heaven” – a multiple-case study exploring barriers in the transition from agile development towards continuous deployment of software. 38th euromicro conference on software engineering and advanced applications. IEEE, pp. 392–399. <https://doi.org/10.1109/SEAA.2012.54>



# OHJELMISTOYRITYSTEN LUOKITTELU JA YRITYSTEN TOIVEET OPETUSYHTEISTYÖLLE

Sami Jantunen

Kun etsimme, analysoimme ja haastattelimme eteläsavolaisia yrityksiä, aloimme näkemään yrityksissä samankaltaisuuksia ja eroavaisuuksia. Halusimme ryhmitellä yrityksiä, jotta ymmärtäisimme paremmin, keiden kanssa meillä olisi parhaimmat mahdollisuudet tehdä tuloksellista yhteistyötä. Tässä artikkelissa tunnistamme ja kuvaamme erilaisia yritystyyppisiä ja kerromme, mitä kunkin tyyppinen yritys toivoo opetusyhteistyöltä.

## Ohjelmistoyritysten luokittelu

Yritysten kokoa, tuoteliiketoimintaa sekä ansaintamallia vertailemalla tunnistimme kaikkiaan viisi yritystyyppiä (taulukko 1).

**Taulukko 1.** Ohjelmistoyritysten luokittelu

Yritystyyppi	Ominaispiirteet	Intressi yhteistyölle
Digimarkkinoija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkkosivujen ja verkkokaupan kehitystyöt ja muu asiakaskokemukseen vaikuttava toiminta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voimavarana pikemminkin liiketoimintaa kehittäville yrityksille?</li> </ul>
Pilvipalvelun tarjoaja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pääpaino palveluliiketoiminnassa</li> <li>• Kehitystyöt usein alihankintana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkostoituminen kehittäjätoimijoiden kanssa</li> </ul>
Kehittäjäporukka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohjelmistokehittäjäkumppani monille eri asiakkaille</li> <li>• Mahdollisesti myös omia tuotteita/tuoteaihoita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkostoituminen</li> <li>• Uudet kehitysmahdollisuudet</li> <li>• Rekrytointi</li> <li>• Käytännön kokemusten ja selvitystöiden hyödyntäminen omassa työssä</li> <li>• Maakunnan elinvoimaisuuden kehittäminen</li> </ul>
Yksin toimiva ammattilainen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kokenut konkari</li> <li>• Vakiintunut asiakaskunta</li> <li>• Pyrkii työllistämään lähinnä itsensä</li> <li>• Ei juurikaan kasvupalukkuutta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkostoituminen</li> <li>• Käytännön kokemusten ja selvitystöiden hyödyntäminen omassa työssä</li> <li>• Osallistuminen koulutukseen (rakkaudesta lajiin)</li> </ul>
Vakiintunut ohjelmistotuoteyritys	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pitkäaikaista liiketoimintaa omista ohjelmistotuotteista</li> <li>• Saattaa olla osana suurempaa konsernia (päättänytäältä muualla?)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rekrytointi</li> <li>• Käytännön kokemusten ja selvitystöiden hyödyntäminen omassa työssä</li> </ul>

*Digimarkkinoijat* tarjoavat etupäässä verkkosivujen ja verkkokauppojen toteutustyötä. Ajattelimme aluksi, että digimarkkinoijat eivät luultavasti suuremmin hyötyisi tarjoamastamme laadunvarmistusosaamisen lisäämiseen tähtäävästä yhteistyöstä. Saimme kuitenkin hankkeemme ohjausryhmältä palautetta, että monet valmistuneista työllistyvät digimarkkinoijayrityksiin, ja näin ollen yhteistyösuhteita olisi hyödyllistä tiivistää myös tällaisiin yrityksiin.

*Pilvipalvelun tarjoajilla* näytti keskeisenä tavoitteena olevan liiketoiminnan kehittäminen. Varsinainen kehitystyö teetettiin usein alihankintana.

*Kehittäjäporukat* toimivat ohjelmistokehittäjäkumppaneina monille eri asiakkaille. Heille on saattanut muodostua myös omia tuotteita. Arvioimme, että tällaiset yritykset olisivat luultavimmin kiinnostuneita tiivistävästä yritys-opetusyhteistyöstä ja että kehittäjäporukoiden kanssa tehtävällä yhteistyöllä saisimme todennäköisimmin lisättyä alueen ohjelmistokehitysalan elinvoimaisuutta.

*Alihankkijat* olivat usein kokeneita konkareita, jotka tekivät kehitystyötä vakiintuneelle asiakaskunnalle. He pyrkivät usein työllistämään lähinnä itsensä, eikä heillä ollut juurikaan kasvupalukkuutta. Tällaiset ammattilaiset eivät luultavasti merkittävästi edistäisi alueelle työllistymistä, mutta heidän osaamisensa voisi vahvistaa alueellista tietopääomaa niin opeuksen kuin yritys yhteistyön kautta.

*Vakiintuneiden ohjelmistotuoteyritysten* liiketoiminta pohjautui tyypillisesti omaan pitkäjärteisesti kehitettyyn ohjelmistotuotteeseen. Tällaiset yritykset ovat potentiaalisia työllistäjiä, ja he voisivat myös hyötyä laadunvarmistukseen liittyvästä yhteistyöstä. Usein vakiintuneet ohjelmistotuoteyritykset ovat päätyneet osaksi isompaa konsernia, jolloin toimipisteen paikallinen näkyvyys on jäänyt pieneksi. Päättäntävällän siirtyessä muualle paikallinen yhteistyö oppilaitosten kanssa on vaikeutunut.

Tunnistettuumme taulukon 1 mukaisen tavan luokitella ohjelmistoyrityksiä halusimme tarkastella tarkemmin kunkin tyyppisen yrityksen ajatuksia yhteistyöstä erikseen. Tämän takia analysoimme yritysten vastauksia yritystyypeittäin taulukon 2 kuvaamalla tavalla.

**Taulukko 2.** Haastateltujen yritysten luokittelu yritystyypeittäin.

Yritystyyppi	Haastateltuja yrityksiä
Digimarkkinoija	1
Pilvipalvelun tarjoaja	3
Kehittäjäporukka	3
Alihankkija	4
Vakiintunut ohjelmistotuoteyritys	11
<b>Yhteensä</b>	<b>22</b>

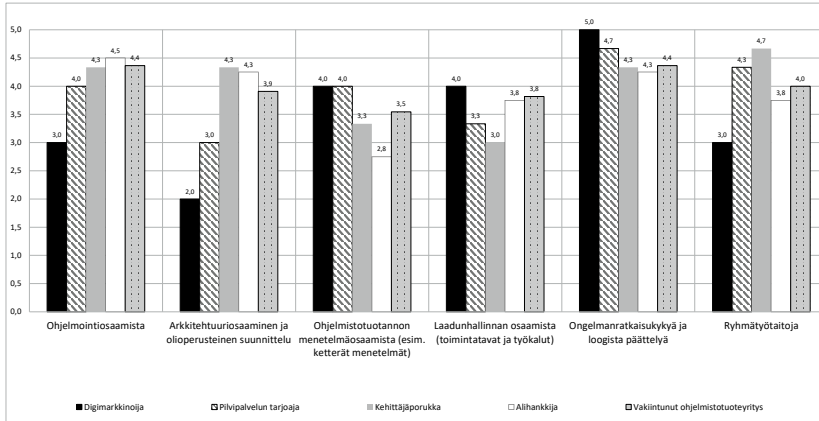
## Yritysten toiveet opetukselta ja kiinnostus opetusyhteistyöhön

Tarkastelimme yritysten ajatuksia yhteistyöstä kolmen eri kysymyksen näkökulmasta (taulukko 3). Kunkin kysymyksen kohdalla vastaajat antoivat jokaiseen eriteltyyn alakohtaan arvionsa asteikolla yhdestä (ei tärkeää / kiinnostavaa) viiteen (erittäin tärkeää / kiinnostavaa).

**Taulukko 3.** Yritysten kiinnostusta opetukseen ja yhteistyöhön peilaavat kysymykset.

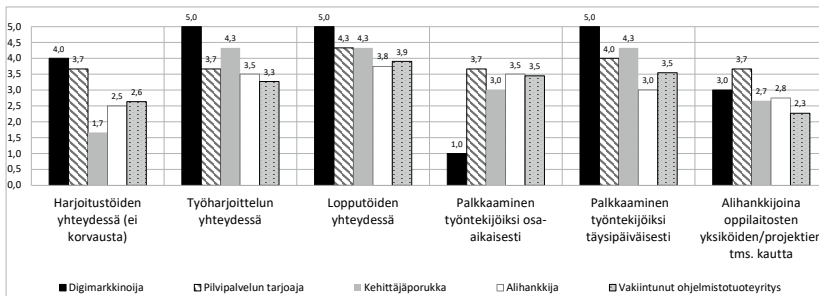
Mitä seuraavista taidoista etenkin toivotte uusilta työntekijöiltä?	Miten kiinnostavina koette seuraavat tavat hyödyntää opiskelijoita ohjelmistoja/tai toiminnankehityksessänne?	Miten kiinnostavina koette seuraavat koulutus- ja tutkimusyhteistyömuodot?
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohjelmointiosaamista</li> <li>• Arkkitehtuuriosaamista ja olioperusteista suunnittelua</li> <li>• Ohjelmistotuotannon menetelmäosaamista (esim. ketterät menetelmät)</li> <li>• Laadunhallinnan osaamista (toimintatavat ja työkalut)</li> <li>• Ongelmanratkaisukykyä ja loogista päättelyä</li> <li>• Ryhmätyötaitoja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harjoitustöiden yhteydessä (ei korvausta)</li> <li>• Työharjoittelun yhteydessä</li> <li>• Lopputöiden yhteydessä</li> <li>• Palkkaaminen työntekijöiksi osa-aikaisesti</li> <li>• Palkkaaminen työntekijöiksi täysipäiväisesti</li> <li>• Alihankkijoina oppilaitosten yksiköiden / projektien tms. kautta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olemme kiinnostuneita osallistumaan koulutuksen tuottamiseen</li> <li>• Olemme kiinnostuneita antamaan tutkimusideoita ja -toimeksiantoja</li> <li>• Olemme kiinnostuneita hyödyntämään selvitys-/kehitystuloksia toiminnassamme</li> <li>• Olemme kiinnostuneita osallistumaan ohjelmistokehitykseen liittyviin yhteishankkeisiin</li> </ul>

Yritysten vastausten analysointi toi esille samankaltaisuuksia ja erilaisuuksia erityyppisten yritysten välillä. Yritysten toiveet uusien työntekijöiden osaamisesta on kuvattu kuvassa 1. Vastauksissa oli huomionarvioista se, että kaiken tyyppiset yritykset arvostivat korkealle ongelmanratkaisukykyä ja loogista päättelyä. Teknisiä taitoja, kuten ohjelmointia, arkkitehtuuriosaamista ja olioperustaista suunnittelua, arvostivat eniten kehittäjäporukat, alihankkijat sekä vakiintuneet ohjelmistoyritykset. Digimarkkinoijat ja pilvipalvelutarjoajat puolestaan arvostivat korkeammalle menetelmäosaamisen.



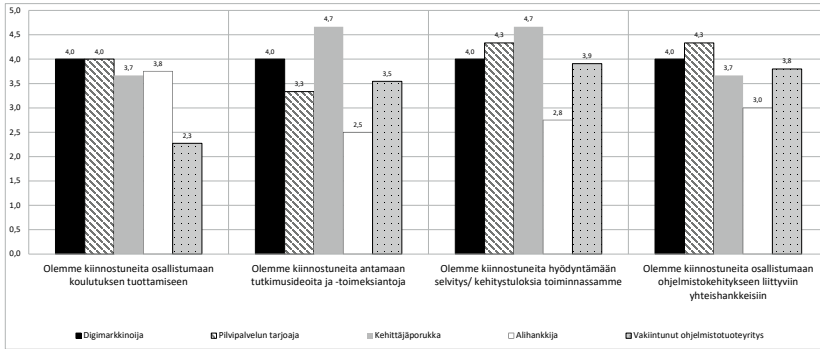
Kuva 1. Yritysten toiveet uusien työntekijöiden osaamisista

Kuva 2 kertoo yritysten kiinnostuksesta hyödyntää opiskelijoita. Yritystyypeille oli yhteistä se, että ne kaikki olivat kiinnostuneita hyödyntämään opiskelijoita lopputyön yhteydessä sekä palkkaamaan opiskelijoita kokoaikaisiksi työntekijöiksi. Alihankkijat ja vakiintuneet ohjelmistotuoteyritykset olivat vähiten kiinnostuneita hyödyntämään opiskelijoita. Alihankkijoiden kohdalla tämä voi selittyä sillä, että he olivat usein melko haluttomia kasvamaan.



Kuva 2. Yritysten kiinnostus hyödyntää opiskelijoita

Kaiken tyyppiset ohjelmistoyritykset olivat kiinnostuneita yhteistyöstä Xamkin kanssa (kuva 3). Useimmat yritykset olivat etenkin kiinnostuneita tarjoamaan toimeksiantoja ja hyödyntämään tutkimustuloksia sekä tekemään tutkimus- ja kehitysyhteistyötä. Alihankkijoiden kiinnostus yhteistyöhön oli vähäisintä, mikä saattaa johtua heidän niukoista resursseistaan.

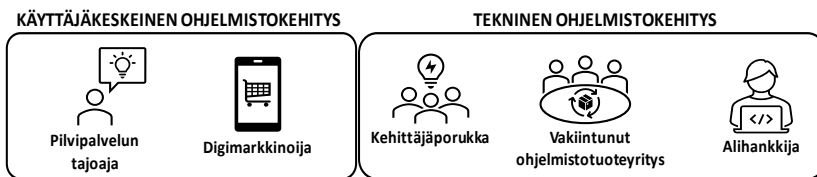


Kuva 3. Yritysten kiinnostus tehdä oppilaitosyhteistyötä koulutukseen ja TKI-toimintaan liittyen

## Lopuksi

Jotta voisimme tiivistää yritys-oppilaitosyhteistyötä, meidän tulisi ymmärtää paremmin yritysten erityispiirteitä ja tarpeita. Tästä syystä tunnistimme yritysten vastausten perusteella viisi erilaista yritystyyppiä ja analysoimme kunkin tyyppisen yrityksen arvostuksia työntekijöiden osaamisen, opiskelijoiden hyödyntämisen ja yhteistyön tekemisen suhteen.

Kaikki yritykset toivoivat valmistuvilta opiskelijoilta ongelmanratkaisukykyä ja loogisen päättelyn taitoja. Erot ja yhtäläisyydet menetelmällisten ja teknologisten taitojen arvostuksessa viittaavat kuitenkin siihen, että tunnistetut viisi ohjelmistoyritystyyppiä voidaan koota kahteen eri ryhmään (kuva 4).



Kuva 4. Yritystyyppien kokoaminen kahteen ryhmään

Kolme yritystyyppiä (kehittäjäporukat, vakiintuneet ohjelmistotuoteyritykset sekä alihankkijat) arvosti erityisesti ohjelmointiin, ohjelmistoarkkitehtuuriin ja olioperusteiseen suunnitteluun liittyviä taitoja. Kaksi yritystyyppiä sen sijaan vaikutti vähemmän kiinnostuneilta ohjelmistokehityksen teknisestä puolesta ja oli kiinnostuneempia kehitysmenetelmistä. Koska nämä yritykset työskentelevät digitaalisen markkinoinnin ja

pilvipalveluiden parissa, niiden ensisijaisena tavoitteena on houkutella käyttäjiä, ja näin ollen ne ovat todennäköisesti kiinnostuneita käyttäjä-lähtöisestä kehittämisestä, digitaalisesta palvelumuotoilusta, graafisesta suunnittelusta sekä ohjelmistoliiketoiminnasta. Oppilaitosten tulisi vastata tällaisten yritysten tarpeisiin painottamalla ohjelmistotekniikan koulutusohjelmaa myös sosioteknisenä ammattina ja yrittämällä houkutella laajempaa kirjoa opiskelijoita sekä pyrkimällä muuttamaan kuvaa, jonka mukaan ohjelmistoala on introverttien insinöörien ala.

Tutkimuksemme paljasti, että alueen ohjelmistoyritykset ovat kiinnostuneita tiivistämään yhteistyötä ohjelmistotekniikan opiskelijoiden ja oppilaitosten kanssa. Tämä tarjoaa meille hedelmällisen perustan jatkaa työtämme uudenlaisten yhteistyömallien tunnistamiseksi ja muotoilemiseksi.

# ETELÄ-SAVON OHJELMISTOKEHITTÄJIEN KILTA: KOHTI VAIKUTTAVAMPIA YHTEISTYÖMUOTOJA

Sami Jantunen

Halusimme kehittää uusia yhteistyömalleja ohjelmistotekniikan opetuksen ja yritysten välille jakamaan laadunvarmistukseen liittyvää osaamista sekä ohjaamaan jatkuvaa osaamisen kasvattamista. Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi tarvitsemme pysyvät toimintatavat sekä molemminpuolista tahtoa kehittää aktiivisesti ohjelmistoalan osaamista maakunnassa.

Aloitimme yritys-opetusyhteistyön kehittämisen luomalla ohjelmistokehittäjien kiltakonseptin, jonka avulla pyrimme luomaan kohtaamispaikan eteläsavolaisten ohjelmistoyritysten ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun (Xamk) henkilöstön välille. Säännöllisten kiltatapaamisten aikana pyrimme yhdessä tunnistamaan TKI- ja koulutustoimintaan liittyviä mahdollisuuksia sekä kehittämään entistä vaikuttavampia yhteistyömuotoja alueen ohjelmistoklusterin vahvistamiseksi.

Tavoittelemme ohjelmistokehittäjien kiltatapaamisilla rentoa ilmapiiriä, jossa osapuolet voivat tutustua toisiinsa, jakaa ammatillista tietoa sekä suunnitella yhdessä yhteistyötä valitusta teemasta. Tilaisuuden tarjoilut pyritään valitsemaan tukemaan rentoa yhdessäoloa. Tyypillisesti tilaisuus koostuu valittuun teemaan liittyvistä asiantuntijaesityksistä, vapaasta seurustelusta sekä yhteisestä työpajatyöskentelystä. Kiltatapaamisten tarkoituksena on myös tutustuttaa ohjelmistoyritykset ja valmistumassa olevat opiskelijat toisiinsa ja näin edistää alueelle työllistymistä.

Tässä artikkelissa kerromme tähän mennessä toteutetuista kiltatapaamisista, niiden yhteiskehittämisen tuloksista sekä tapaamisen järjestämisistä saaduista palautteista.



## Kiltatoiminnan aloitus

Aloitimme ohjelmistokehittäjien kiltatoiminnan 1.6.2022 Mikkeli-Karagesa järjestetyllä tilaisuudella. Kerroimme aluksi Ohjelmistojen laadunvarmistuspajan perustaminen hankkeesta ja hankkeen tutkimustuloksista sekä kuvailimme yrityksille laajemmin Xamkissa tehtävää TKI-toimintaa. Tämän jälkeen pohdimme vuorovaikutteisessa työpajassa, miten osapuolet voisivat hyötyä yhteistyön tekemisestä ja millä tavalla kiltatoiminta voisi edistää yhteistyötä. Työpajan osallistujat kirjoittivat ajatuksiaan omille lapuille, jonka jälkeen ajatuksia ryhmiteltiin kokonaisuuksiksi ja niistä keskusteltiin. Tilaisuuteen osallistui kaikkiaan 13 henkilöä, jotka tulivat Xamkin lisäksi yhdeksästä eri ohjelmistoyrityksestä.

Työpajan tulokset osoittavat, että osapuolet näkevät lisääntyvän yhteistyön hyödylliseksi (taulukko 1). Yhteistyön avulla uskottiin etenkin pystyttävän lisäämään innovointikyvykkyyttä ja resurssien parempaa hyödynnettävyyttä sekä tekemään alue houkuttelevammaksi työnhakijoille.

**Taulukko 1.** Työpajaan osallistuneiden ryhmitellyt vastaukset kysymykseen: Mitä konkreettista hyötyä toivot saavasi yhteistyöltä?

Tunnistettu teema	Annetut ideat
Yhteistyö	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resurssien hyödyntäminen ja tarjoaminen</li> <li>• Mahdollistetaan alan yritysten verkottuminen Mikkelissä</li> <li>• Enemmän yhteistyötä osapuolten kesken</li> <li>• Ulkopuolista apua ja osaamista aiheisiin, joihin yrityksen oma osaaminen ei riitä</li> <li>• Parempi tietämys paikallisista yrityksistä. Uudet kontaktit.</li> <li>• Yrityksen brändin ja tuotteiden tunnettuus opiskelijoiden keskuudessa</li> <li>• Tunnistetaan yritysmaailman tarpeet tulevaisuuden ohjelmistokehittäjille</li> </ul>
Koulutus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yritysten henkilöstön kouluttautuminen Xamkilla</li> <li>• Potentiaalisia työharjoittelijoita</li> </ul>
Tulevaisuus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Web 3.0, NFT, Metaverse, Lohkoketjut → Uusien teknologioiden testaus &amp; esittely</li> </ul>
Houkutteleva Etelä-Savo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pyrkimys tehdä alue houkuttelevammaksi lahjakaille ja osaaville henkilöille.</li> </ul>
Liiketoiminta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uudet liiketoimintamahdollisuudet</li> <li>• Voimien yhdistäminen suurempien projektien saamiseksi</li> </ul>
Ideat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ideoiden ja ajatusten sparrailua</li> <li>• Käytäntöjen ja kokemusten jakaminen</li> <li>• Rohkeita ideoita ja avauksia. Innovaatiokyky on, se vaan pitää kaivaa esille</li> </ul>
Julkinen rahoitus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yhteiset hankkeet ja siihen liittyvä rahoitus</li> <li>• Läpinäkyvyyttä Xamkin TKI-toimintaan. TKI-puolella voidaan kasvattaa kypsempiä devareita. → paremmat rekry</li> </ul>

Työpajaan osallistuneet uskoivat myös, että kiltatoiminnalla voisi olla rooli yhteistyötä lisäävänä toimintana (taulukko 2). Kiltatoiminnan toivottiin saattavan yhteen erilaisilla taustoilla olevia toimijoita säännöllisesti järjestettäviin tapahtumiin. Toiminnan toivottiin olevan avointa ja tasa-arvoista.

**Taulukko 2.** Työpajaan osallistuneiden ryhmitellyt vastaukset kysymykseen: Minkälaiset ohjelmistokehittäjien killan toimintatavat edistäisivät yhteistyötä?

Tunnistettu teema	Annetut ideat
Törmäyttäminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autetaan eri "lokeroita" törmäämään. Esim. designerit, koodarit, arkkitehdit, myyjät, product ownerit, jne.</li> <li>• Työtilaa yksittäiselle koodarille, suunnittelupalaverille ja mahdollisuus työstää muiden kanssa. Myös opiskelijoita voi tulla mukaan</li> <li>• Wicked problems → Ratkaisemista ääneen ajatella</li> </ul>
Säännölliset tapaamiset	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kiertävä fasilitointi/hostaaminen →Positiivinen kisailu →Alussa tarvitaan muutama pioneeri</li> <li>• Sana leviämään tarjoilusta</li> <li>• Virtuaalinen foorumi</li> <li>• Etukäteen mietitty ja esitelty relevantti teema</li> <li>• Yhteiset tilaisuudet, joissa esitellään omat ideat, koodit ym. Tai muuta sisältöä esitelmät, demot ym. Myös opiskelijat mukaan</li> <li>• Houkutellaan paikalle &amp; organisoidaan meetuppeja teknologioiden ja/tai ekosysteemien ympärille</li> <li>• Kutsutaan yritykset kertomaan itsestään ja miten yrityksessä koodataan</li> <li>• Rekry/harjoittelu ym. Pitching</li> <li>• Opinnäytetöiden aiheiden ideointi</li> <li>• Hackathon</li> </ul>
Arvot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maksimaalinen avoimuus</li> <li>• Vallan jakaminen ja sen saaminen</li> </ul>

## Toisen kiltatapaamisen teemana testiautomaatio

Ohjelmistokehittäjien killan toinen tapaaminen järjestettiin 6.10.2022. Tällä kertaa tilaisuuden teemana oli testiautomaatio. Asiantuntijapuheenvuoroissa Ilpo Paju Fujitsulta kertoi testiautomaation onnistumisen edellytyksistä ja Henri Riissanen Xamkin virtuaalisen laboratorion hyödyntämismahdollisuuksia automatisoidussa laadunvarmistuksessa. Tilaisuuteen osallistui 24 henkilöä. Osallistujat tulivat Xamkin lisäksi yhdestätoista eri ohjelmistoyrityksestä.

Kiltatapaamisen vuorovaikutteisessa työpajassa pohdittiin, miten Xamk voisi edistää testiautomaation hyödyntämistä eteläsavolaisissa ohjelmistoyrityksissä virtuaalisen laadunvarmistuspajan ja opiskelijayhteistyön avulla. Tämän lisäksi pyysimme osallistujia pohtimaan, miten kiltatoimintaa tulisi kehittää.

Työpajan tulokset (taulukko 3) kertovat, että yritys-opetusyhteistyötä halutaan tiivistää. Monissa ehdotuksissa pyrittiin löytämään keinoja lisäämään työelämän kokemusten saantia opiskelijoille esimerkiksi työharjoittelun ja vierailevien ammattilaisten luentojen avulla. Virtuaalipajan toivottiin kehittyvän ammattilaisten ja opiskelijoiden väliseksi sparrausympäristöksi, joka voisi keskittyä esimerkiksi sulautettujen laitteiden testausympäristöksi. Kiltatoiminnalta toivottiin teemakohtaisia tilaisuuksia, joita voitaisiin järjestää myös yritysten kutsumana. Tilaisuuksissa voitaisiin esimerkiksi esitellä ja keskustella uusista teknologioista, ideoida lopputyöaiheita sekä luoda rekrytoinneille paremmat edellytykset.

**Taulukko 3.** Tuloksia toisen kiltatapaamisen työpajasta.

Teema	Annetut ideat
Yritysopetus-yhteistyön kehittäminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Virtuaaliset vierailuluennot", Vrt. Full Stack Open (HY)</li> <li>• Työharjoittelut yrityksille. Yritykset antaisivat toimeksiantoja, joita opiskelijat suorittavat virtuaalisessa ympäristössä</li> <li>• Oikeat työelämän kokemukset opetuksen aikana</li> <li>• Ammattilaisluennot / intensiivit</li> <li>• Opet ja ryhmät kentälle</li> <li>• Luennot, opinnäytetöiden aiheet, harjoittelupaikat, kesätyö</li> </ul>
Laadunvarmistuksen virtuaalipajan kehittäminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulautetun laiteympäristön sisältämän softalogiikan testaus, kun fyysisistä laitteista on markkinoilla pula (esim. piiripulan takia)</li> <li>• Sparrausympäristö ammattilaisille ja opiskelijoille</li> <li>• Potentiaalisia hyödyntäjäyrityksiä esim. Mipro ja Observis</li> <li>• VR-/AR-lasi tuki</li> <li>• Release-testausmahdollisuus vanhaa SQL server -versiota varten (Loppuasiakkaalla eri versioita DB-tuotteesta)</li> <li>• Citrix-sovelluspalvelimen mallinnus sovellustoimittusasiakkaan testialustaksi, kun IT-hallinto ei ole joustavasti saatavilla tai softatoimittajalla alustaan lainkaan pääsyä</li> <li>• IoT-sensorien virtualisointi tai käyttö hiekkalaatikon ulkopuolelta. Virtual lab auttaisi suunnittelemaan eri sensorien datan käyttöä esim. mittauksen hutit ja osumat (=keskiarvo) sekä esim. fiware tms. agenttien konfigurointi</li> </ul>
Kiltatoiminnan kehittämisen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teemakohtaiset tilaisuudet</li> <li>• Rekrymessut</li> <li>• Yrityksen kutsuma tilaisuus</li> <li>• Keskustelujen jatkot omalla app:lla/foorumilla</li> <li>• Opintopisteitä osallistumisesta</li> <li>• Killan oma Open Source -projekti</li> <li>• Kysy neuvoa kollegoilta -tilaisuudet</li> <li>• Uusien teknologioiden esittelyä</li> <li>• Opiskelijoiden äänen kuuleminen. Valittuja opiskelijoita mukaan</li> <li>• Lopputyöaiheiden ideointi</li> <li>• Lopputöiden tulosten esittely</li> </ul>

## Kolmannen tapaamisen teemana työelämään siirtyminen ja junior-devaajien hyödyntäminen

Kolmas kiltatapaaminen järjestettiin 13.12.2022. Tilaisuuden aiheena oli työelämään siirtyminen ja junior-devaajien hyödyntäminen. Valitun teeman ohjaamana tilaisuuteen pyrittiin saamaan mukaan myös valmistumassa olevia opiskelijoita. Tilaisuuden isäntänä toimi Metatavu Oy. Tilaisuuteen osallistui 30 henkilöä, jotka edustivat Xamkin lisäksi kymmentä eri ohjelmistoyritystä.

Tilaisuuden puheenvuoroissa Ville Juutila ja Eetu Lepistö Metatavulta kertoivat kokemuksiansa siirtymisestä hiljattain softa-alalle. Tämän jälkeen Antti Leppä kertoi, millä tavoin Metatavu on tukenut uusien työntekijöiden kehittymistä. Lopuksi Henri Riissanen Xamkilta kertoi, miten hankkeessa kehitettävä virtuaalinen laadunvarmistuspaja voisi madaltaa opiskelijoiden kynnystä kohti työelämää.

Työpajaosuudessa pohdittiin, miten nuoria ohjelmistokehittäjiä voisi hyödyntää, miten heidän kehittymistään voisi parhaiten tukea sekä miten heidät saataisiin pysymään alueella (taulukko 4). Ehdotuksista nousi esille etenkin keinot lisätä nuorten osajien työelämän kokemusta antamalla heille enemmän tehtäväksiantoja yrityksiltä sekä tarjoamalla heille kokeneiden ammattilaisten mentorointia.

**Taulukko 4.** Tuloksia kolmannen kiltatapaamisen työpajasta.

Teema	Annetut ideat
Miten hyödynnetään junioreita?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Junior/entry ei ole vielä leipiintynyt. Asiat etenevät ja jotain tapahtuu</li> <li>• Harjoittelijatiimien hyödyntäminen → seniori ohjaa</li> <li>• Entry-/juniorporukka tiimissä laskee kustannuksia</li> <li>• Tekee kesälläkin töitä</li> <li>• Seniori laadunvarmistaja (isommalle) joukolle junioreja</li> <li>• Uudenlaiset yhteistyö- ja palkkausmallit hanketoimijoiden kanssa</li> </ul>
Miten koodareita tuetaan kehittymään?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lisää konkreettisia projekteja tehtäväksi opiskelijoille (ja palautetta hyvä/huono)</li> <li>• Lisää (kilta)tapaamisia, joissa jonkun aiheen asiantuntija puhumassa</li> <li>• Kannustamalla kokeilemaan uusia ja haastavampia töitä</li> <li>• Opiskelijoita kannustetaan aloittamaan omia projekteja</li> <li>• Koulussa opetetaan enemmän "oikean maailman" toimeksiantoja. Yksi kurssi voisi olla projektiin osallistuminen.</li> <li>• Työnantajat kouluttavat/mahdollistavat koodarien jatkokoulutusta</li> </ul>
Miten koodarit pysyvät alueella?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mukava työympäristö</li> <li>• Työpaikka löytyy paikkakunnalta</li> <li>• Pienten firmojen etuna työntekijöiden osaamistarve koko projektin alueella</li> <li>• kun rekrytoitu "kasvamaan" firmassa (ei pakkotilanne), lojaalius lisääntyy</li> <li>• Joku alaan liittyvä yhteisö paikkakunnalla</li> <li>• Kehittyvä/kehittävä työympäristö</li> <li>• Paikkakunnalla harrastusryhmiin liittyminen</li> <li>• Itsensä kehittämismahdollisuus työpaikalla</li> <li>• Töihin tullaan siksi, että siellä innostutaan.</li> </ul>

## Neljännän tapaamisen teemana yritysyhteistyö ohjelmistokehitykseen liittyvässä opetuksessa

Ilahduttavasti neljännänkin tilaisuuden järjestämisestä vastasi yritys, kun Mindhive Oy toimi 22.2.2023 pidetyn tilaisuuden isäntänä. Tällä kertaa teemana oli yritysyhteistyö ohjelmistokehitykseen liittyvässä opetuksessa. Aihe oli ajankohtainen, sillä Xamkillä on parhaillaan meneillään opetussuunnitelmien uudistus, joka otetaan käyttöön 2025. Nyt oli hyvä tilaisuus kartoittaa osaamistavoitteet tutkinnoille sekä muutenkin suunnitella yhteisiä sisältöjä ja mahdollisesti toteutuksia. Näin voisimme pyrkiä tekemään Mikkeliin räätälöidyn ohjelmistotekniikan koulutuksen, jossa tavoitteena olisi saada lisää osaajia alueelle. Tilaisuuteen osallistui 25 henkilöä, jotka edustivat Xamkin lisäksi kuutta eri ohjelmistoyritystä.

Tilaisuuden aluksi Janne Turunen kertoi Xamkin opetussuunnitelmauudistuksesta ja ohjelmistoalan koulutuksesta. Tämän jälkeen Ville Venäläinen ja Ulisses Camargo Mindhive Oy:stä toivat esille mitä osaamista tarvitaan yritysten näkökulmasta ja miten yritykset voisivat osallistua opetukseen. Lopuksi Timo Väliharju Suomen avoimien tietojärjestelmien keskukselta (COSS ry) kertoi, mitä avoimen lähdekoodin teemoja olisi hyvä sisällyttää ohjelmistoalan opetukseen.

Tilaisuuden työpajaosuudessa pohdittiin, minkälaista osaamista ohjelmistoalalla tarvitaan ja miten yritysyritysteistyötä voisi edistää ohjelmistoalan opetuksessa (taulukko 5). Nimetyissä osaamistarpeissa nousi usein esille vähemmän tekniset taidot, kuten kommunikointi, uteliaisuus, oppimiskyky sekä ongelmanratkaisukyky. Yritys-opetusyritysteistyön keinoina mainittiin muun muassa yritysten pitämät vierailuluennot, yritysten antamat tehtäväksiannot, koodikatselmointeihin osallistuminen sekä avoimen lähdekoodin projekteissa tapahtuva yhteisöllinen toimiminen.

**Taulukko 5.** Tuloksia neljännen kiltatapaamisen työpajasta.

Teema	Annetut ideat
Mitä substanssi-osaamista ohjelmistokehityksen alalla tarvitaan, kun pois luetaan ohjelmointitaidot?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matematiikka</li> <li>• ”Tekninen” osaaminen</li> <li>• Kommunikointi</li> <li>• Ymmärtäminen &amp; tuleminen ymmärretyksi</li> <li>• Integraatio-osaaminen</li> <li>• Opettele, opettele pois (jotakin) ja uudelleenopettele</li> <li>• Empatia</li> <li>• Kuunteleminen</li> <li>• Uteliaisuus</li> <li>• Kehityksen / kehittämisen fasilitointi</li> <li>• Tuoteomistajuus</li> <li>• Vaatimusmäärittely (epics, user stories)</li> <li>• Ole valmis muuttumaan jatkuvasti</li> <li>• Kyky luoda rakenteisia ratkaisuja</li> <li>• Teknologian insourcing. Problem -solution fit</li> <li>• sensemaking + konteksti</li> <li>• Yhteisöllisyys / avoimuus</li> <li>• Interaktiivisuus / osallistaminen</li> <li>• Konsultoiva myynti</li> <li>• Jonkin asteinen ymmärrys data / tekoäly</li> </ul>
Miten voin edistää yritysyritysteistyötä ohjelmistokehitykseen liittyvässä opetuksessa?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ”Kummitehtävät” opetukseen</li> <li>• Pienet opetuskokonaisuudet ”tietoiskut”</li> <li>• Yritysedustajien luennot ja yrityksen toiminnan esittely</li> <li>• ”Todenmukaiset’ feedbacks!</li> <li>• Kokonaiskuvaa työelämästä ja ammatista yksittäisten kovie taitojen lisäksi</li> <li>• Koodikatselmukset Code Review</li> <li>• Yhteisöllisyyden lisääminen (os-tuotteen projektien pohjana)</li> </ul>

## Kokemuksia kiltatilaisuuksien järjestämisestä

Jokaisen kiltatapaamisen jälkeen osallistujille lähetettiin automaattisesti sähköpostiviesti, jonka kautta osallistujat pystyivät antamaan tilaisuudesta palautetta. Osallistujia pyydettiin ensin arvioimaan väitettä ”*tapahtuma oli käytetyn ajan arvoinen*” viisiportaisella asteikolla: 1 = täysin eri mieltä, 2 = eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä, jonka jälkeen osallistujalla oli mahdollisuus antaa valintansa tueksi sanallista palautetta.

Tulosten perusteella (taulukko 6) järjestetyt tilaisuudet on koettu käytetyn ajan arvoiseksi. Yhtä poikkeusta lukuun ottamatta osallistujat ovat aina vastanneet väitteeseen tapahtuman olleen käytetyn ajan arvoinen joko arviolla 4 = samaa mieltä tai 5 = täysin samaa mieltä. Vain kerran osallistuja on vastannut 3 = ei samaa eikä eri mieltä.

**Taulukko 6.** Kiltatapahtumista kerätyt palautteet. Numeeristen palautteiden asteikko: Tapahtuma oli aikani arvoinen (1 = täysin eri mieltä, 2 = eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).

1.6.2022 Kiltatoiminnan aloitus (vastausprosentti: 38 %)	
3 (0 kpl, 0 %)	<b>Neutraalit kommentit:</b> • selkeä agenda ja positiivista keskustelua
4 (2 kpl, 40 %)	
5 (4 kpl, 60 %)	<b>Huippukommentit:</b> • -
10.6.2022 Testiautomaatio (vastausprosentti: 50 %)	
3 (1 kpl, 8 %)	<b>Neutraalit kommentit:</b> • Tutustuminen toisiin yrittäjiin! • Tapasin uusia yrityksiä ja heidän yhteyshenkilöitään! • Tutustumiskäynti, esitellyillä ei suoraan merkitystä yhdistykselleni tai työnantajaorganisaatiolleni. Ok tapahtuma, pystyin jakamaan silti jotain näkemyksiä ja ideoita sekä olla osallinen tietoisuuden jakamisessa. • Esitykset ja keskustelut mielenkiintoisia ja ajatuksia herättäviä.
4 (6 kpl, 50 %)	
5 (5 kpl, 42 %)	<b>Huippukommentit:</b> • Mielenkiintoisia ihmisiä ja hienoja luentoja. Xamkin Kotkan virtuaaliympäristö testaamiseen oli yllätys, positiivinen sellainen. • Hyvä ja tärkeä aihe. Selkeästi kiinnostava tapahtuma ja kasvava joukko kiinnostuneita yrityksiä sekä vahva läsnäolo Xamkilta. Mikkeli kaipaa tämmöistä tekemistä. • Tapahtumassa oli paljon asiakeskustelua, mutta tapahtuma oli samalla rento ja ihmiset olivat helposti lähestyttävissä.



13.12.2022 Työelämään siirtyminen ja junior-devaajien hyödyntäminen (vastausprosentti: 37 %)	
3 (0 kpl, 0 %)	<b>Neutraalit kommentit:</b>
4 (5 kpl, 45 %)	Minulla ei olekaan mahdollisuuksia rekrytointiin seuraavana vuonna, mutta tulevaisuutta varten hyvä.
5 (6 kpl, 55 %)	<b>Huippukommentit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kiva nähdä muita alan ihmisiä. Rento tapahtuma ja hyvää pizzaa.</li> <li>• Opiskelun tässä vaiheessa tällainen oman paikkakunnan tapahtuma auttaa verkostoitumaan</li> <li>• * Ilahduttava osallistujamäärä. * Workshop-aiheet konkreettisia. * Mielenkiintoista kuulla harjoittelijan/juniorin taloonotosta ja peilata kuultua omiin kokemuksiin. * Edustamani yhteisö tuli puheenvuoroissa hieman esille</li> </ul>
22.2.2023 Yritysyhteistyö ohjelmistokehitykseen liittyvässä opetuksessa (vastausprosentti: 58 %)	
3 (0 kpl, 0 %)	<b>Neutraalit kommentit:</b>
4 (6 kpl, 43 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puheenvuorot olivat mielenkiintoisia ja toivat ideoita opetussuunnitelmatyöhön</li> <li>• Suorat tapaamiset ihmisten välillä ovat aina hyödyllisiä. Kiltatapahtuma erityisesti on hyödyllinen, koska se tuo yhteen ihmisiä, joilla on yhteisiä intressejä, mutta joiden kohtaamiset muuten jäävät vähäisiksi.</li> </ul>
5 (8 kpl, 57 %)	<b>Huippukommentit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oikein kiinnostava tapaaminen.</li> <li>• Erittäin mielenkiintoisia puheenvuoroja ja hyvää keskustelua.</li> <li>• Aivan loistavat luennoitsijat. Tuli paljon uutta tietoa ja oli hyvää keskustelua. Pitäisiköhän nuo työpajat olla ekana alustuksen jälkeen eli tässä Xamkin koulutuksen esittelyn jälkeen? Ihan vaan jatkon kannalta. Alkoi olla jo työpäivän päälle aika väsynyt, kun työpajoihin päästiin vasta n. 19.30. Ajatus ei enää lentänyt. Jos työpajat olisivat olleet aika alussa, luennot eivät olisi "vesittäneet" omia ideoita, eli niissä oli paljon sellaista, mitä olisi tuonut itsekin työpajoihin. Näin menetellen nähtäisiin, ollaanko oikeasti ajan hermoilla ainakin suhteessa luennoitsijoiden ajatusmaailmaan.</li> <li>• Hyvät keskustelut ja esitykset.</li> <li>• Tykkäsin kovasti ja tapahtumassa oli kiva "pöhinä". :) Oli mielenkiintoista päästä kuuntelemaan eri puhujia tärkeistä aiheista ja socialisoitumaan alan toimijoiden kanssa. Hyvää ideointia ja keskustelua myös opetuksen suhteen. Mieluusti tulisin jatkossakin ja suosittelun tapahtumaa varmasti muillekin.</li> <li>• - Esitykset - ilmapiiri - keskustelut - tarjoilu</li> <li>• Hyviä mielipiteitä ja esityksiä.</li> </ul>

Osallistujien sanallisissa vastauksissa on pidetty hyvänä rentoa mahdollisuutta tutustua alueen ohjelmistoklusterin toimijoihin, jakaa tietoa tärkeistä teemoista sekä päästä keskustelemaan ja vaikuttamaan tärkeistä teemoista.

Saadut palautteet ohjelmistokehittäjien kiltatoiminnan organisoinnista rohkaisevat jatkamaan tätä toimintaa ja juurruttamaan se osaksi eteläsvolaista ohjelmistoklusterin toimintaa.

## OSA 2: KOKEILUIDEN AVULLA TIIVISTYVÄÄ OHJELMISTOALAN OPETUKSEN YRITYSYHTEISTYÖTÄ

Tässä osassa kerromme yritys-opetusyhteistyön mahdollisuuksista, esittelemme Xamkin virtuaalilaboratorion mahdollisuutena toteuttaa yrityskohtaisia laadunvarmistuksen toimeksiantoja sekä kuvaamme esimerkkejä toteuttamistamme yrityskohtaisista tehtäväksiannoista. Tämä osa sisältää seuraavat artikkelit:

- *Yritysyhteistyön mahdollisuudet opetuksessa* käsittelee työelämäyhteistyötä opetuksen näkökulmasta ja kertoo, minkälaisia yhteistyön muotoja yrityksen ja opetuksen välillä voisi olla.
- *Virtuaalilaboratorio yritys-opetusyhteistyön mahdollistajana* esittelee Xamkillä toteutetun virtuaalilaboratorion ja pohtii sen käyttömahdollisuuksia yritys-opetusvuorovaikutuksen mahdollistajana ohjelmistojen laadunvarmistustoimeksiantojen toteutuksessa.
- *Laadunvarmistuspaja opiskelijoiden ja yrityksen yhteisalustana verkkopalvelun optimoinnissa* kuvaa opettajan näkökulman kurssitoteutukseen, jossa suoritettiin laadunvarmistustoimenpiteitä yrityksen antamaan toimeksiantoon.
- *Suorituskykytestaus opiskelijoiden kanssa* jatkaa edellisen artikkelin aihetta kertomalla käytännönläheisesti, miten yritys-opetusyhteistyö toteutettiin ja millä tavalla opiskelijat toteuttivat yrityksen toimeksiantoa käytännössä.
- *Tietoturvatestaus osana laadunvarmistusta* kertoo, miten virtuaalilaboratoriota hyödynnettiin ohjelmistojen haavoittuvuusskannauksessa.
- *Käyttöliittymätestausta Selenium Gridillä Xamkin virtuaalilaboratoriossa* kuvaa, miten ohjelmistojen käyttöliittymätestausta voitaisiin automatisoida.
- *Yhdessä kohti elinvoimaista eteläsavolaista ohjelmistoklusteria* kokoaa kokeilujemme johtopäätökset yhteen ja pohtii seuraavia kehitysaskeleita.

Saamamme tulokset kertovat yhteisestä halusta tehdä tiiviimpää käytännönläheistä yhteistyötä ohjelmistoyritysten ja Xamkin välillä. Kokeilujen aikana huomasimme yhteistyössä myös erilaisista aikatauluista ja tavoitteista kumpuavia haasteita, joiden ratkaisemiseksi tarvitaan kaikkien osapuolten sitoutumista.

# YRITYSYHTEISTYÖN MAHDOLLISUUDET OPETUKSESSA

Marjo Puikkonen

*”Työelämäyhteistyö voi tarjota mahdollisuuden luoda kontakteja työelämän ammattilaisiin ja yrityksiin. Näiden verkostojen kautta opiskelijat voivat saada tulevaisuudessa työ- ja harjoittelupaikkoja. Uskon myös, että tämä lisää opiskelijoiden motivaatiota ja sitoutumista opintoihin. Eritoten, kun opiskelija huomaa, miten oppimansa taidot ja tiedot liittyvät työelämän tarpeisiin ja näkee niitä konkreettisia tuloksia projekteissa, tuo se opiskelijalle lisää motivaatiota.” (Opiskelija)*

Opiskelijat arvostavat työelämälähtöistä opetusta, koska se auttaa oppimaan käsiteltäviä asioita käytännön esimerkkien kautta sekä soveltamaan niitä suoraan käytäntöön. Käytännön esimerkkien kautta teoreettinenkin asia saa konkreettisen piirteet. Moni opiskelija kokee tämän myös motivoivampana perinteiseen luento-opetukseen verrattuna, jolloin oppimistakin tapahtuu helpommin. Työelämäyhteistyö korkeakoulun ja yritysten välillä mahdollistaa tällaisen oppimismallin, jota toivotaan entistä enemmän ja varhaisemmassa vaiheessa. Tulevaisuuden osaaminen odottaakin sitä, että taidot opitaan jo opiskeluvaiheessa, jolloin työelämä saa valmiin, osaavan ja soveltavan tekijän tehtäviin.

Työelämäyhteistyö on yksi oleellinen osa korkeakouluopetuksessa, ja sen koetaan tukevan opiskelijoiden valmiuksia siirtyä työelämään. Myös oppimisen kannalta työelämäyhteistyön hyödyntämisestä opetuksessa on saatu paljon hyvää näyttöä. Esimerkiksi ongelmakeskeisen oppimisen (Problem based learning, PBL) menetelmiä on hyödynnetty tällaisissa työelämälähtöisissä kehitystehtävissä, jotka ovat tuottaneet tuloksia etenkin opiskelijan motivaatioon ja sitä kautta oppimiseen. Tässä oppimismenetelmässä oppiminen tapahtuu tosielämän ongelmien ratkomisen kautta pelkän teoreettisen käsittelyn sijaan. Menetelmä kehittää oppijoiden ongelmanratkaisu- sekä itsesäätelytaitoja, edistää opittavan asian ymmärtämistä sekä vaikuttaa positiivisesti oppimiseen liittyviin asenteisiin.

Parhaimmillaan oppimista tapahtuu ongelman ollessa riittävän haastava, moniulotteinen ja aidosta työelämästä nouseva, mutta silti riittävän kapea, että oppiminen kohdistuu oikeisiin asioihin. Tämä vaatii toimeksiannoitua ongelmien huolellista määrittelyä, selkeyttä ja opiskelijoiden tietämyksen tason huomioimista. Näin ratkottavasta ongelmasta saadaan riittävän konkreettinen ja ymmärrettävissä oleva. (Salovaara 2004.)

Ammattikorkeakoululaki velvoittaa myös omalta osaltaan ammattikorkeakouluja ”harjoittamaan ammattikorkeakouluopetusta palvelevaa sekä työelämää ja aluekehitystä edistävää ja alueen elinkeinorakennetta uudistavaa soveltavaa tutkimustoimintaa, kehittämis- ja innovaatiotoimintaa sekä taiteellista toimintaa” (Ammattikorkeakoululaki 932/2014, 4§). Yksi konkreettinen sitä edistävä tekijä onkin toimiva yritys yhteistyöverkosto, joka tuottaa niin opetukselle kuin yritystoimintaan uudenlaista sisältöä ja kehittää sitä parhaalla mahdollisella tavalla. Ammattikorkeakouluja pidetäänkin alueellisen kehittämisen, kuten elinvoimaisuuden vahvistamisen ja elinkeinorakenteen monipuolistumisen, näkökulmasta yhtenä keskeisimpinä toimijoina. Ammattikorkeakoulujen näkökulmasta yhteistyön painotus on opetuksen laadussa ja lisäarvon tuottamisessa. Yritysten tavoitteet puolestaan keskittyvät kilpailukyvyyn edistämiseen uusien innovaatioiden ja kaupallistamisen kautta. Menestyksellinen yritys yhteistyö vaatii niin yritysten sitoutumista kuin koulutuksen ja yritysten tarpeiden kohtaamista. Onnistumisia saadaan hyvällä yhteistyöllä, jossa molemmat osapuolet hyötyvät. (Hämäläinen ym. 2022.)

Tulevaisuuden osaaminen nojaa myös vahvaan työelämäosaamiseen. Opetushallituksen julkaisussa Osaaminen vuonna 2035 käsitellään osaamisen merkityksen muutoksia sekä tärkeimpiä osaamisia vuonna 2035 etenkin työelämän näkökulmasta. Keskeisimpinä osaamistyyppinä nähdään 1) geneerinen osaaminen, 2) yleinen työelämäosaaminen ja 3) kansalaisen digitaidot. Tutkimuksen mukaan tulevaisuudessa merkitystään kasvattavat muutoksen hallintaa edistävät metataidot, oppimiskyky, henkilökohtaisen osaamisen kehittäminen, johtaminen sekä innovaatio-osaaminen ja kestävä kehityksen periaatteiden tuntemus. Se, kuinka näitä osaamisia edistetään, liittyy vahvasti siihen, miten opetusta annamme. (Osaaminen 2035, 2019). Yritys yhteistyön kautta myös näitä osaamisia pystymme edistämään opetuksessa.

Koulutuksen kontekstissa otollisina kohtauspintoina voidaan nähdä niin oppilaitoskohtaiset projektit, opetuksen sisältö ja opetusmenetelmät kuin harjoittelu ja opinnäytetyö. Vaikka harjoittelu toimiikin ehkä tunnetuimpana työelämäyhteistyön muotona, korostuu entisestään myös

opetuksen sisältöön eli opintoihin sisällytettävän työelämäyhteistyön tarve ja merkitys. Ammattikorkeakouluopetuksessa korostetaan opiskelijan työelämäyhteyksien vaiheittaista syventämistä opintojen edetessä, mikä osoittaa samalla opintojaksokohtaisen työelämäyhteistyön tarpeen. (Ammattikorkeakoulutuksen työelämälähtöisyyden kehittäminen 2009). Nykyään myös opiskelijat entistä enemmän peräänkuuluttavat käytännön- sekä työelämäläheisten projektien toteuttamista.

*”Työelämäprojektit antavat paremmin kuvaa siitä, minkälaisia käytännön taitoja työelämässä tarvitaan. Projektit antavat myös mahdollisuuden soveltaa omaa osaamistaan. Lisäksi työelämäprojektit voivat mahdollistaa verkostoitumisen alan yritysten kanssa”. (Opiskelija)*

## Molemminpuolinen hyöty

Työ- ja elinkeinoministeriö selvitti julkaisussaan Pk-yritysten yhteistyö korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten kanssa (2019), millaista yhteistyötä pk-yritysten tasolla tehdään. Tutkimuksessa selvisi, että verrattaessa yliopistoihin ja tutkimuslaitoksiin AMK:t ovat yleisin yhteistyötaho pk-yritysten keskuudessa, sillä jopa 68 prosenttia vastanneista yrityksistä kertoi tekevänsä yhteistyötä AMK:n kanssa. Maakunnittainen jakauma painottui vahvasti pääkaupunkiseudulle, mitä selittänee osaksi yritysten sekä korkeakoulujen suurempi tarjonta. Yleisimmät yhteistyötavat liittyivät pääasiassa itse koulutukseen, mutta muitakin tapoja toteuttaa yhteistyötä todettiin. Innovaatioihin liittyvä kehittäminen sekä opinnäytetyöt olivat koulutuksen rinnalla kolmen kärjessä. Tasaisesti tehtiin myös demo-, pilotointi- ja tuotetestausta, laboratoriotilojen käyttöä sekä uusien osaajien rekrytointia yrityksiin. (Huovinen & Kärpänoja 2019.)

Julkaisussa käytiin myös läpi, millaisiin tuloksiin yritykset olivat päässeet korkeakoulu- ja tutkimuslaitosyhteistyön kautta ja millaisia odotuksia heillä oli. Osa-alueina olivat seuraavat:

- tietopohjan ja osaamisen vahvistuminen
- uuden teknologian, menetelmän tai laitteen käyttöönotto
- patenti, uusia/paranneltuja tuotteita tai palveluja
- parempi näkemys tulevaisuuden kehitystrendeistä ja markkinoista
- kansainvälisille markkinoille pääsy tai sen edistyminen
- tutkimusyhteistyön laajeneminen muiden korkeakoulujen tai tutkimuslaitosten kanssa

- osallistuminen kansainvälisiin tutkimus- ja innovaatio-ohjelmiin
- demonstrointi, pilotointi tai tuotetestaus.  
(Huovinen & Kärpänoja 2019.)

Koska yleisimmät yhteistyömuodot olivat koulutus- ja opinnäyteyhteistyö (47 % ja 40 %), voitiin tuloksista hyvin osoittaa, että eniten odotettiin tietopohjan ja osaamisen vahvistumista (64 %). Seuraavaksi eniten odotettiin saavan parempaa näkemystä tulevaisuuden kehitystrendeihin ja markkinoihin (32 %). Vahvoina tulivat myös demonstrointi, pilotointi ja tuotetestaus (26 %) sekä uuden teknologian, menetelmän tai laitteen käyttöönotto (25 %). (Työ- ja elinkeinoministeriö 2019.) Nämä tutkimustulokset vahvistavat entisestään yritys yhteistyön merkityksen tärkeyttä etenkin kehityksen ja innovaatiotoiminnan saralla. (Huovinen & Kärpänoja 2019.)

## Työelämälähtöinen ja -läheinen opetus

Työelämälähtöinen opetus korostaa työelämän koulutustarpeiden ennakointia ja siihen vastaamista opetuksessa. Sillä edesautetaan sitä, että pystymme opetuksen avulla tarjoamaan osaavaa työvoimaa tämän hetken ja tulevaisuuden tarpeisiin. Työelämälähtöisellä opetuksella tuemme sitä ajatusta, että korkeakoulusta valmistuneet opiskelijat omaavat työelämässä tarvittavat taidot viimeistään siirtyessään opintojen jälkeen työelämään. Tavoitteisiin pääsemme sillä, että toteutamme erilaisia työelämälähtöisiä harjoituksia yhteistyössä yritysten kanssa läpi opiskeluajan. Toimintatapana tämä tukee opiskelijoiden työllistymismahdollisuuksia, sekä samalla koulutus varmistaa opetuksen vastaavan työelämänvaatimuksia. (Javanainen ym. 2012.)

Työelämälähtöinen ajattelumalli sulkee pois kuitenkin sen, että koulutuksen tehtävänä on myös huomioida työelämän toimintamallien arviointi, kehittäminen ja uudistaminen. Työelämäläheinen toimintamalli puolestaan tukee myös tätä ajatusta, joka parhaimmillaan kehittää sekä auttaa saavuttamaan myös molempien osapuolten tavoitteet kattavasti. Toimintamalli perustuu molemminpuoliseen osaamiseen ja tiedonsiirtoon, joka onnistuakseen vaatii jatkuvaa vuorovaikutusta korkeakoulun ja työelämän välillä (Javanainen ym. 2012). Saavuttaaksemme tavoitteet meidän tulee pyrkiä hyödyntämään yhteistyötä kokonaisvaltaisesti.

*”Erityisen mielenkiintoista oli kuulla designerin kertomaa ohjelman rakentamisesta ja siitä, kuinka ohjelmiston suunnittelu pilkotaan pieniin osiin, ja oli kiva nähdä mitä kaikkea suunnitteluun ja ohjelmointiin sisältyy.”*  
(Opiskelija)

Myös ammattikorkeakoulujärjestelmän luomisen taustalla on käytännöllisempi ja ammatillisemmin suuntautunut korkeakoulututkinto, jolla parannetaan niin koulutuksen laatua kuin vastataan paremmin yhteiskunnan ja työelämän nopeasti muuttuviin tarpeisiin. Ammattikorkeakoulujen tavoitteena onkin ollut ”kouluttaa ammatillisesti päteviä ja laadukasta opetusta saaneita osaajia käytännön työelämän nopeasti muuttuviin tarpeisiin” (Ammattikorkeakoulutuksen työelämälähtöisyyden kehittäminen 2009). Jotta saavutetaan sille asetetut tavoitteet, on yhteistyön lisääminen pienten ja keskisuurten yritysten kanssa välttämätöntä. Haasteita luovat opetussuunnitelmien sisällön moninaisuus sekä opettajien mahdollisuudet osallistua työelämäjaksolle. Tärkeänä pidetään opettajien ajoittaista työelämäjaksoa, joka hidastaisi etääntymistä käytännön työelämästä sekä opetuksen teorisoitumista. (Ammattikorkeakoulutuksen työelämälähtöisyyden kehittäminen 2009.) Työelämäyhteistyön hyödyntäminen nojaa kin pääasiassa opettajan omaan aktiivisuuteen, mutta menetelmiä sen toteuttamiseen on useita. Sisällön sallimissa rajoissa voidaankin toteuttaa monenlaisia opiskelijaprojekteja sekä harjoitustöitä.

## Hyviä käytänteitä

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulussa työelämäläheinen ajattelumalli heijastuu hyvin monessa eri opetusmenetelmässä. Huolimatta siitä, toimiiko koulutus kokonaan verkossa vai lähiopetuksessa, pystymme harjoittamaan kattavasti eri keinoin yritysytteistyötä ja tekemään opinnoistamme entistä työelämäläheisempiä. Yritykset myös arvostavat monipuolista yhteistyömallia, ja näin molemminpuolinen yhteistyö toteutuu. Perinteisimpinä menetelminä tunnetaan harjoittelu sekä opinnäytteen suorittaminen, mutta opetuksen sisällöllinen sekä opintojaksokohtainen yhteistyö on yleistynyt. Myös oppimisen arviointia helpottaa, kun näkee opiskelijan suoriutumisen sekä kyvyn soveltaa opittua konkreettisen kehittämistyön kautta. Myös teknologian kehittyminen tekoälyn myötä on vienyt opetusta ja sen arviointia siihen suuntaan, että osaamisen arviointi on entistä haasteellisempää perinteisten tenttien turvin. Tätä kehitystä tukee entisestään ajatus työelämäläheisten projektien teettämisestä. Tietoa on helppo etsiä, mutta tiedon soveltaminen käytäntöön



vaatii osaamista, jota opetuksen avulla annamme ja mittaamme. Myös opiskelijat kokevat tämän tavan motivoivampana sekä osaamistaan edistävänä. Tätä osaamista arvostetaan jokaisella saralla.

*”Työelämäprojekteissa voin kehittää monia taitoja, kuten projektinhallintaa, tiimityöskentelyä, ongelmanratkaisua ja viestintätaitoja.” (Opiskelija)*

Tietojenkäsittelyn tradenomin sekä ohjelmistotekniikan tutkinnoissa Xamkissa olemme hyödyntäneet muun muassa seuraavanlaisia malleja työelämäyhteistyöhön:

**Taulukko 1.** Yhteistyön muodot opetuksessa

Yhteistyön muoto	Kuvaus
1) Osa opintojakson sisältöä	Pienempien työelämälähtöisten haasteiden / ongelmien ratkominen
2) Luentovierailut	Yrityksen edustajan vierailu luennolla liittyen käsiteltävään aihealueeseen
3) Yritysvierailu	Koulutuksen opiskelijoiden vierailu yrityksen tiloissa ja tutustuminen toimintaan
4) Yritysvetoinen kurssi	Opintojakso perustuu laajempaan toimeksiantoon, joka tulee yritysyhteistyön kautta.
5) Opiskelijaprojektit	Erillinen projekti, jossa ohjaus tulee yritykseltä, johon opiskelija suorittaa projektin. Kurssi rakentuu kokonaisuudessaan projektin suorittamiseen.
6) Hackathon	Yhteistyössä tai kokonaan erillisesti toteutettu innovaatiotapahtuma, jossa opiskelijat kisaavat joukkueina omilla ideoillaan.
7) Harjoittelu	Työssä tapahtuva oppimisjakso
8) Opinnäytetyö	Toimeksiantoihin perustuva tieteellinen kirjoitelma tehdystä kehittämistyöstä, johon opiskelija on osallistunut.

1) Yksi hyväksi havaittu ja nopeastikin toteutettava yhteistyömuoto on opintojaksojen toteutuksissa hyödynnettävät pienemmät työelämälähtöiset harjoitustehtävät ja haasteet. Tehtävät ovat yleensä toteutuskohdaisia, joten ne saattavat muuttua aika ajoin yritysten tarpeiden mukaan. Yleensä ne ovat hyvin ajankohtaisia, jolloin muutokset ovat hyvinkin todennäköisiä. Opintojaksokohtaisissa tehtävissä toimeksiannot tulevat yhteistyön kautta yrityksiltä. Mielekkyyttä saadaan, kun yrityksen edustaja tulee kertomaan toimeksiannon opiskelijoille. Opiskelijat saavat palau-

tetta niin työelämän edustajalta kuin opintojakson opettajalta. Lopullisen arvioinnin antaa opettaja.

2) Luentovierailut ovat yksi perinteikäs tapa yhteistyölle, jota useilla opintojaksoilla on hyödynnetty. Tällöin sisältöön sopiva yritys tulee kertomaan, kuinka kyseinen asia ilmenee heidän toiminnassaan ja kuinka sitä toteutetaan käytännössä. Luentovierailujen avulla opiskelijat saavat käytännön esimerkkejä käsiteltävään aiheeseen työelämän näkökulmasta ja näin myös oppivat enemmän. Yleensä yritysvierailija tuo kiinnostavia ja erilaisia näkökulmia, jolloin myös opiskelijat saavat useamman näkökulman käsitellä asiaa.

3) Yritysvierailut eroavatluentovierailuista siinä, että tällöin koulutuksen opiskelijat opettajineen tulevat vierailulle yrityksen tiloihin ja samalla tutustuvat heidän toimintaansa. Tämän avulla opiskelijoille hahmottuu todentuntuisempi kuva yrityksen toiminnasta, ja samalla kiinnostus yritystä kohtaan voi herätä entisestään. Tämä on yksi hyvä keino myös markkinoida omaa toimintaa opiskelijoille ja näin herättää kiinnostusta työnantajana ja mahdollisena harjoittelukohteena.

4) Yritysvetoisella opintojaksolla tarkoitetaan opintoja, joiden sisältö rakentuu pääasiassa yritysyhteistyön kautta. Yritysyhteistyökumppanille suoritetaan heidän tarpeisiinsa sekä opintojakson sisältöön ja tavoitteisiin liittyvä laajempi kehittämistehtävä. Toimintatapa perustuu samoihin vaiheisiin kuin pienemmissäkin yritystehtävissä. Tällaisissa laajemmissa kehittämistehtävissä on myös mahdollisuus hyödyntää Xamkin laboratoriotiloja, jotka antavat myös monipuoliset mahdollisuudet kehittämistyöhön.

5) Opiskelijaprojekteja järjestetään pääasiassa yhteistyön kautta, sillä ne ovat erillisiä opintojaksoja, joiden laajuus ja sisältö määräytyy kokonaisuudessaan yrityksen toimeksiannosta. Opiskelijoilla on mahdollisuus suorittaa projektiopintoja itsenäisesti, ja osassa tutkintoja ne ovat myös osana opintosuunnitelmaa. Mikäli kyseessä on erillinen projekti, johon opiskelija osallistuu, on yrityksen mahdollisuus räätälöidä juuri heidän tarpeeseensa soveltuva projekti. Opiskelijan ohjauksesta projektin aikana vastaa pääasiassa yritys. Laajuus määräytyy projektiin käytetyn ajan mukaisesti, joka muutetaan opintopisteiksi. Opintosuunnitelmaan liittyvän projektiopintokurssin sisältö tulee vastata kyseiselle toteutukselle määriteltyä sisältökuvausta. Projekti tarjoaa yritykselle turvallisen tavan perehtyä opiskelijan osaamisen tasoon ja samalla myös saavuttaa molemminpuolinen hyöty yhteisten päämäärien hyväksi. Usein projektien kautta moni opiskelija työllistyy myös kyseisiin yrityksiin.

6) Hackathon-tilaisuuksia voidaan järjestää yhdessä yhteistyökumppanin kanssa tai sitten opiskelijat voivat osallistua julkisiin hackathon-tilaisuuksiin. ”Hackathoneissa eri osaajat kokoontuvat ratkaisemaan kehittämissaasteita tiimeinä tai joukkueina. Tavoitteena on nopea, fokuoitu ja intensiivinen ideoiden synnyttäminen tietyssä paikassa tai verkkoalustalla” (Xamk, s.a.). Hackathon vaatii laajempaa suunnittelua, jotta sitä voidaan toteuttaa yhtenä toimijana. Muutoin opiskelijat voivat osallistua vapaasti yleisesti järjestettäviin kilpailuihin, joista he voivat saada myös opintopisteitä. Hackathon-tapahtuma on moniammatillinen ja opetuksen sekä oppimisen näkökulmasta erittäin tehokas.

7) Opiskelijoiden harjoittelut sijoittuvat yleensä opintojen loppupäähän, jolloin suurin osa ammattiopinnoista on jo suoritettuina. Opiskelija hankkii itselleen alaan sopivan harjoittelukohteen, jossa hän suorittaa harjoittelun joko kokonaan tai osissa. Mitä pidempi harjoittelukesto on, sitä suuremman hyödyn yritykset kokevat saavansa. Hyvin suoritettujen harjoittelun myötä opiskelijat ovat voineet myös työllistyä kyseisiin paikkoihin.

8) Opinnäytetyöt perustuvat pääasiassa toimeksiantoihin, jotka opiskelijat itse hankkivat. Opinnäytetyöt ovat luonteeltaan produktiivisia opinnäytetöitä, eli ne sisältävät kehittämistyön osuuden. Opiskelija kuvaa teoreettisen viitekehyksen lisäksi kehittämistyön, johon hän on itse osallistunut tai jota hän on tutkinut.

Olemme saaneet monia onnistumisia muun muassa näiden yhteistyömuotojen avulla. Ennen kaikkea on ilo seurata opiskelijoiden osaamisen kehittymistä, jota nämä menetelmät osaltaan tarjoavat. Oppimista tapahtuu monien menetelmien myötä, mutta omien oivallusten kautta se konkretisoituu. Työelämäkohtaamisten kautta kokeilujen ja kehittämisen myötä opimme entisestään, ja samalla tuotamme myös uutta tietoa ympärillemme.

## Yhteistyöllä onnistumisiin

Yhteistyö yritysten kanssa tuo mukanaan monia hyviä käytänteitä, joilla tehostaa oppimista sekä samalla luoda opintojaksoille mielekästä sisältöä, joka innostaa opiskelijoita oppimaan. Tällaisia ongelmalähtöisen oppimisenkin menetelmiä on mahdollista harjoittaa myös ilman yrityskumppaneita keksittyjen ongelmien avulla. Yhtä tehokkaana sitä ei ole kuitenkaan pidetty, sillä tällöin tapauksista jää puuttumaan tulosten aito tarve. Yleensä opiskelijoita motivoi eniten se, että he tietävät jonkin ta-

hon saavan aidosti hyötyä heidän tuottamistaan tuotoksista. Tämä luo uuden ulottuvuuden opiskelulle sekä ruokkii motivaatiota suorittaa työ mahdollisimman huolella. Opiskelijoilla on usein myös päämääränä halu osoittaa osaaminen mahdollista jatkotyötä ajatellen, koska kilpailu alalla on kovaa. Monet opiskelijat kokevatkin korkeakouluopiskelun hyvänä väylänä tulevan työn saantiin. Yritykset odottavat entistä enemmän työntekijöiden nopeaa reagoitua eli opittujen teorioiden nopeaa soveltamista käytäntöön. Koulutuksille tämä tarkoittaa sitä, että kosketus työelämään tulisi saada jo opintojen aikana, jotta soveltamista päästään harjoittamaan jo hyvissä ajoin työhön astuessa. (Vihervaara 2015).

Tämä kaikki merkitsee sitä, että työelämäläheisyys opetuksessa korostuu entisestään. Jo heti työelämään siirryttäessä tarvitaan soveltamisen taitoja, ja niiden oppimista voidaan tukea parhaiten oikeilla työelämälähtöisillä ja -läheisillä opetusmenetelmillä. Oikeat työelämäesimerkit motivoivat opiskelijoita, mikä puolestaan parhaiten auttaa kiinnostumaan, kokeilemaan, tutkimaan ja sitä kautta myös oppimaan uutta. Hyvin toteutettu työelämäyhteistyö hyödyntää jokaista osapuolta, ja sen kautta pystymme myös vastaamaan tämän päivän ja tulevaisuuden osaamistarpeisiin.

*”Voin kehittää osaamistani työelämäprojektien kautta sillä tavalla, että pääsen kiinni paremmin siihen, mitä alallani työnteke käytännössä vaatii ja on. Voin myös käyttää työelämäprojektia osana oman osaamiseni demonstrointia työmarkkinoilla.” (Opiskelija)*

# LÄHTEET

*Ammattikorkeakoulutuksen työelämälähtöisyyden kehittäminen.* 2009. PDF-dokumentti. Helsinki: Valtion tarkastusvirasto. Saatavissa: <https://www.vtv.fi/app/uploads/2018/07/02154010/ammattikorkeakoulutuksen-tyoelamalahtoisyyden-kehittamin-188-2009.pdf> [Viitattu 3.5.2023].

*Hämäläinen, M., Peltonen, K., Joensuu-Salo, S. & Raappana, A.* 2022. Ammattikorkeakoulujen yrittäjyystoimien kehittämissuosituksset. Lahti: LUT University. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/164772/Ammattikorkeakoulun\\_y\\_kehittamissuosituksset.pdf?sequence=1](https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/164772/Ammattikorkeakoulun_y_kehittamissuosituksset.pdf?sequence=1) [viitattu: 6.6.2023].

*Javanainen, S., Lampinen, M. & Näkki, J.* 2012. Yritysyhteistyö ja työsäöppimisen kehittäminen. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/49122/Javanainen\\_Sari%20Lampinen\\_Merja%20Nakki\\_Jukka.pdf.pdf;jsessionid=9F12267329403EF7DE5157DE17C9CBC5?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/49122/Javanainen_Sari%20Lampinen_Merja%20Nakki_Jukka.pdf.pdf;jsessionid=9F12267329403EF7DE5157DE17C9CBC5?sequence=1) [viitattu: 7.6.2023].

*Opetushallitus.* 2019. Osaaminen 2035. Osaamisen ennakkointifoorumin ensimmäisiä ennakkointituloksia. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/osaaminen\\_2035.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/osaaminen_2035.pdf) [viitattu: 7.6.2023].

*Huovinen, P. & Kärpänoja, J. Toim. Husso, K.* 2019. Pk-yritysten yhteistyö korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten kanssa. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161615/TEM\\_2019\\_35\\_Yhteistyöanalyysi.pdf](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161615/TEM_2019_35_Yhteistyöanalyysi.pdf) [viitattu: 7.6.2023].

*Salovaara, H.* 2004. Oppimisen teoriasta tukea tieto- ja viestintäteknikan pedagogiseen käyttöön. WWW-dokumentti. Saatavissa: [http://tievie oulu.fi/verkkopedagogiikka/luku\\_6/ongelmakeskeinen.htm](http://tievie oulu.fi/verkkopedagogiikka/luku_6/ongelmakeskeinen.htm) [Viitattu: 7.6.2023].

*Vihervaara, T.* 2015. Yritysyhteistyö opetuksessa. Käytännön käsikirja yliopistoille ja yrityksille. Helsinki: Aalto-yliopisto. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2021-03/Yritysyhteisty%C3%B6\\_opetuksessa\\_Tommi\\_Vihervaara\\_pdf-kirja.pdf](https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2021-03/Yritysyhteisty%C3%B6_opetuksessa_Tommi_Vihervaara_pdf-kirja.pdf) [viitattu: 9.6.2023].

*Xamk s.a.* Hackathon, ideariihi vai jamit? WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://www.xamk.fi/hackathon/> [viitattu: 13.6.2023].

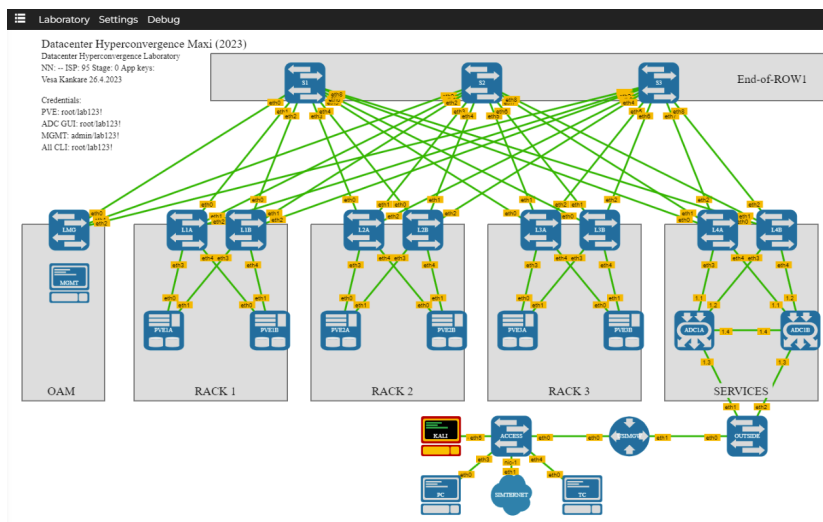
# VIRTUAALILABORATORIO YRITYS-OPETUSYHTEISTYÖN MAHDOLLISTAJANA

Janne Niinisaari & Henri Riissanen

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulussa on toteutettu VirtualLab-niminen virtuaalilaboratorio, jota käytetään muun muassa kyberturvallisuuden koulutuksessa. Kyseessä on pilvipalvelu, jonka avulla TKI-, testaus- ja opetustoimintaa sekä pilotointia voidaan suorittaa virtuaalisessa ympäristössä. Alusta korvaa täysin fyysisten laitteiden tarpeen tietoverkkojen luonnissa ja testauksessa eri tilanteisiin. (Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu s.a.; Nurmi 2022.)

Alustalla voidaan virtualisoida käytännössä mikä tahansa tilanne, joka informaatioteknologian kontekstissa voidaan kuvitella. Ainoana rajoitteena on tekniikka, ja esimerkiksi radioverkoja ei alustalla voida virtualisoida. Alustaa käytetään paljon kyberturvallisuuden koulutuksessa. Sillä voidaan harjoitella muun muassa tietomurtoja järjestelmiin ja suojautua niitä vastaan. (Nurmi 2022.)

Pilvipalveluna VirtualLab muistuttaa laaS- (Infrastructure as a Service) tai PaaS- (Platform as a Service) pilvipalvelua. VirtualLab tarjoaa käyttäjilleen resurssit tietoverkon virtualisointiin. Alustalla voi myös ottaa käyttöön valmiita virtuaalikoneita, jolloin esimerkiksi käyttöjärjestelmiä ja ohjelmistoja ei tarvitse asentaa itse. (Nurmi 2022.)



Kuva 1. Esimerkki harjoituksesta VirtualLabissa. Kyseisessä harjoituksessa on virtualisoitu kokonainen datakeskus, jossa pääsee harjoittelemaan kaikkea verkkolaitteiden konfiguroinnista pilvipalveluiden tarjoamiseen.

Käytännössä VirtualLab toimii siten, että päävalikossa käyttäjä voi luoda uuden tai avata jonkun edellisistä käynnissä olevista laboratorioinstansseistaan. Instanssit ovat käyttäjälle varattuja laboratorioita, joilla on ennalta määritellyt resurssit virtuaalikoneiden lisäämiselle ja käytölle. Instanssin voi valita suuresta määrästä erilaisia esiasennettuja ympäristöjä tietoverkoista erilaisiin käyttötilanteisiin, tai käyttäjä voi aloittaa tyhjästä pohjasta ja lisätä haluamansa laitteet itse. Instanssia luodessa valitaan sille myös tyyppi ja kesto, jonka jälkeen instanssi poistetaan automaattisesti.

Virtuaalilaitteiden hallintaominaisuuden (Virtual Device Manager) avulla laboratorioinstanssiin voi lisätä laitteita järjestelmään jo valmiiksi lisätyistä laitteista, tai tarpeen vaatiessa käyttäjä voi lisätä omia levykuvia ja virtuaalilaitteita. Valmiiksi lisättyjen laitteiden lista sisältää laitteita kategoriittain valmistajan tai käyttöjärjestelmän mukaan. Laitteita on saatavilla oletusasetuksilla tai valmiiksi asennettuina ja konfiguroituina erilaisiin tilanteisiin. Laitteiden asetuksia, esimerkiksi virtuaalisen tietokoneen prosessorin ytimien tai keskusmuistin määrää, voidaan vielä jälkikäteen muuttaa halutulla tavalla.

Kun laboratorioympäristöön halutut laitteet on valittu, ne täytyy vielä lisätä niin sanottuun verkkotopologia näkymään (kuten näkyy kuvassa 1). Tässä näkymässä laitteiden sijainteja voidaan vapaasti muuttaa ja yhdistää toisiinsa linkeillä, jotka vastaavat fyysisessä maailmassa laitteiden välisiä kaapeliyhteyksiä. Laitteita klikkaamalla avautuu laitteen interak-



tiivinen käyttöliittymä selaimen uuteen välilehteen, jossa sitä voi käyttää kuin mitä tahansa virtuaalilaitetta.

## **VirtuaalLabin hyödyntäminen laadunvarmistuksessa**

Tavoitteenamme oli kartoittaa eteläsavolaisen ohjelmistoalan nykytilaa ja tarjota yrityksille mahdollisuus antaa opiskelijoille laadunvarmistukseen liittyviä tehtävänantoja suoritettavaksi VirtualLabiin. Toistaiseksi VirtualLabin käyttö on ollut melko vähäistä kyberturvallisuuskoulutuksen ulkopuolella. Sen käyttöä on viime aikoina laajennettu muiden koulutusalojen käyttöön opetusmielessä sekä pienimuotoisesti joillekin paikallisille yrityksille, mutta alustalla on potentiaalia paljon suurempaan.

VirtuaalLab tarjoaa erinomaisen alustan yritysten ja opiskelijoiden väliselle yhteistyölle. Se mahdollistaa esimerkiksi yrityksen ja opiskelijoiden samanaikaisen työskentelyn yhteisen projektin parissa riippumatta ajasta tai paikasta. Koska alusta on ollut käytössä Xamkin opetuksessa IT-aloilla jo muutamia vuosia, sen käyttäminen tulee opiskelijoille tutuksi opinnoissa muutenkin, joten palvelun käytön laajentaminen yritys yhteistyöhön on hyvin vaivatonta.

Laadunvarmistuksen näkökulmasta VirtualLab on mainio alusta kehittää laadunvarmistusprosessia edelleen automatisoidumpaan suuntaan, jolloin manuaalisten työvaiheiden tarve vähenee. Yritysten ei myöskään tarvitse tehdä uusia laitehankintoja tai luoda tietoverkkojärjestelmiä laadunvarmistuksen suorittamiseksi, koska heillä on VirtualLabissa käytössään automatisoidut työkalut ja valmis työympäristö. Lähtökohtaisesti ulkopuolelta tarvitsee vain tuoda testattavasta kohteesta luotu virtuaalilaitte tai levykuva ja siirtää se valmiiseen ympäristöön, jolloin testausta pystytään suorittamaan keskitetysti ja selainpohjaisesti. Yhden ja saman testi ympäristön voi jakaa useamman työntekijän tai opiskelijan kesken ja työskennellä projektin parissa samanaikaisesti. Vaihtoehtoisesti ympäristöstä voidaan luoda vaikka jokaiselle osallistujalle oma instanssi, jolloin muiden tekemät muutokset eivät vaikuta omaan tekemiseen.

VirtuaalLabia voidaan käyttää ympäristönä ohjelmistojen laadunvarmistukselle käytännössä kaikilla ohjelmistotestauksen tasoilla ja osa-alueilla. Halutessaan ympäristöön voi tuoda vain osan järjestelmästä testattavaksi yksikkötestauksen muodossa tai useita paloja järjestelmästä, jos testaa niiden yhteensopivuutta integraatiotestauksen muodossa. Myös

koko järjestelmän tuonti on mahdollista. Silloin voi testata kokonaisuutta systeemitestauksena.

Esimerkiksi verkkosovelluksen yhteensopivuutta eri verkkoselaimiin ja käyttöjärjestelmiin on helppo suorittaa VirtualLabissa automatisoidusti ja melko vaivattomasti. Tällaisessa tapauksessa ei ole edes välttämättä tuoda kohdetta itseään virtuaaliympäristöön, vaan testit voidaan suorittaa internetin välityksellä toiminnassa olevalle kohteelle. Toisena esimerkkinä on verkon tai sovelluksen tietoturvatestaus. Tähän tarkoitukseen VirtualLab sopii erinomaisesti, sillä yleisesti penetraatiotestaus verkon yli suoritetaan muutenkin virtuaalikonetta käyttäen. Jos kohde tai jokin sen osista replikoidaan virtuaaliympäristöön, voidaan testausta suorittaa rajattomasti suljetussa ympäristössä, eikä mahdollisista haittavaikutuksista tai vahingoista toiminnassa olevaan järjestelmään tarvitse välittää.

VirtualLab toimii ihanteellisena alustana toteuttaa projekteja yhdessä ja reaaliaikaisesti. Se tarjoaa poikkeuksellisen mahdollisuuden yrityksille tehdä yhteistyötä opiskelijoiden kanssa yrityksen omien tuotteiden parissa, mikä taas samalla mahdollistaa yrityksen mainostamisen opiskelijoille ja tavan ehkä jopa löytää tulevaisuuden työntekijöitä. Tulevissa artikkeleissa kerromme lisää, minkälaisia käyttötarkoituksia löysimme VirtualLabille ja miten VirtualLabin avulla luotiin vuorovaikutusyhteyksiä ohjelmistoyritysten ja opiskelijoiden välille.

# LÄHTEET

*Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. s.a.* Insinööri (AMK), kyberturvallisuus. Opintojen sisältö. VirtualLab. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.xamk.fi/koulutukset/insinööri-amk-kyberturvallisuus/> [viitattu 3.10.2022].

*Nurmi. J.* 2022. VirtualLab – more than a traditional simulator. WWW-dokumentti. Päivitetty 30.5.2022. Saatavissa: <https://read.xamk.fi/2022/digitaalinen-talous/virtuallab-more-than-a-traditional-simulator/> [viitattu 3.10.2022].

# LAADUNVARMISTUSPAJA OPISKELIJOIDEN JA YRITYKSEN YHTEISALUSTANA VERKKOPALVELUN OPTIMOINNISSA

Timo Hynninen

Verkkopalvelujen mitoitus ja oikea konfigurointi on tärkeää useasta syystä. Riittävä mitoitus takaa sujuvan ja käyttäjälle saumattoman palvelukokemuksen. Mikäli verkkopalvelun tuottamiseen käytetty infrastruktuuri ei pysty käsittelemään suuria käyttäjämääriä tai yhden käyttäjän tarvitsemia laskentaresursseja ei ole saatavilla, huomaa palvelua käyttävä tämän viiveisenä, kaatuilevana tai muuten takkuilevana käyttäjäkokemuksena.

Verkkopalvelujen tuottamiseen tarvittavien resurssien arviointi, eli esimerkiksi palvelimien määrän, tehon, virtualisoinnin tai rajapintojen palvelupyyntöjen määrän arviointi, ei suinkaan ole helppo tehtävä. Tulee ottaa huomioon sekä keskimääräinen laskentatehon tarve että kysyntäjousito. Resurssien ylimitoitus konkretisoituu palvelun tuottajalle kalliimpina kustannuksina. Huonosti mitoitettu palveluinfrastruktuuri kuluttaa paitsi palveluntuottajan resursseja myös luonnonvaroja.

ICT-palvelut kuluttavat luonnonvaroja sekä sähkön että palvelujen tuottamiseen tarvittavan laitteiston osalta. ICT:n kestävä kehityksen näkökulmia on viime aikoina alettu tarkastella niin kutsutun vihreän ICT:n kautta: Tavoitteena on vähentää ICT:n ympäristövaikutuksia esimerkiksi energiankulutuksen kautta. Vihreä ICT pyrkii myös edistämään ICT:n roolia kestävä kehityksen ratkaisujen mahdollistajana, esimerkiksi resurssien optimoinnin avulla.

Xamkin IT-opiskelijat saivat mahdollisuuden tutkia ICT-palvelujen tuottamisen mitoittamiseen ja kapasiteetin mittaamiseen liittyviä haasteita Ohjelmistotestauksen ja laadunhallinnan (Software testing and quality) opintojaksolla. Tehtävänannon tarjosi Metatavu Oy. Opiskelijat pääsivät testaamaan ja analysoimaan valmiin verkkosovelluksen suorituskykyä

sekä testaamaan sen suorituskyvyn rajoja eri laitekonfiguraatioissa. Taivotteena oli löytää ohjelmistoa pyörittävälle laitteistolle suorituskyvyn kannalta parhaat asetukset silti suurelle käyttäjämäärälle tarvittaessa skaalautuen. Työssä hyödynnettiin Ohjelmistojen laadunvarmistuspajan perustaminen hankkeessa tunnistettuja laadunvarmistuksen aktiviteetteja ja työkaluja.

## Suorituskykytestaus on yksi laadunvarmistuksen keskeisiä tehtäviä

Verkkopalvelun laskentakapasiteetin ja suorituskyvyn riittävyyttä voidaan mitata erilaisilla ohjelmistojen laadunhallinnan ja ohjelmistotestauksen menetelmillä. Yleisimpiä mittareita ovat esimerkiksi latausaika, sivuston käytettävyys, palvelimen vasteaika ja skaalautuvuus. Latausaikaa voidaan mitata esimerkiksi sivuston avaamiseen kuluvalle ajalle, sivuston elementtien latausnopeudella ja verkkoliikenteen viiveellä. Palvelimen vasteaikaa voidaan mitata pyyntöjen käsittelynopeudella ja resurssien käytöllä. Skaalautuvuutta voidaan arvioida testaamalla palvelun suorituskykyä eri kuormitus- ja käyttäjämäärillä sekä tarkastelemalla, miten palvelu pystyy skaalautumaan useiden käyttäjien tarpeisiin ilman merkittäviä suorituskykyongelmia. Tällöin tulee arvioida myös palvelun käytettävyyttä esimerkiksi käyttäjätestauksen avulla.

Usein suorituskyvyn testausta on kuitenkin vaikea toteuttaa jo käytössä oleville palveluille. Jotta verkkopalvelun käyttäjät eivät kärsisi katkoksisista, olisi luotava erillinen testausympäristö. Tämä puolestaan tarkoittaisi koko palvelun tuottamiseen käytetyn infrastruktuurin kahdentamista. Urakka tarkoittaisi huomattavaa työmäärää ja siitä seuraavia kustannuksia.

Toinen suorituskykytestaukseen liittyvä resurssihaaste on testiautomaation rakentaminen. Käsini tehty testaus voi joissain tapauksissa olla riittävää, mutta useimmiten palvelun tuottajat pyrkivät käyttämään testiautomaatiota apuna. Testiautomaatio nimittäin auttaa jatkossa niin sanotun regressiotestauksen tekemisessä – regressio tarkoittaa tässä tapauksessa aiemmin tehtyjen testitulosten varmistamista uudella testikieroksella. Testiautomaation rakentaminen suorituskykytestausta varten siis entisestään kasvattaa yrityksen kynnystä lähteä sitä toteuttamaan.

Ohjelmistojen laadunvarmistuspajan perustaminen -hankkeessa tehty työ pyrki kehittämään ympäristöä, jossa ohjelmistoyritykset voisivat suorittaa laadunvarmistukseen liittyviä tehtäviä. Lisäksi pyrittiin selvittämään,

miten yritysten ja opiskelijoiden välistä yhteistyötä voitaisiin tiivistää. Tuloksena Laatupajassa tehdystä työstä syntyi tässä tapauksessa opiskelijoiden toteuttama toimeksianto, jossa verkkopalvelun suorituskyvyille etsittiin optimaalisia resursseja.

## Opiskelijat ottivat yritykseltä suorituskykytestaushaasteen vastaan

Xamkin IT-opiskelijat saivat Metatavu Oy:ltä verkkopalvelun suorituskykytestaukseen liittyvän toimeksiannon. Yrityksen tavoitteena oli selvittää verkkopalveluna toteutetun paikkatietosovelluksen suorituskykyvaatimuksia. Käytännössä tämä tarkoitti siis selvitystä, jossa verkkopalvelua kuormitettiin erilaisilla käyttäjämääriillä ja mitattiin sen suorituskykyä. Tarkemmin sanottuna opiskelijoiden toimeksiantona oli suorittaa verkkopalvelulle suorituskyky-, kuormitus- ja vakaustestaus.

Opiskelijoiden toimeksiantoon kuului suorittaa ja arvioida erilaisia suorituskyvyn testaamisen tilanteita. Käytännössä siis simuloitiin erilaisia verkkopalvelun kuormituksen tiloja ja käyttäjämääriä. Simulaatioiden perusteella opiskelijat tuottivat tietoa palvelun ja palvelinten laskentakapasiteetin oikeaa mitoitusta varten.

Verkkopalvelun kuormitus toteutettiin testiautomaation työkalujen avulla. Pääasiallisena työkaluna toimi Robot Framework sekä sen liitännäisosat. Opiskelijoiden toteuttamat testiautomaatioskriptit simuloivat oikeita käyttäjiä verkkosivulla, jolloin palveluun saatiin generoitua liikennettä. Näitä simuloituja käyttäjiä hyödynnettiin, kun tarkasteltiin verkkopalvelun käytettävyyttä ja suorituskykyä laitteistokonfiguraation skenaarioissa.

Yrityksen toimeksianto integroitiin Xamkin IT-opiskelijoiden opintojaksoon ohjelmistotestauksen ja laadunhallinnan asioita kokoavana harjoitustyönä. Opintojaksolla oli aiemmin käsitelty erilaisia testauksen ja laadunhallinnan menetelmiä sekä työkaluja. Nyt lopputyössä opiskelijat saivat mahdollisuuden soveltaa aiemmin opittuja työkaluja ja teoriaa oikeaan käytännön ohjelmistoprojektiin.

Tuloksena yritys sai kerättyä arvokasta tietoa verkkopalveluna toteutetun sovelluksen suorituskyvystä eri laitteiston kokoonpanolla. Opiskelijat puolestaan saivat kokemusta paitsi suorituskykytestauksesta ja ohjelmistotestauksesta käytännössä myös johdatuksen vihreän ICT:n toimintaympäristöön sekä resurssien optimointiin. Lisäksi opiskelijat pääsivät

hyödyntämään testiautomaation työkaluja verkkopalvelujen ja rajapintojen laadunvarmistuksessa.

Hyödyt yritystoimeksiannon integroimisesta opintojaksolle olivat molemminpuolisia. Metatavu Oy sai opiskelijoiden testeistä ja raporteista koostettua laatutietoa palvelun resurssimitoitusta ja jatkokehitystä varten. Yrityksen osallistuminen opintojaksolle ei myöskään vaatinut liemmin resursseja, sillä tässä tapauksessa Metatavulla oli tarjota valmis ongelma omasta liiketoimintaportfoliostaan.

Kokeilun perusteella yrityksen toimeksiannot testaukseen ja laadunhallintaan liittyen voivat olla hyvin hedelmällisiä kaikille osapuolille. Haasteina voivat kuitenkin olla oikea-aikainen ja tarpeeksi tiivis yhteydenpito yrityksen ja ammattikorkeakoulun välillä sekä ylipäätään sopivan yritystoimeksiannon löytyminen. Useamman yrityksen mukaan tuominen yhdelle tai useammalle opintojaksolle vaatisi enemmän koordinoitua. Erilaisten uusien yhteistoiminnan mallien kehittäminen ohjelmistoalan toimijoille on siis ammattikorkeakoulun opetuksen näkökulmasta haastava, mutta samalla palkitseva aihe.

# LÄHTEET

*Hynninen, T.* (17.8.2022). Ohjelmistotestaus L1.2 - Lähestymistapoja testaukseen [video]. YouTube. <https://youtu.be/MVophPMr-gE>

*Kasurinen, J.* 2016. Ohjelmistotestauksen käsikirja. E-kirja. Docendo. [viitattu 19.5.2023].



# SUORITUSKYKYTESTAUS OPISKELIJOIDEN KANSSA

Alexander Kerr & Janne Niinisaari

Edellisessä artikkelissa Timo Hynninen kuvasi suorituskykytestauksen tarpeellisuutta ja opiskelijoiden hyödyntämistä yrityksen osoittaman tehtäväksiannon toteutuksessa osana Xamkin IT-opiskelijoiden opintokokonaisuutta. Tässä artikkelissa kuvataan tehdyt toimenpiteet tarkemmin käytännön tasolla ja keskitytään opintojakson kolmeen viimeiseen opettajan ohjaamaan viikkoon.

Kun opiskelijoiden taitoja ohjelmistojen laadunvarmistuksessa halutaan syventää, on käytännön kokemus saatavilla olevilla työkaluilla merkittävässä asemassa. Oikeiden komponenttien ja sovellusten testaus on huomattavasti opettavaisempaa kuin pelkästään hypoteettisten harjoitusskenaarioiden läpikäyminen. Tällainen opintojaksoon integroitu yhteistyö tarjoaa täydellisen ympäristön paikallisille yrityksille säästää kuluissa, ja samalla se tarjoaa opiskelijoille ainutlaatuisen tilaisuuden osallistua työelämää vastaavaan projektiin.

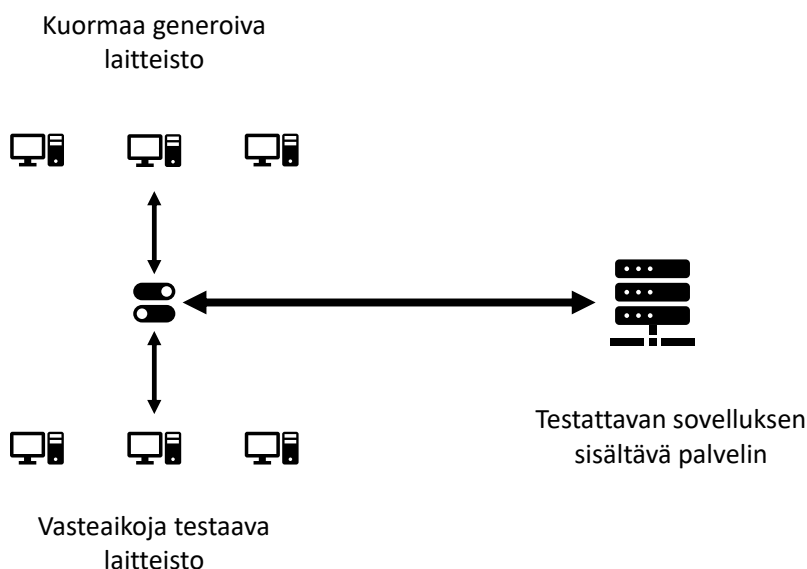
## Toimeksiannon kuvaus

Kuten aiemmassa artikkelissa mainittiin, eteläsavolainen ohjelmistoyritys Metatavu Oy tarjosi opiskelijoille suorituskykytestaukseen liittyvän toimeksiannon. Metatavun toteuttama OpenTripPlanner (OTP) on avoimen lähdekoodin sovellus, joka toimii komponenttina osana suurempaa sovellusta. OTP on reitin suunnitteluun tarkoitettu sovellus, joka yhdistää julkisesta liikenteestä saatua informaatiota ja tarjoaa tämän pohjalta useita vaihtoehtoisia reittejä määränpäähän eri kulkuvälineillä. Metatavun käytössä oleva laajempi sovellus on älykaupunkityyppinen ratkaisu, joka käyttää hyödykseen ilmanlaadun mittauksia ja tarjoaa käyttäjilleen Lontoossa ja sen ympäristössä kävely- ja pyöräilyreittejä alueilla, joissa on puhdas ilma.

Alun perin tarkoituksena oli testata OTP-sovellusta VirtualLabissa, mutta alusta ei ainakaan toistaiseksi osoittautunut sopivaksi rasi-

taukseen. Vain pienen kuormituksen lisääminen sovellukselle aiheutti vasteaikojen kasvamisen yli sallittujen rajojen. Haasteet saattavat johtua virtuaalialustan vanhemmasta laitteistosta tai tavasta ja rajoituksista, joilla alusta jakaa resursseja virtuaalilaitteille.

Suorituskykytestauksen aikana on oleellista pyrkiä mahdollisimman suureen yhteneväisyyteen testiympäristön ja tuotantoympäristön välillä. Ympäristöjen samankaltaisuus auttaa puutteiden tarkassa replikoinnissa, mahdollistaa kattavan suorituskyvyn ja skaalautuvuuden validoinnin sekä takaa johdonmukaisen käyttäytymisen monipuolisissa ympäristöissä. Näin ollen samankaltaisuus myös lievittää epäselvyyksiä, jotka yleisesti nousevat esiin testiympäristön ja tuotantoympäristön eroavaisuuksista. Samankaltaisuuden toteuttamiseksi parhaaksi vaihtoehdoksi osoittautui testattavien komponenttien asentaminen kampuksen fyysiselle palvelimelle. Luokkatilan laitteistot osoittautuivat sopiviksi myös kuormituksen luomiseen ja testausaktiiviteetteihin.



Kuva 1. Käytetyn testiympäristön kuvaus.

Metatavun kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta ilmeni, että he halusivat suorituskykytestauksen raportoinnin tehtävän käyttämällä Robot Framework -nimistä avoimen lähdekoodin avainsanalähtöistä testiautomaatiokehystä. Robot Frameworkin luomat raportit testauksesta ovat todella helppolukuisia, mikä on varmasti syy siihen, miksi se on edelleen hyvin suosittu testiautomaatiokehys.

Robot Framework ei yksinään kuitenkaan vielä riitä luomaan kuormitusta suorituskykytestaukseen. Tähän tarvitaan lisäksi erillinen työkalu, kuten Apache JMeter, Gatling tai BlazeMeter, jotka on luotu nimenomaan simuloimaan useiden käyttäjien samanaikaista yhdistämistä verkosovellukseen ja mittaamaan kohteen suorituskykyä eri kuormitusten alaisuudessa. Ne myös tarjoavat edistyksellisiä tapoja kuormituksen generoimiseen, ja niiden avulla voidaan arvioida keskeisiä suorituskykymitareita. Kuormituksen luomiseen tarkoitettujen työkalujen luomat raportit ovat kuitenkin hyvin teknisiä ja melko vaikeaselkoisia. Tämä voi johtaa haasteisiin, kun tuloksista kommunikoidaan vähemmän teknisesti orientoituneiden asiakkaan edustajien kanssa. Useimmiten tulosten tulkitsemiseen ja esittämiseen yksinkertaisemmassa muodossa täytyykin nähdä ylimääräistä vaivaa. Tästä syystä tulosten raportointi tehtiin käyttämällä Robot Frameworkia.

## **Suorituskykytestaus osana Ohjelmistotestaus ja laadunhallinta -opintojaksoa**

Metatavu Oy:n osoittama suorituskykytestaustoimeksianto toteutettiin keväällä 2023 osana Ohjelmistotestaus ja laadunhallinta -opintojaksoa (taulukko 1). Kurssin neljä ensimmäistä viikkoa toimivat johdantona laadunvarmistuksen toimintatapoihin, jonka jälkeen aloitettiin varsinainen yritysکوhtainen käytännönläheinen suorituskykytestaus.

**Taulukko 1.** Ohjelmistotestaus ja laadunhallinta -opintojakson aikataulu (Yrityksen osoittamaan toimeksiantoon liittyvät aktiviteetit korostettu lihavoituna)

Päivämäärä	Luennon aihe
10.01.2023	Luento: Johdatus ohjelmistotestaukseen Harjoitukset: Kuinka aloittaa ohjelmiston testaus?
17.01.2023	Luento: Teknisiä testitapauksia (testimallit, dokumentointi ja testausmetodit) Harjoitukset: Testien suunnittelu
24.01.2023	Luento: Testauksen tasot Harjoitukset: Yksikkötestaus
31.01.2023	Luento: Testiautomaatio Harjoitukset: Testiautomaatio Robot Frameworkillä
<b>07.02.2023</b>	<b>Yritysprojekti: Johdanto OTP:hen ja Robot Framework -skripti</b> <b>Harjoitus: Perehtyminen johdantoon ja tutkitaan, miten toteuttaa rinnakkainen testaus Robot Frameworkillä</b>
<b>14.02.2023</b>	<b>Yritysprojekti: Syvempi tutustuminen testaamiseen</b> <b>Harjoitus: Varmistus, että Robot Frameworkin kirjasot ja liitännäiset ovat asennettuina</b>
<b>21.02.2023</b>	<b>Yritysprojekti: Suorituskykytestaus ja tulosten kirjaaminen</b>
27.02.2023	Talvilomaviikko
<b>21.03.2023</b>	<b>Raportin viimeinen palautuspäivä</b>

Toimeksiannon toteutusta aloitettaessa huomattiin pian, etteivät opiskelijat tule ehtimään toteuttamaan kokonaisuudessaan pyydettyä testausta lyhyiden puolentoista tunnin mittaisten viikkotuntien aikana. Tämän takia päätettiin, että opiskelijat saavat suorittaa yleisiä testejä käytetyillä työkaluilla ja laitteilla myös viikkotuntien ulkopuolella. Jatkotestaus toteutettaisiin hanketyöntekijöiden toimesta ja opiskelijoilta kysyttäisiin, mikäli he haluaisivat osallistua prosessiin.

Yritysprojektin aloitustilaisuudessa 7.2.2023 esiteltiin testattava komponentti ja ohjelmisto, jolla testaus tultaisiin suorittamaan. Koska opiskelijoilla ei ollut ennestään liiemmin kokemusta testiskriptien luomisesta, tunnilla luotiin ja annettiin opiskelijoille hyödynnettäväksi Robot Frameworkin testiskripti, jota voitaisiin hyödyntää kaikkiin tarvittaviin testeihin. Opiskelijoita myös ohjeistettiin tarkastelemaan koodia ja opettelemaan, miten se vuorovaikuttaa OTP-komponentin kanssa. Normaalisti testaus Robot Frameworkillä suoritetaan vuorottaisesti, eli yksittäisen testin täytyy suoriutua loppuun ennen kuin seuraava voi alkaa. Kotitehtävänä opiskelijoille annettiin tehtäväksi etsiä, miten Robot Frameworkillä voi suorittaa rinnakkaista testausta, mikä mahdollistaisi testauksen suorittamisen huomattavasti nopeammin ja tehokkaammin.

Yritysprojektin toisella viikolla 14.2.2023 esiteltiin lyhyesti kuorman luomiseen hyödynnettävä Apache JMeter ja sen rooli osana suorituskykytestausta. Kun opiskelijoilta kysyttiin edellisen viikon kotitehtävästä, moni opiskelija oli löytänyt Robot Frameworkin liitännäisen nimeltä ”pabot”, joka mahdollisti rinnakkaisen testaamisen. Opiskelijoita pyydettiin myös ajamaan Robot Frameworkin testiskripti. Näin varmistuttiin, että kaikilla oli asennettuina tarvittavat kirjastot testaukseen ja että ryhmät ovat valmiita aloittamaan testauksen heti seuraavan viikon tunnin alusta.

Jotkut paikalla olleista kaksoistutkintoa suorittavista opiskelijoista pyysivät, olisiko mahdollista testata sovellusta tunnin aikana, koska he eivät pääsisi paikalle seuraavalla viikolla. Selvisi, että komponentti oli sillä hetkellä asennettuna vanhemmalla palvelimella kokeilumielessä, mutta he voisivat jäädä tunnin jälkeen luokkatilaan kokeilemaan testausta. Testaus kuormituksen aikana oli ongelmallista käytössä olevan vanhemman laitteiston takia. Opiskelijoille kuitenkin selitettiin, että myös huonot tulokset ovat silti tuloksia ja se vain osoitti, että vanhempi palvelin ei ollut riittävä isännöimään OTP-sovellusta. Lisäksi tarkennettiin, että testeissä käytetty laitteisto tulee myös mainita raportissa, sillä laitteisto voi selittää eroavaisuuksia saaduissa tuloksissa.

Yritysprojektin kolmannella viikolla 21.2.2023 OTP-komponentti oli jo siirretty modernimmalle palvelimelle, joka oli yhteensopivampi tuotantoympäristön kanssa. Tällä viimeisellä ohjaajan opastamalla tunnilla ryhmät aloittivat suorituskykytestauksen. Opiskelijoille kerrottiin, että heille oli luotu valmis Excel-pohja, johon he voivat kirjata vasteaikoja. Testiskriptin tarkoitus oli etsiä vastaukset kolmesta esimääritellystä URL-osoitteesta ja tarkistaa, että vastaukset sisälsivät tietyn avainsanan. Tämä avainsana osoittaa, että OTP:n antama JSON-muotoinen vastaus sisältää suuntaohjeet yhdestä koordinaatiosetistä toiseen.

Yhteensä testejä suoritettiin 30 kappaletta ja jokaiseen URL:ään lähetettiin pyyntö kymmenen kertaa. Näistä laskettiin keskiarvo, jotta varmistuttiin todenmukaisesta tuloksesta, sillä toisinaan testauksessa voi esiintyä piikkejä, jotka johtuvat sovelluksen resurssien uudelleen allokoinnista. Näitä piikkejä pidetään sovelluksen epätavallisena käytöksenä ja keskiarvon laskemisella pyritään eroon näistä ajoittaisista pidemmistä vasteajoista.

Testausprosessi eteni siten, että ensin jokainen ryhmä ajoi vuorollaan heidän testiskriptinsä ilman mitään lisättyä kuormaa. Tätä kutsutaan vertailukohtatestiksi. Testin tarkoituksena oli varmistua siitä, että sovellus

toimii kunnolla ja että vasteajat ovat mittauksen rajoissa. Vasteajat kirjattiin ylös ja seuraava ryhmä suoritti testinsä.

Kun jokainen ryhmä oli suorittanut vertailukohtatestinsä, lisättiin mukaan Apache JMeterin tuottamaa pientä kuormitusta, jolla simuloitiin käyttäjäliikennettä. Tämä toistettiin muutamia kertoja ja joka kerta kuormitusta hieman lisättiin, kunnes testauksen mittausrajat saavutettiin. Lopuksi suoritettiin vielä yksi testi, jotta varmistuttiin tulosten yhteneväisyydestä.

Kun testaukset oli suoritettu, opiskelijoita pyydettiin tekemään raportti testauksesta, jossa selitetään suoritettut testit, testitulokset sekä johtopäätökset, joita tuloksista voidaan tehdä. Opiskelijoilta tiedusteltiin myös mielenkiintoa osallistua komponentin jatkotestaukseen, mutta valitettavasti kaikki opiskelijat kieltäytyivät.

## Johtopäätelmät

Opintojakson lyhyen keston ja vain seitsemän opettajan ohjaaman viikotunnin takia syntyi huoli siitä, karttuisiko opiskelijoille riittävästi tietoa koko projektista. Peloista huolimatta huomattiin, että opiskelijat osallistui-  
vat hyvin aktiivisesti ja esittivät paljon kysymyksiä. Opiskelijat osoittivat proaktiivista asennetta prosessin ymmärtämiseksi. Valitettavasti yksikään opiskelijoista ei ollut kiinnostunut jatkamaan ohjelmistotestausta erityisesti kuormituskykytestauksen parissa, mikä olisi antanut enemmän kokemusta ja lisännyt ymmärrystä ja taitoja ohjelmistotyökalujen käytössä.

Jos opettajan ohjaamia tunteja olisi ollut enemmän, opiskelijat olisivat saaneet laajemman ja syvällisemmän tietämyksen testausprosessista. Tämä olisi mahdollistanut heidän osallistumisensa käytännön testeihin aikaisemmassa vaiheessa projektia. Ohjattuja tunteja pyritään lisäämään tulevaisuudessa ohjelmiston ja laadunvarmistuksen opintojaksoissa.

Vaikka rasiustestaus VirtualLabissa ei ollut toteuttamiskelpoinen tällä hetkellä, se tarjoaa kiehtovan mahdollisuuden harkita uudelleen tätä vaihtoehtoa, mikäli virtuaaliympäristöä päivitetään tarkoitukseen sopivammaksi. Kotkan uuden kampuksen rakennustyöt ovat käynnissä, ja uuden palvelinlaitteiston käyttöönotto on näin ollen odotettavissa lähivuosina. Mikäli VirtualLab saadaan optimoitua paremmin rasiustestaukseen, se antaa opiskelijoille mahdollisuuden suorittaa testausta etänä. Testaukseen tarvittaisiin vain internetyhteys ja laite, jossa on verkkose-lain. Tämä helpottaisi merkittävästi suorituskykytestauksen toteutusta ja oppimiskokemusta.

# TIETOTURVATESTAUS OSANA LAADUNVARMISTUSTA

Janne Niinisaari

Nykymaailmassa verkkorikollisuuden ja kyberhyökkäysten lisääntyessä toimivan tietoturvan merkitys vahvistuu myös jatkuvasti. Markkinoilla tarjolla olevat tietoturva- ja penetraatiotestaukset voivat olla hyvinkin hinnakkaita, ja niitä pidetään monesti vain tuottoa tekemättöminä kuluina, vaikka onnistunut tietomurto voi pahimmassa tapauksessa koitua koko yrityksen kohtaloksi. Jos pelkästään kohteen pintapuolinen suojaus on kunnossa, se voi saada hyökkääjän luovuttamaan ja siirtymään seuraavaan kohteeseen.

Sama pätee myös mobiilisovelluksiin, sillä niiden suosion kasvaessa kasvavat myös niihin liittyvät uhat. Kun yhä useammat käyttäjät kääntyvät mobiililaitteidensa puoleen hoitaessaan kaikkea pankkiasioista ja ostoksista viihteeseen ja sosiaaliseen mediaan, kasvaa näiden sovellusten tietoturvan vahvistamisen merkitys jatkuvasti. On sanomattakin selvää, että erityisesti mobiilisovelluksien, joiden toiminnallisuuteen liittyy rahan käyttö tai pankkiasioiden hoitaminen, halutaan olevan turvallisia. (Build38 Mobile Security 2023.)

Loimme VirtualLabiin suljetun testiympäristön, jonka tarkoituksena oli toimia alustana verkkosovellusten tietoturvatestaukselle. Lähtökohtaisesti ideana oli tutustua saatavilla oleviin avoimen lähdekoodin haavoittuvuuskannereihin ja luoda turvallinen virtuaaliympäristö, jossa opiskelijat voivat suorittaa testausta kehitteillä oleville tai jo valmiille verkkosovelluksille.

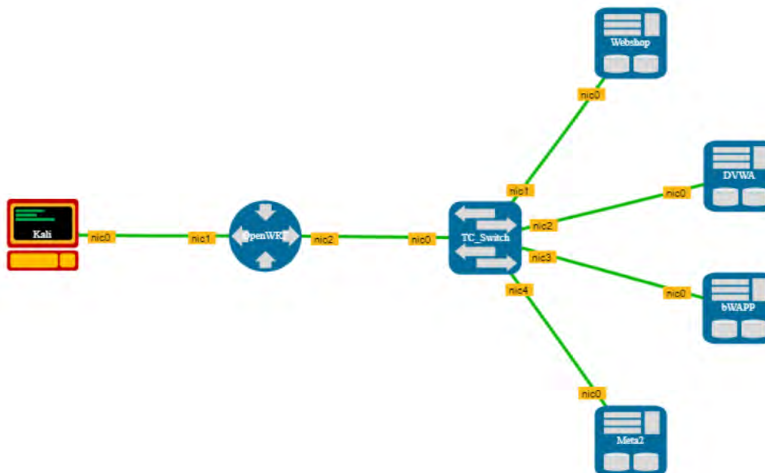
Hankkeen edetessä syntyi idea kysyä mahdollisuutta testata Xamkissa kehitettyjä sovelluksia. Otimme yhteyttä Hyviö-nimisen verkkosovelluksen tekijöihin ja sovimme testauksesta heidän luomalleen alkuperäistä vastaavalle testiversiolle. Koska testaus tehtiin kohteelle, joka oli osittain yhteydessä toiminnassa olevaan sovellukseen ja oli tehty Microsoftin tarjoamalle alustalle, testaus päädyttiin tekemään vain projektityöntekijöiden toimesta, jotta välttyttäisiin ylimääräiseltä verkkoiliikenteeltä.

Toinen Xamkssa kehitetty sovellus, jonka kehittäjiin olimme yhteydessä ja jonka testaamisesta sovittiin, oli Järvikala-niminen mobiilisovellus. Tähän tarkoitukseen VirtualLab sopii mainiosti, sillä sen mahdollistamassa virtuaalisessa laboratorioympäristössä voidaan luoda juuri halutunlainen eristetty testiympäristö lisäämällä vaadittavat virtuaalilaitteet, asentamalla tarpeenmukaiset ohjelmistot ja luomalla yhteydet laitteiden väleille. Virtuaalilaboration laitteet ovat myös yhdistettävissä internetiin, jos halutaan tarkastella sovelluksen luomaa verkkoliikennettä palvelimen kanssa ja testata sovelluksen tietoturvaa online-tilassa.

## Haavoittuvuusskannerit

Verkkosovelluksen haavoittuvuusskanneri on ohjelma, joka suorittaa automatisoidun niin sanotun black-box-testauksen verkkosovellukselle ja pyrkii löytämään haavoittuvuuksia sen tietoturvassa. Skannerit eivät käytä kohteen lähdekoodia, vaan ne suorittavat ainoastaan toiminnallista testausta ja yrittävät löytää tietoturva- haavoittuvuuksia. (Shankdhar 2020.)

VirtualLabiin luotiin laboratorioinstanssi, johon lisättiin Kali Linux testilaitteeksi, neljä Linux-palvelinta eri verkkosovelluksille sekä reititin ja kytkin. Testilaitteena päädyttiin käyttämään Kali Linuxia, koska se on lähdekohtaisesti luotu tietoturvaan liittyvien tehtävien suorittamiseen, kuten penetraatiotestaukseen. Kali on myös ilmainen ja perustuu avoimeen lähdekoodiin, ja siitä löytyy myös suuri osa tässä artikkelissa esitellyissä testauksissa käytetyistä työkaluista esiasennettuina.



Kuva 1. Haavoittuvuusskannerien testiympäristö VirtualLabissa.



Testilaitteeseen asennettiin skannerit, jotka eivät olleet esiasennettui-  
na, ja testattiin niiden toimivuus. Palvelimiin asennettiin testattavat verk-  
kosovellukset ja ne yhdistettiin testilaitteeseen kytkimen ja reitittimen  
läpi. Skannereiden testauksessa internetyhteyttä käytettiin vain laittei-  
den päivityksiin ja työkalujen asentamiseen, minkä jälkeen yhteys voitiin  
ottaa pois ympäristöstä.

Testauksessa käytetyt haavoittuvuusskannerit ovat kaikki ilmaisia avoi-  
men lähdekoodin sovelluksia. Käytetyt skannerit valikoituivat lähinnä sen  
perusteella, löytyikö kyseinen sovellus jo valmiiksi testauksessa käyte-  
tystä Kalin versiosta, ja muussa tapauksessa siitä, kuinka mutkattomas-  
ti niiden asennus onnistui ilman suurempia yhteensopivuusongelmia.  
Valitut skannerit olivat OWASP ZAP, OpenVAS, Wapiti, Skipfish ja Nik-  
to. Näistä OWASP ZAP ja OpenVAS asennettiin erikseen Kaliin. Lisäksi  
SQL-injektioita testattiin työkalulla sqlmap sekä piilotettujen kansioiden  
ja tiedostojen “brute-force”-listausta kokeiltiin työkalulla Gobuster.

Skannereita testatessa ensimmäinen testikohde oli opiskelijoiden te-  
kemä verkkokauppa, joka luotiin haavoittuvaiseksi erilaisten hyökkäys-  
ten opetteluun, kuten SQL-injektio ja XSS (Cross-Site Scripting). Toisena  
kohteena käytettiin DVWA:ta (Damn Vulnerable Web Application), joka  
on PHP/MySQL-pohjainen verkkosovellus, jolla voi harjoitella yleisim-  
piä verkkosovellusten haavoittuvuuksia eri vaikeusasteilla. Kolmas koh-  
de oli bWAPP (Buggy Web Application), joka on hyvin samankaltainen  
kuin DVWA. Neljäntenä kohteena käytettiin Metasploitable 2:ta, joka on  
haavoittuvaiseksi luotu Linux Ubuntu virtuaalikone. Se toimii myös verk-  
kopalvelimena, josta löytyy muun muassa Mutillidae, joka on myös vas-  
taava verkkohaavoittuvuuksien testaukseen tarkoitettu verkkosovellus.  
Metasploitable 2:sta löytyy myös DVWA.

Käytetyt skannerit pystyvät havaitsemaan satoja erilaisia haavoittuvuuksia ja puutteita kohteen tietoturvas-  
sa, joista merkittävimminä OWASP:n (The Open Worldwide Application Security Project) julkaiseman Top 10  
-listan haavoittuvuudet (OWASP Top Ten 2023). Jokaisella testatulla  
skannerilla pystyy tulostamaan testitulokset selkeään luettavaan raportiin,  
joka sisältää yleensä jokaisen yksittäisen havainnon perustelut, ku-  
ten millä menetelmällä se havaittiin, sovelluksen antama vastaus, viitteet  
kyseiseen haavoittuvuuteen ja korjausehdotuksia haavoittuvuuden paik-  
kaamiseksi. Yleisesti skannerit myös luokittelevat löydetty haavoittuvuu-  
det niiden vakavuuden perusteella esimerkiksi viisiasteisella asteikolla  
kriittinen, korkea, keskitasoinen, matala ja informatiivinen.

Suoritettujen testien perusteella parhaat tulokset saadaan suorittamalla skannauksia useammalla skannerilla, sillä jokainen niistä suorittaa testinsä eri tavoilla ja jotkut skannerit vaativat tarkentavia komentoja testikohteen määrittelemiseksi. Lisäksi on huomioitava, etteivät kaikki skannerien löytämät haavoittuvuudet välttämättä ole todellisia, joten ainakin kriittisimpien löydösten suhteen täytyy suorittaa vielä manuaalinen testaus haavoittuvuuksien varmistamiseksi. Tämän takia jokaisesta virallisesta penetraatiotestauksen suorittamisen toimeksiannosta kirjoitetaan asiakkaalle aina erillinen yksityiskohtainen ja kattava raportti kaikista testauksessa suoritetuista toimenpiteistä ja käytetyistä työkaluista. Tämän tutkimuksen sivutuotteena luotiin myös valmis pohja tällaisesta loppuraportista mahdollisten toimeksiantojen varalle (liite 2).

## Hyviö-sovelluksen testaus

Hyviö on Xamkin Active Life Lab -tutkimusyksikön kehittämä sovelluskokonaisuus, jolla mitataan palveluiden vaikutusta ja vaikuttavuutta. Sen avulla yritykset ja organisaatiot voivat kehittää palveluitaan ja tehdä toimintaansa muutoksia käyttäjien palautteen perusteella, joka kerätään toistuvien kyselyiden avulla. Samalla käyttäjät pystyvät seuraamaan kehitystään palvelun käytön aikana ja sitä, kuinka palvelun kehitys on vaikuttanut heihin. (Xamk s.a.)

Hyviötä testattaessa luotiin laboratorioinstanssi, johon lisättiin vain Kali, reititin ja internetyhteys, sillä testaus suoritettiin internetin yli VirtualLabin ulkopuoliseen kohteeseen. Testaus päädyttiin suorittamaan toiminnassa olevalle verkkosovellukselle, sillä testaus aloitettiin niin myöhäisessä vaiheessa hanketta, ja totesimme, että koko järjestelmän replikoiminen virtuaaliympäristöön olisi vaatinut liikaa resursseja ja aikaa. Mikäli aikaa olisi ollut enemmän, tämä olisi mielellään toteutettu, jolloin testaus olisi voitu suorittaa virtuaaliympäristön tarjoamassa suljetussa ympäristössä useamman testaajan toimesta ja ilman huolia mahdollisista haittavaikutuksista ja vahingoista.

Hyviö-sovelluksen testaus toteutettiin ns. gray-box-testauksena eli kohteesta saatiin etukäteen jonkin verran tietoa ja testitunnukset kirjautumiseen, mutta yksityiskohtaista rakennetta ja täyttä pääsyä kohteen lähdetiedostoihin ei annettu. Pian testauksen alettua huomattiinkin, että verkkosovelluksen rakenne ja toiminta osoittautuivat oletettua monimutkaisemmiksi eikä skannereita onnistuttu käyttämään suunnitellusti. Tähän myös vaikutti testaajan kokemattomuus ja epävarmuus suorittaa raskaampia testejä toiminnassa olevalle kohteelle.

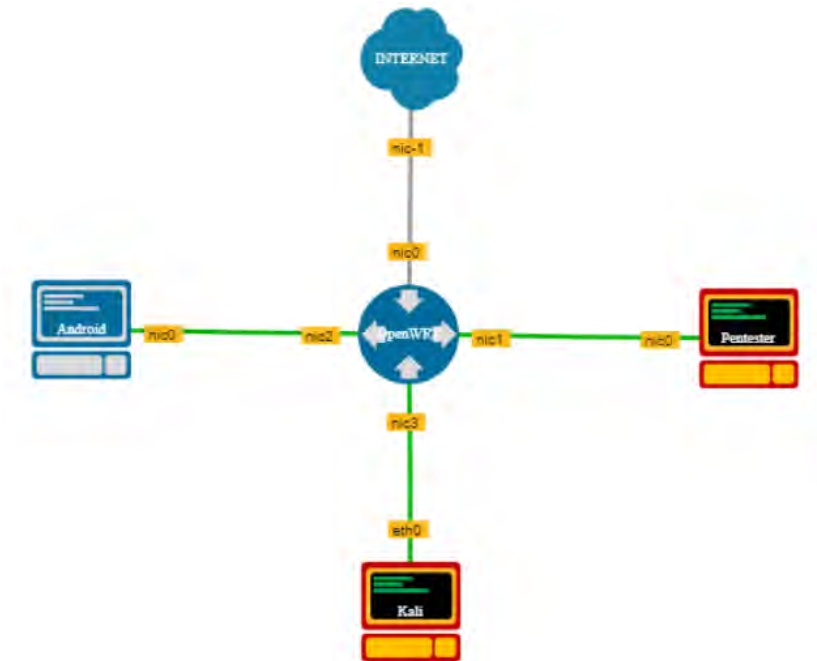
Hyviön testauksessa jäi kuitenkin skannerien todellinen potentiaali käyttämättä, kuten edellä mainittiin. Esimerkiksi OpenVAS:ia ei voitu käyttää ollenkaan, koska sen suorittama skannaus täytyy kohdistaa IP-osoitteeseen, jota ei tässä tapauksessa voitu käyttää kohteen rakenteen ja toiminnallisuuden vuoksi. Tietosuojan nimissä ei tässä tarkkoja testituloksia julkisteta, mutta kokonaisuutena saatiin kuitenkin pintapuolinen tarkastus tehtyä, eikä merkittäviä aukkoja löydetty. Tuloksista koottiin asiakkaalle 18-sivuinen raportti, jonka liitteeksi lisättiin kaikki haavoittuvuusskannerien tuottamat raportit tuloksista. Raportoinnissa hyödynnettiin tämän julkaisun liitteen 2 mukaista pohjaa.

## Järvikala-mobiilisovelluksen testaus

Testaus koski Xamkin Kalan Digijälki -nimisen hankkeen kehittämää SSAK:n (Suomen Sisävesiammattikalastajien liitto Ry) omistamaa ja Fluxi Oy:n ylläpitämää Järvikala-mobiilisovellusta (<https://play.google.com/store/apps/details?id=fi.xamk.hmaso02.jarvikala&hl=fi>). Sovelluksella voi tehdä lain vaatiman kaupallisen sisävesikalastuksen saalisilmoituksen jo vesillä nopeasti ja helposti. Sovittu testaus koski pääsääntöisesti sovelluksen staattista analyysiä eli sovelluksen tutkimista offline-tilassa, mutta myös kirjautumispalvelun pintapuolista testausta.

Testaus aloitettiin luomalla laboratorioinstanssi VirtualLabiin, johon lisättiin laitteet, jotka tulisivat sisältämään kaikki testauksessa tarvittavat työkalut esiasennettuina. Testiympäristöön lisättiin myös mobiilikäyttöjärjestelmän laite, jota hyödynnettiin mobiilisovelluksen todenmukaisempaan testaukseen. Kun työkalut, ympäristön toimivuus ja kokonaisuuden luomisen toistettavuus oli testattu, laitteista luotiin levykuvat ja ne lisättiin järjestelmään opiskelijoiden käytettäväksi.

Testilaitteina käytettiin Linux Ubuntu sekä Kalia ja mobiililaitteena Android-x86:ta. Testaus suoritettiin vain mobiilisovelluksen Android-versiolle. Laitteiden välille lisättiin reititin, josta luotiin yhteys myös internetiin. Internetyhteys kytkettiin pääsääntöisesti vain työkaluja ja päivityksiä ladattaessa sekä testauksen loppuvaiheessa, kun sovelluksen kirjautumispalvelua testattiin ja sovelluksen luomaa HTTP-liikennettä tarkasteltiin. Testaus suoritettiin niin sanottuna black box -testauksena eli testin suorittajille ei annettu mitään sisäisiä tietoja kohteesta etukäteen.



Kuva 2. Mobiilisovelluksen testiympäristö VirtualLabissa.

Kaikki testauksessa käytetyt työkalut ovat ilmaisia ja perustuvat avoimeen lähdekoodiin. Testaus suoritettiin pääsääntöisesti staattisen analyysin menetelmin eli kohteena ollut mobiilisovellus ladattiin Google Play-kaupasta, siirrettiin se VirtualLabiin pakettimuodossa ja sovelluksen tiedostoja analysoitiin offline-tilassa. Testauksen lopuksi testattiin kirjautumista online-tilassa ja tarkasteltiin sovelluksen luomaa HTTP-liikennettä. Kirjautumispalvelu skannattiin myös SQL-injektiohaavoittuvuuden varalta ja muutamia HTTP-viestien arvoja testattiin manuaalisesti eri injektioilla.

Testausta päästiin suorittamaan vasta kesän aikana, jolloin kiinnostuneita opiskelijoita oli huomattavasti vähemmän tai heitä oli vaikeampi tavoittaa. Saimme kuitenkin kasattua viiden hengen testaajaryhmän, joka koostui opiskelijasta, harjoittelijasta ja projektityöntekijöistä. Testaajaryhmälle lähetettiin sähköposti, joka sisälsi ohjeistuksen virtuaaliympäristön luomisesta ja käytettävistä työkaluista sekä opastavaa materiaalia testauksen kulusta. Ennen testauksen aloittamista pidettiin vielä etäpalaveri, jossa annettiin osallistujille tarkemmat ohjeistukset ja varmistettiin, että kaikki olivat valmiita aloittamaan.



Kuva 3. Testausprosessin vaiheet.

Testaus aloitettiin suorittamalla skannaus työkalulla MobSF (Mobile Security Framework), joka tarkistaa sovelluksen pintapuoleiset haavoittuvuudet ja mahdolliset aukot tietoturvasa staattisen analyysin menetelmin. MobSF:llä voi suorittaa myös dynaamista analyysia, kuten tarkastella sovelluksen käymän verkkoliikenteen salausta ja suorittaa käytön aikana toimintojen instrumentaalista testausta. MobSF:n skannauksen jälkeen tuloksia tarkasteltiin ja käytiin läpi kriittisimpiä löytöjä valheellisten havaintojen (eng. false positive) välttämiseksi. Tähän käytettiin työkaluja Apktool ja Jadx, joiden avulla Android-sovellus voidaan purkaa lähdetiedostoiksi ja kääntää tiedostot luettavaan muotoon. Näin päästiin tarkastelemaan manuaalisesti sovelluksen toimintaa ja etsimään tietoturva-aukkoja lähdekoodista.

Testauksen loppuvaiheessa pyydettiin sovelluksen omistajalta ja ylläpitäjältä lupa suorittaa penetraatiotestausta online-tilassa kahden päivän ajan. Näiden päivien aikana pidettiin Teams-sessio testiryhmän kanssa ja suoritettiin testausta sovelluksen kirjautumisikkunalle ja palvelimelle siten, että testiryhmän ohjaaja jakoi näyttönsä ja VirtualLab-instanssinsa muille ja suoritti testejä muiden seuratussa ja antaessa ehdotuksia testeihin. Sovelluksen luomaa HTTP-liikennettä seurattiin ohjelmalla Burp Suite ja manipuloitiin liikennettä kokeilemalla erilaisia injektioita viestien muutettaviin arvoihin. Kirjautumispalvelulle ajettiin myös SQL-injektoiden haavoittuvuusskannaus työkalulla sqlmap, sekä etsittiin piilotettuja kansioita ja tiedostoja palvelimelta työkalulla Gobuster.

Kaikki testaukseen osallistujat pitivät toimenpiteistään ja havainnoistaan kirjaa testauksen aikana. Valitettavasti testaukseen osallistunut opiskelija jätti testauksen kesken. Oletettavasti syynä tähän oli testauksen epäedullinen ajankohta, sillä opiskelijat olivat kesälomalla. Lopuksi kerätyt tulokset kasattiin yhteen ja niistä luotiin kattava raportti koko testiprosessin kulusta, tehdyistä tietoturvaan liittyvistä havainnoista sekä korjausehdotuksista puutteisiin tietoturvasa.

Testauksen lopputuloksena syntyi 18-sivuinen raportti, joka kirjoitettiin samaan pohjaan (liite 2) kuin edellä mainitun Hyviön penetraatiotestausraportti. Raportin kirjoituksen aikana tulokset käytiin huolellisesti läpi ja

raporttiin valikoitiin vain havainnot, joita testaajat pitivät todenmukaisina ja jollain tasolla merkittävänä sovelluksen tietoturvan kannalta. On kuitenkin huomioitava, että testaajien kokemattomuuden vuoksi tulosten tulkinat voivat todellisuudessa olla vähemmän merkittäviä, sillä testaajien tuntemus mobiilisovellusten toiminnallisuudesta ja lähdekoodin kielestä oli rajallinen. Loppuraportti lähetettiin sovelluksen kehittäjälle, omistajalle ja ylläpitäjälle ja samassa yhteydessä lähetettiin myös MobSF:n luoma raportti sovelluksen staattisesta analyysistä.

## Tulokset ja johtopäätökset

Tässä hankkeessa luodut testiympäristöt ovat erinomainen alusta yrityksille testauttaa oma verkko- tai mobiilisovellus selkeimmiltä haavoittuvuuksilta, ja samalla tarjotaan opiskelijoille mahdollisuus oppia uutta ja löytää uusia yhteistyökansavia. Kuten aiemmin on mainittu, VirtualLab tarjoaa ideaalin alustan toteuttaa tämän kaltaisia testejä ja projekteja yhdessä yritysten ja opiskelijoiden välillä. Kun kohdejärjestelmä tai sen osa on siirretty virtuaaliympäristöön, sitä voidaan testata huolettomasti suurella testaajien määrällä ja monella eri taitotasolla, jolloin myös tulosten laatu paranee.

Kokonaisuudessaan testausprosessit olivat erittäin mielenkiintoiset ja opettavaiset. Mobiilisovelluksen testaukseen saatiin mukaan sopivan kokoinen ryhmä kiinnostuneita testaajia, ja VirtualLab sopi erinomaisesti testauksen toteuttamiseen. Valitettavasti testaukseen osallistunut opiskelija jättäytyi pois kesken testauksen, mutta paremmalla ajankohdalla ja organisoinnilla testaukseen olisi varmasti saatu huomattavasti enemmän opiskelijoita. Ihanteellisessa tapauksessa testaus olisi osa jotain opinto-kokonaisuutta virallisen opettajan ohjaamana.

Huomiona kuitenkin vielä, että kohteen syvällisempi manuaalinen penetraatiotestaus vaatii valtavasti kokemusta. Hankkeen opiskelijayhteistyöhön perustuvan luonteen vuoksi täysin kattavia tuloksia ei voida taata, mutta jo pelkästään näissä testausprosesseissa käytetyillä työkaluilla ja menetelmillä pystytään tarkastamaan ainakin kohteen tietoturvan pinta-puoliset turvallisuusaukot. Monesti pelkästään yksi pieni virhe tai unohdus lähdekoodissa tai konfiguraatioissa voi johtaa koko järjestelmän vaarantumiseen, ja muun muassa haavoittuvuuskannerit toimivat mainiona apuvälineenä näiden pienten aukkojen löytämiseen.

# LÄHTEET

*Mikä on Hyviö?* s.a. Xamk Active Life Lab. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://hyvio.fi/hyvio-vaikuttavuuden-mittaaminen-tyokalu/> [viitattu 08.08.2023].

*Mobile Application security: 4 reasons to secure Applications.* 2023. Build38 Mobile Security. WWW-dokumentti. Julkaistu 09.01.2023. Saatavissa: <https://build38.com/reasons-to-secure-applications/> [viitattu 04.08.2023].

*OWASP Top Ten.* 2023. OWASP Foundation, Inc. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://owasp.org/www-project-top-ten/> [viitattu 04.08.2023].

*Shankdhar, P.* 2020. 14 best open-source web application vulnerability scanners [updated for 2020]. Infosec. WWW-dokumentti. Päivitetty: 13.07.2020. Saatavissa: <https://resources.infosecinstitute.com/topic/14-popular-web-application-vulnerability-scanners/> [viitattu 11.05.2023].

# KÄYTTÖLIITTYMÄTESTAUSTA SELENIUM GRIDILLÄ XAMKIN VIRTUAALILABORATORIOSSA

Sami Hämäläinen & Rion Nakayama

Sovellustestaus on merkittävä osa sovelluskehitystä, erityisesti verkkosovellusten kehittämisessä. Verkkoportaalin käyttökokemukseen voi vaikuttaa hyvin negatiivisesti, jos linkit ovat rikki tai toiminnallisuudet eivät käyttäydy oletetusti. Yksi suurimmista verkkosovellusten laadunvarmistuksen ongelmista on yhteensopivuuden varmistaminen eri verkkoselainten, niiden versioiden ja eri alustojen välillä. Saatavilla olevien verkkoselainten moninaisuus johtaa siihen, että verkkosovellukset voivat kohdata monia ongelmia. Lisäksi jatkuva erilaisten laitteiden markkinoille tuleminen moninkertaistaa testattavat yhdistelmät. Vaikka verkkosovellus näyttäytyy ja toimii virheettömästi Mozilla Firefoxissa, se ei takaa samaa käyttäytymistä muissa verkkoselaimissa ja alustoissa.

Manuaalisten testien suorittaminen yhdellä alustalla ja selaimella on pitkäkestoinen prosessi. Kun huomioidaan tarve suorittaa testit usealla selaimella ja monilla alustoilla, testausprosessin pituus kasvaa valtavasti. Vaikka resurssien lisääminen, kuten henkilöstön ja laitteiston, voi vaikuttaa toimivalta ratkaisulta, se on silti aikaa vievä ja resursseja kuluttava lähestymistapa.

Laatupaja-hankkeen aikana olimme yhteydessä moniin eri yrityksiin ja kävimme monia erilaisia keskusteluja sovelluskehityksestä ja testauksesta. Erään yrityksen kanssa keskustellessamme saimme vinkin hyvästä testaustyökalusta, jolla voidaan ratkoa edellä mainittuja ongelmia. Hankkeen aikana päätimme ottaa Selenium Grid -työkalun lähempään tarkasteluun ja tehdä sillä automatisoitua testausta.

Selenium Grid tarjoaa ratkaisun edellä mainittujen kaltaisissa epätoivoisissa tilanteissa. Hyödyntämällä Selenium Gridiä verkkosovellusten testaamiseen yritykset voivat saavuttaa kokonaisvaltaisen ja automatisoidun testikattavuuden moninaisissa selaimissa, alustoissa ja käyttötilanteissa. Tämä vankka ratkaisu takaa sovelluksen laadun, yhteensopivuuden ja suorituskyvyn samalla nopeuttaen sovelluksen kehitystä.



Tässä artikkelissa käymme läpi Selenium Gridin komponentteja, käyttömahdollisuuksia sekä yritykseltä saadun verkkosovelluksen testausta Selenium Gridin avulla Xamkin virtuaaliympäristössä.

## Selenium Grid ja sen käyttömahdollisuudet

Selenium Grid on laajasti käytetty avoimen koodin testaustyökalu, jota käytetään automatisoitujen testien ajamiseen monilla tietokoneilla tai virtuaalikoneilla samanaikaisesti rinnakkain. Selenium Grid on yksi osa Selenium-työkaluja, joita ovat esimerkiksi Selenium IDE ja Selenium WebDriver.

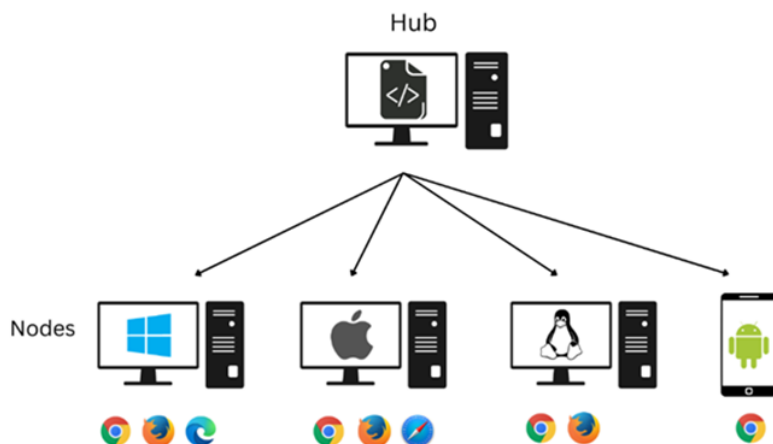
Selenium Gridin avulla voidaan ratkaista käyttöliittymän testaukseen liittyviä ongelmia sekä helpottaa, nopeuttaa ja suoraviivaistaa testausta automatisoinnin avulla. Testien automatisointi vapauttaa työvoimaa muihin tehtäviin samalla säästäten aikaa ja vaivaa. Automatisoinnilla parannetaan myös testien toimivuutta, tehokkuutta ja niiden kattavuutta. Myös virtuaalikoneilla suoritettu testaaminen tulee yrityksille kustannustehokkaammaksi, kun yritysten ei tarvitse ostaa kalliita testauskoneita tai vuokrata palvelintilaa muualta.

## Selenium Gridin komponentit

Selenium Grid sisältää kaksi pääkomponenttia, jotka ovat Hub ja Node. Tämä rakenne on otettu käyttöön Seleniumin versiossa 4, ja edelliset versiot ovat käyttäneet erilaista rakennustapaa. Selenium Gridin avulla voi luoda verkoston toisiinsa liitettyjä testikoneita (Node). Tätä testauskoneiden verkostoa kontrolloidaan yhdeltä koneelta (Hub), jonka kautta lähetetään komentoja testikoneille. Hub toimii samalla verkoston keskeisenä pisteenä.

Nodejen tehtävänä on vuorostaan testiskriptien suorittaminen erilaisilla käyttöjärjestelmillä, esimerkiksi Windows 10 tai 11, MacOS tai erilaiset Linux jakelut, kuten Ubuntu. Niillä voidaan myös testata verkkosovelluksia erilaisilla nettiselaimilla, kuten Chrome, Edge tai Firefox. Erilaisia konfigurointeja voi olla lukuisia eri nettiselaimilla ja niiden eri selainversioilla, ja Selenium mahdollista alustojen ristikkäisen testaamisen. Tällä tavoin pyritään varmistamaan sivujen tai sovellusten toimivuus lukuisilla eri konfiguraatioilla samanaikaisesti. Selenium Grid mahdollistaa myös

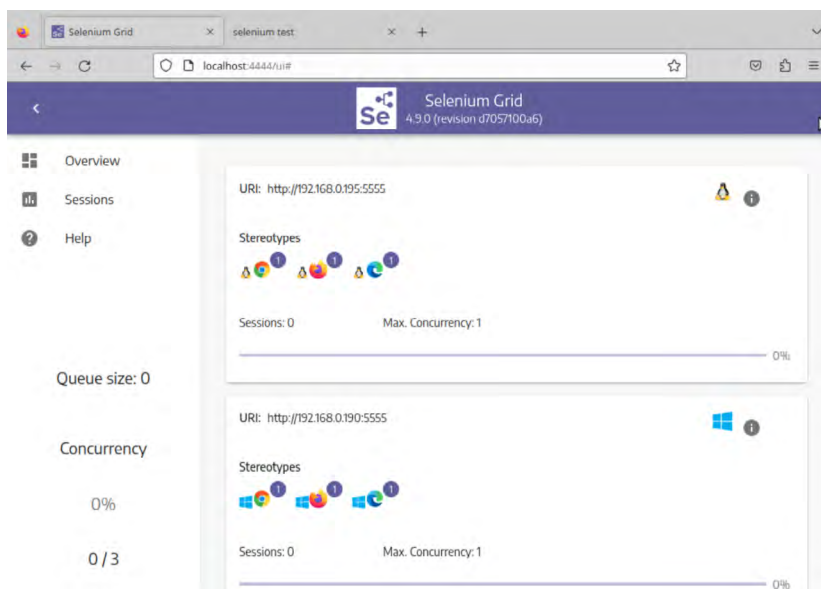
testien skaalautumisen. Gridin tavoitteeksi on listattu Seleniumin nettisivuilla, että se mahdollistaa helpon väylän testien rinnakkaiseen ajamiseen monilla eri koneilla tai virtuaalikoneilla.



Kuva 1. Selenium Gridin rakenne, jossa Hub lähettää komentoja Nodeille.

Seleniumissa testiskriptin mukauttaminen yhdestä konfiguraatiosta toiseen onnistuu hyvin pienin muutoksin. Tämä helpottaa useiden käyttöjärjestelmien ja verkkoselainten testausprosessia ja sallii yksinkertaisemman lähestymistavan. Testaus on mahdollista myös mobiililaitteilla, kuten Android- ja iPhone-laitteilla. Tämä helpottaa eri systeemien ristitestaamista.

Seleniumissa on oma hallintapaneeli, johon pääsee käsiksi localhostin kautta. Sieltä pääsee näkemään, että toimiva yhteys on muodostettu hubin ja nodejen välille. Samasta hallintapaneelistä näkee myös nodejen käyttämät käyttöjärjestelmät sekä käytössä olevat nettiselaimet. Alla olevassa kuvassa on kaksi nodea, joista toinen toimii Linuxilla ja sisältää kolme eri nettiselainta. Toinen toimii Windowsilla ja sisältää samat testattavat nettiselaimet.



Kuva 2. Selenium Gridin ohjauspaneeli nettiselaimessa. (kuva: Rion Nakayama)

Seleniumin avulla voidaan testata käyttäjien käyttäytymistä nettisivuilla tai sovelluksissa. Seleniumin avulla voidaan automatisoida testejä, jotka matkivat käyttäjien käyttäytymistä, kuten ostosten lisäämistä ostoskoriin, uloskirjautumista ja varmistamista, että esimerkiksi verkkokaupoissa sivustoilla on näkyvissä oikeat tuotteet ja oikeat hinnat niiden vieressä tuotesivuilla ja tilausvahvistuksessa. On mahdollista myös testata nappien ja lomakkeiden toimivuutta ja sitä, että linkit vievät oikeisiin paikkoihin sekä sivustolla näkyvät elementit latautuvat ja näkyvät oikein.

Seleniumilla voidaan myös testata virheiden käsittelyä. Automatisoitujen testien avulla voidaan varmentaa, että virheviestit näytetään käyttäjille oikein ja että logiikka virheiden näyttämässä toimii oikein. Tällä tavoin voidaan etsiä ja löytää mahdollisia virheitä tai puutteita virheiden käsittelyssä.

Selenium Grid mahdollistaa myös kolmannen osapuolen integraatiot. Monet websovellukset käyttävät kolmannen osapuolen rajapintoja (API). Seleniumilla voidaan varmistaa, että nämä rajapintojen integraatiot toimivat kunnolla ja juuri sillä tavalla, miten ne on suunniteltu toimimaan. Seleniumia voidaan käyttää testien automatisointiin, jotka mittaavat websovelluksen suorituskykyä, kuten sivujen latautumisenopeutta, vastausaikoja ja serverin kuormituksen mittaamista. Tällä tavoin pystytään selvittämään mahdolliset pullonkaulat sovelluksessa. Automatisoiduilla

testeillä voidaan kokeilla, että websovellus on saavutettava ihmisille, joilla voi olla erilaisia rajoitteita, kuten heille, jotka käyttävät tekstinlukijaa sovelluksissa tai sivuilla. Näin voidaan varmistaa, että sovellus kohtaa saavutettavuusstandardit, mikä mahdollistaa sovelluksen mahdollisimman laajan käyttäjäkunnan.

Seleniumissa on tuki monille eri ohjelmointikielille, kuten JavaScriptille, C#:lle, Ruby on Railsille, Pythonille ja Perlille. Seleniumissa on myös tuki erilaisille testaus-frameworkeille, kuten Robotille, PyTestille ja PyUnitille. Kielien ja erilaisten frameworkien tuki mahdollistaa laajemman lähestymisen testaamiseen, koska yhteensopivia ohjelmointikieliä on lukuisia.

## Selenium Grid ja Xamk VirtualLab

Selenium Gridin voi myös ottaa käyttöön Xamkin virtuaalisessa laboratoriossa. Siellä esimerkiksi yritykset pystyvät testaamaan omia verkkosivujaan tai verkkosovelluksiaan kustannustehokkaalla tavalla. Meidän opiskelijamme voivat auttaa yrityksiä verkkosovellusten testauksessa.

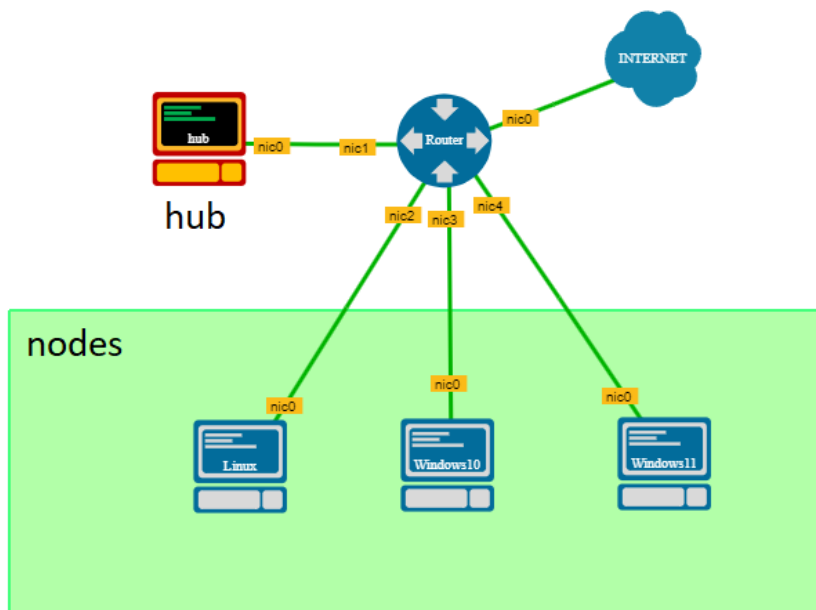
Selenium Gridin luominen vaatii useiden virtuaalilaitteiden käyttämistä testiskriptien suorittamiseen useilla selaimilla ja alustoilla. Jos harkitaan yrityksen fyysisen laitteiston käyttämistä, se ei välttämättä ole mahdollista, mikäli yritykseltä uupuu tarvittavat resurssit, sillä testaus vaatii useita laitteita useilla käyttöjärjestelmillä. Vaihtoehtoisesti testiympäristön luominen pilviympäristössä, kuten AWS:ssä tai Azuressa, kasvattaa myös kustannuksia.

Onneksi Xamkin virtuaaliympäristö sopii hyvin tämän ongelman ratkaisemiseen. Virtuaaliympäristö mahdollistaa opiskelijoiden pääsyn ja erilaisten skenaarioiden luonnit, joissa opiskelijat voivat ajaa monia virtuaalikoneita verkossa. Oppilaat pääsevät käsiksi Selenium-testiskenaarioon ja voivat tehdä siellä testejä. Testattavan sovelluksen voi ylläpitää virtuaaliympäristössä, tai siihen voi päästä käsiksi ulkoisesti internetin kautta palvelimelle.

## Testausympäristön implementointi

Alla oleva kuva 3 esittää Xamkin virtuaalilaboratoriossa luodun testausympäristön. Testaus suoritettiin kolmella eri käyttöjärjestelmällä: Linuxilla, Windows 10:llä ja Windows 11:llä. Testauksessa käytetyt net-

tiselaimet olivat Chrome, Firefox ja Microsoft Edge. Tässä testissä Linux-kone toimi hubina. Hub vastaa liitettyjen nodejen kyselyistä ja antaa komentoja muille koneille, jotka suorittavat testauksen.



Kuva 3. Selenium Grid Xamkin virtuaaliympäristössä.

Alkuperäinen ympäristö luotiin alun perin esittelytarkoituksiin, jotta voitaisiin suorittaa testejä avoimen lähdekoodin verkkosovelluksessa. Kuitenkin saimme todellisen testitapauksen eräältä yritykseltä ja pystyimme suorittamaan heidän varsinaisen tuotteensa käyttöliittymätestauksen virtuaaliympäristön avulla.

## Case Mediamaisteri

Laatupaja-hankkeessa olimme yhteydessä Mediamaisteri-nimiseen IT-yritykseen. Heidän tarjoama tuote on opiskelualusta ja erilaiset konsultaatiopalvelut. Heidän alustaa voidaan käyttää kurssien järjestämiseen verkossa, ja he voivat luoda sisältöä näille verkkokursseille. Saimme testattavaksemme beetaversion heidän verkkoalustastaan. Verkkoolusta perustuu Moodleen, joka on oppimisen hallintajärjestelmä, jota käytetään verkkokurssien luomiseen ja ylläpitoon. Yritys antoi meille URL-osoitteen, josta pääsimme käsiksi verkkosovellukseen ja samalla saimme kahdet eri tunnukset palveluun. Yhdet tunnukset antoivat meille normaalin käyttäjän käyttöoikeudet alustalle ja toiset tunnukset antoivat järjestelmänvalvojan oikeudet sekä pääsyn käyttäjien ja kurssien hallintaan.

Meillä oli hankkeessamme opiskelija Xamkista harjoittelijana, joka teutti testauksen Xamkin virtuaalisessa laboratoriossa. Mediamasteri antoi meille todella vapaat kädet testauksen suorittamiseen eikä pyytänyt meiltä mitään erityistä testausaluetta, joten päätimme tehdä joistakin perusominaisuuksista automaatiotestauksen sovelluksessa ja demonstroida, kuinka Selenium Grid toimii virtuaaliympäristössä. Python valittiin kirjoituskieleksi, sillä se oli tuttu kaikille osapuolille. Automatisoidut skriptit valmisteltiin simuloimaan käyttäjien päivittäistä käyttäytymistä sovelluksessa, kuten uusien käyttäjien rekisteröintiä, kurssien luomista, käyttäjien rekisteröintiä tietyille kursseille ja materiaalin toimittamista.

## Yhteenveto

Selenium Grid ja virtuaaliympäristö toimivat hyvin yhdessä. Virtuaaliympäristön hyödyntäminen mahdollistaa käyttäjien luoda ja yhdistää virtuaalikoneita sujuvasti, mikä tekee siitä erittäin mukautuvan ja kykenevän toimimaan Selenium Gridin kanssa. Testausknaarioon voidaan lisätä virtuaalikoneita nopeasti, mikä tekee testauksen laajentamisesta helppoa. Esimerkiksi eri nettiselainversioita käyttävien nodejen luonti tai käyttämättömien alustojen integrointi sujuu helposti. Lisäksi jos tulee tarve testata eristetyssä hiekkalaatikkoympäristössä, on täysin mahdollista luoda myös tällainen skenaario. Testaamalla hiekkalaatikkoympäristössä mahdolliset turvallisuusuhat pienentyvät.

Kun testauskripti on luotu, testejä voidaan ajaa erilaisilla käyttöjärjestelmillä ja nettiselaimilla tehden vain pieniä muutoksia koodin puolella. On tärkeää tiedostaa, että automaatiotestauksen lopputulokset eivät aina ole täysin tarkkoja. Ulkoiset muuttujat, kuten internetyhteyden laatu tai nopeus ja skriptin implementointi, voivat vaikuttaa testien tuloksiin. Näin ollen manuaalista testausta vaaditaan automatisoidun testauksen rinnalla etenkin, kun automatisoidut testit epäonnistuvat.

Kun testausympäristö on tallennettu pysyvään skenaarioon, opiskelijat ja opettajat voivat saada kätevän pääsyn kehykseen, joka mahdollistaa helpon testauksen. Testaamiseen vaaditaan vain internetiin yhdistetty laite, jossa on verkkoselain, ja opiskelijan tunnukset, joilla pääsee kirjautumaan virtuaalilaboratorioon. Jos oppilaat osallistuvat testaukseen, he voivat saada arvokasta osaamista automatisoitujen testauskriptien tekemisestä, verkkosovelluksen kehittämisestä ja käyttöliittymätestauksesta. Seleniumin tuki monille ohjelmointikielille, kuten Javalle, Pythonille, Rubyille ja C#:lle, mahdollistaa opiskelijoille sopivan ohjelmointikielen

käyttämisen, jolla he voivat kirjoittaa testauskriptejä. Lisäksi opiskelijoiden mukanaolo testausprosessin aikana tarjoaa yrityksille edun suorittaa käyttöliittymätestausta ilman tarvetta käyttää paljoo sisäisiä resursseja tai kolmannen osapuolen palveluita.

Tulevaisuudessa odotetaan, että yritysten ja opiskelijoiden välinen tiiviimpi yhteistyö lisääntyy. Toivomme, että useammat yritykset olisivat avoimia lähettämään sovelluksiaan vastaavaan testaukseen, mikä tarjoaa opiskelijoille arvokasta käytännön kokemusta, jota he eivät muuten saisi. Samalla paikallisille yrityksille tuodaan esiin nousevaa lahjakkuutta, joka on valmis siirtymään työmarkkinoille lähitulevaisuudessa.

# OPETUSYHTEISTYÖTÄ YRITYKSEN ANTAMIEN TOIMEKSIANTOJEN AVULLA

Rion Nakayama

Käytännön kokemuksen hankkiminen yritysympäristössä on opiskelijoille tärkeä mutta haastava tehtävä. Usein harjoittelun aloittaminen ilman aiempaa kokemusta voi olla pelottavaa. Ihannetapauksessa opiskelijoilla olisi oltava mahdollisuus tehdä yhteistyötä yritysten kanssa ja osallistua pieniin tehtäviin, jotka tarjoavat mahdollisuuden tutustua todellisiin yritys ympäristöihin ennen varsinaista harjoittelua.

Vaikka opiskelijat oppivat monenlaisia tietoteknisiä taitoja ja osallistuvat käytännön tehtäviin, akateemisen koulutuksen ja alan vaatimien käytännön näkökohtien välillä on edelleen kuilu. Tiettyjä käytännön näkökohtia ei voida täysin käsitellä pelkästään oppilaitoksissa. Tämän kuilun kuromiseksi tehokkaasti umpeen on tärkeää edistää aktiivista ja suoraa yhteistyötä opiskelijoiden ja yritysten välillä. Tällaista vuorovaikutusta edistämällä voidaan pienentää kuilua teoreettisen tiedon ja käytännön sovellusten välillä.

Tavoitteenamme oli lisätä opiskelijoiden ja yritysten välistä yhteistyötä, ja sen tuloksena saatiin useita onnistuneita toimeksiantoja, joissa yhteistyö eri yritysten kanssa onnistui koko hankkeen keston ajan. Näiden vuorovaikutustilanteiden aikana yksi yritys antoi opiskelijoille hankeideoita, jotka liittyivät sen omaan päivittäiseen toimintaan. Tämä lähestymistapa on yksi ihanteellisimmista yhteistyömuodoista, sillä sen avulla opiskelijat voivat saada suoraan yritykseltä tehtäviä, jotka liittyvät läheisesti heidän jokapäiväisiin tehtäviinsä.

## Toimeksiantoja opiskelijoille

MarskiData tarjosi meille Microsoftin palveluihin ja sovelluksiin liittyviä hankeideoita. Se on IT-alan yritys, jolla on toimipisteitä Helsingissä ja useissa muissa kaupungeissa ja joka tarjoaa erilaisia IT-palveluja, kuten



Microsoft 365 -ohjelmistotuotteita ja -ratkaisuja, datakeskuspalveluja ja tulostuspalveluja.

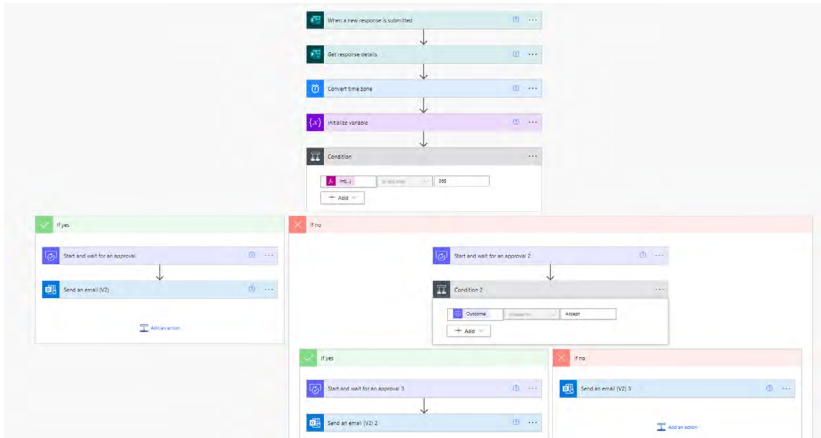
Ottaessamme MarskiDataan yhteyttä tarkoituksenamme oli löytää virtuaaliympäristölle sopiva käyttötarkoitus, mutta koska yritys toimii pääasiassa Microsoftin tuotteiden ja ratkaisujen parissa, todettiin nopeasti, että tämä ei olisi mahdollista. Yrityksen edustajien kanssa käydyissä jatkokeskusteluissa tultiin siihen tulokseen, että ehkä opiskelijat voisivat osallistua pieniin projekti-ideoihin. Nämä pienet hankkeet kiinnostivat yritystä, mutta ne eivät olleet ensisijaisen tärkeitä. Tehtävät liittyvät kaikki Microsoft365-ohjelmistoihin, kuten Power Automatiiniin, Power Bi:hin ja Power Appsiin.

Ensimmäiseksi oli selvitettävä, mitä lisenssejä opiskelijoilla olisi Xamkillä käytettävissä. Joihinkin toimeksiantoihin opiskelijoilla ei ollut tarvittavia lisenssejä, ja jotkut toimeksiannot edellyttivät Azuren käyttöoikeuksia, joita meillä ei ollut. Siksi päätimme keskittyä toimeksiantoihin, joihin meillä oli jo valmiiksi riittävät lisenssit. Siinä vaiheessa kun saimme listan opiskelijoille annettavista toimeksiannoista, useimmat opiskelijat eivät enää olleet kampuksella. Tästä syystä toteutimme hanketiimissä kaksi toimeksiantoa nähdäksemme, kuinka toteuttamiskelpoisia ne olivat.

## Toimeksiantojen toteutus

Toteuttamamme toimeksiannot liittyivät Microsoft Power Automateen. Se on pilvipohjainen ohjelmisto, joka mahdollistaa työnkulkujen automatisoinnin eri palveluissa ja sovelluksissa, kuten Microsoft Office 365:ssä, SharePointissa, OneDrivessa, Outlookissa, Teamsissa sekä kolmansien osapuolten sovelluksissa, kuten Twitterissä, Slackissa, Dropboxissa ja muissa.

Yksi tehtävistä oli automatisoida kyselylomakkeeseen liittyvä hyväksymisprosessi. Kyselylomake luotiin Microsoft Form -ohjelmalla, joka on Microsoft 365 -sovelluspakettiin kuuluva web-pohjainen lomakkeiden luontityökalu. Lomakkeessa on neljä kenttää: nimi, sähköpostiosoite, alkamispäivä ja päättymispäivä. Automaatioprosessi käynnistyy aina, kun uusi vastaus lähetetään. Työnkulku laskee alku- ja loppupäivän välisen ajan. Jos tämä aika on alle vuosi, hyväksymispyyntö lähetetään vain yhdelle henkilölle. Jos se on yli vuosi, se lähetetään kahdelle henkilölle. Kun lopullinen päätös on tehty, lomakkeen lähettäneelle henkilölle lähetetään ilmoitussähköposti.



Kuva 1. Power Automate -asiankäsittelyn yleiskuvaus (päivämäärän las-  
kentatehtävä).

Toinen tehtävä oli luoda työnkulku, joka yhdistää Excel-dokumentin SharePoint-luetteloon. SharePoint-luettelo on yksi Microsoft SharePointin komponenteista, ja luettelo on kokoelma tietoja tai kohteita, joilla on monenlaisia muokkausmahdollisuuksia. Excel-asiakirja on ylläpidetty OneDrivessa, ja työnkulku käynnistyy, kun asiakirjaan tehdään päivityksiä. Työnkulun toteutuksessa otetaan Excel-taulukosta numerokenttä ja tallennetaan päivitetty numero ja vastaava aikaleima yhdistettyyn SharePoint-luetteloon.

## Yhteistyö tulevaisuudessa

Yrityksen ehdottamissa toimeksiannoissa oli erilaisia aiheita ja vaikeustasoja, jotka vaihtelivat suhteellisen yksinkertaisista haastavampiin. Tietty toimeksiannot edellyttivät vain vähän tai ei lainkaan ohjelmointiosaamista, koska niissä käytettiin pääasiassa verkkopohjaisia käyttöliittymiä toteutuksessa. Tämän vuoksi jopa opintojensa alkuvaiheessa olevat opiskelijat voisivat osallistua toimeksiantojen toteutukseen. Tarjoamalla erilaisia vaikeustasoja tehtäville ohjelmaan mahtuisi laajempi joukko opiskelijoita, mikä lisäisi osallistumismahdollisuuksia.

Opiskelijoilla on pääsy Microsoft 365:een, Azureen ja useisiin muihin sovelluksiin, ja näitä etuja voitaisiin käyttää tehokkaasti yritysten tehtävien työstämiseen. On kuitenkin tärkeää huomata, että tehtävät, jotka vaativat pääsyä maksullisiin palveluihin tai ohjelmistoihin, joihin opiskelijoilla ei välttämättä ole pääsyä, voisivat aiheuttaa vaikeuksia työskentelyssä. Myös Xamk Virtual Labia voitaisiin käyttää tarpeen mukaan, sillä se on

hyvin kehittynyt, ja sitä voidaan käyttää moniin eri tarkoituksiin, kuten muissa artikkeleissa on tullut esiin.

Tällä hetkellä toimeksiantojen toteutusta kokeiltiin hanketiimin voimin. Kun opiskelijat kuitenkin palaavat kesän jälkeen kampukselle, tehtävät toimitetaan opiskelijoille, jolloin he ovat aktiivisesti mukana. Toivomme, että yritykset ovat erittäin kiinnostuneita osallistumaan tähän yhteistyöhön, joka edistää aktiivista ympäristöä, jossa vuorovaikutus on usein läsnä lähitulevaisuudessa. Eritasoiset, aiheeltaan ja opintoalaltaan erilaiset hanke-ehdotukset lisäävät yhteistyön mahdollisuuksia..

# YHDESSÄ KOHTI ELINVOIMAISTA ETELÄSAVOLAISTA OHJELMISTOKLUSTERIA

Sami Jantunen & Timo Hynninen & Alexander Kerr &  
Janne Niinisaari

Tässä julkaisussa olemme pohtineet keinoja tiivistää eteläsavolaisten ohjelmistoalan yritysten ja Xamkin välistä yhteistyötä. Uskoimme, että tiivistyvän yhteistyön avulla opiskelijat voisivat saada paremmin käytännönläheistä ja ajantasaista kokemusta ohjelmistoalan työkaluista ja toimintatavoista. Käytännönläheisen yhteistyön myötä alueen ohjelmistoyritykset ja opiskelijat pystyisivät myös tutustumaan toisiinsa paremmin, ja tämä saattaisi osaltaan edistää alueelle työllistymistä ja sitä kautta lisätä paikallisen ohjelmistoklusterin elinvoimaisuutta.

Päätimme keskittyä käytännön yhteistyössä etenkin ohjelmistojen laadunvarmistuksen teemoihin, sillä siihen sisältyy laaja kirjo toimenpiteitä ohjelmistokehityksen eri vaiheista, ja ne luovat opiskelijoille täten hyvän yleiskuvan ohjelmistokehityksen menetelmistä. Yritysten on usein helpompi antaa opiskelijoille laadunvarmistukseen liittyviä tehtäviä kuin ohjelmistojen syvällisempää sisäistämistä edellyttäviä koodaustehtäviä.

Erityisesti pohdimme, voisiko Xamkin virtuaalilaboratorio tarjota suotuisat olosuhteet ohjelmistojen laadunvarmistukseen liittyvien käytännönläheisten toimeksiantojen toteutukseen. Usein laadunvarmistukseen liittyvät tehtävät ovat luonteeltaan rutiinomaisia ja täten automatisoitavissa. Automaation rakentaminen on kuitenkin aikaa ja resursseja vievää toimintaa, joka vaatii osaamista ja jonka hyödyt näkyvät vasta viiveellä. Opiskelijat voisivat olla tässä avuksi, ja samalla he pääsisivät työskentelemään ajantasaisten työkalujen parissa ja oppisivat yrityksen toimintatavoista.

Lähtökohdat tiivistyvälle yhteistyölle ja eteläsavolaisen ohjelmistoklusterin kehittämiseksi ovat lupaavat. Eteläsavolaisia ohjelmistoyrityksiä kartoittavan selvitystyömme tulokset kertovat yritysten halusta kehittää osaamistaan moniin laadunvarmistuksen aktiviteetteihin ja työkaluihin

liittyen. Selvitystyömme kertoi myös, että yritykset ovat laajalti kiinnostuneita hyödyntämään opiskelijoita monin eri tavoin sekä palkkaamaan heitä työntekijöiksi. Yhteistyö Xamkin kanssa herätti myös paljon kiinnostusta. Useimmat yritykset olivat kiinnostuneita etenkin tarjoamaan toimeksiantoja ja hyödyntämään tutkimustuloksia sekä tekemään tutkimus- ja kehitysyhteistyötä.

Toimivia yhteistyömuotoja on syytä kehittää yhdessä, ja tätä varten perustamamme ohjelmistokehittäjien kiltatoiminta näyttää tarjoavan hyvät olosuhteet. Järjestämässämme kiltatilaisuuksissa oli hyvin osallistujia, ja saimme tilaisuuksien järjestämisestä hyvää ja kannustavaa palautetta.

Kerroimme tässä julkaisussa myös käytännön kokeiluista, joissa pyrimme toteuttamaan yritysten antamia toimeksiantoja opiskelijoiden voimin virtuaalilaboratoriota hyödyntäen. Virtuaalilaboratorio osoittautui hyvin käyttökelpoiseksi, etenkin penetraatiotestaukseen ja käyttöliittymätestaukseen liittyvissä kokeiluissa. Yksi virtuaalilaboratorion hyödyntämiseen liittyvä haaste koski testattavan kohteen replikoimista virtuaaliympäristöön. Esimerkiksi verkkosovellusten penetraatiotestauksessa olisi ihanteellista saada koko kohdejärjestelmä replikoitua suljettuun virtuaaliympäristöön, jolloin testausta voitaisiin suorittaa täysin huolettomasti kohteelle ilman pelkoa mahdollisista vahingoista tuotannossa olevalle kohteelle. Yritysten käytössä olevat järjestelmät voivat olla hyvinkin laajoja ja monimutkaisia, jolloin täytyy arvioida, kannattaako koko järjestelmää yrittää kopioida virtuaalilaboratorioon vai riittäisikö pienempi osa toimeksiannon toteutukseen.

Suuren järjestelmän replikointi vie aikaa ja resursseja, ja yrityksillä voi olla myös korkea kynnys jakaa tuotteitaan lähdekoodeineen opetuskäyttöön. Tähän voisi hyödyntää virtuaalilaboratorion ominaisuutta, jolla verkon laitteita voidaan piilottaa opiskelijoiden näkymästä, jolloin suora pääsy asiakkaan laitteiden sisältöön olisi vain opetushenkilöstöllä. Lisäksi replikointia voisi helpottaa tiivis oppilaitoksen ja yrityksen välinen yhteistyö prosessin aikana. Yrityksen edustajille voitaisiin antaa pääsy virtuaalilaboratorioon ja tarvittavat laitteet voitaisiin asentaa ja rakentaa ympäristöön yhteistyössä esimerkiksi opetushenkilöstön kanssa. Yritykset voisivat myös tarkastella ja monitoroida opiskelijoiden etenemistä testauksessa. Tämän prosessin tulisi olla erittäin vaivatonta yrityksille, jotta se houkuttelisi yrityksiä tarjoamaan tuotteitaan testattavaksi virtuaalilaboratorioon ja osallistumaan prosessiin. Toimeksiantojen toteutuksen sujuvoittamiseksi olisi hyvä olla olemassa vakiintuneet prosessikuvaukset, sopimus pohjat ja raporttipohjat (liite 2).

Toisaalta virtuaalilaboratorio mahdollistaa testaamisen myös virtuaaliympäristön ulkopuoliseen kohteeseen, mikä on toimiva vaihtoehto, mikäli kohdejärjestelmää ei lähdetä replikoimaan virtuaalilaboratorioon. Tämä puolestaan vaatii toimeksiantajalta resursseja luoda kohde, jota on turvallista testata ja joka kykenee käsittelemään suurta määrää verkkoliikennettä. Mikäli replikointiin liittyvät haasteet saadaan ylitettyä, mahdollistaisi se erinomaisen alustan opiskelijoille suorittaa testausta vapaasti taitojensa puitteissa, ja tulokset antaisivat toimeksiantajalle arvokasta tietoa tuotteensa tietoturvasta. Kun valmis testausympäristö on luotu virtuaalilaboratorioon, opiskelijoiden on todella helppoa avata kopio ympäristöstä omaan käyttöönsä ja aloittaa testaus. Lisäksi koska virtuaalilaboratoriota käytetään selainpohjaisesti, testausta voidaan suorittaa paikasta riippumatta.

Tekemämme kokeilut toivat esille myös seuraavia yhteistyön haasteita, joiden ratkaisemiseen kaikkien osapuolten tulisi sitoutua:

- *Resurssien riittävyys:* Oppilaitoksilla ja yrityksillä voi olla erilaiset resurssit ja tavoitteet. Oppilaitoksilla voi olla rajoitetusti aikaa, taloudellisia resursseja ja opetushenkilökuntaa, kun taas yrityksillä voi olla paineita tuottaa tuloksia ja saavuttaa liiketoiminnallisia tavoitteita. Tasapainon löytäminen näiden resurssien välillä voi olla haasteellista.  
Hankkeessa toteutettu yhteistyö ja yritysten korkea osallistumisaktiivisuus oli kuitenkin positiivista. Esimerkiksi kiltatoiminta vapaa-muotoisena yhteydenpidon muotona voisi jatkossa madaltaa kynnystä yritysten ja ammattikorkeakoulun yhteistyölle.
- *Aikataulus:* Oppilaitosten ja yritysten aikataulut voivat olla erilaiset. Oppilaitoksilla on usein lukuvuosi- tai lukukausipohjainen aikataulu, kun taas yritykset saattavat noudattaa tiukempia liiketoimintasyklejä ja projektipäiviä. Yhteisten aikataulujen löytäminen voi olla vaikeaa ja vaatii joustavuutta molemmilta osapuolilta.  
Opetusyhteistyössä huomattiin kuitenkin, että alueen ohjelmistoyritykset kykenevät sopivan yhteisen projektin osuessa kohdalle osallistumaan hyvinkin nopealla aikataululla. Opinnoista tulisikin jatkossa tunnistaa yrityksiä kiinnostavia aiheita ja avata mahdollisuuksia suorittaa kehitysprojekteja opintojaksojen osana.
- *Tietojen ja osaamisen jakaminen:* Oppilaitosten ja yritysten välillä voi olla eroja tietämyksessä ja osaamisessa. Oppilaitokset pyrkivät tarjoamaan opiskelijoilleen laajan koulutusohjan, kun taas yrityksillä voi olla erityisiä teknologioita, menetelmiä tai käytäntöjä, joita oppilaitoksissa ei opeteta. Yritysten on jaettava riittävästi tietoa ja

osaamista oppilaitosten kanssa, jotta yhteistyö voi olla hyödyllistä ja opiskelijoille arvokasta.

Xamkin ohjelmistoalan koulutus pyrkii mahdollisimman hyvään tasapainoon työelämän vaatimusten kanssa. Siksi opetuksellakin on luontainen kiinnostus yritys yhteistyöhön.

- *Projektien sovittaminen oppimistavoitteisiin:* Yritysten projektit saattavat olla keskittyneitä liiketoiminnallisiin tavoitteisiin ja asiakastarpeisiin, kun taas oppilaitosten tavoitteena on tarjota opiskelijoilleen oppimiskokemuksia ja taitojen kehittämistä. On tärkeää löytää projekteja, jotka vastaavat oppilaitosten opetussuunnitelmia ja oppimistavoitteita, samalla kun ne tarjoavat yrityksille arvoa ja hyötyä. Opetuskokeiluissa havaitsimme, että yrityksen tarjoamat projektit ovat opiskelijoille motivoivia. Myös yritys sai yhteistyöstä arvokasta tietoa tuotteiden jatkokehittämiseksi.
- *Kommunikaatio ja yhteistyön hallinta:* Tehokas kommunikaatio ja yhteistyön hallinta ovat tärkeitä tekijöitä onnistuneessa yritys-oppilaitosyhteistyössä. Eri organisaatioiden välisten kommunikaatio- ja tiedonsiirtokanavien luominen ja ylläpitäminen voi olla haastavaa. Lisäksi tarvitaan selkeät prosessit ja vastuutahot yhteistyön koordinointiin ja ongelmien ratkaisuun. Kiltatoiminnasta saatu palaute kertoo siitä, että matalan kynnyksen yhteistyömalleja on jatkossakin syytä ylläpitää. Kohtaamiset edesauttavat tiedonjakoa sekä parantavat opiskelijoiden mahdollisuuksia tutustua alueen yrityksiin.

Näiden haasteiden voittamiseksi on tärkeää, että oppilaitokset ja yritykset sitoutuvat avoimeen ja jatkuvaan vuoropuheluun, määrittelevät selkeät tavoitteet ja odotukset yhteistyölle sekä kehittävät yhteisiä suunnitelmia ja toimintamalleja.

Tavoitteiden saavuttamiseksi kehitettävää on kaikilla osapuolilla. Xamk voisi TKI-toiminnassaan tiivistää yhteistyösuhteitaan opetuksen kanssa ja tarjota opiskelijoille nykyistä enemmän harjoittelumahdollisuuksia osana TKI-hankkeita. Tällä hetkellä opiskelijat eivät ole juurikaan tietoisia Xamkin TKI-toiminnasta ja siihen liittyvistä harjoittelumahdollisuuksista. Xamkin TKI-hankkeet voisivat myös entistä vahvemmin toimia nuorten ohjelmisto-osaajien jalostuspaikkana kohti työllistymistä alueen ohjelmistoyrityksiin. Xamkin opetuksessa puolestaan voitaisiin miettiä, minkälaisilla toimintatavoilla olisi mahdollista lieventää yritysten ja oppilaitosten erilaisiin aikatauluihin ja tavoitteisiin liittyviä haasteita. Onnistuneeseen yhteistyöhön tarvitaan myös pitkäjänteistä sitoutumista yrityksiltä. Toimeksiantojen toteutukseen liittyvä vuorovaikutus saattoi välillä jäädä yri-

tysten muiden kiireiden jalkoihin. Ratkaisuna tähän haasteeseen saattaisi olla huomion siirtäminen yksittäistä toimeksiantoa pidemmälle. Vaikka-kin yksittäinen toimeksianto saattaa tuottaa yritykselle välitöntä hyötyä, merkityksellisemmät saavutukset ovat luultavasti kauaskantoisempia. Pitkäjänteisellä ja aktiivisella vuorovaikutuskulttuurilla yritysten ja Xamkin välillä voisimme luoda hedelmälliset olosuhteet nuorten ohjelmistoalan osaajien kehittymiselle ja heidän työllistymiselleen Etelä-Savoon. Tähän tarvitaan yhteistä sitoutumista meiltä kaikilta.



# LIITE 1: Etelä-Savon ohjelmistoyritysten kyselylomake

## Etelä-Savon ohjelmistoklusterin yritys selvitys

### Selvityksen tarkoitus on kaksijakoinen:

1. Käydä läpi yrityksen toimintaa vahvuuksien ja kehitysalueiden tunnistamiseksi
2. Kerätä tietoa yritysten ohjelmistotuotannon käytännöistä, osaamisesta ja tarpeista koulutuksen ja tutkimuksen suuntaamista varten

## Yrityksen perustiedot

### 1. Haastattelu

Päivämäärä	
Haastattelupaikka	
Haastattelija(t)	
Haastattelu alkoi	
Haastattelu päättyi	0

### 2. Haastateltavat

Nimi	Titteli	Taustatiedot (tehtävät, kokemus, koulutus)

### 3. Yritys

Nimi	
WWW + muut markkinoinnin kanavat, ite wiki	
Yhtiömuoto	
Päätoimipaikka	
Toimialat	
Nykytoimialalla aloitusvuosi	

### 4. Muut toimipaikat (ei haastateltava toimipiste)

Alue	Lukumäärä	Työntekijöitä
Etelä-Savossa		
Muulla Suomessa		
Ulkomailla		

5. Koko yrityksen henkilöstömäärä

## Toimipaikan perustiedot

### 6. Henkilöstön lukumäärä toimipaikassa

Työntekijäryhmä	Kokopäiväisiä	Osa-aikaisia
Hallinto (tj, sihteerit, ...)		
Myynti ja markkinointi (kaikki)		
Harjoittelijoita yhteensä		
Ohjelmistokehitys, ylläpito ja tuki		
Muu, mikä		
<b>Yhteensä</b>		

### 7. Minkä osuuden seuraavat toiminnot muodostavat toimipaikkanne koko liikevaihdesta?

Toimiala	0%	25%	50%	75%	100%
<b>62010 Ohjelmistojen suunnittelu ja valmistus:</b> Ohjelmiston rakenteen ja sisällön suunnittelu ja/tai ohjelmakoodin kirjoittaminen varusohjelmistoja (ml. päivitykset ja korjaustiedostot), sovelluksia (ml. päivitykset ja korjaustiedostot), tietokantoja, web-sivustoja ja tietokonepelejä varten - olemassa olevan sovelluksen muuntaminen ja konfigurointi tilaustyönä niin, että se toimii tarkoituksenmukaisesti asiakkaan järjestelmäympäristössä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>62020 Atk-laitteisto- ja ohjelmistokonsultointi:</b> Sellaisten tietokonejärjestelmien suunnittelu, joissa yhdistyy laitteisto-, ohjelmisto- ja viestintäteknologia. Palveluun voi sisältyä käyttäjien koulutus.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>62030 Tietojenkäsittelyn ja laitteistojen käyttö- ja hallintapalvelut:</b> Asiakkaiden tiloissa tapahtuva tietokonesysteemien ja tietojenkäsittelylaitteiden hallinta- ja käyttöpalvelut sekä niihin liittyvät tukipalvelut.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Muu, mikä</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Ohjelmistotuotanto

### 8. Miten tuotteidenne/järjestelmienne jalostusaste jakautuu?

Tuotteen/järjestelmän jalostusaste	0%	25	50	75	100%
<i>Aina asiakaskohtaisesti toteutettava tuote/järjestelmä</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Omaan tuoterunkoon perustuva räätälöitävä tuote/järjestelmä</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Kaikissa toimituksissa oleva oma yhdenmukainen ydintuote</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Muu, mikä</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 9. Tärkeimmät päätuotteet

*Kypsyys: 1=Tulossa markkinoille, 2=Kasvamassa, 3=Kypsä, 4=Hiipumassa*

Tuote	Kuvaus	Kypsyys	Ikä

### 10. Miten tuotteidenne ja järjestelmienne eliniät jakautuvat (koko elinkaari)?

Elinikä	0%	25	50	75	100%
<i>0 - 1 vuotta</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>1 - 5 vuotta</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>5 - 10 vuotta</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>yli 10 vuotta</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 11. Miten tuotteidenne ja järjestelmienne kehityspanostukset jakautuvat (yhteensä tähän asti)?

Kehityspanostus	0%	25	50	75	100%
<i>0 - 1 henkilötyövuotta</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>1 - 5 henkilötyövuotta</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>5 - 10 henkilötyövuotta</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>10 - 50 henkilötyövuotta</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>yli 50 henkilötyövuotta</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 12. Kuinka paljon tuotteillanne oli loppukäyttäjiä yhteensä 1.1.2021? (esim. lisessejä, rekisteröityneitä käyttäjiä, käyttäjätunnuksia)

Alue	0	1-9	10-99	100-999	yli 1000
<i>Etelä-Savossa</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Muulla Suomessa</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Ulkomailla</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Yhteensä noin</i>					
<i>Maksavia asiakkaita yhteensä noin</i>					

### 13. Mistä yrityksenne tulorahoitus muodostuu?

Tulorahoituksen lähde	0%	25	50	75	100%
<i>Työmäärä-, kustannus- hinnoittelusta</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Lisensioinnista ja tekijänoikeusmaksusta</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Asiakasarvoperusteinen hinnoittelu</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Mainostulojen hankinnasta</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Muu, mikä</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Ohjelmistoprojektit

### 14. Miten projektienne työntekijämäärät jakautuvat?

Projektien työntekijämäärä	0%	25	50	75	100%
1 - 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 - 10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
yli 10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 15. Miten projektienne lukumäärät jakautuvat vuositasolla?

Projektien lukumäärä	0%	25	50	75	100%
1 - 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 - 6	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7 - 12	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
yli 12	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 16. Miten projektienne kestot jakautuvat?

Projektin kesto	0%	25	50	75	100%
0 - 2 kuukautta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 - 6 kuukautta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6 - 12 kuukautta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12 - 24 kuukautta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
yli 24 kuukautta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 17. Miten projektienne työmäärät jakautuvat?

Projektien työmäärä	0%	25	50	75	100%
0 - 1 henkilötyökuukautta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 - 4 henkilötyökuukautta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 - 12 henkilötyökuukautta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 - 5 henkilötyövuotta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
yli 5 henkilötyövuotta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 18. Arvio toimipaikan onnistumisesta projektien läpiviennissä

Skaala: -2=merkittävästi suunnitelmia huonommin, -1=suunnitelmia huonommin, 0=suunnitelmien mukaisesti, +1=suunnitelmia paremmin, +2=merkittävästi suunnitelmia paremmin

Projektin onnistuminen	-2	-1	0	+1	+2
Projektit ovat toteutuneet budjetin mukaisesti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projektit ovat toteutuneet aikataulujen mukaisesti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projektien tuotokset ovat vastanneet odotuksia toiminnallisuuden suhteen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projektien tuotokset ovat vastanneet odotuksia laadun suhteen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Ohjelmistotuotannon toimintatavat

19. Miten arvioitte seuraavien toiminnan joustavuutta ja toisaalta suunnitelmallisuutta kuvaavien tekijöiden arvostuksen toimipaikassa nyt ja mikä olisi mielestänne ideaalitilanne (1-pieni merkitys, 5-suuri merkitys)

Arvostus	Nyt					Ideaali				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Toimiva ohjelmisto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Täydellinen dokumentaatio (tuote- ja projektidokumentit)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yhteistyö asiakkaan kanssa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sopimusneuvottelut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muutoksiin reagointi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suunnitelmien seuranta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yksilöt ja vuorovaikutus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Toimintatavat ja työkalut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ohjelmiston vaiheittainen kehitys	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ohjelmiston kehittäminen valmiiksi yhdellä kerralla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Hyödynnättekö avointa lähdekoodia toiminnassanne?

- Emme hyödynnä  
 Tutkimme avoimen lähdekoodin hyödyntämismahdollisuuksia toiminnassamme  
 Hyödynnämme avointa lähdekoodia sisäisessä toiminnassamme  
 Hyödynnämme avointa lähdekoodia kaupallisessa toiminnassamme  
 Kaupallinen toimintamme perustuu avoimeen lähdekoodiin  
 Julkaisemme avointa lähdekoodia  
 Osallistumme avoimen lähdekoodin ekosysteemeihin

21. Noudatatteko ohjelmistokehityksessä systemaattista menetelmää tai prosessia?

- Emme  
 Jossain määrin, mitä/minkälaista  
 Noudatamme, mitä


22. Miten hyvin seuraavat väittämät sopivat toimintaanne?

Skaala: 1-ei koskaan/missään määrin, ... 5-aina/jatkuvasti

Väittämä	1	2	3	4	5
Pyrimme toteuttamaan uusia ominaisuuksia suunnitelmallisesti speksien mukaisesti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kehitämme uusia ominaisuuksia aikarajatuissa sprinteissä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tärkeimmät kehityskohteet tunnustetaan, kehitetään ja julkaistaan jatkuvana virtana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Luomme asiakkaan tarpeista hypoteeseja ja arvioimme niiden paikkansa pitävyyttä kehittämällä uusia ominaisuuksia ja mittaamalla niiden vaikutuksia asiakasympäristössä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**23. Millä edellytyksillä ohjelmistopäivityksen voi julkaista?**

- Kehittäjä päivittää suoraan
- Systemitestauksen jälkeen
- Hyväksymistestauksen jälkeen
- Asiakkaan hyväksymistestauksen jälkeen
- Muu, mikä?

**24. Miten ohjelmistokehityksenne on organisoitu?**

- Tiimit muodostuvat kompetenssien perusteella (ohjelmistokehitys, laadunvarmistus, julkaisu)
- Tiimiytyminen tuoteominaisuuksien pikemminkin kuin komponenttien perusteella
- Kehitys- ja laadunvarmistushenkilöt ovat samoissa tiimeissä
- Kehitys-, laadunvarmistus, sekä ohjelmiston julkaisuhenkilöstöt ovat samoissa tiimeissä
- Tiimit ovat kattavasti poikkitaidollisia (tuotteenhallinta, kehitys, laadunvarmistus, julkaisu)

**Ohjelmistotuotannon laadunvarmistus****25. Miten ohjelmistopäivitysten julkaisu tapahtuu yrityksessänne?**

*Mitä työkalua käytätte julkaisuputken vaiheiden orkestrointiin?*

**26. Mitä laadunvarmistuksen aktiviteetteja ja siihen liittyviä työkaluja käytätte?**

Skaala: 0=ei suoriteta, 1=satunnaisesti, ..., 4=pitkälle prosessoitu. A=automatoitu

Aktiviteetti	Kypsyystaso					Työkalu(t)	
	0	1	2	3	4		A
Vaatimusten hallinta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Lähdekoodin ja versioiden hallinta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Koodin katselointi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Testauksen suunnittelu ja hallinta (esim. testitapausten hallinta)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Toiminnallisuuden testaus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Yksikkötestaus (yksittäisten luokkien tai komponenttien testaus)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Integraatiotestaus (erillisten ohjelmistomoduulien testaus yhtenä kokonaisuutena)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Ohjelmiston toimitus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Testiympäristön hallinta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Hyväksymisestä (vastaako järjestelmä vaatimuksia)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Regressiotestaus (toimiiko ohjelmisto edelleen muutosten jäljiltä)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Suorituskyky, kuormitus ja vakaustestaus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Rasituskoet (miten järjestelmä selviää poikkeuksellisesta kuormasta)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Skaalautuvuustestaus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Yhteentoimivuustestaus (testaus eri ohjelmisto ja laitekoko-panoilla)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Tietoturvatestaus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Luotettavuustestaus (toimiiko ohjelmisto virheettää halutun ajanjakson)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Laadunvarmistuksen raportointi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Kehitystehtävien hallinta ja seuranta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Poikkeamien hallinta (bugit, ym.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Koodin kattavuuden tarkistus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Testausdatan hallinta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Ohjelmiston toiminnan jatkuva monitorointi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
Muu, mikä							

**27. Mitä yllä kuvatuista testaustyypeistä haluaisitte kehittää organisaatiossanne? Miksi?**

## Toiminta, toimintaympäristö ja tulevaisuus

### Toiminta ja sen kehittäminen

28. Miten hyvin seuraavat väittämät sopivat toimintaanne?

Skaala: 1-ei koskaan/missään määrin, ... 5-aina/jatkuvasti

Väittämä	1	2	3	4	5
Seuraamme ohjelmistoalan kehitystä ja pyrimme kehittämään omaa toimintaamme vastaavasti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Toimintaa kehitetään erillisissä projekteissa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Toimintaa kehitetään tuotannollisten tehtävien ohessa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Toiminnankehitystehtävät ovat yhtä tärkeitä kuin tuotannolliset tehtävät	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

29. Mitkä ovat tärkeimmät syyt toiminnankehitykseen *panostamiseksi* organisaatiossanne?

30. Mitkä ovat tärkeimmät syyt *olla panostamatta* toiminnankehitykseen organisaatiossanne?

31. Nimeä mielestäsi tärkeimmät tekijät toiminnankehityshankkeiden onnistumisen takaamiseksi organisaatiossanne (nimeä 3 tärkeysjärjestyksessä)

1.	<input type="text"/>
2.	<input type="text"/>
3.	<input type="text"/>



## Tulevaisuuden näkymät

### 32. Miten hyvin seuraavat väittämät kuvaavat toimintaanne?

Skaala: -2 ei missään määrin... +2 pitää täysin paikkansa

Väittämä	-2	-1	0	1	2
Tavoitteenamme on toimipaikan fyysisen koon kasvu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uskomme liikevaihtomme kasvavan vuonna 2022	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uskomme kannattavuutemme paranevan vuonna 2022	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uskomme henkilöstömäärämme kasvavan vuonna 2022	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 33. Seuraavan kahden vuoden aikana aiomme

Skaala: 1-emme aio ...5-keskeinen tavoitteemme on

Aikomus	1	2	3	4	5
Tuoda markkinoille nykyisten tuotteiden/palveluiden uusia muunnelmia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tuoda markkinoille uusia tuotteita/palveluita	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Laajentua uusille asiakasryhmille	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Laajentua uusille markkina-alueille	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muuttaa toimialapainotuksiamme	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jatkaa toimintaamme nyky muodossa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Koulutus- ja tutkimuslaitosyhteistyö

### 34. Minkälaisia kokemuksia teillä on Xamkin opiskelijoista tai Xamkista valmistuneista?

Mitä osaamista uudet Xamkin opiskelijat ovat tuoneet?

### 35. Mihin asioihin toivoisit kiinnitettävän huomiota koulutuksessa?

Mitä osaamista on puuttunut valmistuneilta Xamkin opiskelijoilta?

**36. Mitä seuraavista taidoista etenkin toivotte uusilta työntekijöiltä?**

Skaala: 1-ei tärkeää...5-erittäin tärkeä

Opiskelijoiden hyödyntäminen	1	2	3	4	5
Ohjelmointiosaamista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Arkkitehtuuriosaaminen ja olioperusteinen suunnittelu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ohjelmistotuotannon menetelmäosaamista (esim. ketterät menetelmät)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Laadunhallinnan osaamista (toimintatavat ja työkalut)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ongelmanratkaisukykyä ja loogista päättelyä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ryhmätyötaitoja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muu, mikä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**37. Miten kiinnostavina koette seuraavat tavat hyödyntää opiskelijoita ohjelmisto- ja/tai toiminnankehityksessänne?**

Skaala: 1-ei kiinnosta...5-erittäin kiinnostava tapa

Opiskelijoiden hyödyntäminen	1	2	3	4	5
Harjoitustöiden yhteydessä (ei korvausta)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Työharjoittelun yhteydessä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lopputöiden yhteydessä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Palkkaaminen työntekijöiksi osa-aikaisesti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Palkkaaminen työntekijöiksi täysipäiväisesti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alihankkijoina oppilaitosten yksiköiden/projektien tms. kautta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muu, mikä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**38. Miten kiinnostavina koette seuraavat tavat hyödyntää koulutus- ja oppilaitosten henkilökuntaa ohjelmisto- ja/tai toiminnankehityksessänne?**

Skaala: 1-ei kiinnosta...5-erittäin kiinnostava tapa

Henkilökunnan hyödyntäminen	1	2	3	4	5
Henkilöstön koulutuksessa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ohjelmistokehityksen tukena (esim. ideointi, katselmointi, arviointi, ongelmienratkaisu)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Toiminnankehityshankkeiden tukena (esim. ideointi, suunnittelu, ohjaus)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Menetelmien soveltamisessa yrityksen tarpeisiin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Menetelmien ja työkalujen käyttöönoton tukena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muu, mikä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 39. Miten kiinnostavina koette seuraavat koulutus- ja tutkimusyhteistyömuodot?

Skaala: 1-ei kiinnosta...5- erittäin kiinnostava muoto

Koulutus- ja tutkimusyhteistyömuoto	1	2	3	4	5
Olemme kiinnostuneita osallistumaan koulutuksen tuottamiseen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olemme kiinnostuneita antamaan tutkimusideoita ja -toimeksiantoja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olemme kiinnostuneita hyödyntämään selvitys/ kehitystuloksia toiminnassamme	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olemme kiinnostuneita osallistumaan ohjelmistokehitykseen liittyviin yhteishankkeisiin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muu, mikä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 40. Mitä esteitä oppilaitosyhteistyölle on?

### Xamk yhteistyön jatko

- Olemme kiinnostuneita kuulemaan ja osallistumaan jatkotoimenpiteisiin
- Haluamme yhteenvetoon tutkimuksen tuloksista

## Yhteystiedot

Nimi	Rooli/Tehtävä	Yhteystiedot (puh., sähköposti)

### Kommentteja haastatteluun liittyen ja ajatuksia siitä, mitä pitäisi yhteistyöllä jatkossa saavuttaa

Haastattelu päättyi

## Liite 2: Penetraatiotestausraporttipohja

### Penetraatiotestausraportti [ASIAKAS]

xx.xx.2023  
XAMK



Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu

**SISÄLLYS**

1	DOKUMENTIN TIEDOT .....	3
1.1	Asiakkaan tietosuoja .....	3
1.2	Dokumentin versiohistoria .....	3
1.3	Yhteystiedot .....	3
2	TIIVISTELMÄ .....	3
2.1	Lähestymistapa ja metodologia .....	3
2.2	Kohteen rajaus .....	4
2.3	Arvioinnin yleiskatsaus ja suositukset .....	4
3	TULOSTEN TIIVISTELMÄ .....	4
4	PENETRAATIOTESTAUKSEN LÄPIKÄYNTI .....	4
4.1	Askeleet .....	4
4.2	Yksityskohtaiset kuvaukset vaiheittain .....	4
5	KORJausehdotukset .....	4
5.1	Lyhyt aikaväli .....	5
5.2	Keskipitkä aikaväli .....	5
5.3	Pitkä aikaväli .....	5
6	LÖYTÖJEN TEKNISET TIEDOT .....	5

**LIITTEET**

Liite 1 – Löytöjen vakavuudet

## 1 DOKUMENTIN TIEDOT

### 1.1 Asiakkaan tietosuojaja

### 1.2 Dokumentin versiohistoria

Versio No.	Julkaisu pvm	Julkaisija	Muutoksen kuvaus
0.1	27.02.2023	Janne Niinisaari	Pohja sisäiseen tarkasteluun.
0.2	03.03.2023	Janne Niinisaari	Päivitetty pohja.
1.0	07.07.2023	Janne Niinisaari	Lopullinen versio.

### 1.3 Yhteystiedot

Asiakkaan yhteystiedot		
Ensisijainen yhteys	Nimike	Sähköposti
Vaihtoehtoinen yhteys	Nimike	Sähköposti

Testaajan yhteystiedot		
Ensisijainen yhteys	Nimike	Sähköposti
Vaihtoehtoinen yhteys	Nimike	Sähköposti

## 2 TIIVISTELMÄ

### 2.1 Lähestymistapa ja metodologia

## 2.2 Kohteen rajaus

Taulukko 1. Testauksen kohteet

Sovellus/URL/IP	Kuvaus

## 2.3 Arvioinnin yleiskatsaus ja suositukset

## 3 TULOSTEN TIIVISTELMÄ

Taulukko 2. Löytöjen vakavuudet

Kriittinen	Korkea	Keskisuuri	Matala	Info	Yhteensä
0	0	0	0	0	0

Taulukko 3. Löytöjen listaus

Löytö #	Vakavuus	Löydön nimi

## 4 PENETRAATIOTESTAUKSEN LÄPIKÄYNTI

### 4.1 Askeleet

### 4.2 Yksityskohtaiset kuvaukset vaiheittain

## 5 KORJAUSEHDOTUKSET

### LIITE 1 – Löytöjen vakavuudet

Jokaiseen löytöön on liitetty vakavuusaste luokituksella kriittinen, korkea, keskisuuri, matala tai informatiivinen. Luokitus pohjautuu arviointiin prioriteetistä, jolla jokaista löydöstä tulisi tarkastella, sekä mahdolliseen löydöksen aiheuttamaan vaikutukseen asiakkaan datan luottamuksellisuuteen, eheyteen ja saatavuuteen.

Riskin luokitus	CVSS v4.0 Pisteytys	Kuvaus
<b>Kriittinen</b>	9.0 – 10	Löydetty haavoittuvuus vaatii ratkaisua niin pian kuin mahdollista.
<b>Korkea</b>	7.0 – 8.9	Löydetty haavoittuvuus vaatii ratkaisua lyhyellä aikavälillä.
<b>Keskisuuri</b>	4.0 – 6.9	Löydetty haavoittuvuus tulisi ratkaista käynnissä olevan huolto-prosessin aikana.
<b>Matala</b>	1.0 – 3.9	Löydetty haavoittuvuus tulisi ottaa huomioon osana rutiininomaisia huoltotoimenpiteitä.
<b>Info</b>	0 – 0.9	Löydetty havainto tulisi ottaa huomioon yhteneväisyytenä vallitsevaan parhaaseen käytäntöön.







XAMK  
KEHITTÄÄ