

Aalto-yliopisto
Perustieteiden korkeakoulu
Tieto-, tietoliikenne- ja informaatiotekniikan maisteriohjelma

Laura Sirola

Älytekstiilien vaatimukset yhteisöllisen alustan rajapinnoissa

Diplomityö
Espoo, 27. toukokuuta 2019

Valvoja: Professori Petri Vuorimaa
Ohjaaja: Diplomi-insinööri Miika Laaksonen

Tekijä:	Laura Sirola		
Työn nimi:	Älytekstiilien vaatimukset yhteisöllisen alustan rajapinnoissa		
Päiväys:	27. toukokuuta 2019	Sivumäärä:	vii + 57
Pääaine:	Tietotekniikka	Koodi:	SCI3042
Valvoja:	Professori Petri Vuorimaa		
Ohjaaja:	Diplomi-insinööri Miika Laaksonen		
<p>Älytekstiilit ovat tekstiilejä, jotka kykenevät jollain tavalla havainnoimaan ympäristöään ja reagoimaan siihen. Kyseessä voi olla yksinkertainen passiivinen ominaisuus kuten värin vaihtaminen lämpötilan mukaan tai monimutkainen järjestelmä, jossa älypuhelinta kontrolloidaan takinhihaa koskettamalla. Tavat lisätä älyominaisuuksia kankaaseen ovat viime vuosikymmenien aikana kehittyneet suoraan kankaaseen kiinnitettävistä laitteista hienovaraiseen, kuitutasolla tapahtuvaan integraatioon, jossa pystytään säilyttämään kankaan joustavuus ja kestävyys.</p> <p>Älytekstiiliteollisuus on kasvava taloudenala, ja sen toimijoita pyrkii tuomaan yhteen Happy Textiles -yhteisöalusta. Happy Textiles on esimerkki alustataloudesta, liiketoimintamallista, jossa alusta tuo yhteen jonkin tietyn tuotteen tai palvelun tarjoajat ja tarvitsijat. Sillä ei siis ole omaa myytävää tuotetta, vaan sen arvo muodostuu sen käyttäjien tuottamasta sisällöstä ja heidän interaktioistaan. Happy Textiles -alusta rakennettiin hyödyntämällä Haulbag-toiminnanohjausjärjestelmää ja sen rajapintoja. Tarkoitus oli selvittää, millaisia vaatimuksia ja tarpeita älytekstiilialan yhteisöalustalla on ja miten se voidaan toteuttaa rajapintojen avulla.</p> <p>Diplomityö osoittaa, että yhteisöalustan tarpeet kuvautuvat rajapintatarpeiksi, jotka on mahdollista toteuttaa Haulbagin olemassaolevilla rajapinnoilla tai niitä laajentamalla. Alustan siirryttyä Haulbagin verkkokaupasta WordPressiin myös ulkoiset rajapintaintegraatiot nousivat työssä merkittävään osaan. Rajapintojen avulla alustan tiedot pystytään synkronoimaan Haulbagin ja WordPressin välillä ja näin voidaan hyödyntää molempien palvelujen parhaita puolia. Tulevaisuudessa alustan toimintaa voidaan laajentaa entisestään rajapintoja kehittämällä ja uusilla integraatioilla.</p>			
Asiasanat:	älytekstiilit, alustatalous, yhteisöalusta, ohjelmointirajapinnat, integraatiot		
Kieli:	Suomi		

Author:	Laura Sirola		
Title:	Demands of Smart Textiles in Community Platform Interfaces		
Date:	May 27, 2019	Pages:	vii + 57
Major:	Computer Science	Code:	SCI3042
Supervisor:	Professor Petri Vuorimaa		
Advisor:	Miika Laaksonen M.Sc. (Tech.)		
<p>Smart textiles are textiles that are able to observe their surroundings and react to them in some way. It can be a simple passive feature such as changing colour according to the temperature or a complex system to control a smartphone by touching your jacket sleeve. The ways to add smart features to fabrics have evolved during the last few decades from devices attached straight to the fabric to subtle integrations on fiber level that retain the flexibility and durability of the fabric.</p> <p>Smart textile industry is a growing business field, actors of which are brought together by the Happy Textiles community platform. Happy Textiles is an example of platform economy, a business model where a platform brings together entities providing or needing a specific product or service. It doesn't have a product of its own, but its value comes from user-created content and user interactions instead. Happy Textiles platform was built using the Haulbag enterprise resource management system and its APIs. The aim was to find out what kind of demands and needs a smart textiles community platform has and how they can be fulfilled with APIs.</p> <p>The master's thesis proves that the needs of the community platform can be presented as interface requirements that can be fulfilled either with existing Haulbag interfaces or by expanding them. After the platform was transferred from a Haulbag webshop to WordPress, external API integrations also became a relevant part of the thesis. Through APIs the information on the platform can be synchronized between Haulbag and WordPress and the platform can benefit from both services. In the future the platform functionality can be extended further by developing the APIs and adding new integrations.</p>			
Keywords:	smart textiles, platform economy, community platform, application programming interfaces, integrations		
Language:	Finnish		

Alkusanat

Monen vuoden opiskelu-urakka on viimein tullut päätökseensä – juuri ennen opintoajan loppua, mutta parempi myöhään kuin ei milloinkaan. Kiitos professori Petri Vuorimaalle työn valvomisesta ja siitä, että sain työn ylipäättään aloitettua, ja työn ohjaaja Miika Laaksoselle palautteesta, joka auttoi sitomaan toteuttamani ominaisuudet yhteen konkreettisiksi tutkimustuloksiksi.

Kiitos Spiderhouse Oy:n väelle mielenkiintoisesta tutkimuskohteesta. Oli hienoa päästä seuraamaan uuden alustan alkuvaiheita ja kehitystä toimivaksi palveluksi ja toivon, että tästä työstä on tulevaisuudessa apua järjestelmän toiminnan ymmärtämisessä.

Lisäksi kiitos kuuluu tietenkin myös avopuolisolleni Samille tuesta, kannustuksesta ja ruuanlaitosta.

Espoo, 27. toukokuuta 2019

Laura Sirola

Termistöä

Aineettoman omaisuuden oikeudet	Intellectual Property Rights
Alustatalous	Platform economy
Faasimuutosmateriaali	Phase change material
Hallintayhtiö	Holding company
Integroitu alusta	Integrated platform
Jakamistalous	Sharing economy
Kehittäjäalusta	Innovation platform
Ohjelmointirajapinta	Application programming interface
Palvelinpuoli	Back-end
Palvelukeskeinen arkkitehtuuri	Service Oriented Architecture
Selainpuoli	Front-end
Sisäinen alusta	Internal platform
Sovelma	Applet
Tuotantoketjunalusta	Supply-chain platform
Tuotealusta	Product platform
Ulkoinen alusta	External platform
Verkostovaikutus	Network effect
Välittäjäalusta	Multi-sided platform
Älytekstiilit	Smart textiles

Sisältö

1	Johdanto	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Tutkimuskysymykset ja työn laajuus	2
1.3	Työn rakenne	3
2	Älytekstiilit	4
2.1	Määritelmä	4
2.2	Historia	6
2.3	Käyttökohteet	8
2.3.1	Lääketiede	8
2.3.2	Urheilu	9
2.3.3	Turvallisuus	10
2.3.4	Kodinelektroniikka	10
2.3.5	Muoti, taide ja viihde	11
2.4	Edut	12
2.5	Haasteet	13
3	Alustatalous	15
3.1	Määritelmä	15
3.2	Alustatyypit	17
3.2.1	Välittäjäalustat	17
3.2.2	Kehittämisalustat	18
3.2.3	Integroidut alustat	18
3.2.4	Sijoitusalustat	19
3.3	Hinnoittelumallit	19
3.4	Kehitys ja vaikutukset	21
4	Rajapinnat	22
4.1	Ohjelmointirajapinnat	22
4.2	Kehitys	23
4.3	REST API	24

4.4	API Ensin	26
4.4.1	Esimerkki: Amazonin menestystarina	27
5	Tutkimuskohteet	28
5.1	Haulbag	28
5.2	Happy Textiles	29
6	Toteutus	30
6.1	Alustan vaatimukset	30
6.1.1	Tuotteet	30
6.1.2	Tapahtumat	31
6.1.3	Jäsenet	31
6.1.4	Maksutavat	32
6.1.5	Muut palvelut	32
6.2	Vaihe 1: Haulbagin verkkokauppa	32
6.2.1	Tapahtumat ja tapahtumaliput	32
6.2.2	Toimittajat	33
6.2.3	Payment Highway	35
6.3	Vaihe 2: WordPress ja WooCommerce	36
6.3.1	Tuotteet	36
6.3.2	Tilaukset	40
6.3.3	Käyttäjät	42
6.3.4	Jäsenyydet	43
6.3.5	BuddyPress	44
6.3.6	Mailchimp	45
7	Analyysi	46
7.1	Yhteenveto	46
7.2	Happy Textilesin tulevaisuudensuunnitelmat	48
7.3	Jatkotutkimuksia	48

Luku 1

Johdanto

1.1 Työn tausta

Elektroniikkaa ja tekstiilejä on yhdistelty 1800-luvun lopulta lähtien, ja viime vuosikymmenten aikana teknologian kehitys on mahdollistanut uudenlaisia tapoja yhdistää erilaisia sensoreita ja lisäfunktioita kankaaseen. On alettu puhua älytekstiileistä, sillä ne kykenevät jollakin tavalla havainnoimaan ympäristöään ja reagoimaan siihen. Kyseessä saattaa olla yksinkertainen muutos kuten värin vaihtaminen lämpötilan mukaan tai monimutkainen sensorijärjestelmä, joka huomaamattomasti tarkkailee kantajansa elintoimintoja ja lähettää keräämänsä datan terveydenhuoltoyksikköön. Käyn diplomityössä läpi älytekstiilien historiallista kehityskulkua, esittelen projekteja useilta eri teollisuudenaloilta ja selvitän alan nykytilannetta.

Diplomityö käsittelee läheisesti myös uutta kasvussa olevaa talouden alaa, alustataloutta. Tässä mallissa jokin yritys tarjoaa alustan, esimerkiksi verkkosivun, jonka avulla muut yritykset tai yksityishenkilöt luovat sille jonkinlaista lisäarvoa. Alustat voidaan jakaa karkeasti välittäjäalustoihin, joiden tarkoitus on yhdistää palvelun tarjoajat ja käyttäjät toisiinsa, ja kehittämisalustoihin, joilla yritykset kehittävät tuotteita ja palveluita yhteistyössä muiden yritysten kanssa. Integroidut alustat taas sisältävät piirteitä näistä molemmista. Keskeistä alustataloudessa on, että juuri sen käyttäjät tuovat alustalle lisäarvoa, ja käyttäjän asema voi vaihdella ostajan ja myyjän välillä tai jopa olla molempia samanaikaisesti.

Kolmantena keskeisenä osa-alueena työssä käsitellään rajapintoja. Määritelmänä rajapinta tarkoittaa mitä tahansa liitäntää, jonka kautta jokin järjestelmä on yhteydessä ulkomaailmaan. Yleensä tällä tarkoitetaan ohjelmointirajapintoja (application programming interface, API), joiden kautta ohjelmat voivat kommunikoida keskenään. Rajapinnat voivat olla myös fyysisiä,

kuten innovaatiokeskuksia ja muita pysyviä työtiloja, tai erilaisia tapahtumia kuten esimerkiksi hackathonit. Diplomityössä käsittelen lähinnä juurikin ohjelmointirajapintoja, erityisesti niitä joilla luotava järjestelmä kommunikoi tietokannan kanssa, tai joilla järjestelmä hakee tietoa toisesta järjestelmästä tai siirtää sitä toiseen järjestelmään.

1.2 Tutkimuskysymykset ja työn laajuus

Diplomityön tutkimusaineistona on Spiderhouse Oy:lle kehitettävä Happy Textiles -yhteisöalusta, joka erikoistuu älytekstiileihin, tekstiiliteknologioihin ja uusiin materiaaleihin. Happy Textiles tuo yhteen Suomen älytekstiilialan toimijoita, auttaa heitä kehittämään ja kaupallistamaan uusia tuotteita ja palveluita sekä toimii samalla alan digitaalisena markkinapaikkana. Alustan rakentamisessa hyödynnetään Polea Oy:n Haulbag-toiminnanohjausjärjestelmää, joka jo nyt mahdollistaa muun muassa tilausten ja laskutuksen hallinnan sekä verkkokauppatoiminnan. Haulbagin verkkokauppoja on jo aiemmin voinut käyttää täysin rajapintojen kautta, mutta yhteisöalusta on käyttökohteena ensimmäinen laatuaan.

Tarkkaan ottaen työssä perehdytään seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Miten yhteisön tarpeet voidaan toteuttaa pilvipalveluna tarjottavilla rajapinnoilla?
- Millaisia vaatimuksia älytekstiiliala ja yhteisöalusta asettavat olemassaolevalle järjestelmälle?

Diplomityön käytännön osuus koostuu alustan ja Haulbagin rajapintojen kehitystyöstä. Happy Textiles -yhteisölle luodaan Haulbagiin oma tietokantansa, ja sen tuotteita, tilauksia ja asiakkaita hallinnoidaan Haulbagin kautta. Rajapintakutsujen kautta tietoja synkronoidaan Haulbagin ja yhteisön julkisen verkkosivuston välillä, jolloin molemmista löytyy sama, ajantasainen tieto. Toiminnan sujuvuuden takaamiseksi osa synkronoinneista myös automatisoidaan suoritettavaksi säännöllisin väliajoin.

Yhteisölle rakennettava verkkosivu sisältää sekä julkisen puolen tiedotusta varten että vain jäsenille rajoitettuja lisäominaisuuksia. Julkisella puolella esitellään yhteisöä ja sen tarjoamia palveluja sekä julkaistaan uutisia ja blogikirjoituksia, ja jäsenet saavat lisäksi pääsyn yhteisön verkkokauppaan, tapahtumiin ja muihin palveluihin. Diplomityö keskittyy alustan tietokantasisältöön ja tiedon synkronointiin Happy Textiles -verkkosivuston ja Haulbagin välillä, eli esimerkiksi sivun ulkoasun ja tekstisisällön kehitys eivät kuulu työn laajuuteen.

1.3 Työn rakenne

Diplomityö jakautuu kolmeen osioon. Ensin suoritetaan kirjallisuuskatsaus käsiteltävistä aiheista ja perehdytään älytekstiilien, alustatalouden ja rajapintojen historiaan ja nykyhetkeen. Käytännön osuudessa kuvataan yhteisöalustan rakentamista, tarvittavia uusia ominaisuuksia ja erilaisia alustan vaatimia integraatioita. Lopuksi tarkastellaan, miten yhteisön tarpeiden toteuttamisessa onnistuttiin ja millaisia muutoksia rajapintoihin tehtiin.

Luku 2

Älytekstiilit

2.1 Määritelmä

Vaatteet ja muut tekstiilit ovat mukana elämässämme jatkuvasti, ja niinpä on loogista, että teknologian kehittyessä myös niihin on alettu integroida monenlaista älykästä toiminnallisuutta. Pohjimmiltaan kyseessä ei kuitenkaan ole mikään uusi ala, vaan erilaista puettavaa teknologiaa voidaan sanoa olleen olemassa jo siitä lähtien, kun ensimmäiset silmälasit keksittiin 1200-luvulla. Tekninen kehitys on kuitenkin mahdollistanut uusien ominaisuuksien integroimisen hyvin matalalla tasolla, aina langoissa ja kuiduissa asti, ja viime vuosikymmeninä älytekstiiliala onkin kasvanut jatkuvasti.

Älytekstiilit ovat mitä tahansa tekstiilejä, jotka pystyvät havaitsemaan ympäristössään ärsykeitä, reagoimaan niihin ja sopeutumaan niihin tekstiiliin integroitujen toiminnallisuuksien avulla. Ärsykkeet ja niiden synnyttämät reaktiot voivat olla monenlaisia, esimerkiksi sähköisiä, kemiallisia tai magneettisia. Vaikka älytekstiileihin usein liittyy ajatus elektroniikan ja tekstiilien yhdistämisestä, niiden ei siis välttämättä tarvitse sisältää lainkaan elektroniikkaa: esimerkiksi muistimetalleja on hyödynnetty helposti silitettävien paitojen valmistuksessa, ja tällainen lämmön vaikutuksesta muotoaan muuttava vaate täyttää älytekstiilin määritelmän. [90]

Älytekstiilit risteävät paljon puettavan teknologian kanssa, ja usein älytekstiilejä ja puettavaa teknologiaa voidaan käyttää hyvin samanlaisiin tarkoituksiin kuten ruumiintoimintojen mittaamiseen. Puettavaan teknologiaan kuitenkin kuuluvat myös kaikenlaiset rannetietokoneet ja muut puettavat teknologiset sovellukset, jotka eivät sisällä tekstiilejä, ja toisaalta taas älykkäitä ominaisuuksia on mahdollista sisällyttää myös esimerkiksi kodin-tekstiileihin. Kaikki puettava teknologia ei siis ole älytekstiilejä, eivätkä kaikki älytekstiilit puettavaa teknologiaa.

Samaan kategoriaan älytekstiilien kanssa niputetaan usein myös tekniset tekstiilit, mutta näillä kahdella on merkittävä ero. Teknisiin tekstiileihin lasketaan kaikki tekstiilit, joiden ominaisuuksia on keinotekoisesti parannettu tehden niistä esimerkiksi kestävämpiä tai jollain tavalla suojaavampia, ja niitä hyödynnetään laajalti esimerkiksi urheilun ja lääketieteen aloilla. Teknisiin tekstiileihin lisättyjä ominaisuuksia voivat olla esimerkiksi vedenkestävyys, ultraviolettisuoja, antistaattisuus tai antibakteerisuus. [58] Teknisten tekstiilien ominaisuudet ovat kuitenkin aina staattisia, eli niistä valmistetut tuotteet eivät havaitse tai reagoi samalla tavalla kuin älytekstiili-tuotteet.

Älytekstiilit voidaan jakaa passiivisiin, reaktiivisiin ja hyvin älykkäisiin tekstiileihin. Passiiviset älytekstiilit ovat yksinkertaisin ryhmä, jossa tekstiili sisältää ainoastaan sensoreita tai monitoreja. Passiivinen älytekstiili siis vain havainnoi ympäristöään reagoimatta muutoksiin mitenkään. Tällainen tuote saattaa esimerkiksi tarkkailla liikettä tai lämpötilan muutoksia ja lähettää tiedon eteenpäin jonkin muualle. Käyttäjä ei myöskään voi kontrolloida passiivisia älytekstiilejä, vaan ne suorittavat tasaisesti samaa toimintoa olosuhteista riippumatta. [39]

Reaktiivisia älytekstiilejä kutsutaan myös interaktiivisiksi älytekstiileiksi, koska käyttäjän on mahdollista hallita niitä esimerkiksi jonkin integroidun napin tai paneelin avulla. Ne myös sisältävät jonkinlaisen toimintafunktion, jonka mukaan ne reagoivat havaitsemiinsa muutoksiin. Yksinkertaisimmillaan kyseessä saattaa olla esimerkiksi pelkkä käynnistysnappi, joka päällä ollessaan saa vaatteeseen syttymään valon. Monimutkaisemmat sovellukset taas saattavat sisältää mikroprosessorin, joka pystyy moniin erilaisiin ratkaisuihin havaitun tiedon perusteella. [39]

Hyvin älykkäät tekstiilit vievät teknologian vielä askeleen pidemmälle, sillä ennalta määritellyn reaktion sijaan ne pystyvät sopeutumaan ja käsittelemään tilanteita eri tavoilla. Ulkoisten ärsykkeiden lisäksi ne ovat myös tietoisia omasta tilastaan ja pystyvät oppimaan ja sopeutumaan eri tilanteisiin. Tällaiseen älytekstiiliin kuuluu aina jonkinlainen prosessori ja se voi olla osa jotain monimutkaisempaa systeemiä. [39]

Älytekstiilejä voidaan luokitella myös sen mukaan, millä tavalla älytoiminnot on yhdistetty kankaaseen. Yksinkertaisimmillaan kangas saattaa olla pelkkä kiinnitysalusta elektroniselle laitteelle, eikä näitä kahta ole mitenkään erityisemmin integroitu toisiinsa. Tällainen älytekstiili ei tyyliltään juurikaan eroa esimerkiksi rannetietokoneesta. Toisessa ääripäässä taas ovat uusinta teknologiaa olevat sovellukset, joissa teknologia integroidaan tekstiiliin jopa kuitutasolla, jolloin se häviää kankaaseen saumattomasti. Näiden kahden välissä on monenlaisia vaihtoehtoja, joissa komponentit esimerkiksi kudotaan tai kirjotaan sisään kankaaseen. Tällaisissa tapauksissa tekstiili on siis

enemmän kuin pelkkä kiinnitysalusta, vaikka lankaa itsessään ei muokata. [10]

2.2 Historia

Ensimmäiset tunnetut tutkimukset elektroniikan ja tekstiilien yhdistämisestä ovat jo 1800-luvulta. Sähkötekniikan alkuvaiheilla sähköä yritettiin hyödyntää laajasti lääketieteessä, ja sitä pidettiin usein potentiaalisena ratkaisuna lähes mihin tahansa vaivaan. Tämä ulottui myös esimerkiksi naisille markkinoituihin sähköistettyihin korsetteihin ja vöihin, joiden väitettiin muun muassa tekevän hyvää hengityselimille sekä parantavan vatsakipuja, uupumusta ja monia muita vaivoja. Minkäänlaisia todisteita näiden vaatekappaleiden terveysvaikutuksista ei kuitenkaan koskaan saatu, ja ne saivat kritiikkiä osakseen sekä lääkäreiltä että sähköinsinööreiltä. [22]

Kunnolla älyvaate teknologia pääsi liikkeelle vasta 1900-luvun jälkipuoliskolla puettavan teknologian kehityksen myötä. MIT:n opiskelijat tutkivat jo 1950-luvulla mahdollisimman huomaamattomia kannettavia tietokoneita tavoitteenaan ennustaa rulettipyörän tuloksia [84], ja myöhemmin teknologia onnistuttiin integroimaan erityisesti tähän tarkoitukseen muokattuihin paksupohjaisiin kenkiin. [4] Samoihin aikoihin luotiin myös älyvaatteiden käsite, mutta ensimmäiset älyvaatteiksi kutsutut keksinnöt luokiteltaisiin nykypäivänä puettavaksi teknologiaksi, sillä niissä ei ollut varsinaista integraatiota vaatteiden kanssa vaan kyse oli pikemminkin kehoon kiinnitettävistä tietokoneista ja muun muassa alkeellisista äylaseista. [46] Kuitenkin jo tässä vaiheessa älyvaatteisiin liittyi ajatus langattomuudesta, arkipäiväisyydestä ja käyttäjänsä täydestä hallittavuudesta, verrattuna esimerkiksi järjestelmään, jossa ehdonalaisvalvottavia rikollisia tarkkaillaan paikannusrannekkeen avulla [35].

2000-luvun vaihteessa otsikoihin nousi Georgia Instute of Technologyn kehittämä Georgia Tech Wearable Motherboard, elintoimintoja tarkkailevien älyvaatteiden edelläkävijä. Paita oli alun perin ratkaisu USA:n laivaston julkaisemaan avoimeen kutsuun kehittää järjestelmä, joka pystyisi tarkkailemaan sotilaiden elintoimintoja taistelukentällä ja tunnistaa projektiilien osumia, mutta tämän lisäksi sille suunniteltiin laajaa käyttöä terveydenhuollossa esimerkiksi kaukana asuvien potilaiden tilan seuraamiseen. Kankaan sekaan kudottiin muun muassa sähköjohtavia ja staattisuutta vähentäviä materiaaleja, ja itse sensorit kiinnitettiin paitaan vapaasti sijoiteltavilla T-liittimillä. Paidalla pystyttiin tarkkailemaan muun muassa sydänpölyä ja hikoilua sekä nauhoittamaan ääntä, ja sen suunnittelussa kiinnitettiin erityistä huomiota käyttömukavuuteen, helppoon ylläpitoon ja alhaiseen hintaan. [26]

Aluksi älyvaatteiden älykkyys oli peräisin kankaaseen kiinnitettävistä erilisistä elektroniikkaosista, mutta vähitellen teknologia ja tekstiili alkoivat siirtyä lähemmäs toisiaan. Usein näissä ratkaisuissa kangas oli oleellinen osa älyominaisuuksia eikä pelkästään niiden kiinnitysalusta. Varhaisia sovelluksia olivat esimerkiksi ommellut ja kirjutut näppäimistöt, joiden kautta pystyi soittamaan musiikkia kaiuttimista tai lähettämään radiosignaaleja. Jo tässä vaiheessa teknologia ei ollut enää irrotettavissa kankaasta, ja näppäimistöt olivat taivuteltavia ja joissain tapauksissa jopa pesunkestäviä. [65]

Niinsanottu älytekstiilien kolmas sukupolvi pyrki tekemään elektroniikasta erottamattoman osan kangasta, jotta älyominaisuuksien lisäämisestä huolimatta saataisiin säilytettyä kankaan luontainen kestävyys, venyvyys ja käyttömukavuus. Ratkaisu oli virtapiirien integrointi kuitutasolla, jolloin elektroniikka liitetään kankaan tavallisten kuitujen sisälle tai pinnalle. Älykuitu kestää todella pieniä taipumissäteitä ja suuria venymisasteita elektroniikan vaurioitumatta, eikä monia tällä tekniikalla valmistettuja kankaita erota tavallisesta kankaasta. [11] [95]

Vuonna 2015 Google lähti mukaan älyvaatealalle uudella Project Jacquard -älykangashankkeellaan. Vieläkään teknologia ei ollut siinä vaiheessa, että älyvaatteiden laajamittainen massatuotanto olisi realistista, ja tähän haasteeseen tarttui Googlen Advanced Technology and Projects -ryhmä. Tuloksena oli sähköjohtavia lankoja, joita pystytään kutomaan kankaisiin nykyisillä kutomakoneilla. Langan ydin on ohutta, eristettyä kuparijohtoa, ja sen ympärille kierretyt kuidut tekevät langasta mahdotonta erottaa tavallisesta langasta. Älyvaatteen interaktiiviset alueet lisätään kankaaseen 3D-kutomistekniikoilla, jolloin ne voidaan jättää selkeästi näkyviin tai piilottaa kokonaan tarpeen mukaan. [66] Ensimmäinen Jacquard-teknologiaa hyödyntänyt kaupallinen tuote oli vuonna 2017 markkinoille tullut Levin Commuter-takki, jonka hihansuu reagoi kosketukseen ja joka voitiin ohjelmoida kännykkäsovelluksella esimerkiksi soittamaan musiikkia tai vastaamaan puheluihin. [15]

Uusimmilla innovaatioilla on pystytty entistä paremmin vastaamaan älytekstiilien suurimpiin haasteisiin. Uudella WET-teknologialla (washable electronic textile) älytekstiili syntyy seripainamalla elektrodeja hiilinanoputkimusteella nylon-pinnalle ja päällystämällä kangas kerroksella silkkiä. Tuloksena on hengittävä ja helposti massatuotettava kangas, joka kestää erinomaisesti vettä ja räsitusta. Lisäksi se ei tarvitse ulkoista energianlähdettä, vaan liitettynä vaatekappaleeseen ottaa energiansa kantajansa liike-energiasta. Kangas on hyvin sähköjohtavaa ja reagoi kosketukseen muodostamalla sähkösignaaleja, joita on onnistuneesti käytetty kodinelektroniikan ohjaamiseen. Sen ominaisuudet tekevät siitä ihanteellisen myös moniin muihin myöhempisiin älyvaatesovelluksiin. [8]

Älytekstiilejä pidetään selkeästi tulevaisuuden teknologiana, ja ala kasvaa jatkuvasti. Puettava teknologia on jo nyt miljardien arvoinen teollisuudenala, ja Euroopan komission raportti vuodelta 2016 [14] arvioi sen viisinkertais-tuvan seuraavien kymmenen vuoden aikana. Ala hakee vielä monin tavoin muotoaan, ja useita standardeja on kehitteillä teknologioiden vakiinnutta-miseksi ja yhtenäistämiseksi. Samalla esille on noussut myös monia vastuu-, turvallisuus- ja lakikysymyksiä, joille täytyy ennen pitkää löytää ratkaisuja. [59] Selvää kuitenkin on, että älytekstiilit ovat tulleet jäädäkseen, ja niiden mahdollisuudet ovat lukemattomat.

2.3 Käyttökohteet

Tässä osiossa esittelen joitakin yleisiä aloja, joilta löytyy jo monenlaisia älytekstiilisovelluksia. Niiden vaatimukset ja prioriteetit älytekstiiliteknologi-an suhteen eroavat merkittävästi toisistaan, joten seurauksena on laaja joukko hyvin erilaisia keksintöjä.

2.3.1 Lääketiede

Tekstiilien arkipäiväisyys, käyttömukavuus ja huomaamattomuus tekevät niistä ihanteellisen alustan lääketieteellisille sovelluksille. Erilaiset sensorit ja anturit elintoimintojen mittaukseen ovat terveydenhuollossa arkipäivää, mutta jo pitkään samaa toiminnallisuutta on ollut myös mahdollista integroida vaatteisiin [59]. Yleisiä mitattavia ominaisuuksia ovat esimerkiksi sydämensyke, sydänsähkökäyrä, kehon lämpötila, verenpaine ja hikoilun määrä. Mittauksen lisäksi tulokset voidaan lähettää suoraan terveydenhoitohenkilökunnalle, joka pystyy seuraamaan potilaan vointia reaaliajassa jopa tämän ollessa rauhassa kotonaan. Teknologiasta hyötyvät erityisen paljon vanhukset, jotka hoitokotiin muuttamisen sijaan pystyvät jatkamaan normaalia elämäänsä, mutta mahdollisiin havaittuihin terveysongelmiin pystytään silti reagoimaan nopeasti. Samoin vastasyntyneiden vauvojen elintoimintoja pystytään tarkkailemaan jatkuvasti ja huomaamattomasti älyvaatteiden avulla. [45] Älyvaatteita voidaan käyttää terveydenhoidossa myös ehkäisevästi, esimerkiksi havaitsemalla huono selän asento paidan sisältämien sensorien avulla. [29]

Lääketieteellisissä sovelluksissa tulosten tarkkuus ja ajankohtaisuus on tavallistakin tärkeämpää, sillä virheelliset tulokset saattavat pahimmassa tapauksessa johtaa hengenvaaraan. Koska laitteet keräävät henkilökohtaisia terveystietoja, jotka ovat usein merkittävästi arkaluontoisempia kuin muunlaiset älyvaatteiden keräämät tiedot, täytyy lääketieteen alan älytekstiileissä ottaa erityisesti huomioon myös datan keräämisen turvallisuus. [24] Niiden

pitää usein myös olla toiminnassa kellon ympäri, joten myös niiden virran-
saannin takaamiseksi on kehitetty uusia ratkaisuja. Kehon toimintoja mit-
taava järjestelmä voi saada energiansa esimerkiksi kehon ja sen ympäristön
lämpötilaeroista [37].

Älytekstiilejä voi hyödyntää myös muiden kuin ihmisten hyvinvoinnin
edistämiseen: huomaamattomuutensa ansiosta niillä on valtavasti potentiaa-
lia esimerkiksi lemmikkien elintoimintojen hienovaraisessa mittaamisessa, ja
esimerkiksi ratsastuksessa valjaisiin tai hihnoihin upotetut älytekstiilit voi-
sivat mitata varusteiden aiheuttamaa painetta ja jännitystä ja näin auttaa
kehittämään varusteita tukemaan hevosten inhimillistä kohtelua. [31]

2.3.2 Urheilu

Lääketieteen lisäksi elintoimintojen tarkkailu on tärkeää myös urheilussa,
ja rannekellomaiset monitorit ja muu puettava teknologia ovat nykyään ar-
kipäivää monille tavallisille lenkkeilijöillekin. Polar julkaisi maailman en-
simmäisen urheilijoille suunnatun sykemittarin jo vuonna 1982. [63] Ny-
kyään aktiivisuusrannekkeet pystyvät tarkkailemaan sykkeen lisäksi muun
muassa askelmäärää, poltettuja kaloreita, hikoilua ja unen määrää. Samaa
teknologiaa on onnistuneesti sisällytetty myös vaatteisiin, ja ne pystyvät
ruumiintoimintojen lisäksi tarkkailemaan ominaisuuksia, joihin pelkkä ran-
neke ei pysty. Esimerkiksi vartalon liikkeitä tarkkailemalla älykkäät jooga-
housut pystyvät lähettämään käyttäjälleen haptista palautetta ja näin oh-
jaamaan oikeisiin asentoihin. Usein vaatteet myös lähettävät dataa suoraan
kännykkäsovellukseen, jonka avulla on helppo seurata palautetta omasta liik-
kumisestaan. [74]

Älytekstiilit sopivat myös esimerkiksi lämmönsäätelyyn. Faasimuutosma-
teriaalit varastoivat tai vapauttavat lämpöä riippuen lämpötilasta, jolloin sa-
maan vaatekappaleeseen pystytään yhdistämään sekä lämmittävä että vii-
lentävä vaikutus. Kylmissä oloissa faasimuutosmateriaaleja sisältävä vaate
pystyy vapauttamaan lämpöä ja näin estämään kehon lämpötilaa laskemas-
ta liian alas, kun taas urheillessa se pitää kehon lämpötilan sopivan matalana
ja estää näin hikoilua parantaen merkittävästi käyttäjänsä mukavuustasoa.
[48]

Urheilun alalla älyvaateteknologiassa ollaan jo niin pitkällä, että sitä tar-
jotaan myös valmiina tuotteena sovelluskehittäjien käyttöön. Suunnon Mo-
vesense [82] sisältää tarvittavat sensorit ja avoimen kehitysympäristön, joilla
kuka tahansa voi rakentaa uusia älytekstiilisovelluksia esimerkiksi liikkeen
tai elintoimintojen tarkkailuun. Kynnys lähteä suunnittelemaan uusia so-
velluksia eri urheilulajien tarpeisiin madaltuu, kun tarvittava teknologia on
helposti saatavilla.

2.3.3 Turvallisuus

Moniin tekstiileihin, erityisesti vaatteisiin, on aina liittynyt jonkinlainen suojaamisen elementti. Arkivaatteetkin suojaavat kantajaansa vähintäänkin kylmyydeltä, ja monilla aloilla työvaatteet on tehty teknisistä tekstiileistä, jotka suojaavat esimerkiksi säteilyltä, kemikaaleilta tai kaasuilta. Älytekstiilit voivat parantaa vaatteiden suojausta entisestään, erityisesti havaitsemalla uhkia, varoittamalla kantajaansa niistä tai jopa ehkäisemällä niitä. Esimerkiksi palomiehen tai muun pelastustyöntekijän asu voi havaita sekä kemialliset ja muut ympäristöstä johtuvat uhkatekijät että fyysiset riskit kuten iskut ja kaatumiset. Koska pelastustilanteessa stressi voi vaikuttaa havainnointiin ja päätöksentekokykyyn negatiivisesti, päämajaan lähetetty sensoridata voi auttaa havaitsemaan vaaratilanteet ja arvioimaan tilannetta paremmin. [79]

Älytekstiilejä on ehdotettu ratkaisuksi jopa terrorismin torjuntaan. Uhkatilanteissa täytyy pystyä havaitsemaan nopeasti erilaiset räjähteet, radioaktiiviset aineet, myrkyt ja kemikaalit, analysoimaan tilanne ja lähettämään tiedot pelastus- ja torjuntajoukoille. Tekstiilit ovat läsnä kaikkialla ja sisältävät monia muita etuja kuten keveys, kestävyys ja muokattavuus, joten ne olisivat ihanteellinen alusta tällaiselle järjestelmälle. Erilaiset sensorit ja kommunikaatiojärjestelmät istutettuina vaatteisiin takaisivat nopean tiedonkulun ja tehokkaan reagoinnin vaaratilanteessa. [36]

Vaikka usein turvallisuudessa on kyse paksuista suojaavista tekstiileistä, älytekstiilit mahdollistavat myös modernimmat ja hienovaraisemmat ratkaisut. Esimerkiksi uimarannalla UV-säteilyltä suojautumisessa auttaa älykäs uimapuku, joka lähettää kännykkäsovelluksen kautta varoituksen, kun on aika lisätä aurinkorasvaa. Näin turvallisuus sivuaa myös terveyttä ja henkilökohtaista hyvinvointia. [74]

Henkilökohtaisen turvallisuuden lisäksi älytekstiilit voivat parantaa myös omaisuuden turvallisuutta huomaamattomammin kuin perinteiset varashälyttimet. Kankaaseen kudotut sähköjohtavat langat yhdistettynä mikrokontrolleriin tunnistavat, jos kangas leikataan, ja pystyvät myös paikantamaan tarkalleen, missä murto tapahtuu. Kankaaseen voidaan myös sisällyttää painesensoreita, jolloin varas laukaisee hälytyksen astuessaan älykkäälle matolle. Kaikessa yksinkertaisuudessaan teknologia on tehokas, kestävä ja halpa tuottaa. [23]

2.3.4 Kodinelektroniikka

Monissa klassisissa tulevaisuudenkuvitelmissa keskeisessä osassa on älytalo, jossa jokaista sähkölaitetta lampuista televisioon ja kahvinkeittimeen ohjataan napinpainalluksella tai kädenheilautuksella. Yleensä mielikuvaan liittyy

esimerkiksi kaukosäädin tai ohjauspaneeli, mutta älytekstiilit ovat monin tavoin vielä tehokkaampi vaihtoehto. Ne kulkevat aina mukana ja lähellä ja ovat siksi ihanteellinen alusta ohjausjärjestelmälle.

Älytekstiilejä on jo nyt onnistuneesti käytetty sähkölaitteiden ohjaamiseen. WET-teknologialla valmistetusta älykankaasta valmistettu ranneke havaitsee sormen painallukset ja erottaa useita eri kuvioita, ja lähettää sen perusteella langattomasti signaaleja sähkölaitteelle. Näin on onnistuttu ohjaamaan jo esimerkiksi hehkulamppua, sähkötuuletinta ja mikroaaltouunia. [8] Tulevaisuudessa sama teknologia voisi olla mahdollista laajentaa jopa kokonaisvaltaiseksi järjestelmäksi, jolla säädeltäisiin kaikkea kodin elektroniikkaa.

Älykkyys voi myös olla kodinesineissä itsessään. Herätyskellon voi korvata glo Pillow -tyynyillä, jonka sisältämä LED-kangas jäljittelee luonnollista auringonnousua ja herättää käyttäjänsä hitaasti ja rauhallisesti. Samalla tyynyn pinnassa on näkyvissä valojen muodostama digitaalikello. [91] Valoa hyödyntää myös esimerkiksi Phillipsin kehittämä Lumalive-kangas, jolla saa aikaan näyttäviä valokuviointeja niin vaatteisiin kuin vaikkapa sohvaankin. LED-matriisi kiinnitettynä joustavaan ja kestävään muovipaneeliin ja päällystettynä useilla kerroksilla läpikuultavia kankaita hajottaa valon pehmeiksi kuvioiksi, ja sisäänrakennetun elektroniikan avulla voidaan kangas ohjelmoida vapaasti näyttämään kuvia, tekstiä tai vaikka animaatioita. Näin voidaan tehdä sohvaista, verhoista tai mistä tahansa muusta kodin tekstiilipinnasta esimerkiksi kello tai mainostaulu. [30]

2.3.5 Muoti, taide ja viihde

Puettavan elektroniikan viihdearvo huomattiin jo varhain: 1800-luvun lopulla oli mahdollista tilata juhliensa koristeeksi valoilla varustettuihin mekkoihin pukeutuneita nuoria naisia [52]. Valaistus on ylipäätään ollut yksi ilmeisimmistä elektroniikan käyttökohteista muodin alalla sen näyttävyyden ansiosta. Yksi tunnetuimmista varhaisista muotialan älyvaatesovelluksista on sähköjohtavasta kankaasta ja ledeistä tehty Firefly Dress, jonka valot sytyvät dynaamisesti käyttäjänsä liikkeen mukaan. [57]

Myös väriä vaihtavat materiaalit ovat klassinen älykkään muodin sovellus. Jo kauan on tunnettu aineita, jotka vaihtavat väriään esimerkiksi lämmön tai valon vaikutuksesta, ja näitä ilmiöitä kutsutaan termokromismiksi ja fotokromismiksi. Määritelmään kuuluu myös vaikutuksen kaksisuuntaisuus, eli värinmuutos on aina palautettavissa ennalleen, ja toinen tiloista voi myös olla läpinäkyvä. Ilmiöitä on hyödynnetty puhtaasti kosmeettisena erikoisuutena esimerkiksi valoon reagoivissa neulonta- ja kirjontalangoissa, mutta myös käytännöllisemmissä sovelluksissa kuten armeijan

varusteiden suojaväriyksissä, jotka valon vaikutuksesta sulautuvat paremmin ympäristöönsä. [12] Väriinvaihdos voi tapahtua myös elektrokromismin avulla, eli kun sopivaa materiaalia sisältävän kankaan läpi ohjataan jännite, hapetus-pelkistysreaktio saa värin vaihtumaan ja jälkeinpäin myös palautumaan ennalleen. Teknologian avulla on luotu esimerkiksi kankaaseen kiinnitettävä joustava näyttö. [47]

Älytekstiilien uutuudenviehätys ja mahdollisuus näyttävyyteen tekee niistä myös ihanteellisen materiaalin mitä moninaisimpiin taideprojekteihin. Esimerkiksi väriä vaihtavia taideteoksia on toteutettu runsaasti muun muassa termokromisten lankojen ja ommeltujen valokuitujen avulla. Musiikkitaiteessa taas älykangasta on käytetty äänen tuottamiseen ja ohjaamiseen. [43] Myös esittävä taide voi hyödyntää älytekstiilejä esimerkiksi esiintymisasuisa: Sonification Costume [49] on neulottu interaktiivinen puku, joka reagoi käyttäjänsä liikkeisiin ja esittää ne äänimuodossa. Tämä toteutetaan puvun käsiin ja jalkoihin ommelluilla joustavilla sensoreilla, jotka eivät häiritse tanssijan liikkumista.

Älyvaatteet voivat toimia myös yhteistyössä muun puettavan teknologian kanssa: älykäs paidanhiha voi toimia älykellon jatkeena ja näin kompensoida kellon puuttuvaa näppäimistöä. [75] Markkinoilla on myös useita älykkäitä puvuntakkeja, joilla voi vaikkapa hoitaa korttimaksut tai kontrolloida kännykkäsovelluksia kädenheilautuksella. [74]

Teknologian kehittyessä ja sen saatavuuden helpottuessa markkinoille on tullut myös matalan kynnyksen komponentteja, jotka mahdollistavat monenlaiset omat älyvaateprojektit. Sekä LilyPad Arduino [7] että Adafruitin FLO-RA [81] ovat pienikokoisia, kevyitä ja esteettisiksi suunniteltuja mikroprosessoreja, jotka on helppo esimerkiksi ommella kiinni sähköä johtavalla langalla. Ne voidaan piilottaa huomaamattomasti vaatteiden sisään, ja molemmat ovat lisäksi pesunkestäviä. Ne soveltuvat myös erinomaisesti ohjelmoinnin opettamiseen, sillä alkuun pääseminen on helppoa jopa ilman mitään aiempaa kokemusta ohjelmoinnista tai elektroniikasta, ja tarjolla on laajasti erilaisia tutoriaaleja omiin ensimmäisiin älyvaatesovelluksiin.

2.4 Edut

Älytekstiilien ilmiselvin etu on niiden jokapäiväisyys ja helppokäyttöisyys: käytämme sekä vaatteita että muita tekstiilejä jatkuvasti ajattelematta asiaa sen kummemmin, joten niihin lisätty teknologia kulkee mukana mahdollisimman vähällä vaivalla. Paidan kuituihin ommeltu sykemittari [59] ei ole tiellä, unohdu tai tunnu epämuikavalta ollenkaan samalla tavalla kuin perinteinen rannekemalli, ja älypuhelimien kontrollointi takinhihalla säästää

turhan välivaiheen, jossa puhelin täytyy kaivaa esiin [74]. Monesti tuotteen käyttöä ei välttämättä tarvitse edes ajatella lainkaan, ja sen käyttö asettuu nopeasti osaksi päivärutiinia.

Älytekstiilien kehitys on mahdollistanut yhä huomaamattomampien komponenttien sisällyttämisen kankaaseen, ja parhaassa tapauksessa älykangasta on mahdotonta erottaa tavallisesta. Tämä paitsi lisää käyttömukavuutta, myös mahdollistaa niiden käytön hienovaraisesti tai jopa salaa. Tämä on merkittävä etu esimerkiksi turvajärjestelmissä: jos varashälytin on integroitu kodintekstiileihin, ei kotiin tunkeutuja edes huomaa sitä ennen kuin se on jo lauennut. [23]

Kangas teknologia-alustana mahdollistaa monia uusia sovelluksia, jotka yhdistävät älykkäitä ominaisuuksia sen luonnollisiin etuihin. Taipuvaan ja venyvään materiaaliin yhdistetyt sensorit pystyvät tarkkailemaan paikkoja, joihin perinteisellä teknologialla on ollut vaikea päästä, ja suuren pinta-alan ansiosta sensoreita voi olla paljon. Niinpä vaatteet ovat ihanteellinen alusta sekä kantajansa että ympäristön havainnointiin. [36] Ideaalitulanteessa kangas myös säilyttää kaikki aiemmat ominaisuutensa kuten joustavuuden, kestävyys ja suojaavuuden, ja näin lisää entistä useampia hyötyjä samaan tuotteeseen.

2.5 Haasteet

Älytekstiilien huomaamattomuus ja helppokäyttöisyys tuo mukanaan myös monia haasteita, sillä niiden täytyy toimia sujuvasti arkikäytössä aiheuttamatta liikaa lisävaivaa käyttäjälleen. Yksi merkittävimmistä tekstiilialustojen tuomista haasteista elektroniikalle on niiden jatkuva taipuminen ja venyminen, mikä vaatii niihin integroidulta teknologialta aivan erityistä kestävyyttä ja joustavuutta. Samalla mahdolliset mittaustulokset täytyy pitää tarkkoina kankaan asennosta riippumatta. Tekstiilien kestävyyttä koettelee myös se, että niitä yleensä pestään jatkuvasti. Varhaisissa älyvaatteissa ainoa vaihtoehto oli poistaa kaikki elektroniikka pesun ajaksi, mutta sen jälkeen älyvaatteiden pestävyyttä parannettiin esimerkiksi sulkemalla herkätkä elektroniset osat vedenpitäviin pakkauksiin. [10] Modernimmissa ratkaisuihin kangas päällystetään usein jonkinlaisella kalvolla tai kerroksella esimerkiksi nanopartikkeleita. Nämä mahdollistaa vedenkestävyyden lisäksi myös monien muiden hyödyllisten ominaisuuksien, kuten UV-suojan ja antibakteerisuuden, lisäämisen kankaaseen tinkimättä kuitenkaan kankaan mukavuudesta ja hengittävydestä. [93]

Useimmat älytekstiilit vaativat langatonta virransaantia, mutta kaikenlaiset akut ja paristot ovat usein kookkaita ja hankalia integroida kankaaseen.

seen täysin. Kevyiden ja huomaamattomien virtalähteiden kehittäminen onkin ollut merkittävä tutkimusalue älytekstiiliteknologiassa, ja ratkaisuja on etsitty niin erilaisista joustavista paristoista kuin aurinkokennoistakin. [10] Uusimmissa innovaatioissa kangas voi jopa itse tuottaa energiaa: triboelektriset nanogeneraattorit, jotka pystyvät muuttamaan mekaanista energiaa sähköksi, ovat osoittautuneet lupaavaksi vaihtoehdoksi älytekstiilien virtalähteenä. Tällainen älykangas kykenee tuottamaan energiaa esimerkiksi saateesta, tuulesta ja kantajansa liike-energiasta. [40]

Vielä melko tuoreena tekniikan alana älytekstiiliteollisuus kohtaa myös yhteiskunnallisia ja taloudellisia esteitä. Älyvaatteet ovat vielä harvinaisia ja selkeästi tavallisia vaatteita kalliimpia, joten niiden hankinta vaatii erityistä harkintaa ja luottamusta sekä vaatemyyjien että ostajien taholta. Uuteen teknologiaan liittyy aina helposti epävarmuutta ja harhaluuloja, ja esimerkiksi älyvaatteiden mahdolliset terveysvaikutukset aiheuttavat huolta potentiaalisille ostajille. Myös tekstiilien käsittelemän datan turvallisuus on aivan uusi sektori, joka on otettava tarkkaan huomioon teknologian kehittyessä: suuri osa älytekstiilisovelluksista sisältää arkaluontoista tai henkilökohtaista informaatiota esimerkiksi käyttäjänsä terveydentilasta tai elintavoista, joten yksityisyyteen ja tietoturvaan on kiinnitettävä aivan erityistä huomiota. On hyvin mahdollista, että älytekstiileihin liittyy monia sosiaalisia, eettisiä ja lakiteknisiiä kysymyksiä, joita ei tähän asti olla osattu edes ajatella, ja niiden ratkaiseminen on oleellinen osa yleisen hyväksynnän ja käyttöönoton edistämistä. [76]

Luku 3

Alustatalous

3.1 Määritelmä

Taloutta ja kaupankäyntiä ajatellaan perinteisesti mallina, jossa yksittäisellä yrityksellä on tuotteita tai palveluita, joita se sitten myy kuluttajille. Nykymaailmassa tämä ei kuitenkaan enää pidä paikkaansa, vaan yritykset muodostavat keskenään monimutkaisia ekosysteemejä, joissa myös asiakkaalla on suuri rooli. Pienemmät yritykset saattavat rakentaa tuotteensa jonkin toisen yrityksen tuotteen ympärille, tai asiakkaat osallistuvat tuotteen arvon luomiseen kehittämällä siihen lisää sisältöä. Kaikkea tätä kutsutaan yhteisnimityksellä alustatalous.

Terminä sanalla alusta on ollut ja on edelleen useampia käytössä olevia merkityksiä. Alun perin sitä on käytetty kuvaamaan mallia, jossa yritys rakentaa saman pohjan päälle useita eri tuotteita hieman erilaisin ominaisuuksin. Alustan käsite voidaan jopa laajentaa käsittämään kaikkia osia, prosesseja, tietotaitoa ja ihmisiä, jotka jokin tietty ryhmä tuotteita jakaa. [69] Luomalla yleispätevän rungon ja sitten lisäämällä, poistamalla tai muokkamalla yksityiskohtia on mahdollista luoda aiempaa nopeammin ja halvemmin laaja kirjo erilaisia tuotteita, jotka pystyvät vastaamaan monenlaisten eri asiakasryhmien tarpeisiin. Toisaalta se myös omalla tavallaan rajoittaa tuotesuunnittelua, sillä jonkin tietyn tuotteen optimointi saattaa johtaa tuoteperheen perusosien epäoptimaalisuuteen tai toisinpäin. Mallia kutsutaan nykyään tarkemmin sisäiseksi alustaksi, ja sitä on käytetty laajasti esimerkiksi autoteollisuudessa ja kodinelektronikassa. [25]

Sisäisen alustan eräänlaiseksi alalajiksi voidaan määritellä malli, jota kutsutaan tuotantoketjualustaksi. Siinä alustan johtava yritys tai lopullisen tuotteen kokoaja antaa ohjeet, joita eri osia tuottavien yritysten täytyy noudattaa. Malli mahdollistaa suuremman tehokkuuden ja komponenttien uudel-

leenkäytön, ja se on yleinen erityisesti aloilla, joissa tuotteet kootaan monista eri lähteistä peräisin olevista osista, kuten tietokoneiden ja autojen tuotannossa. Toisin kuin perinteisessä sisäisessä alustassa, tuotantoketjualustaan liittyy siis useita erillisiä yrityksiä, jotka ovat kuitenkin selkeässä osto- ja myyntisuhteessa toisiinsa. [25]

Termin alusta käyttö on laajentunut 2000-luvun puolella käsittämään myös monenlaiset ekosysteemit, joissa sekä yritykset että asiakkaat osallistuvat tuotteen, palvelun tai teknologian kehittämiseen ja sen arvon luomiseen. Keskipisteessä saattaa olla esimerkiksi yhden yrityksen tuote, jonka ympärille muut yritykset rakentavat toimintansa. Toinen nykyisin yleinen alustatalouden muoto on bisnesmalli, joissa tuotteen tarkoitus on yhdistää toisiinsa jonkin tietyn alan tarjoajat ja ostajat. [83] Tällaiset internet-pohjaiset, monisuuntaiset markkinat ovatkin nykyään alustatutkimuksen pääasiallinen kohde, ja myös tämä diplomityö keskittyy juuri niihin. Koska ekosysteemi on aiemmista alustatyypeistä poiketen avoin jatkokehitykselle ja yhteistyölle, kutsutaan tällaista alustaa ulkoiseksi alustaksi. [25]

Nykyään alustatalouden käsite yhdistetään kenties eniten juuri digitaalisiin palveluihin, mutta kuten edeltävistä esimerkeistä voi päätellä, alusta voi olla myös fyysinen. Klassinen esimerkki on videopelikonsoleit, jossa konsoli on alusta ja videopelejä kehittävät yritykset palveluntarjoajia. Muita esimerkkejä fyysisistä alustoista ovat esimerkiksi ostoskeskukset ja asunnonvälitysfirmit, jotka tuovat erittäin konkreettisesti yhteen ostajat ja myyjät. Esimerkit havainnollistavat myös hyvin, miten laaja käsite alusta oikeastaan voi olla. Tässä työssä keskitytään kuitenkin juuri digitaalisiin alustoihin.

Alustatalouden keskeisiä ominaisuuksia on siihen kuuluva verkostovaikutus eli alustan käyttäjien määrän vaikutus sen arvoon. Mitä enemmän siis alustalla on käyttäjiä, sitä hyödyllisempi se on ja sitä enemmän se houkuttelee uusia käyttäjiä mukaan. Tästä malliesimerkki on Facebook, jonka arvo koostuu täysin sen käyttäjien julkaisuista, profileista, ryhmistä ja tapahtumista. Facebook on pelkkä pohja, jonka päälle käyttäjien välinen interaktio rakentuu, ja ilman käyttäjien jatkuvaa panosta sen toiminta pysähtyisi täysin. Sama toimintamalli koskee pääsääntöisesti myös muita sosiaalisen median alustoja. Verkostovaikutukset voivat olla myös epäsuoria, jolloin alustan ympärille alkaa muodostua erilaisia tuki- ja lisäpalveluja, jotka entisestään hyödyttävät jotakin osapuolista. Huomionarvoista on, että vaikka verkostovaikutus on yleensä positiivinen asia, se voi joissain tapauksissa muuttua negatiiviseksi tietyn pisteen jälkeen: esimerkiksi verkkokauppa-alusta saattaa karkottaa uusia myyjiä liittymästä mukaan, jos siihen kuuluu jo liian paljon myyjiä ja kilpailu nousee näin liian kovaksi. [41]

Verkostovaikutukseen liittyy läheisesti myös uusia alustoja koskeva muna-kana-ongelma, eli miten päästä alkuun, kun verkostoa ei vielä ole. Tuotteen

tarjoajat haluavat liittyä alustalle, jolla on paljon ostajia, ja ostajat haluavat liittyä alustalle, joka tarjoaa paljon tuotteita. Esimerkiksi aiemmin mainittujen videopelien tapauksessa kuluttaja ei osta pelikonsolia, ellei sille ole tarjolla myös hyviä pelejä, ja pelintekijät taas haluavat tehdä pelinsä suosituille konsoleille varmistaakseen myyntinsä. [70] Niinpä suosittu alusta houkuttelee jatkuvasti lisää käyttäjiä, mutta uuden alustan täytyy nähdä paljon vaivaa houkutelakseen itselleen aktiivinen käyttäjäkunta. Tämän ongelman ratkaisu onkin keskeisiä tekijöitä siinä, mitkä alustat menestyvät ja mitkä eivät.

3.2 Alustatyypit

Nykyisimmässä merkityksessään alusta siis tarkoittaa ekosysteemiä, jossa monet eri osapuolet linkittyvät keskenään tuotteen tai palvelun kehittämisessä. Alustat voidaan myös luokitella tarkemmin sen mukaan, kuka sen sisällön kehitykseen osallistuu ja miten. Tällä tavalla alustat voidaan jakaa neljään osaan välittäjäalustoihin, kehittämisalustoihin, integroituihin alustoihin ja sijoitusalustoihin. [20]

3.2.1 Välittäjäalustat

Välittäjäalustat ovat yleisin ja tunnetuin alustatyyppe, ja se mitä yleensä ensimmäisenä ajatellaan puhuttaessa alustoista. Ne ovat palveluja, joiden tarkoituksena on tuoda yhteen jonkin tietyn tuotteen tai palvelun tarjoajat ja tarvitsijat. Välittäjäalusta syntyy tilanteessa, jossa jollekin resurssille on sekä ostajia että myyjiä, mutta näiden on hankala löytää toisensa ilman yhdistävää tekijää, joka mahdollistaa resurssin markkinoinnin, ostamisen ja maksuvälityksen. Välitettäviä asioita on monenlaisia, ja tähän kategoriaan kuuluvatkin muun muassa monet sosiaaliseen mediaan, mediaan, peleihin ja rahaan liittyvät alustat. Esimerkiksi videopalvelu Netflix [51], maksuvälityspalvelu Paypal [60], kauppapaikka eBay [18] sekä viestipalvelu Snapchat [78] lasketaan kaikki välittäjäalustoiksi huolimatta niiden hyvin erilaisesta tarjonnasta. Markkina-arvon mukaan laskettuna yli puolet olemassaolevista välittäjäalustoista sijaitsee Aasiassa. [20]

Mallia kutsutaan usein myös kaksisuuntaiseksi tai monisuuntaiseksi markkinoiksi, mistä voi päätellä, että osapuolia voi olla myös useampia kuin kaksi. Yleinen malli kolmen osapuolen alustoilla on tuoda mukaan ostajien ja myyjien lisäksi mainostajat, mutta puolia voi olla myös neljä tai jopa enemmän. Osapuolien määrän valinta on kriittinen valinta alustan toiminnan kannalta, ja jopa samalla alalla saatetaan päätyä hyvin erilaisiin ratkaisuihin. [28]

Saman käyttäjän rooli alustalla saattaa myös vaihdella tilanteesta riippuen: esimerkiksi eBayn käyttäjät saattavat samanaikaisesti sekä myydä että ostaa tuotteita ja näin olla transaktiosta riippuen sekä palvelun tuottajia että kuluttajia.

3.2.2 Kehittämisalustat

Teknologia, tuote tai palvelu, jonka päälle muut yritykset voivat rakentaa omia palveluitaan, on kehittämisalusta. Kehittämisalustalla on yleensä oma jäsenohjelmansa, johon muut yritykset voivat liittyä päästäkseen mukaan luomaan alustan omistamaan teknologiaan liittyviä sovelluksia ja muita lisäpalveluita. Näin alusta ja jäsenyritykset luovat yhdessä lisäarvoa molemmille osapuolille. Merkittävimpiä kehittämisalustoja ovat muun muassa Microsoft, SAP ja Intel. [20]

Yritykset muodostavat oman ekosysteeminsä, jossa ne usein ovat toistensa kilpailijoita, mutta pystyvät myös hyötymään yhteisistä resursseista ja tekemään yhteistyötä. Kehittämisalustan ekosysteemiin liittymisestä onkin jäsenyrityksille merkittävää etua, ja sen on tutkittu lisäävän sekä myyntiä että mahdollisuuksia listautua osakemarkkinoille. Joissakin tilanteissa kehittäjillä saattaa olla vaihtoehto joko liittyä alustan jäseneksi tai kehittää itsenäisiä sovelluksia, kun taas esimerkiksi videopelien kehityksessä alustaan sitoutuminen on välttämätöntä. Jos alustayhteistyö ei ole pakollista, se kuitenkin luo lisäarvoa ilmaisemalla tuotteen yhteensopivuutta alustan kanssa ja näin houkuttelee lisää käyttäjiä. [9]

Alustalle liittyminen voi olla myös riski, sillä ideoiden siirtyessä alustalla joku muu saattaa alkaa kehittää samankaltaista tuotetta tai ratkaisua. Erityisesti alustan omistajalla saattaa olla hyvä tilaisuus liittyä mukaan jäsenyritystensä markkinoille yhteistyön kautta saamansa tiedon avulla. Ongelmaa voidaan kuitenkin ehkäistä patenttien ja tekijänoikeuksien avulla. [9]

3.2.3 Integroidut alustat

Alustoja, jotka sisältävät sekä välittäjäalustojen että kehittämisalustojen piirteitä, kutsutaan integroiduiksi alustoiksi. Tähän kategoriaan kuuluvat monet nykymaailman tunnetuimmat teknologiajätit, kuten Google, Apple, Facebook ja Amazon. Kaikilla niistä on omat monisuuntaiset markkinansa, mutta sen lisäksi myös laaja ulkopuolisten kehittäjien verkosto, joka luo alustalle suuria määriä lisäarvoa uusien tuotteiden, sovellusten ja palvelujen muodossa. Integroitu alusta voi myös pitää sisällään useita muita alustoja eri tarkoituksiin. [20]

Integroidut alustat ovat usein aloittaneet yhden tuotteen yrityksinä: alkusi Google tunnettiin pelkästä hakukoneestaan ja Amazon verkkokirjakaupastaan. Ne ovat kuitenkin laajentuneet huimaa vauhtia lisäten tarjontaansa aina uusia palveluja. Koska kilpailu on kovaa, pyrkivät ne jatkuvasti kasvattamaan valikoimaansa, jotta käyttäjän ei koskaan tarvitsisi vaihtaa alustaa vaan kaikki tarpeet voitaisiin täyttää saman alustan sisällä. Jos jokin tarve ei vielä täyty, on mahdollista löytää jokin ulkopuolinen palveluntarjoaja ja joko tehdä yhteistyötä tai ennen pitkää ostaa palvelu ja sulauttaa se itseensä. Koska trendejä on vaikea ennustaa ja uusia ideoita nousee esiin jatkuvasti, juuri joustavuudella ja jatkuvalla kehityksellä integroidut alustat säilyttävät paikkansa huipulla. [77]

3.2.4 Sijoituslustoat

Sijoituslustoat eivät itse tarjoa palvelua tai teknologiaa, vaan keskittyvät muiden alustojen omistamiseen, hallintointiin ja rahoittamiseen. Niihin kuuluu yleensä laaja portfolio muita yrityksiä monilta eri aloilta, ja ne toimivat joko hallintayhtiöinä, aktiivisina sijoittajina tai molempina. Joidenkin määritelmien mukaan niitä ei kenties pitäisi laskea alustoiksi, mutta niiden olemassaolo on ollut elintärkeä edellytys monien nykypäivän suurten alustayhtiöiden menestykselle. Tunnetuimpia sijoituslustoja ovat muun muassa amerikkalainen Priceline Group, japanilainen Softbank ja eteläafrikkalainen Naspers. [20]

Sijoituslustoat pystyvät antamaan rahoituksen lisäksi myös monenlaista muuta tukea. Ne tarjoavat vakaan infrastruktuurin omistamilleen alustoille ja voivat yhdistellä alustojen tarjoamia palveluja paremman asiakaskokemuksen aikaansaamiseksi. Näin alustaportfoliot edistävät yritystensä kansainvälisen toiminnan tehokkuutta ja osaamisen jakamista eri alojen välillä. [53]

3.3 Hinnoittelumallit

Muna-kana-ongelman johdosta uuden alustan kehittäminen on usein haasteellista, joten toimivan hinnoittelumallin valinta on äärimmäisen tärkeää. Koska alustan käyttäjiin kuuluu kaksi tai useampia osapuolia, ne yleensä maksavat alustan käytöstä todella erilaisia summia tai se voi jopa olla jollakin osapuolista täysin ilmainen. Onkin tavallista, että alustalle valitussa hinnoittelumallissa voitot kerätään vain toiselta puolelta, ja toinen taas on neutraali tai jopa tappiollinen. Esimerkiksi sosiaalisen median alustoilla tavalliset käyttäjät eivät yleensä maksa palvelusta mitään, ja voitot kerätään kokonaisuudessaan mainostuloista. Mallin valinnassa saatetaan päätyä jo-

pa samankaltaisilla aloilla hyvin erilaisiin ratkaisuihin: useat videopelikon-solien valmistajat kuten Sony, Sega ja Nintendo keräävät voittonsa pelinte-kijöiltä samalla kun itse pelaajat tuottavat niille tappiota. Sen sijaan esimer-kiksi tietokoneiden käyttöjärjestelmät ovat päinvastoin tehneet sovellusten kehittämistä halpaa ja ansaitsevat niiden käyttäjillä. [70]

Lisäksi hinnoittelumalliin kuuluu se, miten käyttäjän maksama hinta oi-keastaan määräytyy. Esimerkiksi välittäjäalustoilla yleinen tapa on veloittaa jokaisesta transaktiosta, joka alustan kautta tehdään. Summa voi olla joko kiinteä tai prosenttiosuus transaktion koosta. Liian korkea provisio saattaa kuitenkin kuitenkin estää käyttäjiä tekemästä alustalla kovin suuria tran-saktioita. Toinen yleinen vaihtoehto on veloittaa pelkästä alustalle pääsystä – usein jopa niin, että osapuolista vain toinen joutuu maksamaan. Yleensä maksava osapuoli on se, joka hyötyy alustasta enemmän, eli esimerkiksi kau-pankäyntiä edistäväillä alustoilla myyjä. [89]

Muita alustojen hinnoittelulle ominaisia piirteitä ovat joustavuus ja eri jäsen- tai hintatasot. Erityisesti freemium on noussut erittäin suosituksi hin-noittelumalliksi kaikenlaisissa palveluissa: perustaso on ilmainen, jolloin se pyrkii vetämään mukaan mahdollisimman paljon kiinnostuneita käyttäjiä. Jos palvelu miellyttää ja käyttäjä kaipaa lisäominaisuuksia ja muita etuja, voi hän ostaa maksullisen version. Malli on erityisen tunnettu mobiilipelien ja muiden kännykkäsovellusten parissa, mutta sillä ovat menestyneet myös monet alustat. Freemium ei kuitenkaan automaattisesti takaa tuotteen menestystä, eikä se sovi kaikkiin tilanteisiin. Lisäksi on tutkittu, että kuluttajat ovat sitoutuneempia ja käyttävät tuotetta todennäköisemmin, jos ovat mak-saneet siitä. Kuitenkin freemium on ollut ratkaiseva osa monien nykypäivän suosituimpien verkkopalvelujen toimintamallia. [77]

Hyvin suunniteltu bisnesmalli myös pyrkii tekemään alustan vaihtami-sesta vaikeaa ja kannattamatonta, jotta sen käyttäjät pysyisivät uskollisina eivätkä siirtyisi herkästi uudelle alustalle tai käyttäisi useampaa alustaa yhtä aikaa. Tästä varoittavia esimerkkejä ovat Groupon [27] ja LivingSocial [42], jotka olivat aluksi johtavia alustoja päivittäisten erikoistarjousten välittäjinä. Mitä enemmän tarjouksia jollain tietyllä alueella oli saatavilla, sitä useammat alueen asukkaat liittyivät alustalle ja sitä useammat alueen toimijat halusi-vat tarjota etuja alustan kautta. Kuitenkaan ei ollut mitään syytä, mikseivät sekä ostajat että myyjät olisi halunneet hyötyä yhtäaikaaisesti useammasta tarjoussivustosta, ja parissa vuodessa kilpailevien alustojen kasvava määrä oli heikentänyt sekä kuluttajien että yritysten uskollisuutta alustoille ja pu-dottanut niiden arvon murto-osaan entisestä. [28]

3.4 Kehitys ja vaikutukset

Alustatalous on muokannut merkittävästi perinteisiä työpaikkoja ja kaupankäyntiä. Alusta luo uusia kilpailijoita olemassaoleville yrityksille esimerkiksi tuomalla uuden kaupankäyntimallin kuluttajien saataville. Airbnb [1] haastoi hotellialan antamalla yksityishenkilöille työkalut vuokrata vapaita asuntojaan turistien käyttöön, ja kuljetuspalvelut Uber [88] ja Lyft [44] tarjosivat kenelle tahansa mahdollisuuden ryhtyä taksikuskiksi, joka saa itse päättää työaikansa. Koska alusta itse ei juurikaan aseta vaatimuksia palvelun tarjoajille, on kynnys liittyä mukaan hyvin matala. [38]

Valtaosa käyttäjistä pitää verkkoalustoja osa-aikatyönä tai tapana ansaita hieman ylimääräistä rahaa, mutta asunnonvuokrauksesta tai auton ajamisesta voi tulla jopa täysipäiväinen työ. Alusta mahdollistaa tämän ilman koulutusta tai oman yrityksen perustamiseen liittyvää byrokratiaa. [62] Alustoilla voi olla myös positiivisia ympäristövaikutuksia, sillä monet niistä keskittyvät palveluiden ja tuotteiden jakamiseen omistamisen sijaan. Esimerkiksi erilaiset autonjakamispalvelut ovat vähentäneet sekä autojen omistamista että ajettuja matkoja, ja näin ne vähentävät myös niiden aiheuttamia hiili-dioxidipäästöjä. [54]

Uudet ansaintamallit tuovat mukanaan myös vaikeuksia. Koska Airbnb:n käyttö on asuntojen omistajille kannattavampaa kuin perinteinen pitkäaikainen vuokraaminen, ei jälkimmäinen vaihtoehto tunnu enää niin houkuttelevalta. Erityisesti tämä näkyy suosituissa turistikaupungeissa, joissa paikallisten on entistä vaikeampaa löytää kohtuuhintaista asuntoa niiden muuttuessa kasvavassa määrin lyhytaikaisiksi vuokra-asunnoiksi. [33] Myös alueiden hallinto voi jäädä ilman verotuloja, joita hotelleista yleensä saataisiin. Koska uusille palveluille ei ole olemassa ennakkotapauksia, myöskään asiaankuuluvaa lainsäädäntöä ei ole olemassa tai sitä tulkitaan hyvin eri tavoin. Useat maat ja kaupungit ovatkin pyrkineet torjumaan ongelmia laatimalla uusia lakeja, jotka esimerkiksi vaativat vuokrakohteiden rekisteröimistä tai rajoittavat vuokrapäivien määrää. [16] [17]

Suuri määrä palveluntarjoajia alustalla voi johtaa myös huonompiin työoloihin heille: Uber ja Lyft ovat kumpikin surullisenkuuluisia matalista palkoistaan ja työntekijöidensä hyväksikäytöstä. Alustojen maksamat palkat kuskeille ovat laskeneet rajusti viime vuosina, ja koska kyseessä ei ole vakituinen työsuhde, ei niillä myöskään ole perinteisten yritysten kaltaisia velvollisuuksia esimerkiksi työntekijöidensä hyvinvointia kohtaan. Kasvava tyytymättömyys palveluihin onkin johtanut lakkoihin ja mielenosoituksiin. [73]

Luku 4

Rajapinnat

Termi rajapinta on merkitykseltään laaja ja käytetty monella eri alalla, mutta yleisesti sillä viitataan jonkinlaiseen yhteyteen, yhtymäkohtaan tai tiedonvälitykseen kahden erillisen asian tai osan välillä. Ohjelmistotekniikassa sillä tarkoitetaan ohjelmistoa tai ohjelmiston osaa, jolla eri ohjelmistot, tietokannat ja järjestelmät voivat vaihtaa tietoa keskenään. [85] Rajapinta voi olla järjestelmään sisäänrakennettu osa, jonka kautta se viestii ulkomaailmaan tai tarjoaa tietoa muiden järjestelmien käyttöön, tai kokonaan erillinen osa, joka välittää tietoa itsenäisten ohjelmistojen välillä. Rajapintaa hyödyntäviä osapuolia voivat olla esimerkiksi ihmiset, ohjelmistot, fyysiset laitteistot ja oheislaitteet, ja ne voivat joko lähettää tietoa, vastaanottaa sitä tai molempia. [34]

Rajapinnat ovat läsnä kaikkialla, eikä usein asiaa tule edes ajatelleeksi. Käyttäessä mitä tahansa elektronista laitetta rajapintana toimivat esimerkiksi napit ja katkaisijat, joiden kautta käyttäjä välittää komentoja laitteelle. Toiseen suuntaan eli laitteelta käyttäjälle tieto voi siirtyä esimerkiksi näytön, valojen tai äänen avulla. Myös erilaisten tietokoneohjelmien, sovellusten ja verkkosivujen käyttöliittymät lasketaan rajapinnoiksi, sillä niiden kautta käyttäjä on yhteydessä allaolevaan ohjelmaan. Tämä työ keskittyy kuitenkin ohjelmointirajapintoihin.

4.1 Ohjelmointirajapinnat

Ohjelmointirajapinta on joukko ohjelmistokehityksen työkaluja. Se sisältää määritelmät, protokollat ja muut tarvittavat osat, joiden avulla esimerkiksi tietyn käyttöjärjestelmän tai laitteiston ohjelmistokehitys tapahtuu. Rajapinnan tarkoitus on abstraktoida allaolevan järjestelmän toimintaa, jotta kehittäjällä on käytössään vain ne tiedot ja komennot, joita hän sovelluksensa

kehittämiseen tarvitsee. Esimerkiksi hakiessaan resurssia palvelimelta täytyy kehittäjän tietää vain tarvittava kutsu ja toteuttaa se, eikä hänen kannaltaan ole väliä, miten resurssin haku käytännössä tapahtuu. [13]

Verkkorajapinnat, joita tässä työssä erityisesti käsitellään, ovat yhtymäkohtia palvelun ja sitä hyödyntävien ulkopuolisten kehittäjien välillä. Rajapinta kuvaa joukon komentoja, joilla päästä käsiksi allaolevaan palvelimeen ja tietokantaan, ja lähettämällä pyynnön palvelimelle se palauttaa vastauksen ennaltamäärätyn rakenteen mukaisesti, yleensä XML- tai JSON-muotoisena. Riippuen rajapinnan sisältämistä komennosta palvelun tarjoamaa dataa voi hakemisen lisäksi myös lisätä, muokata ja poistaa. Nykyään niin pienet kuin suuretkin yritykset ja muut toimijat tarjoavat usein rajapinnan palveluunsa, sillä tiedon saatavuus lisää palvelun käytettävyyttä ja siten sen arvoa. [19]

Rajapinta eroaa perinteisestä verkkosivusta tai -sovelluksesta siinä, ettei se tarvitse graafista käyttöliittymää toimiakseen. Siinä missä tavallinen verkkosivun käyttäjä voi klikata linkkiä hakeakseen sivun, joka näyttää päivän säätiedot, vastaava rajapintakutsu palauttaa ainoastaan kyseisen säädatan ilman sen visuaalista esitystä verkkosivulla. Ohjelmistokehittäjä voi sitten hyödyntää tätä dataa omassa sovelluksessaan haluamallaan tavalla. Rajapinnat mahdollistavat myös mashup-sovellukset, jotka hyödyntävät dataa useasta eri palvelusta. [94]

Rajapinnat voivat olla joko avoimia tai suljettuja, ja joskus järjestelmä saattaa sisältää molempiakin. Avoimen rajapinnan kaikki dokumentaatio on julkista, ja sen käyttö ja jatkokehitys on rajatonta ja ilmaista. Sen käyttö ei myöskään vaadi rajapinnan kehittäjän valvontaa, vaan se on mahdollista ottaa käyttöön koska tahansa ja vähintään testiympäristö on avoimesti saatavilla. Avoin rajapinta ei kuitenkaan automaattisesti tarkoita avointa dataa, vaan se saattaa olla rajoitettua ja saatavilla esimerkiksi vain jonkinlaisen käyttäjäautentikaation kautta. Vastakohtana suljetun rajapinnan käyttö ja kehitys on rajattu vain tietyille käyttäjäjoukolle. [56]

4.2 Kehitys

Vuosituhanne vaihteen molemmin puolin internet kehittyi kovaa vauhtia, ja samalla kasvoi tarve välittää tietoa eri järjestelmien välillä. Syntyi useita rinnakkaisia teknologioita asiakkaan ja palvelimen väliseen kommunikaatioon, kuten RMI, CORBA ja DCOM. Niissä kuitenkin osapuolet olivat yleensä hyvin riippuvaisia toisistaan, mikä aiheutti yhteensopivuus- ja turvallisuusongelmia. [50]

XML:n alkaessa kasvattaa suosiotaan tiedon esittämisen standardina sitä hyödyntäviä viestintäprotokollia oli kehitteillä monia, ja näiden joukosta

nousivat yleisempään käyttöön SOAP (Simple Object Access Protocol) ja WSDL (Web Services Description Language). SOAP on viestiprotokolla, jonka avulla voidaan kommunikoida verkkopalvelun kanssa, ja WSDL taas on kieli palvelun toiminnallisuuksien kuvaamiseen. Ne yhdessä mahdollistivat rajapinnan kuvaamisen standardoidusti XML:n avulla. [96] Lisäksi palvelujen julkaisemiseen ja hakemiseen hyödynnettiin UDDI-protokollaa (Universal Description, Discovery and Integration), joka ei kuitenkaan saavuttanut yhtä laajaa käyttäjäkuntaa kuin oli toivottu. [86]

SOAP oli kuitenkin suunniteltu enemmän joustavaksi kuin helpoksi käyttää. XML-tiedoston rakenne ja muut yksityiskohdat olivat jokaisella palvelulla erilaiset, ja virhetilanteiden syitä oli hyvin vaikea selvittää. Rajapintojen suunnittelu vaati yhä yhtenäisempiä standardeja, ja tätä tarvetta täyttämään suunniteltiin REST-arkkitehtuuri. [67]

4.3 REST API

Vuonna 2000 julkaistussa väitöskirjassaan *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures* [21] Roy Fielding käsitteli erilaisia ohjelmistoarkkitehtuureja ja esitteli kokonaan uuden arkkitehtuurimallin nimeltä REST, Representational State Transfer. Sen tarkoituksena oli yksinkertaistaa ja yhtenäistää tapoja, joilla eri ohjelmistot välittivät tietoa keskenään verkossa.

Fielding listaa väitöskirjassaan REST-mallia määrittävät rajoitteet, jotka ovat edelleen voimassa:

1. Asiakas-palvelin-arkkitehtuuri

Järjestelmä on jaettu selkeästi kahtia asiakkaaseen ja palvelimeen, joista ensimmäinen vastaa käyttöliittymästä ja jälkimmäinen datan varastoinnista. Kun nämä kaksi on erotettu toisistaan, käyttöliittymä on helppo siirtää eri alustoille, ja lisäksi molempia puolia pystytään kehittämään eteenpäin toisistaan riippumatta. Malli siis edistää myös järjestelmän skaalautuvuutta.

2. Tilattomuus

Tilattomuus tarkoittaa, että mitään tietoa asiakkaan tilasta ei varastoida palvelimelle, vaan jokaisessa rajapintakutsussa lähetetään kaikki tarvittava tieto kutsun ymmärtämiseen. Tämä mahdollistaa tehokkaan resurssienhallinnan, yksinkertaistaa toteutusta ja helpottaa skaalautumista, kun palvelimen tarvitsee huolehtia vain yhdestä kut-

susta kerrallaan. Tämä tosin voi myös johtaa siihen, että koska mitään ei voida varastoida, kutsuissa välitetään paljon toisteista dataa.

3. Välimuisti

Toisteisen datan ongelmaa REST pyrkii torjumaan käyttämällä välimuistia. Jokaista kutsua kohden lähetettävään vastaukseen merkitään, saako tiedon tallentaa välimuistiin, ja jos sama kutsu tehdään uudelleen, noudetaan vastaus välimuistista palvelimen sijaan. Tämä vähentää turhia kutsuja ja nopeuttaa vastauksen hakemista. Välimuisti kuitenkin myös vähentää vastauksen luotettavuutta, sillä sinne saattaa joskus jäädä vanhentunutta tietoa.

4. Yhtenäinen rajapinta

RESTin kenties merkittävin etu on se, että rajapintakutsut ovat standardisoituja ja toimivat aina samojen periaatteiden mukaisesti. Jokainen yksikkö informaatiota on oma resurssinsa, jota kutsutaan tai muokataan aina samoilla metodeilla. Fielding ei itse asiassa mainitse näitä metodeja lainkaan, mutta käyttöön vakiintuivat jo HTTP 1.0-spesifikaatiossa [5] esiteltyt GET, POST, PUT ja DELETE. Resurssien tunnistamiseen taas käytetään URI-osoitteita. Haittapuolena yhtenäisyys laskee tehokkuutta, sillä data lähetetään aina standardisoidussa muodossa eikä sitä voi vapaasti muokata asiakkaan tarpeiden mukaan. REST onkin optimoitu juuri tiedonsiirtoon verkossa, eikä välttämättä sovi muihin tarkoituksiin.

5. Kerroksinen järjestelmä

Järjestelmä voi koostua useista asiakas-palvelin-suhteista, joissa esimerkiksi asiakas kutsuu tietoa palvelimelta, joka kutsuukin sitä toiselta palvelimelta ja lähettää sen sitten takaisin asiakkaalle. Tämä helpottaa kutsujen tekoa ja eri komponenttien itsenäistä kehitystä, sillä minkään osan ei tarvitse tietää koko järjestelmästä enempää kuin ne osat, joiden kanssa se on suorassa yhteydessä. Kerroksisen järjestelmän haittana saattaa kuitenkin olla pyyntöjen toteutuksen hidastuminen, kun dataa haetaan usean kerroksen läpi ennen kuin se voidaan palauttaa asiakkaalle. Hidastumista voidaan torjua hyödyntämällä kutsun matkalla olevilla palvelimilla jaettuja välimuisteja.

6. Ladattava koodi

REST antaa asiakkaalle mahdollisuuden ladata ja suorittaa erillisiä sovelmia ja skriptejä rajapinnan toiminnallisuuden laajentamiseksi. Näin

asiakaspuolen ei siis tarvitse toteuttaa kaikkia tarvittavia ominaisuuksia itse, vaan jokin monimutkaisempi toiminto on suoraan saatavissa palvelimelta. JavaScript ja Flash ovat yleisiä esimerkkejä tällaisesta erikseen ladattavasta lisäosasta. Ladattava koodi on RESTin rajoitteista ainoa vapaavalintainen.

Nämä rajoitteet tekivät RESTistä erittäin kehittäjäystävällisen, ja REST-kutsut olivat SOAPIin verrattuna merkittävästi lyhyempiä ja helpompia kirjoittaa. Myös kutsujen käsittelyyn ja siirtoon kuluva aika sekä verkkoliikenteen määrä olivat molemmat moninkertaisesti pienempiä. [50] Käytettävyytensä ansiosta REST nousi muutamassa vuodessa käytetyimmäksi verkkopalvelujen suunnittelumalliksi korvaten SOAP- ja WSDL-pohjaiset ratkaisut lähes kokonaan. Myös esimerkiksi Yahoo, Google ja Facebook siirtyivät vanhoista arkkitehtuureista RESTiin antaen näin vahvan todisteen sen ylivertaisuudesta. [72]

4.4 API Ensin

Rajapintojen muuttuessa yhä tärkeämmäksi osaksi järjestelmien kehitystä on alettu puhua suunnitteluperiaatteesta nimeltä API Ensin (API First). Tämä tarkoittaa, että kaikkea toiminnallisuutta lähdetään suunnittelemaan rajapinta edellä. Kaikki järjestelmän ominaisuudet ilmaistaan rajapinnan kautta, eikä graafisen tai muun käyttöliittymän kautta voi saada tietoa ilman, että se haetaan rajapinnasta. Pääasiallisina käyttäjinä pidetään ulkopuolisia kehittäjiä, ja rajapinta suunnitellaan mahdollisimman helppokäyttöiseksi heille: mitä yhtenäisempiä ja standardoidumpia rajapintakutsut ovat, sitä helpompaa niitä on hyödyntää muissa sovelluksissa. [87]

Rajapinnan suunnittelussa on otettava huomioon myös, miten se laajenee ja kehittyy tulevaisuudessa. Hyvin suunniteltu rajapinta on erotettu sen implementaatiosta, ja vaikka kutsujen palvelintoteutus saattaa järjestelmän elinaikana muuttua merkittävästikin, ulospäin näkyvien muutosten tulisi pysyä minimaalisina. Uusia ominaisuuksia voi tulla lisää ja vanhojen ominaisuuksien vaatimukset voivat vähentyä, mutta ei toisinpäin, jotta rajapintaa käyttävät muut sovellukset eivät rikkoutuisi päivitysten takia. API Ensin-periaate siis kantaa koko rajapinnan eliniän ajan. [87]

Rajapintakeskeisyys johtaa myös siihen, että hyvä dokumentaatio on äärimmäisen tärkeää. Monissa tapauksissa rajapinnan arvo riippuu siitä, kuinka hyvin asiakkaat ja kehittäjät pystyvät sitä hyödyntämään, ja ilman kattavaa opastusta sen täysi potentiaali jää käyttämättä. API-dokumentaatio saattaa olla satojen sivujen mittainen, mutta se on pystyttävä esittämään selkeästi

ja helposti haettavasti, jotta ulkopuolinen kehittäjä pääsee nopeasti kokeilemaan käytännössä tarvitsemiaan ominaisuuksia lukematta koko materiaalia. Myös heti käyttövalmiit esimerkit yleisimmistä käyttötapauksista, koodin tarjoaminen usealla eri ohjelmointikielellä ja monipuolinen virhetilanteiden kuvaus tehostavat merkittävästi rajapinnan käyttöönottoa. [68]

4.4.1 Esimerkki: Amazonin menestystarina

2000-luvun alussa Amazonin toimitusjohtaja Jeff Bezos julkaisi yrityksen sisäisen mandaatin, jossa käskettiin kaikkia tiimejä muuttamaan oma datansa ja toiminnallisuutensa saavutettavaksi rajapintojen kautta. Rajapinnat oli myös suunniteltava niin, että ne voitaisiin tulevaisuudessa antaa ulkopuolisten kehittäjien käyttöön. Teknologialla ei ollut väliä, mutta mitään muita tiedonvälitystapoja ei enää sallittu, ja tottelemattomuudesta seuraisi potkut. Parin seuraavan vuoden aikana tavoitteeseen pyrittiin ahkerasti, ja Amazonista tuli sisäisesti palvelukeskeinen arkkitehtuuri. Tuolloin se oli vasta pelkkä verkossa toimiva kirjakauppa, mutta Bezos näki siinä potentiaalia johonkin paljon suurempaan. [92]

Muutos oli valtava ja raskas, mutta se myös loi pohjan Amazonin menestykselle. Amazon Marketplace aukesi vuonna 2002 ja antoi ulkoisten toimijoiden myydä tuotteitaan Amazonin kautta, ja 2006 Amazonin toiminta laajeni tarjoamaan näille ulkoisille toimijoille myös varastointi- ja toimituspalveluita. Samoihin aikoihin Amazon Web Services julkaistiin ulkomaailmalle, ja maailman käsitys pilvipalveluista muuttui pysyvästi. Amazonin skaalautuva malli mahdollisti datan varastoinnin ja laskentatehon vuokraamisen kunkin ostajan senhetkisten tarpeiden mukaan, ja sopi siksi kaikenkokoisille käyttäjille paremmin kuin vanhat vakiokokoiset palvelut. Kaiken tämän mahdollistivat Amazonin kaikenkattavat rajapinnat, ja nykyään sen palvelimia hyödyntävät monet maailman suurimmista verkkopalveluista. [32]

Luku 5

Tutkimuskohteet

5.1 Haulbag

Haulbag [64] on liiketoiminnan digitalisointiin tarkoitettu verkkopalvelu, joka yhdistää yrityksen kaikki toiminnot saman palvelun alle. Sen pääosassa on toiminnanohjausjärjestelmä, jolla käyttäjät pystyvät seuraamaan ja hallinnoimaan yrityksensä koko toimintaa, kuten tuotetietoja, tilauksia, laskuja ja toimituksia. Haulbagiin kuuluu myös asiakkuudenhallinta, jonka avulla kunkin asiakkaan ostotilaukset, myyntitilaukset, laskut ja muut asiakastiedot löytyvät yhdestä paikasta ja uusia prospekteja ja tarjouksia on helppo seurata. Lisäksi järjestelmä mahdollistaa kustomoitavien verkkokauppojen luomisen ja sisältää integraatiot moniin ulkoisiin järjestelmiin esimerkiksi taloushallinnon, laskutuksen ja logistiikan aloilla. Haulbagin on kehittänyt Polea Oy, vuonna 2011 perustettu ohjelmistoalan yritys, joka on keskittynyt yritysten digitaalisen liiketoiminnan käynnistämiseen ja kasvattamiseen.

Haulbagin verkkokaupat ovat hyvin vapaasti muokattavissa kunkin asiakkaan tarpeisiin. Niitä voi luoda käytännössä rajattomasti, eli esimerkiksi B2B-kaupankäynnissä myyjä voi luoda jokaiselle asiakkaalleen oman verkkokaupan, jossa myydään vain kyseiselle asiakkaalle tarkoitettuja tuotteita. Haulbagin verkkokaupat toimivat täysin rajapintojen päällä, eli kaikki tuote- ja asiakastiedot haetaan Haulbagista eikä mitään tallenneta itse verkkokauppaan. Tämä tarkoittaa myös, että asiakkaat voivat halutessaan luoda verkkokaupansa selainpuolen kokonaan itse ja käyttää vain Haulbagin palvelinpuolta.

5.2 Happy Textiles

Diplomityö käsittelee tarkemmin Happy Textiles -älytekstiilialustan rakentamista. Happy Textiles [80] on vuonna 2018 perustetun Spiderhouse Oy:n kehittämä yhteisöalusta, jonka tarkoitus on tuoda yhteen älytekstiilialan osajia. Jäseniksi halutaan sekä erilaisia älytekstiilialaan liittyviä yrityksiä, opilaitoksia ja organisaatioita että yksittäisiä asiantuntijoita, suunnittelijoita ja tuotekehittäjiä. Alustan tavoitteena on tarjota jäsenilleen muun muassa verkostoitumista, tiedotusta, tapahtumia ja mahdollisuuksia myydä omia tuotteitaan ja palveluitaan alustan verkkokaupassa. Alusta rakennetaan kokonaisuudessaan Haulbagin päälle ja se hyödyntää Haulbagin kustomoitua verkkokauppaa.

Spiderhouse kaupallistaa yhteisön ja tarjoaa jäsenilleen erilaisia palveluja. Yhteisö koostuu rajapinnoista, jotka näkyvät jäsenille yhteisösivuston muodossa. Ilmaisjäseneksi voi liittyä yksinkertaisesti luomalla tunnukset sivustolle, ja ostamalla yhteisön perusjäsenyyden saa pääsyn alustan lisäpalveluihin. Myös tuotetoimittajille on tarkoitus luoda oma jäsenyytensä lisäpalveluineen, ja se on tällä hetkellä testivaiheessa. Tulevaisuudessa jäsentasoja voi olla useampiakin, ja jäsentasoa nostamalla on mahdollista saada käyttöön uusia rajapintoja ja esimerkiksi ryhtyä myyjäksi alustan verkkokauppaan.

Luku 6

Toteutus

Tässä osiossa kuvataan, miten Happy Textiles -yhteisöalusta on kehittynyt Spiderhousen toiveiden mukaan toimivaksi verkkosivuksi. Alustan vaatimukset -osiossa kuvataan Spiderhousen alkuperäisiä toiveita ja tavoitteita sekä sivuston alustaluonteesta johtuvia erityistarpeita. Osio ei ota kantaa siihen, mitkä näistä vaatimuksista loppujen lopuksi toteutuivat, vaan tätä tarkastellaan lopuksi Analyysi-osiossa.

Itse alustan toteutus koostuu kahdesta osasta. Ensimmäisessä osassa yhteisöalustaa rakennetaan Haulbagin verkkokaupan pohjalle ja kauppaan lisätään uusia ominaisuuksia yhteisön jäsenten käsittelyä varten. Kuitenkin Happy Textilesin tarpeiden tarkentuessa todettiin, että WordPress-sivusto ja sen lisäosat palvelisivat yhteisöä paremmin, joten alustan lopullinen versio toteutettiin WordPressin ja sen lisäosien avulla. Siirtymisen seurauksena työssä päädyttiin hyödyntämään Haulbagin oman rajapinnan lisäksi myös useita ulkoisia rajapintoja, ja työn toinen osa kuvaa näiden rajapintayhteyksien rakentamista Haulbagin ja WordPressin välille.

6.1 Alustan vaatimukset

6.1.1 Tuotteet

Sivulla esitellään sekä Happy Textilesin omia että yhteisön toimittajajäsenten tarjoamia tuotteita ja palveluita. Haulbagin nykyistä tapaa käsitellä ja esittää tuotteita täytyy laajentaa kattamaan uudet käyttötarkoitukset. Aiemmin Haulbagia ja sen verkkokauppoja on käytetty vain fyysisten tuotteiden myyntiin, joita tässä tapauksessa voisivat olla jäsenestä riippuen esimerkiksi jokin materiaali, kuten kangas tai elektroninen komponentti, tai varsinainen valmis älytekstiilituote. Niiden lisäksi alustalla voidaan kuitenkin tarjota myös

esimerkiksi artikkeleita ja teknologiakonsepteja. Verkkokaupan on siis pystyttävä käsittelemään myös digitaalisia tuotteita ja tarvittaessa tarjota ostettu data ladattavaksi heti oston jälkeen.

6.1.2 Tapahtumat

Happy Textiles -yhteisön tarkoitus on järjestää jäsenilleen erilaisia älytekstiilialaan liittyviä tapahtumia, kuten koulutuksia, kursseja, verkostoitumista ja ekskursioita. Näiden lisäksi myös yhteisön toimittajajäsenet pystyvät myymään alustan kautta omia tapahtumiaan. Kaikkien näiden tapahtumien lipunmyynti tapahtuu kokonaisuudessaan uuden alustan kautta, joten Haulbagin täytyy tukea uutena tuotetyyppinä myös tapahtumalippuja. Lipun ostamisen ja maksamisen lisäksi täytyy myös olla mahdollista saada e-lippu esimerkiksi sähköpostitse. Tapahtumia on sekä maksullisia että maksuttomia, ja jotkut niistä saattavat olla moniosaisia, jolloin käyttäjä voi osallistua joko vain yhteen osaan tai vaikka kaikkiin. Verkkokaupan täytyy siis pystyä esittämään kaikki erilaiset vaihtoehdot käyttäjälle selkeässä muodossa.

6.1.3 Jäsenet

Alustalle halutaan mahdollisuus liittyä usealla eri jäsentasolla, jotka tarjoavat jäsenelle eritasoisia palveluita. Yhteisöön voivat liittyä sekä yksityishenkilöt että erikokoiset yritykset, ja jos jäsen on yritys, siihen voi liittyä monta eri käyttäjätunnusta. Yhteisön perusjäsenet saavat liittyessään pääsyn sivun verkkokauppaan, jolloin he voivat ostaa kaupan tuotteita ja samalla esimerkiksi pääsylippuja yhteisön tapahtumiin. Lisäksi heidän käytössään on yhteisön toimittajatietokanta, josta he voivat etsiä mahdollisesti itselleen hyödyllisiä yhteistyökumppaneita.

Jos yhteisön jäsen haluaa tarjota jotakin myytäväksi yhteisön verkkokaupassa, hän voi päivittää jäsenyytensä toimittajajäsenyydeksi. Tällöin hän saa oikeudet lisätä tuotteita myyntiin verkkokauppaan. Lisäksi hän saa esitelynsä ja yhteystietonsa näkyviin yhteisön toimittajalistaan, josta muut jäsenet voivat ne löytää. Toimittajia ei ole esitelty Haulbagin verkkokaupoissa aiemmin, joten heille rakennetaan oma sivunsa, jolla on mahdollista hakea toimittajia erilaisten suodattimien avulla samaan tapaan kuin tuotteita. Toimittajaksi ryhtyminen tapahtuu uudella, erillisellä toimittajalomakkeella, ja on myös mahdollista liittyä alustalle suoraan toimittajatasolla. Toimittajat saavat Haulbagiin toimittajatunnukset, jolloin he saavat rajallisen pääsyn järjestelmään ja voivat muokata omia tietojaan ja lisätä tuotteitaan myyntiin.

Kahden edellisen tason lisäksi jäseniksi lasketaan myös Happy Textilesin yhteistyökumppanit, jotka tuovat alustalle erikoisosaamista ja yhteisön tarpeisiin räätälöityjä palveluja. Lisäksi kumppanisopimuksesta riippuen ne rahoittavat yhteisön rakentamista ja saavat Spiderhouselta jonkinlaista niille räätälöityä palvelua. Kumppaneiksi valikoidaan älytekstiileihin erikoistuneita tai niistä kiinnostuneita toimijoita, kuten yrityksiä ja tutkimuslaitoksia, ja ne saavat alustan kautta pääsyn tavoittelemiinsa kohdeyrityksiin tai asiakkaisiin ja näin edistävät myös omaa toimintaansa.

6.1.4 Maksutavat

Haulbagin verkkokaupat sisältävät valmiiksi mahdollisuuden maksaa tavallisella laskulla sekä integraatiot muun muassa Paypaliin [60] ja Paytrailiin [61]. Näiden lisäksi yhteisön verkkokauppaan halutaan mahdollisuus korttimaksuihin. Tätä varten Haulbagiin lisätään integraatio korttimaksupalvelu Payment Highwayhin [55], joka mahdollistaa yksittäisten maksutapahtumien lisäksi myös korttitietojen tallentamisen ja toistuvat maksut.

6.1.5 Muut palvelut

Tulevaisuudessa Happy Textilesin tavoitteena on laajentua tarjoamaan myös monia muita palveluita. Aineettoman omaisuuden oikeudet liittyvät läheisesti älytekstiilialan uusiin innovaatioihin, ja tuotevalikoimaan voitaisiinkin lisätä esimerkiksi patenttien myyntiä ja vuokrausta. Lisäksi valikoimaan on suunniteltu muun muassa asiantuntijapalveluita, koulutuksia, liiketoiminnan kehitystä ja pienimuotoista konsultointia. Kasvavan kontaktiverkoston tavoitteena on tuoda yhteen toimijoita alan eri puolilta, ja näin alustan jäsenet pääsevät tarjoamaan toisilleen omaa tietotaitoaan, proto- ja tuotantopalveluita, harjoittelupaikkoja ja lopputöitä sekä monia muita yhteistyömahdollisuuksia. Myös Polean palveluja voidaan markkinoida Happy Textilesin kautta, ja pieni yritys voisi saada Happy Textilesilta oman verkkokaupansa tai tuotteilleen digitaalisen showroomin, jonka Polea sitten toteuttaa. Näiden suunnitelmien toteuttaminen ei kuitenkaan kuulu tämän työn laajuuteen.

6.2 Vaihe 1: Haulbagin verkkokauppa

6.2.1 Tapahtumat ja tapahtumaliput

Yhteisön tarkoituksiin kuuluu järjestää erilaisia alaan liittyviä tapahtumia, ja yksi verkkosivulla myytävistä tuotteista tulee olemaan näiden tapahtumien

pääsyliiput. Lippu tuotetyyppinä oli Haulbagissa kokonaan uusi tilanne, ja pyrimme mahdollistamaan niiden myynnin mahdollisimman vähin muutoksin verkkokauppatuotteen nykyiseen rakenteeseen.

Tapahtumalippu eroaa fyysisestä tuotteesta muun muassa siten, ettei sillä ole fyysisiä mittoja, ja tärkeimpänä erona tapahtumalla on päivämäärä, jonka on tärkeää olla selkeästi näkyvillä. Lisäksi samalla tapahtumalla voi olla monta osaa, joita pitää pystyä myymään samalta tapahtumasivulta. Haulbagissa yhdellä tuotteella voi olla monta väriä, joten oli selkeää, että yksi tapahtumakokonaisuus tallennettaisiin järjestelmään yhtenä tuotteena ja tapahtuman osat sen ”väreinä”. Lisäksi keksimme, että tuotteille oli itse asiassa jo nyt mahdollista asettaa päivämääriä: aiemmin toteuttaessamme ominaisuutta, jolla rajattaisiin tuotteiden saatavuusaikataulua, olimme luoneet mahdollisuuden merkitä yksittäisen värin hyllypaikalle, milloin kyseinen väri tulisi myyntiin ja milloin sen parasta ennen -päivämäärä on. Harhaanjohtavista nimityksistä huolimatta päätimme käyttää näitä tapahtuman alku- ja loppupäivämääriä. Jos tapahtuma oli yksipäiväinen, sen päivämäärä asetettaisiin parasta ennen -päiväksi.

Tapahtumalipun esittäminen verkkokaupassa vaati pieniä muutoksia tavalliseen tuotteeseen verrattuna, joten tietokantaan lisättiin tuotteelle uusi ominaisuus ”tuotetietotyyppi” määrittämään, oliko kyseessä normaali tuote vai lippu. Koska myöhemmin järjestelmään oli tarkoitus lisätä muita ei-fyysisiä tuotteita kuten artikkeleita, lisättiin kolmanneksi vaihtoehdoksi aiheettomat tuotteet. Tämän avulla sitten tapahtuman tuotesivulta piilotettiin turhat tiedot kuten tuotteen koko, ja näytettiin tapahtuman päivämäärä sekä tuotehaussa tapahtuman nimen yhteydessä että tapahtuman sivulla alasve-tovalikossa.

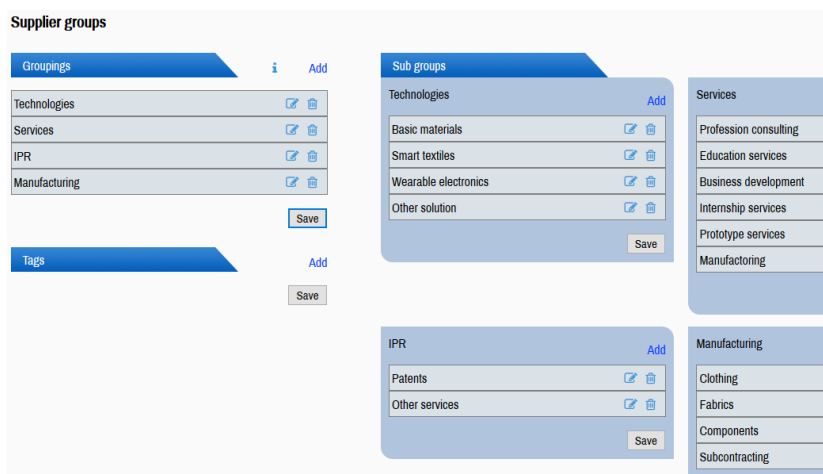
6.2.2 Toimittajat

Osa yhteisöön liittyvistä jäsenistä haluaa markkinoida ja myydä sen kautta omia tuotteitaan tai palvelujaan ja näin ne luovat alustalle lisäarvoa. Niinpä nämä toimittajajäsenet haluttiin verkkosivulle hyvin näkyviin, ja potentiaalisen ostajan tulisi pystyä helposti hakemaan niiden joukosta juuri ne, jotka liittyvät tiettyyn toimialaan tai tarjoavat juuri häntä kiinnostavia palveluja. Jotta tehtäisiin mahdollisimman vähän ylimääräistä työtä, totesimme, että toimittajat voisi esittää samanlaisena ruudukkona kuin tuotteet jo esitetään. Koska tuote ja toimittaja ovat objekteina hyvin erilaiset, täytyi toimittajia varten luoda omat sivupohjansa, mutta ne ovat suurelta osin identtiset tuotesivujen kanssa.

Haulbagissa oli jo alun perin mahdollisuus lisätä muun muassa tuotteille ja asiakkaille erilaisia vapaasti muokattavissa olevia ryhmittelyjä. Tuotei-

den tapauksessa näitä voisivat olla esimerkiksi tuotemerkki, käyttötarkoitus ja malli. Asiakkaita taas saatetaan ryhmitellä esimerkiksi sen mukaan, mihin asiakkuuteen he kuuluvat tai missä vaiheessa asiakkuusprosessia ollaan uuden prospektin kanssa. Näiden lisäksi myös yhteyshenkilöillä ja osoitteilla on omat ryhmittelynsä. Lisäksi oma erikoisryhmänsä ovat tagit, vapaasti muokattavat avainsanat, joita voi lisätä kaikille samoille kohteille kuin tavallisiakin ryhmiä. Ryhmäominaisuus päätettiin lisätä myös toimittajille, joita voitaisiin ryhmitellä esimerkiksi sen mukaan, millä alalla ne toimivat tai minkä tyyppisiä tuotteita ne tarjoavat. Näin uudella sivulla myös jäsenet, Haulbagin kannalta tuotetoimittajat, voitaisiin näyttää samanlaisena suodatettavana ruudukkona kuin tuotteet.

Aluksi harkitsimme, voisiko toimittajaryhminä käyttää jo olemassaolevia asiakkaan ryhmittelyjä, sillä jokaiseen toimittajaan tulisi automaattisesti liittymään asiakas. Totesimme kuitenkin, että myös asiakkaan ryhmittelyille saattaa olla myöhemmin erillistä käyttöä, ja jäsenien liittyvät ryhmät saattaisivat olla hyvin erilaiset riippuen siitä, toimiiko jäsen jollain tietyllä hetkellä ostajan (asiakkaan) vai myyjän (toimittajan) asemassa. Niinpä sama ryhmittelyominaisuus lisättiin erikseen myös toimittajille. Samalla päädyimme eristämään toimittaja-asetukset ostotilausasetuksista kokonaan omalle sivulleen, sillä suurella todennäköisyydellä niitä tulisi myöhemmin lisätä.



Kuva 6.1: Kuvakaappaus Haulbagista: luonnos toimittajien ryhmittelystä.

Hakusuodattimet ovat olleet jo aiemmin oleellinen osa verkkokaupan tuotenäkymää. Tuotelistauksen reunassa olevien valikkojen avulla tuotevalikkoa voidaan rajata tarkemmin omien tarpeiden mukaiseksi. Hakusuodatti-

mia lisätään verkkokaupan asetuksista, ja mistä tahansa tuoteryhmästä ja sen alaryhmistä voi siis luoda suodattimen. Alun perin suodattimien muokaus sijaitsi verkkokaupan pääasetussivulla, mutta kun sen koko nyt laajeni kolminkertaiseksi asiakkaiden ja toimittajien lisäyksen myötä, paremman tilankäytön mahdollistamiseksi suodattimet siirtyivät käyttöliittymäasetusten alle. Koska myös uudet ryhmät näkyvät tästä eteenpäin verkkokaupassa, samalla oli tarpeellista laajentaa verkkokaupan lokalisaatiota kattamaan myös asiakkaiden ja toimittajien ryhmät.

Koska halusimme pystyä käyttämään toimittajien esittämisessä mahdollisimman pitkälle olemassaolevan tuotesivun rakennetta, myös toimittajien suodattimien toiminta vastaa lähes täysin tuotesuodattimien toimintaa. Tätä varten myös verkkokaupan toimittajaobjektille täytyi lisätä lista kyseisen toimittajan ryhmien tunnuksista, joiden avulla varsinainen suodatus tapahtuu. Samalla toimittajien API-kutsua täytyi muokata niin, että se hakee toimittajien mukana myös nämä ryhmätunnukset. Jotta toimittajasivu voitaisiin toteuttaa mahdollisimman pitkälle samoin kuin tuotesivu, tarvittiin myös oma uusi API-kutsu yksittäisen toimittajan hakemiselle.

6.2.3 Payment Highway

Verkkokauppaan haluttiin vanhojen maksutapojen lisäksi mahdollisuus maksaa ostokset pankki- tai luottokortilla. Tähän tarkoitukseen valittiin maksupalvelu Payment Highway, joka mahdollistaa maksuprosessin kustomoinnin hyvin joustavasti yrityksen tarpeisiin sopivaksi. Palvelu mahdollistaa muun muassa maksukorttien tietojen tallentamisen ja maksujen hyväksymisen jälkikäteen, mutta Haulbagin verkkokaupan tarpeisiin riitti toistaiseksi yksinkertainen maksu syöttämällä asiakkaan korttitiedot.

Kun ostaja vahvistaa tilauksen verkkokaupassa ja siirtyy maksamaan, kutsutaan ensimmäisenä Payment Highwaylta korttitietolomake. Kutsun mukana lähetetään myös uudelleenohjausosoitteet, joihin ostaja ohjataan korttimaksun jälkeen. Ostaja syöttää lomakkeeseen maksukorttinsa tiedot ja lähettää ne Payment Highwaylle, joka tarkistaa kortin oikeellisuuden. Kun korttimaksu on hyväksytty, ostaja ohjataan takaisin verkkokaupan etusivulle onnistumisviestin kanssa. Todellisuudessa maksu täytyy vielä vahvistaa Payment Highwaylle, mutta tätä osuutta ei näytetä ostajalle. Samalla kun ostaja palautetaan etusivulle, lähetetään erillinen vahvistuskutsu Payment Highwaylle, jonka onnistuessa tilaus merkitään maksetuksi Haulbagin tietokannassa.

6.3 Vaihe 2: WordPress ja WooCommerce

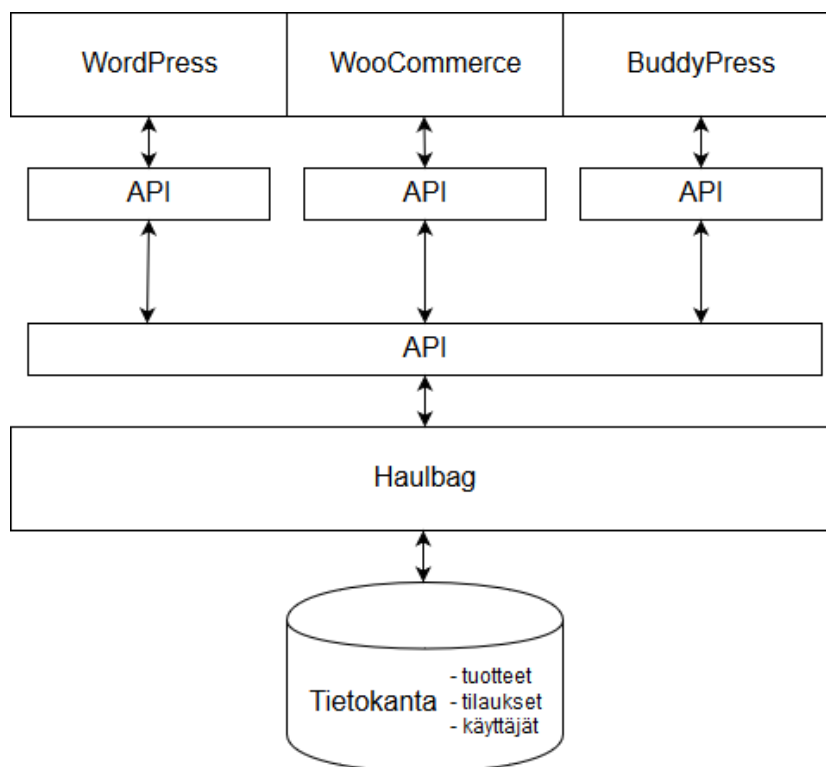
Happy Textilesin kehittyessä ja suunnitelmien tarkentuessa verkkosivut kauppoineen päätettiin siirtää kokonaan WordPressiin [3] paremman muokattavuuden vuoksi. Näin sivuille saatiin lisättyä muun muassa blogi ja tarkempaa esittelyä yhteisön toiminnasta. Koska verkkokauppatoiminnallisuus täytyi kuitenkin säilyttää, otettiin käyttöön WooCommerce [2], WordPressissä toimiva avoimen lähdekoodin verkkokauppa-alusta. Tehtäväksi jäi siis integraation rakentaminen Haulbagin ja WooCommerce:n välille, jotta verkkokaupan tuotteiden hallinta voitaisiin tehdä yhä Haulbagissa ja verkkokaupassa tehdyt tilaukset saataisiin siirrettyä Haulbagiin.

Integraatio koostuu tuotteiden, tilausten ja käyttäjien synkronoinnista, ja jokainen näistä kolmesta noudattaa hieman eri kaavaa. Tuotteet siirretään yksisuuntaisesti Haulbagista WordPressiin, ja siirto käynnistetään manuaalisesti, kun halutut tuotetiedot on ensin päivitetty Haulbagiin. Tilaukset ja käyttäjät taas pitää ajan tasalla automatisoitu silmukka, joka viiden minuutin välein tarkistaa, onko verkkokauppaan tullut uusia käsittelemättömiä tilauksia, ja suorittaa synkronoinnin vain jos on tarpeen.

Vaikka alkuperäistä Haulbag-verkkokauppaa ei enää näytetä Happy Textilesin käyttäjille, tapahtuu WordPress-integraatio kuitenkin sen kautta. Haulbagin tuotteet merkitään WordPress-kauppaan siirrettäviksi lisäämällä ne Haulbagin verkkokauppaan, tilausten siirtyessä Haulbagiin ne merkitään kyseisestä verkkokaupasta tehdyiksi, ja uusille WordPress-käyttäjille luodaan tunnukset myös Haulbag-verkkokauppaan. Tämä mahdollistaisi Spiderhouselle jopa useamman samankaltaisen WordPress-verkkokaupan luomisen niin, että jokaista hallinnoitaisiin oman Haulbag-verkkokaupansa avulla. Vaikka kauppoja olisi useita, minkä tahansa niistä Haulbag-versio voitaisiin tarvittaessa ottaa takaisin asiakkaiden käyttöön, eikä mitään tuotteisiin, tilauksiin tai verkkokaupan käyttäjiin liittyvää tietoa menetettäisi.

6.3.1 Tuotteet

Happy Textiles -verkkokaupassa ei myydä fyysisiä tuotteita, vaan sitä käytetään yhteisön kuukausittaisiin tapahtumiin ilmoittautumiseen. Ilmoittautuminen siis tapahtuu ”ostamalla” kaupasta ilmainen tapahtumalippu. Tämän lisäksi kaupasta pystyy ostamaan yhteisön jäsenyyden, jonka myötä käyttäjä pääsee kirjoittamaan omia blogipostauksiaan ja näin osallistumaan yhteisön sisällöntuotantoon. Toistaiseksi Happy Textilesilla ei ole myynnissä varsinaisia älytekstiilialan tuotteita, vaikkakin Haulbag tarjoaa siihen mahdollisuuden, jos yhteisön toiminta laajenee tulevaisuudessa siihen suuntaan.



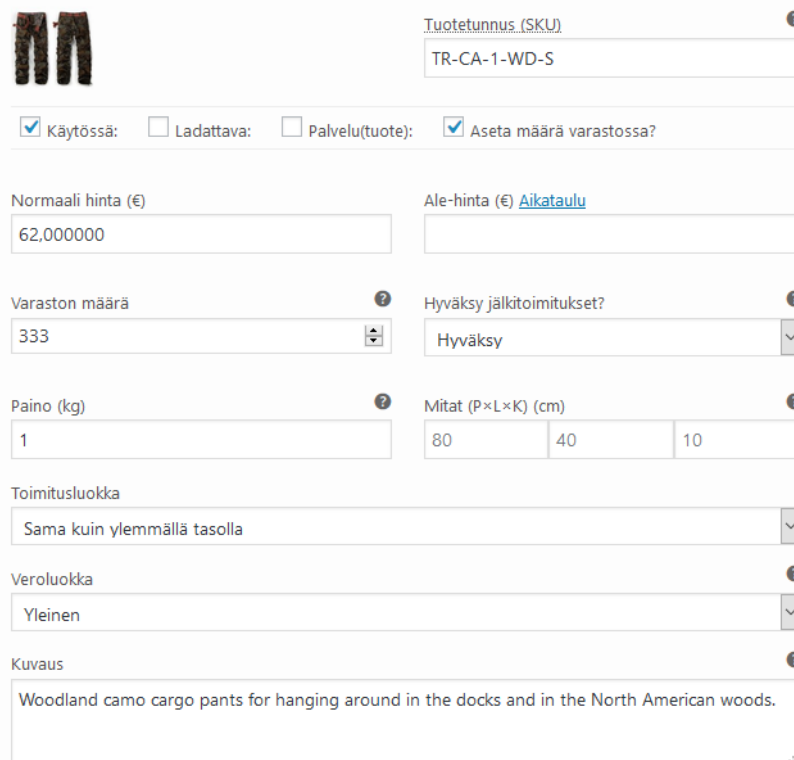
Kuva 6.2: Arkkitehtuurikuvaus Haulbagin ja ulkoisten rajapintojen välisestä kommunikaatiosta.


Yhteisön jäsenyys sekä jokainen erillinen tapahtuma lisätään Haulbagiin omana tuotteenaan, ja jos samalla tapahtumalla on monta osaa, nämä voidaan lisätä järjestelmään saman tuotteen muunnelmoina. Koska Haulbag on alun perin rakennettu asiakkaille, joiden tuotteiden muunnelmoin ovat pääasiassa eri värejä, käytetään järjestelmässä näistä muunnelmista yleisnimitystä väri. Väreille voi myös lisätä eri kokoja, mutta koska tapahtumilla näitä ei tietenkään ole, valitaan jokaiselle tuotteelle kokoluokitus, jossa kokoja on vain yksi. Tulevaisuudessa, jos kauppaan lisätään maksullisia tapahtumia, voitaisiin väreinä käyttää myös eritasoisia pääsylippuja, joille voitaisiin siis myös asettaa eri hinnat.

Vaikka Happy Textilesin tuotteet ovatkin ominaisuuksiltaan melko yksinkertaisia, pystyy integraation avulla siirtämään WordPressiin mitä tahansa Haulbagin tuoterakenteita. Samalla tuotteella voi siis olla useita värejä tai muita muunnelmia, ja värillä useita eri kokoja. Näillä kaikilla voi myös olla eri hinnat. WooCommerce:n tuoterakenne ei kuitenkaan täysin vastaa Haulbagin rakennetta, vaan hierarkisen tuote-väri-koko-rakenteen sijaan sekä väri että

koko lisätään tuotteelle yhtenä variaationa, kuten ”Punainen S” ja ”Punainen M”. Tuotteen variaatioiden määrä siis moninkertaistuu nopeasti värien ja kokojen määrän kasvaessa, sillä esimerkiksi kahden värin ja kahden koon tuotteelle variaatioita luodaan neljä, kolmen värin ja kolmen koon tuotteelle taas jo yhdeksän. Koska tuotteita kuitenkin muokataan ainoastaan Haulbagissa ja sitten siirretään WooCommerceen, ei tästä rakenteesta synny ylimääräistä työtä.

Haulbagin tuotetiedoista integraatiossa siirtyvät tuotetunnus, tuotteen nimi, mitat ja tuotekuvaus, ja väritiedoista väritunnus, värin nimi, mitat, hinta sekä värin kuvaus. Värin hinnan voi myös määrätä kokokohtaisesti, jolloin mahdolliset kokojen hintalisät siirtyvät eri WordPress-variaatioille luontevasti. Haulbagin asetuksista riippuen on myös mahdollista päivittää integraatiossa tuotteen varastosaldot. Tuotekuvat siirtyvät verkkokauppaan kokonaisuudessaan, mutta värikuvia WordPressin variaatioille voi lisätä vain yhden, joten Haulbagin mahdolliset värin lisäkuvat jäävät tässä tapauksessa käyttämättä.





Tuotetunnus (SKU) ?
TR-CA-1-WD-S

Käytössä: Ladattava: Palvelu(tuote): Aseta määrä varastossa?

Normaali hinta (€) ?
62,000000

Ale-hinta (€) [Aikataulu](#)

Varaston määrä ?
333

Hyväksy jälkitoimitukset? ?
Hyväksy

Paino (kg) ?
1

Mitat (P×L×K) (cm) ?
80 40 10

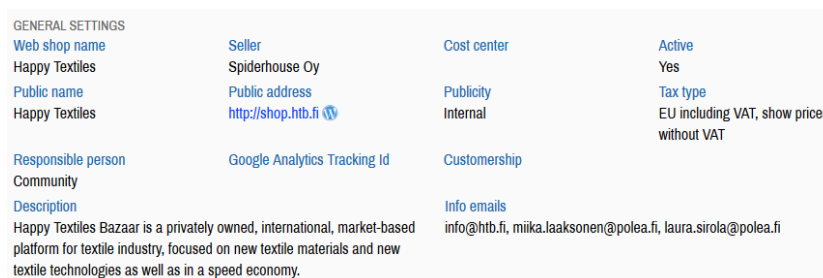
Toimitusluokka
Sama kuin ylempällä tasolla

Veroluokka ?
Yleinen

Kuvaus ?
Woodland camo cargo pants for hanging around in the docks and in the North American woods.

Kuva 6.3: Esimerkki WordPressiin siirretystä variaatiotuotteesta.

Itse tuotteiden synkronointi tapahtuu manuaalisesti Haulbagin verkkokauppa-asetuksista. Tavallisesti verkkokaupan julkisen osoitteen vieressä on painike, josta saa tyhjennettyä verkkokaupan välimuistin ja näin hakemaan seuraavalla latauskerralla päivitettyt tiedot. Wordpress-integraation ollessa käytössä tämä painike vaihtuu pieneksi WordPress-logoksi, jonka klikkaaminen käynnistää tuotteiden päivytyksen. Tuotteiden synkronoinnin haluttiin olevan manuaalista, koska tuotteita lisätään ja päivitetään vain ajoittain eikä jatkuva automaattipäivitys ole siis tarpeellista. Valinnassa on myös se etu, että tuotetiedot päivittyvät vasta, kun ne ovat varmasti valmiit. Haulbag ei tue tuotetietojen tallentamista luonnoksena, mutta tässä tapauksessa vaikkapa pitkä tuotekuvaus on mahdollista kirjoittaa valmiiksi useassa osassa ja päivittää tuotteet vasta sitten, kun se on todettu lopulliseksi versioksi.

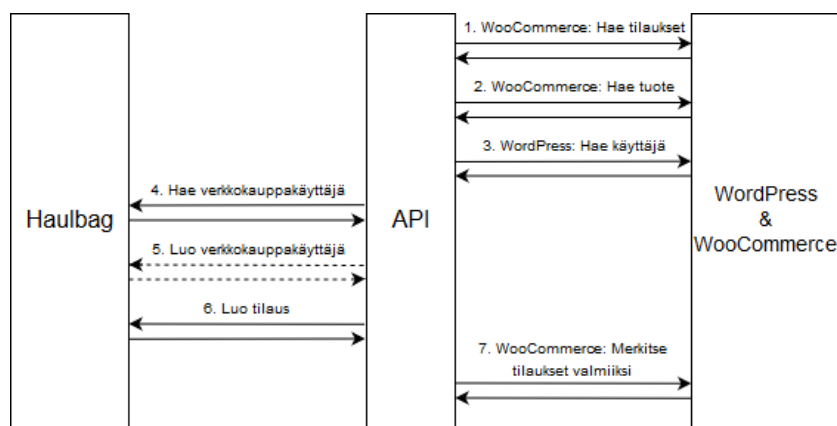


Kuva 6.4: Kuvakaappaus Haulbagista: osa verkkokaupan asetuksista WordPress-logoineen.

Verkkokaupan synkronointi tapahtuu monessa osassa, sillä ennen tuotteiden päivittämistä täytyy varmistaa, että verkkokauppa on myös muilta osin ajan tasalla. Ensimmäinen rajapintakutsu päivittää WordPress-kaupan veroasetukset, jotka määrittävät lasketaanko tuotteisiin mukaan vero ja miten verot näytetään ostajalle tilausta tehdessä. Seuraavaksi päivitetään tuotekategoriat ja niiden alakategoriat, jotta tuotteet pystytään järjestämään oikein myös WordPressissä. WooCommerce tukee hierarkista kategoriarakennetta, joten kategoriat ja alakategoriat voidaan siirtää sellaisenaan. Kolmanneksi päivitetään vielä tagit, jotka vastaavat Haulbagin tuoteryhmittelyjä. Jokaisesta alaryhmästä luodaan oma taginsa, ja myös näitä voidaan käyttää verkkokaupassa erityisten tuotekategorioiden luomiseen. Kun nämä kolme rajapintakutsua on tehty onnistuneesti, lopuksi suoritetaan varsinaisen tuotteiden ja tuotevariaatioiden synkronointi.

6.3.2 Tilaukset

Kun Happy Textilesin verkkokaupassa tehdään tilaus, täytyy sen siirtyä myös Haulbagin puolelle. Koska uusia tilauksia saattaa tulla milloin ja kuinka paljon tahansa, oli tilausten synkronointi järkevintä toteuttaa viiden minuutin välein ajettavana automatisoituna funktiona. Ensin rajapinnan kautta haetaan ne tilaukset, joiden tila on ”Käsittelyssä”, ja jos tällaisia tilauksia löytyy, niille luodaan vastine Haulbagiin. Lopuksi vielä yhdellä API-kutsulla muutetaan käsiteltyjen tilausten tila muotoon ”Valmistunut”.



Kuva 6.5: Tilausten synkronointi. Kohta 2 toistetaan jokaiselle tuotteelle ja kohdat 3-6 jokaiselle tilaukselle. Kohta 5 tapahtuu vain, jos verkkokauppakäyttäjää ei vielä ole olemassa. Prosessin eri vaiheissa kommunikoidaan sekä WordPress- että WooCommerce-rajapintojen kanssa.

WordPressistä pystytään siirtämään Haulbagiin kaikki oleelliset tiedot, kuten osoitetiedot sekä tuoterivit hintoineen. Toimitus- ja maksutavoista valitaan Haulbagissa ne, jotka lähimmin vastaavat WordPressissä tilaukselle valittua toimitus- ja maksutapaa. Tilausnumerona Haulbagissa säilytetään WordPressin tilausnumero, joten integraatiota otettaessa käyttöön on varmistettava, ettei samalla numeroalueella ole jo Haulbagissa vanhoja tilauksia.



Tuoterivien siirtäminen WordPressistä Haulbagiin ei tapahtu aivan triviaalisti, sillä WordPressissä tuotteet ja niiden variaatiot tunnustetaan ainoastaan tuotekoodilla eivätkä Haulbagin numeeriset tuotetunnukset siis automaattisesti välity tuoteintegraatioissa. Ongelma voidaan kuitenkin kiertää hyödyntämällä WooCommerce-tuotteiden metadatakenttiä, joihin voidaan vapaamuotoisesti tallentaa tuotteen tuote- ja väritunnukset sekä asiaankuuluvan koon nimi. Tilausten siirrossa nämä tiedot saadaan käyttöön noutamalla

la kunkin tuotteen tai variaation tiedot erillisellä API-kutsulla ja tilausriville voidaan tallentaa oikea väritunnus ja koko. Jos tuotteelta ei jostain syystä löydy värikoodia, tallennetaan tilausriville tuotteen tuotekoodi, jonka avulla tilauksen luonnissa tuoteriville lisätään automaattisesti kyseisen tuotteen ensimmäinen väri.

Kun Haulbag-tilaus on luotu, se pitää vielä kohdistaa oikealle asiakkaalle. Tilauksen asiakasnumeron perusteella haetaan WordPress-rajapinnasta asiakkaan tiedot, ja asiakkaan sähköpostiosoitteen perusteella yritetään etsiä vastaava Haulbag-käyttäjä. Jos asiakasta ei vielä ole, asetetaan tilauksen asiakasnumeroksi 0, jolloin tilausta tallennettaessa luodaan uusi asiakas. Lisäksi, jos Haulbagin verkkokaupasta puuttuu vastaava verkkokaupapakäyttäjä, myös se luodaan. Tämän jälkeen voidaan viimein suorittaa tilauksen tallennus tietokantaan, ja sen onnistuessa tilaus lisätään onnistuneesti siirrettyjen tilausten listaan. Viimeisenä kaikki kyseisen listan tilaukset merkitään vielä yhdellä API-kutsulla valmistuneiksi WordPressissä.

Order #4301 details
 Payment via Invoice. Paid on February 6, 2019 @ 5:03 pm. Customer IP: 77.72.59.98

General	Billing	Shipping
Date created: 2019-02-04 @ 14:13 Status: Completed Customer: View other orders → Api User (#5 – miika.laaksonen... Profile →	Polea Oy Laura Sirola PL 98 02101 Espoo Email address: laura.sirola@polea.fi Phone: 0505183483	Polea Oy Laura Sirola Tallberginkatu 1 C 135, 2. krs 00180 Helsinki Customer provided note: Verkkokauppatilaus 4.2.2019

Product	Cost	Qty	Total	VAT 24%
 Enterprise membership SKU: 37421-8	250,00 €	× 1	250,00 €	60,00 €
 Free shipping Items: Enterprise membership × 1			0,00 €	0,00 €

Shipping:	0,00 €
VAT 24%:	60,00 €
Total:	310,00 €

Kuva 6.6: Tilaus Happy Textiles -verkkokaupassa.

Order 4301 - Ready for invoicing
Created 6.2.2019

[Products](#) | [Actions](#) | [Costs](#) | [Invoices](#)
[Delivered](#) | [Undelivered](#) | [Purc. Orders](#) | [Part payments](#)

Customer	Delivery address	Invoicing address
Polea Oy 1002	Polea Oy	Polea Oy
Contact person	Talberginkatu 1 C 135, 2. krs	PL 98
Laura Sirola	00180 Helsinki	02101 Espoo
laura.sirola@polea.fi	Finland (FI)	Finland (FI)
0505183483	Billing email	
	miika.laaksonen@polea.fi	

SELLER INFO		Cost center	Order type	Working name
Seller	Marja Kuutti-Sopanen		Sales order	wwwHappy Textiles Bazaar
Notes				
Internal notes				
Customer notes				
Verkkokauppatilaus 4.2.2019				

Product	Color	From block	Quantity	Disc. %	Tax bracket	Price	Total price	Cost	Profit	Type
37421-8 Enterprise membership	--		1,00	%	24,00 %	250,00 €	250,00 €		250,00 €	Normal
Oma varasto										
FRGHT Email	Unknown		1,00	%	24,00 %	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Freight
		For rows	222							
		Notes	Delivery time: 06/02/2019							
										Price vat 0%
										250,00 €
										Total of VAT
										60,00 €
										Price inc. vat
										310,00 €

Kuva 6.7: Sama tilaus siirtyneenä Haulbagiin.

6.3.3 Käyttäjät

Haulbagissa jokaisella tilauksella täytyy olla asiakas, ja jos tilaus tehdään verkkokaupasta ilman sisäänkirjautumista, tilaukselle luodaan automaattisesti uusi asiakas. Happy Textiles -verkkokauppa on kuitenkin asetettu vaatimaan käyttäjätunnuksen luomisen ennen kuin kaupasta pystyy ostamaan mitään, ja näin jokaista Happy Textiles -käyttäjää kohden luodaan Haulbagiin vain yksi asiakas eikä kertakäyttöisiä asiakkaita pääse syntymään. Samalla luodaan Haulbag-verkkokauppaan vastaava käyttäjätunnus, jos sitä ei vielä ole. Käyttäjät tunnustetaan integraatiossa aina sähköpostiosoitteen perusteella, joten samalla sähköpostiosoitteella voi olla vain yksi Happy Textiles -käyttäjä, yksi Haulbag-asiakas sekä jokaista Haulbag-verkkokauppaa kohden yksi verkkokauppakäyttäjä.

Koska Happy Textilesin WordPress-kaupan käyttäjät siirtyvät Haulbag-asiakkaiksi ainoastaan tilausten synkronoinnin yhteydessä, Haulbagiin siis siirretään vain ne WordPress-käyttäjät, jotka ovat tehneet vähintään yhden ostoksen verkkokaupassa. WordPress-käyttäjän luominen ei toki edellytä minkään ostamista, ja niinpä sivustolle saattaa syntyä käyttäjiä, joita ei

koskaan siirretä Haulbagiin. Koska he eivät kuitenkaan varsinaisesti osallistu yhteisön toimintaan, ei heidän lisäämisensä Haulbagiin ole välttämätöntä.

6.3.4 Jäsenyydet

Liittymällä Happy Textiles -jäseneksi alustan käyttäjä pääsee tiiviimmin mukaan yhteisön toimintaan. Jäsenet saavat omat profiilinsa näkyviin alustalle ja voivat kertoa itsestään, osaamisestaan ja tarpeistaan. Samalla he näkevät muiden yhteisön jäsenten tiedot ja pystyvät ottamaan heihin halutessaan yhteyttä. Lisäksi he voivat osallistua yhteisön toimintaan tuottamalla materiaalia sivuston blogiin.

Verkkokaupassa myytävä Happy Textiles -yhteisön jäsenyys on tuotteiden joukossa poikkeustapaus, joka vaatii erityisiä toimenpiteitä. Jotta kyseinen tuote pystyttäisiin tunnistamaan, lisättiin aiemmin lippujen myyntiä varten luotuun tuotetietotyyppi-valikkoon uutena vaihtoehtona ”jäsenyys”. Muuten jäsenyys ei eroa muista tuotteista, ja sen siirtäminen WordPressiin ja tilaaminen tapahtuu aivan samoin kuin muidenkin tuotteiden.

Jäsenyys astuu voimaan heti kun se on ostettu, eikä sitä tarvitse erikseen tarkistaa tai hyväksyä. Niinpä oli järkevintä automatisoida tilauksen toimitus eli jäsenyytilan vaihtaminen WordPressissä tilaajasta (subscriber) avustajaksi (contributor). Samaan aikaan ratkaistiin myös toinen ongelma, sillä tähän asti myös muut tuotteet eli ilmaiset tapahtumaliput oli merkitty Haulbagissa toimitetuiksi käsin, vaikka mitään varsinaista toimitettavaa ei ollut. Ratkaisuna luotiin uusi toimitussilmukka, joka tasaisin väliajoin tarkistaa, onko toimitettavissa tilauksissa lippuja tai jäsenyyksiä, ja toimittaa ne sitten automaattisesti.

Silmukka etsii tietokannasta tilaukset, jotka ovat valmiita toimitettaviksi ja sisältävät tuotteita, jotka ovat joko lippuja tai jäsenyyksiä. Nämä tilausrivit kerätään kumpikin omaksi listakseen ja käsitellään erikseen. Toimitettavien listaan lisätään myös tilausriveihin liittyvät toimitus- ja lisämaksurivit, ja nämä kaikki merkitään toimitetuiksi riippumatta siitä, mitä integraatioita on lisäksi käytössä.

Kun tilausrivit on merkitty toimitetuiksi, käsitellään tilatut jäsenyydet vielä erikseen. Ensimmäisenä varmistetaan, että tilaajan sähköpostiosoitteeseen liittyy verkkokaupakäyttäjä Happy Textilesin Haulbag-verkkokaupassa, ja käyttäjän puuttuessa sellainen luodaan. Tämä vaihe tapahtuu integraatiosta riippumatta. Tämän jälkeen tarkistetaan Haulbagin tietokannasta, onko WordPress-integraatio käytössä, ja jos kyllä, etsitään rajapinnan läpi oikea WordPress-käyttäjä sähköpostiosoitteen perusteella ja päivitetään sen tila avustajaksi. Jos tässä vaiheessa käyttäjä vielä puuttuisi WordPressistä, olisi se mahdollista luoda ja asettaa saman tien avustajaksi, mutta koska tilauk-

sen tekeminen Happy Textiles -kaupassa edellyttää käyttäjätunnuksen luomista, ei tähän tilanteeseen pitäisi päätyä. Toistaiseksi siis Haulbag pystyy käsittelemään vain WordPress-käyttäjien jäsenyyksiä, mutta tulevaisuudessa toiminnallisuutta voitaisiin laajentaa käsittelemään muunkinlaisia jäsenyyksiä.

6.3.5 BuddyPress

WordPress sisältää luonnostaan vain hyvin rajalliset mahdollisuudet tallentaa käyttäjätietoja: profiliin kuuluu lähinnä osoitetiedot sekä useiden eri sosiaalisten medioiden yhteystiedot. Happy Textiles -yhteisössä on kuitenkin tärkeää tietää enemmän jäsenten tarpeista ja siitä mitä he voivat yhteisölle tarjota, joten käyttäjäprofiilia päätettiin laajentaa BuddyPress-lisäosalla [6]. BuddyPress lisää WordPressin profilitietoihin laajennetun profiilisivun, jonka kenttiä voi muokata täysin vapaasti. Happy Textilesin BuddyPress-profiili sisältää lisätietoja yrityksestä, tarkan jaottelun yritysten toimialoista sekä mahdollisuudet valita, millaisia asioita yritys voi yhteisölle tarjota ja mitä se on yhteisöltä hakemassa. Tällaisia asioita voivat olla esimerkiksi asiantuntijapalvelut, rahoitus, yhteistyökumppanit, teknologiat ja verkostoituminen.

BuddyPressiin ei lähtökohtaisesti kuulu omaa rajapintaa, mutta sellainen on mahdollista ladata erillisenä WordPress-lisäosana. Rajapinnan kautta voidaan hakea säännöllisin väliajoin kaikkien käyttäjien BuddyPress-profiilit ja päivittää vastaavien Haulbag-verkkokaupakäyttäjien tiedot niiden mukaan. BuddyPress-tietoja käsitellään kahdella eri tavalla: käyttäjän nimi sekä vapaat tekstimuotoiset kentät kuten yrityksen kuvaus tallentuvat olemassaoleviin käyttäjätietoihin, ja valintakenttien eli alavetovalikoiden ja valintaruutujen vastaukset siirtyvät Haulbagiin ryhminä ja ryhmäriveinä. Tätä varten täytyy myös hakea erillisellä rajapintakutsulla tiedot BuddyPress-profiilin kentistä, jotta valintakentät voidaan erotella tekstikentistä.

Aiemmin mahdollisuus lisätä eri objekteille ryhmiä laajennettiin koskemaan toimittajia, ja BuddyPress-profililitietojen takia sama ominaisuus oli nyt tarpeen lisätä myös verkkokaupakäyttäjille. Ne ovat näkyvissä verkkokaupakäyttäjän tiedoissa kokonaisuudessaan sekä verkkokaupakäyttäjälistan hakutuloksissa yksinkertaisempaan tagilistana. Kumpaakin kautta voi sekä lisätä että poistaa ryhmiä. BuddyPress-synkronoinnissa haetuista käyttäjätiedoista tunnistetaan valintakentät, ja niiden sisältö päivitetään verkkokaupakäyttäjän ryhmiksi. Synkronointi sekä lisää uudet valinnat että poistaa vanhat, eikä vaikuta niihin ryhmiin joissa ei ole muutoksia. Jos ryhmää tai sen vastausvaihtoehtoa ei vielä ole olemassa Haulbagissa, ne luodaan samalla, jotta niiden synkronoinnista ei tarvitse huolehtia erikseen. Synkronointi on kuitenkin yksisuuntainen, eli muokkaukset Haulbagissa eivät päivitä BuddyPress-profiiliin. Tätä kautta päivitettäviä verkkokaupakäyttäjää ei

siis tule muokata Haulbagissa lainkaan, jottei niitä vahingossa ylikirjoitetaisi, vaan käyttäjätiedot siirretään aina automaattisesti WordPressistä.

Kuva 6.8: Kuvakaappaus Haulbagista: osa verkkokaupakäyttäjien ryhmistä.

6.3.6 Mailchimp

Mailchimp [71] on suosittu sähköpostimarkkinoinnin työkalu, joten tiedotuksen tehostamiseksi se päätettiin ottaa käyttöön myös Happy Textiles -alustalle. Jotta sähköpostiosoitteita voitaisiin hallinnoida suoraan Haulbagista, rakennettiin Mailchimp-integraatio, jolla sähköpostilistoille voi lisätä uusia jäseniä Haulbagin olemassaolevien sähköpostiosoitteiden perusteella. Haulbagiin lisättiin Mailchimp-synkronointisivu, josta voi valita, haluaako synkronoida asiakkaiden yhteyshenkilöitä vai tietyn verkkokaupan käyttäjiä, rajata haun tiettyyn henkilöryhmään ja lopuksi valita, mihin olemassaolevaan Mailchimp-listaan uudet jäsenet lisätään. Sekä sähköpostilistojen haku että jäsenten lisäys tapahtuu Mailchimpin oman rajapinnan läpi.

Uusien ja potentiaalisten jäsenten siirtämiseksi sähköpostilistoille vaittomasti tämäkin ominaisuus haluttiin automatisoida. Niinpä myös Mailchimpille lisättiin oma automatisoitu silmukka, joka käy läpi tallennettuja synkronointiasetuksia. Mailchimpin rajapinta mahdollistaa uusien jäsenten lisäyksen, vaikka osa listasta olisi jo lisätty aiemmin, joten on mahdollista siirtää kaikki jäsenet joka kerta ilman, että se aiheuttaisi järjestelmävirheitä. Uudet synkronointiasetukset on mahdollista tallentaa Haulbagin synkronointisivulta ensimmäisen synkronoinnin yhteydessä, jolloin ne ilmestyvät sivun asetuslistaan. Tallennettuja asetuksia voi myös muokata ja poistaa vapaasti.

Luku 7

Analyysi

7.1 Yhteenveto

Työn tarkoitus oli tutkia, miten älytekstiiliyhteisön tarpeet voidaan toteuttaa rajapintojen avulla, ja millaisia vaatimuksia älytekstiiliala ja yhteisöalusta asettavat olemassaolevalle järjestelmälle. Vaatimuksista merkittävimpinä esiin nousivat uudenlaiset tuotetyypit, sillä erityisesti toiminnan alkuvaiheessa yhteisön tarjoamat tuotteet ovat aineettomia, sekä yhteisön jäsenyys ja sen tuomat lisäpalvelut. On huomattava, että molemmat ovat pikemminkin alustatalouden kuin älytekstiilialan asettamia vaatimuksia, mutta myös älytekstiilialaan saattaa tulevaisuudessa liittyä aineettomien tuotteiden myyntiä esimerkiksi konsultoinnin tai patenttien muodossa.

Taulukossa 7.1 on esitetty toteutetut järjestelmä uudistukset järjestettynä sen mukaan, mitä yhteisön osa-aluetta ne koskevat. Siitä nähdään, että Spiderhousen vaatimuksista yhteisön jäsenten hallinta vaati ehdottomasti eniten ominaisuuksien lisäämistä ja muokkaamista. Tähän asti Haulbag oli käsitellyt vain perinteisiä asiakkaita ja tavarantoimittajia, mutta jäseniä varten oli tarpeen lisätä uusia tapoja esittää ja tallentaa niihin liittyvää tietoa. Tämän seurauksena Haulbagin verkkokauppaan lisättiin mahdollisuus näyttää ja suodattaa toimittajia ja Haulbagiin ryhmittelyt sekä toimittajille että verkkokauppakäyttäjille. Lisäksi WordPressin rajapintoja hyödyntämällä jäsenten tiedot pystytään pitämään ajan tasalla yhteisöalustan lisäksi myös Haulbagissa.

Muut vaatimukset, tuotteiden käsittely ja maksaminen, oli mahdollista toteuttaa huomattavasti pienemmin muutoksin. Koska Haulbag sisälsi jo ennestään kattavat ominaisuudet käsitellä tuotteita ja tuotevariaatioita, tärkeimmäksi uudeksi lisäykseksi nousi tuotetietojen ja tilausten synkronointi Haulbagin ja WordPress-verkkokaupan välillä. Kysymys korttimaksuista

Kehityskohde	Toimenpiteet
Tuotteet	Tuotetietotyyppi-ominaisuus, mahdollisuus merkitä tuotteita tapahtumalipuiksi tai jäsenyyksiksi
	Uusi rajapintaintegraatio: WooCommerce
Jäsenet	Verkkokaupan toimittajasivu
	Toimittajien ryhmittely, lisäys APIin
	Uusi API-kutsu yksittäisen toimittajan hakemiselle
	Toimittajasuodattimien lisäys ja lokalisaatio
	Verkkokaupakäyttäjien ryhmittely
	Uudet rajapintaintegraatiot: WordPress, BuddyPress, Mailchimp
Maksupalvelut	Uusi rajapintaintegraatio: Payment Highway

Taulukko 7.1: Toteutetut järjestelmä uudistukset osa-alueittain.

taas ratkaistiin Payment Highway -integraatiolla, jota on mahdollista laajentaa tulevaisuudessa kattamaan muitakin käyttötapauksia, jos yhteisöalustan toiminnan laajeneminen sitä vaatii.

Vaatimuksista ainoa osittain pois jäänyt oli useamman jäsentason ja toimittajajäsenten toiminnallisuuden toteutus, mutta tämä johtuu enemmän yhteisön tämänhetkisestä vaiheesta kuin järjestelmän puutteellisuudesta. Haulbag sisältää jo ominaisuuden lisätä yritykselle ulkopuolisia tavarantoimittajia, joten toimittajajäsenyyden lisääminen olisi mahdollista toteuttaa kohtalaisen pienin muutoksin heti kun se on Spiderhouselle ajankohtaista. Tarvittaessa myöhemmin voidaan lisätä myös muita jäsentasoja.

Erilaiset järjestelmäintegraatiot päätyivät olemaan työssä suuremmassa osassa kuin alun perin oli oletettavissa, ja yhteisösivuston toimivuuden kannalta oleelliseksi nousi useita muita rajapintoja Haulbagin omien rajapintojen lisäksi. Loppujen lopuksi uusia API-kutsuja Haulbagin rajapintaan täytyi lisätä vain yksi, yksittäisen toimittajan haku, ja lisäksi joihinkin muihin rajapintakutsuihin tehtiin pieniä muokkauksia. Siirtyminen Haulbag-verkkokaupasta WordPress-verkkokauppaan ei kuulunut alkuperäisiin suunnitelmiin, ja sen jälkeen suurin osa rajapintoihin liittyvästä työstä käytettiin yhteyksien rakentamiseen näiden kahden välille. Lisäksi markkinointia jäsenille ja potentiaalisille jäsenille tehostettiin Mailchimp-integraatiolla. Lopputulos mahdollisti entistä tehokkaamman yhteisöalustan, sillä tietojen synkronoinnin ansiosta se pystyy hyödyntämään sekä Haulbagin että WordPressin parhaita puolia. Tulevaisuudessa on hyvin mahdollista, että alustan toiminnallisuutta kasvatetaan integraatioilla myös muihin palveluihin.

Lopputuloksena voidaan todeta, että yhteisöalustan toimintaa voidaan

tehostaa merkittävästi rajapintoja hyödyntämällä. Älytekstiiliyritysten tarpeet kuvautuvat rajapintatarpeiksi, jotka on joko jo toteutettu tässä työssä kuvatulla tavalla tai tullaan toteuttamaan alustan jatkokehityksen aikana. Uusien ominaisuuksien ja rajapintojen laajenemisen myötä myös Haulbagin arkkitehtuuri on kehittynyt, ja Happy Textilesia varten lisättyjä integraatioita voidaan tulevaisuudessa käyttää myös muissa projekteissa.

7.2 Happy Textilesin tulevaisuudensuunnitelmat

Koska Spiderhouse Oy on yrityksenä vielä nuori ja Happy Textiles -yhteisö alkuvaiheissaan, jäivät monet suunnitelluista ominaisuuksista ja laajennuksista aikataulullisesti tämän työn ulkopuolelle. Yhteisön toiminta on käynnistymässä ja alustalle liittyy uusia jäseniä. Ainoa paikallisosasto sijaitsee Helsingissä, mutta jäseniä on jo eri puolilta Suomea ja paikallisten tapaamisten lisäksi yhteisö toteuttaa kesäkuussa 2019 jo toisen opintomatkinsa Kiinaan tutustumaan paikalliseen tekstiiliteollisuuteen sekä kiinalaiseen liiketoimintakulttuuriin ja -käytäntöihin.

Happy Textiles -verkkokaupan tarjoamat tuotteet ovat tällä hetkellä yhteisön jäsenyyden lisäksi ilmoittautumisia kuukausittaisiin tapahtumiin, mutta myöhemmin lisättävän toimittajajäsenyyden myötä voidaan verkkokauppaan lisätä myytäväksi myös jäsenten omia tuotteita. Yhteisön kehittyessä myös sen jäsenten muuta osaamista pystytään hyödyntämään paremmin erilaisten asiantuntijapalveluiden ja koulutusten muodossa. Lisäksi tavoitteena on yhdistää Happy Textilesiin palvelu, joka parsii alustan sisältämää dataa tekoälyn ja koneoppimisen avulla. Näin alustan jäsenten tietoja ja osaamista voidaan tutkia ja jäsentää niin, että on mahdollista tarjota ehdotuksia juuri heidän tavoitteisiinsa sopivista jäsenistä tai palveluista ja näin tarjota lisäarvoa, jota ihmistyövoimalla ei pystyittäisi saavuttamaan.

7.3 Jatkotutkimuksia

Diplomityön puitteissa tutkittiin vasta Happy Textiles -alustan alkutaivalta, joten yhteisön kasvaessa ja kehittyessä yhteisön tarpeita ja rajapintojen vaatimuksia voisi tutkia yhä laajemmin. Jatkossa todennäköisesti otetaan käyttöön myös uusia rajapintoja, kun toiminta laajenee ja alustan tarjoamien palvelujen määrä nousee. Myös olemassaolevia rajapintoja, kuten maksupalveluita, voidaan laajentaa myöhemmin.

Työn laajuuteen ei myöskään kuulunut palautetta tai käyttäjäarviointia, jolla olisi voitu selvittää, kuinka hyvin järjestelmä toimii ja ovatko sen käyttäjät siihen tyytyväisiä. Tällaista arviointia voitaisiin toteuttaa sekä Spiderhousen työntekijöiden että Happy Textiles -yhteisön jäsenten näkökulmasta. Tähän olisi mahdollista yhdistää myös rajapintojen käytön seurantaa, jotta voitaisiin selvittää, mitä niistä käytetään eniten ja miten.

Kirjallisuutta

- [1] AIRBNB, INC. Airbnb. <https://www.airbnb.com>. Käyty: 10.5.2019.
- [2] AUTOMATTIC. WooCommerce. <https://www.woocommerce.com>.
- [3] AUTOMATTIC. WordPress. <https://www.wordpress.com>.
- [4] BASS, T. A. *The eudaemonic pie*. Houghton Mifflin Harcourt, 1985.
- [5] BERNERS-LEE, T., FIELDING, R., AND FRYSTYK, H. Hypertext transfer protocol–HTTP/1.0. Tech. rep., 1996.
- [6] BUDDYPRESS. BuddyPress. <https://www.buddypress.org>.
- [7] BUECHLEY, L., AND EISENBERG, M. The LilyPad Arduino: Toward wearable engineering for everyone. *IEEE Pervasive Computing* 7, 2 (2008), 12–15.
- [8] CAO, R., PU, X., DU, X., YANG, W., WANG, J., GUO, H., ZHAO, S., YUAN, Z., ZHANG, C., LI, C., ET AL. Screen-printed washable electronic textiles as self-powered touch/gesture tribo-sensors for intelligent human–machine interaction. *ACS nano* 12, 6 (2018), 5190–5196.
- [9] CECCAGNOLI, M., FORMAN, C., HUANG, P., AND WU, D. Co-creation of value in a platform ecosystem: The case of enterprise software. *MIS Quarterly, Forthcoming* (2011).
- [10] CHERENACK, K., AND VAN PIETERSON, L. Smart textiles: Challenges and opportunities. *Journal of Applied Physics* 112, 9 (2012).
- [11] CHERENACK, K., ZYSSET, C., KINKELDEI, T., MÜNZENRIEDER, N., AND TRÖSTER, G. Woven electronic fibers with sensing and display functions for smart textiles. *Advanced materials* 22, 45 (2010), 5178–5182.

- [12] CHOWDHURY, M., JOSHI, M., AND BUTOLA, B. Photochromic and thermochromic colorants in textile applications. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* 9, 1 (2014).
- [13] CLARKE, S. Measuring API Usability. *Dr. Dobb's* (05 2004). <http://www.drdoobs.com/windows/measuring-api-usability/184405654>. Käyty: 26.5.2019.
- [14] COMMISSION, E. Smart Wearables: Reflection and Orientation Paper. https://ec.europa.eu/newsroom/document.cfm?doc_id=40542. Käyty: 22.4.2019.
- [15] CRAWFORD, C. The E-Textile eVolution. *AATCC Review* 17 (11 2017), 30–35.
- [16] DANIELS, J. Los Angeles passes regulation targeting Airbnb and other short-term rental services. *CNBC* (12 2018). <https://www.cnn.com/2018/12/12/los-angeles-passes-regulation-targeting-airbnb-rental-hosts.html>. Käyty: 10.5.2019.
- [17] DEAHL, D. Airbnb cancels bookings under new Japan law. *The Verge* (06 2018). <https://www.theverge.com/2018/6/8/17442230/airbnb-cancels-bookings-under-new-japan-law>. Käyty: 10.5.2019.
- [18] EBAY INC. Ebay. <https://www.ebay.com>. Käyty: 11.5.2019.
- [19] EISING, P. What exactly IS an API? *Medium* (12 2017). <https://medium.com/@perrysetgo/what-exactly-is-an-api-69f36968a41f>. Käyty: 26.5.2019.
- [20] EVANS, P. C., AND GAWER, A. The rise of the platform enterprise: a global survey. *The Center for Global Enterprise* (2016).
- [21] FIELDING, R. T. Architectural styles and the design of network-based software architectures. *University of California, Irvine* (2000).
- [22] FISHLOCK, D. Doctor volts. *IEE Review* 47, 3 (2001), 23–28.
- [23] FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT. New kind of anti-theft system: Smart fabric sets off the alarm. *ScienceDaily* (09 2012). www.sciencedaily.com/releases/2012/09/120910111748.htm. Käyty: 25.6.2018.
- [24] GAO, Y., LI, H., AND LUO, Y. An empirical study of wearable technology acceptance in healthcare. *Industrial Management & Data Systems* 115, 9 (2015), 1704–1723.

- [25] GAWER, A., AND CUSUMANO, M. A. Industry platforms and ecosystem innovation. *Journal of Product Innovation Management* 31, 3 (2014), 417–433.
- [26] GOPALSAMY, C., PARK, S., RAJAMANICKAM, R., AND JAYARAMAN, S. The Wearable Motherboard™: The first generation of adaptive and responsive textile structures (ARTS) for medical applications. *Virtual Reality* 4, 3 (1999), 152–168.
- [27] GROUPON. Groupon. <https://www.groupon.com>. Käyty: 8.5.2019.
- [28] HAGIU, A. *Strategic decisions for multisided platforms*. MIT, 2014.
- [29] HARMS, H., AMFT, O., TRÖSTER, G., APPERT, M., MÜLLER, R., AND MEYER-HEIM, A. Wearable therapist: sensing garments for supporting children improve posture. In *Proceedings of the 11th international conference on Ubiquitous computing* (2009), ACM, pp. 85–88.
- [30] HAROLD, P. Creating a magic lighting experience with textiles. *Password: Philips Research Technology Magazine* 28 (2006), 6–11.
- [31] HENDERSON, A. Now that’s smart: Future uses for smart textiles and other materials may result in happier lives for our horses. *Horse Sport* (05 2014).
- [32] HERN, A. Amazon Web Services: the secret to the online retailer’s future success. *The Guardian* (02 2017). <https://www.theguardian.com/technology/2017/feb/02/amazon-web-services-the-secret-to-the-online-retailers-future-success>. Käyty: 28.5.2019.
- [33] HINSLIFF, G. Airbnb and the so-called sharing economy is hollowing out our cities. *The Guardian* (08 2019). <https://www.theguardian.com/commentisfree/2018/aug/31/airbnb-sharing-economy-cities-barcelona-inequality-locals>. Käyty: 10.5.2019.
- [34] HOOKWAY, B. *Interface*. MIT Press, 2014.
- [35] HOSHEN, J., SENNOTT, J., AND WINKLER, M. Keeping tabs on criminals [electronic monitoring]. *IEEE Spectrum* 32, 2 (1995), 26–32.
- [36] JAYARAMAN, S., GRANCARIC, A., AND KIEKENS, P. *Intelligent textiles for personal protection and safety*, vol. 3. IOS press, 2006.

- [37] KANAN, R., AND BENSALAM, R. Energy harvesting for wearable wireless health care systems. In *2016 IEEE Wireless Communications and Networking Conference* (2016), IEEE, pp. 1–6.
- [38] KENNEY, M., AND ZYSMAN, J. Choosing a future in the platform economy: the implications and consequences of digital platforms. In *Kauffman Foundation New Entrepreneurial Growth Conference* (2015), vol. 156160.
- [39] KETTLEY, S. *Designing with smart textiles*. Bloomsbury Publishing, 2016.
- [40] LAI, Y.-C., HSIAO, Y.-C., WU, H.-M., AND WANG, Z. L. Waterproof Fabric-Based Multifunctional Triboelectric Nanogenerator for Universally Harvesting Energy from Raindrops, Wind, and Human Motions and as Self-Powered Sensors. *Advanced Science* 6, 5 (2019).
- [41] LI, S., LIU, Y., AND BANDYOPADHYAY, S. Network effects in online two-sided market platforms: A research note. *Decision Support Systems* 49, 2 (2010), 245–249.
- [42] LIVINGSOCIAL INC. Livingsocial. <https://www.livingsocial.com>. Käyty: 8.5.2019.
- [43] LOOMIA. Tale 3 - Smart Textiles in Art. *Medium* (07 2016). <https://medium.com/@LoomiaCo/tale-3-smart-textiles-in-art-cae2100191ac>. Käyty: 28.4.2019.
- [44] LYFT, INC. Lyft. <https://www.lyft.com>. Käyty: 10.5.2019.
- [45] MAJUMDER, S., MONDAL, T., AND DEEN, M. Wearable sensors for remote health monitoring. *Sensors* 17, 1 (2017), 130.
- [46] MANN, S. 'Smart Clothing': Wearable multimedia computing and 'personal imaging' to restore the technological balance between people and their environments. In *ACM multimedia* (1996), vol. 96, pp. 163–174.
- [47] MEUNIER, L., KELLY, F. M., COCHRANE, C., AND KONCAR, V. Flexible displays for smart clothing: Part II – Electrochromic displays. *Indian Journal of Fibre & Textile Research* 36 (12 2011), 429–435.
- [48] MONDAL, S. Phase change materials for smart textiles—An overview. *Applied thermal engineering* 28, 11-12 (2008), 1536–1550.

- [49] MONTAGNA, G., AND CARVALHO, C. *Textiles, Identity and Innovation: Design the Future: Proceedings of the 1st International Textile Design Conference (D-TEX 2017), November 2-4, 2017, Lisbon, Portugal*. CRC Press, 2018.
- [50] MUMBAIKAR, S., PADIYA, P., ET AL. Web Services Based On SOAP and REST Principles. *International Journal of Scientific and Research Publications* 3, 5 (2013), 1–4.
- [51] NETFLIX. Netflix. <https://www.netflix.com>. Käyty: 11.5.2019.
- [52] NEW YORK TIMES. Electric girls. *New York Times* (04 1884).
- [53] NICHOL, P. Platform economy: new platform ecosystems and the value of co-creation. *CIO* (11 2016). <https://www.cio.com/article/3138015/platform-economy-new-platform-ecosystems-and-the-value-of-co-creation.html>. Käyty: 13.5.2019.
- [54] NIJLAND, H., AND VAN MEERKERK, J. Mobility and environmental impacts of car sharing in the Netherlands. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 23 (2017), 84–91.
- [55] OP-RYHMÄ. Payment Highway. <https://www.paymenthighway.io>. Käyty: 11.5.2019.
- [56] OPEN KNOWLEDGE FINLAND. Avoimen rajapinnan määritelmä. *Avoim rajapinta* (10 2014). Käyty: 23.5.2019.
- [57] ORTH, M., POST, R., AND COOPER, E. Fabric computing interfaces. In *Conference on Human Factors in Computing Systems: CHI 98 conference summary on Human factors in computing systems* (1998), vol. 18, pp. 331–332.
- [58] PAN, N., AND SUN, G. *Functional textiles for improved performance, protection and health*. Elsevier, 2011.
- [59] PARADISO, R. Wearable health care system for vital signs monitoring. In *4th International IEEE EMBS Special Topic Conference on Information Technology Applications in Biomedicine, 2003*. (2003), IEEE, pp. 283–286.
- [60] PAYPAL INC. Paypal. <https://www.paypal.com>. Käyty: 11.5.2019.
- [61] PAYTRAIL OYJ. Paytrail. <https://www.paytrail.com>. Käyty: 11.5.2019.

- [62] POFELDT, E. What You'll Really Make On Uber, Airbnb or Etsy. *Forbes* (04 2015). <https://www.forbes.com/sites/elainepofeldt/2015/04/26/what-youll-really-make-on-uber-airbnb-or-etsy>. Käyty: 9.5.2019.
- [63] POLAR. Polar Origins. https://www.polar.com/us-en/about_polar/who_we_are/polar_origins. Käyty: 24.5.2019.
- [64] POLEA OY. Haulbag. <https://www.haulbag.com>.
- [65] POST, E. R., ORTH, M., RUSSO, P. R., AND GERSHENFELD, N. E-broidery: Design and fabrication of textile-based computing. *IBM Systems journal* 39, 3.4 (2000), 840–860.
- [66] POUPYREV, I., GONG, N.-W., FUKUHARA, S., KARAGOZLER, M. E., SCHWESIG, C., AND ROBINSON, K. E. Project Jacquard: interactive digital textiles at scale. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (2016), ACM, pp. 4216–4227.
- [67] README. The History of REST APIs. *ReadMe Blog* (11 2016). <https://blog.readme.io/the-history-of-rest-apis/>. Käyty: 26.5.2019.
- [68] README. Why These API Docs are Better Than Yours (And what you can do about it). *ReadMe Blog* (07 2016). <https://blog.readme.io/why-these-api-docs-are-better-than-yours-and-what-you-can-do-about-it>. Käyty: 23.5.2019.
- [69] ROBERTSON, D., AND ULRICH, K. Planning for product platforms. *Sloan management review* 39, 4 (1998), 19–31.
- [70] ROCHET, J.-C., AND TIROLE, J. Platform competition in two-sided markets. *Journal of the european economic association* 1, 4 (2003), 990–1029.
- [71] ROCKET SCIENCE GROUP. Mailchimp. <https://mailchimp.com>. Käyty: 26.4.2019.
- [72] RODRIGUEZ, A. Restful web services: The basics. *IBM developerWorks* 33 (2008), 18.
- [73] SAINATO, M., AND PAUL, K. Uber and Lyft strikes: US drivers stop taking rides in protest over pay. *The Guardian* (05 2019). <https://www.theguardian.com/technology/2019/may/08/uber-lyft-strikes-us-new-york-la-latest-news-updates>. Käyty: 9.5.2019.

- [74] SAWH, M. The best smart clothing: From biometric shirts to contactless payment jackets. *Wareable* (04 2018). <https://www.wareable.com/smart-clothing/best-smart-clothing>. Käyty: 25.6.2018.
- [75] SCHNEEGASS, S., AND VOIT, A. GestureSleeve: using touch sensitive fabrics for gestural input on the forearm for controlling smartwatches. In *Proceedings of the 2016 ACM International Symposium on Wearable Computers* (2016), ACM, pp. 108–115.
- [76] SCHWARZ, A., VAN LANGENHOVE, L., GUERMONPREZ, P., AND DE-GUILLEMONT, D. A roadmap on smart textiles. *Textile progress* 42, 2 (2010), 99–180.
- [77] SIMON, P. *The age of the platform: How Amazon, Apple, Facebook, and Google have redefined business*. BookBaby, 2011.
- [78] SNAP INC. Snapchat. <https://www.snapchat.com>. Käyty: 11.5.2019.
- [79] SOUKUP, R., BLECHA, T., HAMACEK, A., AND REBOUN, J. Smart textile-based protective system for firefighters. In *Proceedings of the 5th Electronics System-integration Technology Conference (ESTC)* (2014), IEEE, pp. 1–5.
- [80] SPIDERHOUSE OY. Happy Textiles. <https://www.happytextiles.fi>.
- [81] STERN, B., AND COOPER, T. *Getting started with Adafruit FLORA: making wearables with an Arduino-compatible electronics platform*. Maker Media, Inc., 2015.
- [82] SUUNTO. Movesense. <https://www.movesense.com/>. Käyty: 1.7.2018.
- [83] TEECE, D. J. Dynamic capabilities and (digital) platform lifecycles. In *Entrepreneurship, Innovation, and Platforms*. Emerald Publishing Limited, 2017, pp. 211–225.
- [84] THORP, E. O. The invention of the first wearable computer. In *Digest of Papers. Second International Symposium on Wearable Computers (Cat. No. 98EX215)* (1998), IEEE, pp. 4–8.
- [85] TIETEEN TERMIPANKKI. Nimitys: rajapinta. <https://www.tieteentermipankki.fi/wiki/Nimitys:rajapinta>. Käyty: 19.4.2019.
- [86] TILKOV, S. UDDI R.I.P. *INNOQ* (03 2010). <https://www.innoq.com/blog/st/2010/03/uddi-r.i.p/>. Käyty: 26.5.2019.

- [87] TRIELOFF, L. Three Principles of API First Design. *Adobe Tech Blog* (06 2017). <https://medium.com/adobetech/three-principles-of-api-first-design-fa6666d9f694>. Käyty: 23.5.2019.
- [88] UBER TECHNOLOGIES INC. Uber. <https://www.uber.com>. Käyty: 10.5.2019.
- [89] UENLUE, M. The Complete Guide to the Revolutionary Platform Business Model. *Innovation Tactics* (06 2017). <https://www.innovationtactics.com/platform-business-model-complete-guide>. Käyty: 22.5.2019.
- [90] VAN LANGENHOVE, L., AND HERTLEER, C. Smart clothing: a new life. *International journal of clothing science and technology* 16, 1/2 (2004), 63–72.
- [91] WALTON, I., AND MCNALLY, E. glo Pillow. <http://www.embryo.ie/glo/index.html>. Käyty: 24.4.2019.
- [92] YEGGE, S. Stevey’s Google Platforms Rant. <https://gist.github.com/chitchcock/1281611>, 2011. Käyty: 8.5.2019.
- [93] YILMAZ, N. D. *Smart Textiles: Wearable Nanotechnology*. John Wiley & Sons, 2018.
- [94] ZANG, N., ROSSON, M. B., AND NASSER, V. Mashups: who? what? why? In *CHI’08 extended abstracts on Human factors in computing systems* (2008), ACM, pp. 3171–3176.
- [95] ZENG, W., SHU, L., LI, Q., CHEN, S., WANG, F., AND TAO, X.-M. Fiber-based wearable electronics: a review of materials, fabrication, devices, and applications. *Advanced materials* 26, 31 (2014), 5310–5336.
- [96] ZUR MUEHLEN, M., NICKERSON, J. V., AND SWENSON, K. D. Developing web services choreography standards—the case of REST vs. SOAP. *Decision Support Systems* 40, 1 (2005), 9–29.