



EUROPEISKA UNIONEN

**Interreg**

Botnia-Atlantica

Europeiska regionala utvecklingsfonden

# Slutrapport/Loppuraportti

Botnia-Atlantica 2014-2020

Slutrapporten består av två delar/ Loppuraportti koostuu kahdesta osasta:

Del 1 avser den aktuella redovisningsperiodens aktiviteter./ Osa 1 sisältää kyseisen raportointikauden aktiviteetit.

Del 2 avser en sammanfattning av hela projektgenomförandet./ Osa 2 sisältää yhteenvedon koko hankkeen toteutuksesta.

**Samordnande stödmottagare skickar via e-post in en projektgemensam slutrapport till programsekretariatet innan projektets slutdatum har infallit**

**Johtava tuensaaja lähettää hankkeen yhteisen loppuraportin sähköpostitse ohjelmasihteeristölle ennen hankkeen päätöspäivämäärää.**

Allmänna uppgifter/ Yleisiä tietoja	
Projektets namn/ Hankkeen nimi	<b>BBI – Bothnia Business Innovation</b>
Ärendereferens (ärende-ID)/ Hankeviite (hanke-ID)	20201182
Projektperiod (ÅÅÅÅMM t.o.m ÅÅÅÅMM)/ Hankekausi (VVVVKK – VVVVKK)	201612-201911
Insatsområde/ Toimintalinja	Näringsliv
Specifikt mål/ Erityistavoite	Ökad kapacitet för gränsöverskridande affärssamarbeten
Samordnande stödmottagare/ Johtava tuensaaja	Umeå Universitet / 2021002874
Övriga stödmottagare/ Muut tuensaajat	Vilhelmina Kommun / 2120002601 Yrkeshögskolan Novia / 2059910-2 Centria-ammattikorkeakoulu Oy / 1097805-3
Norska partners/ Norjalaiset kumppanit	

## **Del 1. Senaste redovisningsperiod**

### **Osa 1. Viimeinen raportointikausi**

Redovisningsperiod (ÅÅÅÅMM - ÅÅÅÅMM)/Raportointikausi (VVVKK - VVVMM)	201906-201911
--	---------------

<b>Beskriv genomförda aktiviteter under senaste redovisningsperioden</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beskriv vad som har gjorts och hur.</li> <li>Beskriv fördelningen av arbetet mellan olika aktörer i partnerskapet.</li> <li>Beskriv eventuella aktiviteter/resor utanför programområdet och hur de bidrar till projektets resultat.</li> </ul> <b>Kertokaa viimeisen raportointikauden aikana toteutetuista aktiviteeteista</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kertokaa, mitä on tehty ja miten.</li> <li>Kertokaa työnjaosta kumppanuuden eri toimijoiden välillä.</li> <li>Kertokaa mahdollisista ohjelma-alueen ulkopuolella järjestetyistä aktiviteeteista tai sinne suunnatuista matkoista sekä siitä, millainen vaikutus näillä on ollut hanketulosten saavuttamiseen</li> </ul>	
Aktivitetsbenämning/ Aktiviteetin nimi	Beskrivning/ Kuvaus
<b>Demonstratorprojekt:</b> Prototypframtagning och kontaktskapande	Under perioden har Inlandets Teknikpark kontinuerligt bistått i prototypframtagning och hjälp med design och spridning av nya innovationer från regionala företag och innovatörer.
<b>Demonstratorprojekt:</b> Leverantörsnätverk	BBI genom Inlandets Teknikpark har påbörjat arbetet med att skapa ett leverantörsnätverk som skall kunna matcha kraven från Västerbottens större industrier. Tanken är att de stora företagen skall kunna köpa sina artiklar från närliggande underleverantörer och därmed korta ledtider och minska CO2 belastningen pga. kortare transporter. Syftet är också att skapa fler arbetstillfällen i inlandet.
<b>Demonstratorprojekt:</b> Bothia Brewers	BBI har under hela projekttiden sammanfört tolv mikrobryggerier från Västerbotten (6 st) och Österbotten (6 st) för att tillsammans utveckla branschen och skapa nya möjligheter för mikrobryggarna och konsumenten. BBI har regelbundet arrangerat seminarier för mikrobryggarna kring teman som branding, produktutveckling, närproduktion, dryckeskultur, brytande av gamla könsnormer kring öl, marknadsföring och processutveckling. Samarbetet utmynnade i ett gemensamt registrerat varumärke Bothnia Brewers som lanserades och presenterades på Nolia Beer mässan i Umeå, 18-19 oktober, för totalt 4770 besökare. Medieintresset var stort och vårt samarbete uppmärksammades i radiointervjuer och tidningsartiklar.
<b>Demonstratorprojekt:</b> Björksav – det botniska guldet?	Björksav är en lokalt producerad råvara och som kunde ge mikrobryggarna nya möjligheter att profilera sig på ölmarknaden. Problemet med björksav är att finns stora variationer i kemiskt innehåll och kvalitet och detta kan medföra stora kvalitetsvariationer i den slutliga produkten. BBI har genom yrkeshögskolan Novia kemiskt

	<p>analyserat björksav för att studera de variationer som förekommer under tappningssäsongen och därmed fått ny värdefull kunskap som kan användas av de företag som vill använda björksav som råvara. Resultatet presenterades på en internationell konferens i Terrassa, Spanien, i juni.</p>
<p><b>Demonstratorprojekt:</b> Botnia Atlantica Yeast</p>	<p>Ett nytt samarbete har inletts med Umeå universitet, yrkeshögskolan Novia och BBIs nätverk av ölbryggare. Syftet med detta är att leta efter nya jäststammar i lokala miljöer i Västerbotten och Österbotten såsom pollinerande insekter och växter eftersom liknande miljöer på andra håll i världen har skapat unika och uppskattade ölsorter. Tanken är att göra samma sak för norra Sverige och norra Finland som en gemensam regional kampanj. På det här sättet knyts livsmedelsteman ihop med biologisk mångfald och pollinerande insekters betydelse lyfts fram. Detta projekt har presenterats på föredrag och mat/dryck mässor. En omfattande litteraturstudie har gjorts på yrkeshögskolan Novia kring framtagande av nya jästsorter.</p>
<p><b>Samverkanskonferenser / Forum:</b> LCA (life cycle analysis) utbildning i samarbete med Lärcentrum och Miljö Giraff.</p>	<p>Under perioden har ytterligare en utbildning i affärsprocesser förberetts. Utbildningen erbjuds för att föregå kommande krav på företag och kommuner att genomföra LCA analyser på sina produkter och processer. Detta behov har kommit upp i dialog med företagare och leverantörer. Utbildningen kommer att hållas efter projektets slut den 2/12 i Vilhelmina och den 3/12 i Lycksele 2019</p>
<p><b>Samverkanskonferenser / Forum:</b> Skapande av en kompetensresurspool.</p>	<p>Som ett led i att hjälpa regionala företag att samverka bistår BBI med att initiera arbetet med en kompetensresurspool. Detta innebär att företag som inte har råd med att anställa kompetent personal på heltid kan hyra in tex en inköpare på 20% under tex 8 månader. Just nu pågår inventering av faktiskt behov och i början av nästa år kan de första tillsättningarna starta.</p>
<p><b>Spridning/Utbildning:</b> LEAN-Workshop</p>	<p>BBI har bidragit till arrangerandet av en LEAN-workshop, den arrangerades i Karleby</p>
<p><b>Spridning/Utbildning:</b> Utlåning av teknikinspirerande utrustningar till skolor</p>	<p>Inlandets Teknikpark har (med medel utanför projektet) införskaffat laserskärmaskiner, 3D skrivare, lego robotar, mm som nyttjas i projektets aktiviteter för att sprida teknisk kompetens och underlätta koppling mellan inlandskommunernas</p>

	skolor och dess regionala företag. Detta gäller kommunerna i Åsele, Dorotea, Storuman och Vilhelmina.
<b>Samverkanskonferenser / Forum:</b> Kokkola Materials Week	BBI bidrog till arrangemanget av årets Kokkola Materials Week och vi erbjöd också svenska företagare att delta på konferensen. Projektet presenterades där för finska företag samt att företagen minglade och utbytte idéer och kontaktuppgifter.
<b>Samverkanskonferenser/Utbildning:</b> Recent advances in functionalized plastic materials, bio-based materials and additive manufacturing 11.9.2019 (the programme and participant list attached)	BBI arrangerade en internationell konferens för företagare och akademi kring ett företagarbehov kring kunskap och kontakter inom funktionella, biobaserade material och additiv tillverkning.
<b>Spridning:</b> Presenterat på vetenskaplig konferens	”Compositional Data Analysis of Finnish Birch Sap” – Tom Lillhonga, CodaWork 2019, Terrassa, Spanien (3-8 juni 2019. Studien kring björksav, dess kemiska innehåll och som möjlig råvara för öl presenterades för en internationell publik på ca 200 deltagare. Under presentationen lyftes fram samarbetet över Kvarken mellan högskolor och SM-företag och samarbetets betydelse för det lokala näringslivet.
<b>Projektspecifikt</b>	Förutom ovanstående aktiviteter har projektledningen (UmU) arbetat med avslutningsaktiviteter, materialinsamling, utvärdering och rapportskrivning.



## Del 2. Sammanfattning av hela projektgenomförandet

### Osa 2. Yhteenveto koko hankkeen toteutuksesta

#### Sammanfattning (på svenska)

#### Yhteenveto (ruotsiksi)

*Beskriv vad som genomförts under projektet, hur dessa kopplats till det "programspecifika mål" som gäller för projektet, samt vilka resultat det har lett till. Stäm av gentemot "Projektets huvudsakliga mål" och "Förväntat resultat" i ert beslut. Redogör också för resultat som inte varit förväntade och eventuella goda exempel.*

*Kertokaa, mitä hankkeen aika on toteutettu, miten aktiviteetit on kytketty hanketta koskeviin "ohjelmakohtaisiin tavoitteisiin" sekä millaisia tuloksia aktiviteettien avulla on saatu aikaan. Verrataka näitä päätöksessä mainittuihin "Hankkeen päätavoitteisiin" ja "Odotettuihin tuloksiin". Kertokaa myös odottamattomista tuloksista ja antakaa mahdollisesti hyviä esimerkkejä*

Programmets specifika mål inom denna satsning är 'Ökad kapacitet för gränsöverskridande affärssamarbeten'. Detta genom

1. Ökad konkurrenskraft för företag i programområdet genom utvecklade samarbeten
2. Utökade kontakter inom näringslivet inom programområdet

Projektet syftade till att öka konkurrenskraften genom att ge företagen möjlighet att samarbeta genom akademi och offentliga plattformar som neutrala mötesplatser. Detta genom Aktiviteterna 'Demonstratörprojekt', där faktiska industriprojekt visar på nyttan och möjligheten med såna här samarbeten, 'Workshops' där företag får träffas och utbyta idéer och där resultaten av demonstratörprojekten presenteras för en större publik, samt 'Utbildning av kontaktpersoner och näringslivskontakter' där personer i nära kontakt med både näringsliv och akademi engageras och får ta del av den samlade kunskap projektet samlat och stärks i sin roll som kontaktskapare.

Projektet har genom demonstratörprojekten 'Teknik för mätning och validering av Vagnchassidynamik' och 'Bothnia Beer' visat att regionens företag kan arbeta tillsammans med akademien som kontaktpunkt och stärka varandra genom arbeten som det finns ett gemensamt behov av men där företagen inte konkurrerar internt.

I 'Teknik för mätning och validering av Vagnchassidynamik' så samlades företagen Polarvagnar och Närko Oy för att gemensamt angripa nya sätt att testa och utveckla sina chassin genom dynamisk simulering. Genom att samarbeta med Umeå Universitet och varandra så stärkte de sin kunskap och innovation kring detta område (Mer information finns i bilaga 'Teknik för mätning och validering av Vagnchassidynamik'. Mer om produktutvecklingen kan läsas i bilaga 1. (Svarar mot 1 och 2)

I 'Bothnia Brewers' så samlades tolv mikrobryggerier från Västerbotten (6 st) och Österbotten (6 st). BBI sammanförde bryggerierna för att tillsammans utveckla branschen och skapa nya möjligheter för mikrobryggarna och i slutändan även för den enskilda konsumenten. BBI har regelbundet arrangerat seminarier för mikrobryggarna kring teman som branding, produktutveckling, närproduktion, dryckeskultur, brytande av gamla könsnormer kring öl, marknadsföring och processutveckling. Totalt ordnades sju seminarier, av praktiska orsaker blev det två i Finland och fem i Sverige. Utöver detta har BBI initierat nya samarbeten, t.ex. med Wasaline, för att få in närproducerade produkter på den kommande nya färjan mellan Vasa och Umeå. Ett starkt nätverk och ett gemensamt

varumärke, Bothnia Brewers, byggdes upp och inom BBI påbörjades även en gemensam produktutveckling vilket kommer fortsätta även efter detta projekt. Denna demonstrator har vunnit publicitet genom presentationer på t.ex. Nolia Beer och har blivit uppmärksammat i både radio och tidningar. Projektet har också initierat ett nytt unikt samarbete mellan Umeå universitet, yrkeshögskolan Novia i Vasa och de lokala ölbryggarna där syftet är att leta efter intressanta jäststammar i den lokala miljön hos de ölbryggeriföretagarna. Detta koncept har haft en uppskattad framgång i andra delar av världen och BBI försöker nu lansera detta för Västerbotten och Österbotten för att lyfta fram betydelsen av den lokala mångfalden och betydelsen av pollinerande insekter i dessa miljöer. Detta kan också spridas till fler dryckes- och matproducenter i regionen (Svarar mot 1 och 2). Björksav är en lokalproducerad råvara som mycket väl kunde användas som råvara i ölproduktion och därigenom profilera de lokala bryggerierna på marknaden. BBI har analyserat det kemiska innehållet i björksav och de kvalitetsvariationer som förekommer under tappningssäsongen. Vi har erhållit ny kunskap som hjälper företagen att kvalitetssäkra råvaran. (Svarar mot 1 och 2).

Projektet har också identifierat och arrangerat mötesplatser och utbildningar för företag att tillsammans angripa utmaningar i affärsprocessen som t.ex. inköp, försäljning och logistik där många små och medelstora företag har det jobbigt på grund av just sin storlek och begränsade resurser som personal och ekonomi. 63st personer har gått utbildningar. (Svarar mot 1 och 2)

Projektet har stöttat initiativ till kontakt mellan företag och skolan i Västerbottens inlandskommuner och har bland annat skapat flera elevprojekt/examensarbeten där elever och studenter fått göra skarpa insatser och knutit kontakter med företagen. Vidare så har minst 5 universitetsstudenter (4 av dem kvinnor) i biologi fått tillfälle att lära sig hur man letar efter nyttomikrober för livsmedelsindustrin i den lokala miljön. Detta är en viktig insats för att bemöta rekryteringsutmaningen som många företag står inför och också öka jämställdheten (då andelen tjejer på teknikprogrammen ökar (undersökning i Vilhelmina visade nu 11% mot tidigare 4,5%) vilket är långt över företagets andelar). (Svarar mot 1)

Projektet har också bidragit i och till en mängd industriella nätverkskonferenser under genomförandet. Bland annat har vi bidragit till 3st industrikonferenser i Västerbottens inland, konferenser om LEAN och nya material & Additiv tillverkning i Österbotten. (Svarar mot 1 och 2)

Projektet har inventerat behov och utmaningar hos SME i både Västerbotten och Österbotten. Företag och behov har kommunicerats ut på båda sidorna kvarken och kontaktskapande har faciliterats. Behoven har också bemötts av aktiviteter ovan där det fanns möjlighet att göra något i nutid. (Svarar mot 1 och 2)

### **Sammanfattning (på engelska)**

#### **Yhteenveto (englanniksi)**

*Beskriv vad som genomförts under projektet, hur dessa kopplats till det "programspecifika mål" som gäller för projektet, samt vilka resultat det har lett till. Stäm av gentemot "Projektets huvudsakliga mål" och "Förväntat resultat" i ert beslut. Redogör också för resultat som inte varit förväntade och eventuella goda exempel.*

*Kertokaa, mitä hankkeen aika on toteutettu, miten aktiviteetit on kytketty hanketta koskeviin "ohjelmakohtaisiin tavoitteisiin" sekä millaisia tuloksia aktiviteettien avulla on saatu aikaan. Verrattakaa näitä päätöksessä mainittuihin*

*"Hankkeen päätavoitteisiin" ja "Odotettuihin tuloksiin". Kertokaa myös odottamattomista tuloksista ja antakaa mahdollisesti hyviä esimerkkejä*

The program's specific goals within this initiative are 'Increased capacity for cross-border business partnerships'. This through

1. Increased competitiveness for companies in the program area through developed collaborations
2. Increased contacts within the business community within the program area

The project aimed to increase competitiveness by enabling companies to collaborate through academia and public platforms as neutral meeting places. This is done through the activities 'Demonstrator projects', where actual industrial projects show the benefit and opportunity of such collaborations, 'Workshops' where companies can meet and exchange ideas and where the results of the demonstrator projects are presented to a larger audience, and 'Training of contacts and business contacts' where people in close contact with both business and academia are involved and can take part of the overall knowledge the project has gathered and is strengthened in their role as contact creator.

The project, through the demonstrator projects 'Teknik för mätning och validering av Vagnchassidynamik' and 'Bothnia Beer', has shown that the region's companies can work together with the academy as a point of contact and strengthen each other through work that there is a common need for but where the companies do not compete internally.

In 'Teknik för mätning och validering av Vagnchassidynamik', the companies Polarvagnar and Närko Oy gathered to jointly attack new ways of testing and developing their chassis through dynamic simulation. By collaborating with Umeå University and each other, they strengthened their knowledge and innovation in this area (More information can be found in appendix 'Technology for measurement and validation of car chassis dynamics'. More about product development can be read in appendix 1. (Corresponds to 1 and 2)

In 'Bothnia Brewers', twelve microbreweries from Västerbotten (6) and Österbotten (6) were gathered. BBI brought together the breweries to jointly develop the industry and create new opportunities for the micro-brewers and ultimately also for the individual consumer. BBI has regularly arranged seminars for micro-brewers on topics such as branding, product development, local production, beverage culture, breaking old gender norms around beer, marketing and process development. A total of seven seminars were organized, for practical reasons there were two in Finland and five in Sweden. In addition, BBI has initiated new collaborations, e.g. with Wasaline, to bring in locally produced products on the upcoming new ferry between Vasa and Umeå.

A strong network and a common brand, Bothnia Brewers, was built up and within BBI a joint product development was also started, which will continue even after this project. This demonstrator has gained publicity through presentations on e.g. Nolia Beer and has been featured in both radio and magazines. The project has also initiated a new unique collaboration between Umeå University, the Novia University of Applied Sciences in Vaasa and the local beer brewers where the aim is to look for interesting yeast strains in the local environment of the beer brewery companies. This concept has had an appreciated success in other parts of the world and BBI is now trying to launch this for Västerbotten and Österbotten to highlight the importance of local diversity and the importance of pollinating insects in these environments. This can also be spread to more beverage and food producers in the region. An



example of this is Birchtree Sap, which is a locally produced raw material that could very well be used as a raw material in beer production, thereby profiling the local breweries in the market. BBI has analyzed the chemical content of birch saw and the quality variations that occur during the bottling season. We have gained new knowledge that helps companies to quality assure the raw material. (Corresponds to 1 and 2).

The project has also identified and arranged meeting places and training for companies to jointly address challenges in the business process such as purchasing, sales and logistics where many small and medium-sized companies have a hard time due to their size and limited resources such as staff and finances. 63 people have attended courses. (Corresponds to 1 and 2)

The project has supported initiatives for contact between companies and the school in the inland municipalities of Västerbotten and has, among other things, created several student projects / degree projects where pupils and students have made sharp efforts and made contacts with the companies. Furthermore, at least 5 university students (4 of them women) in biology have had the opportunity to learn how to look for useful microbes for the food industry in the local environment. This is an important effort to meet the recruitment challenge that many companies are facing and to increase gender equality (as the proportion of girls on technology programs is increasing (survey in Vilhelmina now showed 11% against previously 4.5%) which is far above the companies' shares). (Corresponds to 1)

The project has also contributed in and to several industrial network conferences during the implementation. Among other things, we have contributed to 2 industrial conferences in inland Västerbotten.

### **Sammanfattning (på finska om projektet haft finska partners)**

#### **Yhteenveto (suomeksi, jos hankkeessa on ollut suomalaisia kumppaneita)**

*Beskriv vad som genomförts under projektet, hur dessa kopplats till det "programspecifika mål" som gäller för projektet, samt vilka resultat det har lett till. Stäm av gentemot "Projektets huvudsakliga mål" och "Förväntat resultat" i ert beslut. Redogör också för resultat som inte varit förväntade och eventuella goda exempel.*

*Kertokaa, mitä hankkeen aika on toteutettu, miten aktiviteetit on kytketty hanketta koskeviin "ohjelmakohtaisiin tavoitteisiin" sekä millaisia tuloksia aktiviteettien avulla on saatu aikaan. Verrataka näitä päätöksessä mainittuihin "Hankkeen päätavoitteisiin" ja "Odotettuihin tuloksiin". Kertokaa myös odottamattomista tuloksista ja antakaa mahdollisesti hyviä esimerkkejä*

Hankkeen erityistavoite ohjelman mukaisesti oli rajat ylittävän yritys yhteistyön lisääminen siten, että: 1. lisätään ohjelma-alueen yritysten kilpailukykyä yhteistyötä kehittämällä, sekä 2. laajennetaan ohjelma-alueen liiketoimintakontakteja.

Hankkeen tavoitteena oli lisätä yritysten kilpailukykyä edesauttamalla yritysten välistä yhteistyötä korkeakoulujen ja julkisten foorumien, kuten ns. neutraalien kokouspaikkojen avulla. Hankkeen puitteissa toteutettiin ns. demonstraatiohankkeita, joissa todellisten teollisten hankkeiden voitiin osoittaa hyötyvän kyseisestä yhteistyöstä sekä järjestettiin työpajoja ja seminaareja, joissa yritykset kokoontuivat vaihtamaan ideoita ja joissa demonstraatiohankkeiden tuloksia esitettiin laajemmalle yleisölle. Lisäksi hanke tarjosi yhteyshenkilöille ja liikeyhteistyöryhmille koulutusta, johon osallistuivat sekä liike-elämän että korkeakoulujen kanssa läheisessä yhteistyössä olevat henkilöt vahvistaen hankkeen puitteissa koottua ja jaettua osaamista sekä vahvistaen yhteyshenkilöiden tietämystä ja roolia kumppanuusverkon rakentajana.



BBI-hankkeessa osoitettiin, että alueen yritykset voivat työskennellä yhdessä korkeakoulujen kanssa siten, että korkeakoulut toimivat yhteystahoina yrityksiä yhteisiä pyrkimyksiä ja tarpeita vahvistavina osapuolina ilman, että yritykset kilpailisivat keskenään. Tästä hyvänä esimerkkinä ovat hankkeen puitteissa toteutetut Teknik för mätning och validering av Vagnchassidynamik- ja Bothnia Beer -demonstratiohankkeet.

Teknik för mätning och validering av Vagnchassidynamik -demonstratiohankkeessa, Polarvagnar ja Närko Oy yhdistivät voimansa uusien testaus- ja kehitysmenetelmien löytämiseksi dynaamista simulaatiota hyödyntämällä. Uumajan yliopiston kanssa toteutetun yhteistyön avulla kyseiset yritykset vahvistivat osaamistaan ja innovaatiotaan (liite 1).

Bothnia Brewers:ssa 12 Västerbottenin ja Pohjanmaan pienpanimoa kokoontui yhteen kehittämään yhdessä panimoalaa sekä luomaan uusia mahdollisuuksia. BBI on järjestänyt säännöllisesti seminaareja pienpanimoille liittyen mm. brändäykseen, tuotekehitykseen, paikalliseen tuotantoon, panimokulttuuriin, oluen ympärille keskittyneiden vanhojen normien rikkomiseen, markkinointiin ja prosessikehitykseen. Yhteensä järjestettiin seitsemän seminaaria. Käytännön syistä johtuen näistä kaksi järjestettiin Suomessa ja viisi Ruotsissa. Lisäksi BBI:n myötä on aloitettu yhteistyö mm. Wasalinen kanssa tuoden paikallisesti valmistettuja tuotteita uudelle Vaasa-Uumaja -lautalle. Hankkeen puitteissa rakennettiin vahva verkosto ja yhteinen brändi, Bothnia Brewers. Lisäksi panimot aloittivat yhteisen tuotekehityksen, joka edelleen jatkuu BBI-hankkeen päätyttyä. Edellä esitetyt toimenpiteet ovat saaneet laajasti positiivista julkisuutta mm. Nolia Beer -tapahtumassa sekä radiossa että lehdistössä. Hankkeen myötä on luotu uutta erityislaatuista yhteistyötä Uumajan yliopiston, Vaasan ammattikorkeakoulun ja paikallisten olutpanimoiden kanssa mielenkiintoisten oluen valmistuksessa käytettävien hiivakantojen löytämiseksi paikallisessa ympäristössä. Kyseinen konsepti on ollut toimiva ja saanut arvostusta muualla maailmassa, minkä myötä BBI pyrkii lanseeraamaan toimintamallin Västerbottenin ja Pohjanmaan alueille korostaakseen paikallisen monimuotoisuuden merkitystä ja pölyttävien hyönteisten tärkeyttä. Toimintamalli on laajennettavissa tulevaisuudessa myös alueelliseen juoma- ja elintarviketuotantoon. Esimerkkinä tästä on mm. koivunmaha, joka on paikallisesti tuotettu raaka-aine, joka soveltuu hyvin oluen valmistukseen. BBI-hankkeessa on analysoitu koivunmahlan kemiallista koostumusta ja pullotuskauden aikana esiintyvää laadunvaihtelua. Hankkeen myötä on saatu uutta tietoa, joka auttaa yrityksiä raaka-aineen laadunvarmistuksessa.

BBI-hankkeessa on tunnistettu yritysten tarpeita ja järjestetty yrityksille kohtaamispaikkoja sekä koulutusta, jotta yritykset voivat yhdessä vastata liiketoimintaprosessien (kuten hankinnan, myynnin ja logistiikan) haasteisiin, joiden edessä useilla pk-yrityksillä on hankaluuksia yritysten koosta sekä rajallisista taloudellisista resursseista ja henkilöstöresursseista johtuen. Hankkeen puitteissa on tarjottu koulutusta 63 henkilölle.

Hankkeessa on tuettu aloitteita yritysten ja oppilaitosten väliseen yhteistyöhön Västerbottenin sisämaan kunnissa, minkä myötä on toteutettu useita opiskelijaprojekteja / opinnäytetöitä. Yhteistyön myötä on samalla vastattu yritysten kohtaamiin rekrytointihaasteisiin sekä vastattu sukupuolten välisiin tasa-arvokysymyksiin vahvistamalla mm. tyttöjen osuutta tekniikan koulutusohjelmissa (esim. Vilhelminassa tyttöjen osuus nykyisellään tekniikan koulutusohjelmissa on 11 %, kun vastaava luku aiemmin oli 4,5 %).



BBI-hanke on osallistunut useiden teollisten verkostoitumiskonferenssien toimeenpanoon ja toteutukseen. Näitä ovat mm. teollisuuskonferenssi Västerbottenissa sekä seminaarit / työpajat LEAN-teknologiaan, uusiin materiaaleihin ja materiaalia lisäävään valmistukseen sekä luonnontuotteisiin liittyen.

Hankkeessa on otettu huomioon pk-yritysten tarpeet ja haasteet Västerbottenin ja Pohjanmaan alueella. Lahden molemmin puolin olevat yritykset ja näiden tarpeet on huomioitu ja kontaktien luomista on helpotettu. Yritysten tarpeisiin on vastattu hankkeen puitteissa toteutetuilla toimilla.

### **Hur väl motsvarade projektet utvecklingsbehovet och hur väl uppnåddes målen för projektet?**

#### **Miten hyvin hanke vastaa kehitystarvetta ja miten hyvin hankkeen tavoitteet saavutettiin?**

Då behoven är hämtade från ett flertal företags uttalade behov samt från kartläggningar som gjorts av bland annat regionerna kan det anses att projektet svarat väl upp emot det utvecklingsbehov som funnits (och fortfarande finns) i området och dess företag. Den positiva respons som erhållits i anknytning till detta är också ett bevis på att de initiala analyser som gjordes och de behov som identifierades träffat rätt.

Ett behov som inte identifierades initialt men som ganska snart stod klart är att det förutom behov mellan företag över kvarnen också behövs en ökad samverkan regionalt men att detta inte nödvändigtvis är något som bara behöver göras inom regionen. T.ex. kan utbildningar som hålla videosändas och ske med en bred inbjudan då utmaningarna för de små och medelstora företagen i de båda regionerna är relativt lika.

Större delen av regionens SMEer lokaliserade utanför de stora städerna är i den storlek att de flesta anställda har fullt upp i att bara hålla produktionen igång och de har inte likt de stora företaget, dedikerade staber för olika delar som affärssystem, produktutveckling eller inköp/logistik. Detta sammantaget med att de nödvändigtvis inte konkurrerar sinsemellan då de har nischade produkter möjliggör ett samarbete som de själva inte har kontaktnät eller resurser/tid att initiera men där en intermediär part (som BBI) kan facilitera. Det är en positiv faktor att denna part är en neutral/offentlig enhet företagen inte känner sig hotade av den aktörens egenintressen.

Målen för projektet var att skapa demonstratorer och sprida den kunskap de genererade samt att samla företag i nätverk och utbyten samt att belysa och stärka de kontaktpersoner som finns mellan företag och företag-offentlig sektor. Dessa målen har uppnåtts.

Projektet har svarat på utmaningarna inom programområdet och stärkt de små och medelstora företagen och deras kunskap och kunskap. Projektet har levererat och främjat informationsutbyte och god praxis om bland annat innovativ produktutveckling, affärsprocesser, avfallshantering, effektiva produktionsmetoder, forskning och utbildning i nyttomikrober från den lokala miljön för livsmedelsindustrin, och hållbar användning av naturresurser för att öka små och medelstora företags konkurrenskraft. Konkurrenskraften har också ökat genom gränsöverskridande samarbete och erfarenhetsutbyte. Arvet efter projektet och resultaten kommer att förvaltas vidare av de parter som ingår i projektet och vidare så har ett nytt projekt initierats för att belysa den biologiska mångfaldens och pollinerande insekters betydelse för både miljön och näringen i Västerbotten och Österbotten. Syftet här är att screena efter unika och lokala jäststammar och andra nyttomikrober (t.ex.



mjölksyrebakterier) som kan bidra till utveckling av genuint unika ölsorter eller andra regionalt producerade livsmedel.

**Vilka direkta resultat (förändringar) åstadkom projektet? Vilka effekter har resultatet?  
Mitä suoria tuloksia (muutoksia) hankkeessa saatiin aikaan? Millaisia seurauksia tuloksilla on?**

Under projektiden har projektet bidragit till att ett stort antal företag har träffats i olika forum och tillsammans drivit utvecklingsprojekt samt nätverkat inom sin region och mellan projektets två regioner samt också stärkt sina kunskaper genom informationsutbyte av mer effektiva och hållbara produktionsteknologier och affärsprocesser (LEAN, funktionell plast, Inköpslogistik). Detta kommer att ha långgående effekter då uppbyggda samarbeten och nätverk kommer att fortsätta efter projektet då de är initierade men inte avhängda projektets vara eller inte vara. Även den kunskap och kontaktnät som kontaktpersonerna fått genom projektet kommer att leva kvar vilket kommer att sänka ribban för både kontaktskapande inom och mellan de två regionerna.

Projektet har levererat direkta resultat i form av produktutveckling, prototyping, utbildningar, varumärke och i ett initialt skede en grund för framtida lokal livsmedelstillverkning genom framtagning av en regional jäst och andra nyttomikrober.

De långtgående effekterna som projektet möjliggjort är lägre murar och en större benägenhet för företag att samverka med varandra för att angripa gemensamma utmaningar både inom sin region och över kvarken. Projektet har även visat att det inte behöver vara svårt utan att det kan till och med finnas flera fördelar med att samarbeta med en forskningspartner och att även små företag kan göra det, eftersom det finns hög chans att utveckla t.ex. helt nya regionalbaserade livsmedelsprodukter med nyttomikrober från organismer som utgör viktiga komponenter i den lokala biologiska mångfalden. Detta i sin tur kan bidra till en positiv miljö-PR för företagen där de även kan bidra till att sprida intressant och viktig biologisk kunskap baserat på regional forskning.

**Kommentera utfall av indikatorer**

*Kommentera det slutliga utfallet av indikatorerna. Jämför ackumulerat utfall mot målvärde och kommentera eventuella avvikelser samt vilka lärdomar ni har dragit av detta.*

**Kommentoikaa indikaattorien toteutumaa**

*Kommentoikaa indikaattorien lopullista toteutumaa. Verratkaa kertynyttä toteutumaa tavoitearvoon ja kommentoikaa mahdollisia poikkeamia sekä sitä, mitä hankkeessa on niiden perusteella opittu.*

Det finns en utmaning i regelverken som reglerar statligt stöd till företag mellan Sverige och Finland. Enligt Botnia Atlantica så mäts indikatorerna på företag som får direkt eller indirekt stöd. Utmaningen här är att det finska regelverket säger att ifall resultaten av stödet blir publika efter insatsen så är det inte att räkna som statligt stöd till företag som då skulle gå under de-minimi. Detta gör att det finns en motsättning mellan de indikatorer som Botnia Atlantica efterfrågar och det medfinansieringsstöd man kan få från region Österbotten.



### Näringslivets medverkan

Vad har näringslivets medverkan betytt för projektets genomförande och resultat? Beskriv på vilket sätt näringslivsorganisationer eller företag har deltagit i eller berörts av projektet. Namnge gärna företag som deltagit.

### Elinkeinoelämän osallisuus

Mitä elinkeinoelämän osallisuus on merkinnyt hankkeen toteutukselle ja tuloksille? Kertokaa, millä tavalla elinkeinoelämän organisaatiot tai yritykset ovat osallistuneet hankkeeseen tai miten hanke on koskenut niitä. Mainitkaa mielellään hankkeeseen osallistuneet yritykset nimeltä

Små och medelstora företag har haft en stor direkt roll i BBIs demonstrationsprojekt (14 st). Även i andra delar av projektorganisationen har näringsliv och näringslivsorganisationer haft inflytande (både operativ ledningsgrupp och styrgrupp). Projektet har byggts upp kring de små och medelstora företagens behov för att stärka samarbetet mellan sig själva och akademien och för att förbättra sin konkurrenskraft, varför deras roll har varit betydande för att nå projektets mål. Företagen har själva prioriterat vilka behov de anser har varit viktigast och dessa har format projektets genomförande. Målen har handlat om produktionsprocessoptimering, kvalitetsförbättring, nya produktionsmetoder och teknik och materialanalyser och testning.

Litteraturundersökningar som genomförts har genomförts och baseras också på små och medelstora företag. Följande litteraturundersökningar har gjorts:

- Veneeseen liitettävän keräimen käyttökohteisiin liittyvä selvitystyö och keräimen koetoiminta,
- Värdekedjorna för 3D-utskrift.
- Literatursökning av jäststammar som används för ölbryggeri och annan relevant livsmedelstillverkning

Ämnen för seminarier och workshops har valts utifrån vad företagen tror kan förbättra företagens konkurrenskraft. Små och medelstora företag och andra organisationer har deltagit i nationella, internationella och gränsöverskridande seminarier och workshops arrangerade inom projektet för att sprida information och kunskap och för att utbyta god praxis:

- **Recent Advances in Functionalized Plastic Materials, Bio-based materials and Additive Manufacturing Seminar 11.9.2019:** 53 attendants from 3D Tech Oy, Aalto University, Aqvacomp Oy, Baltic Yachts, Centria R&D, Ele-One Oy, Filoset Oy, Herrmans Ltd, Logset Oy, Luleå University of Technology, Mirka Ltd, MMI Company, MSK Plast Oy, MUOVA - Vaasa University of Applied Sciences, Oy All-Plast Ab, Oy Nautor Ab, Prenta Oy, Premix Oy, Prevx Ab, RISE SICOMP, Tampere University, Toholammin kehitys Oy, TT Gaskets, Umeå Universitet, University of Oulu, UPM - The Biofore Company;
- **Kokkola Material Week – BioKokkola 13.11.2019:** 114 attendants from KOSEK, Aalto-yliopisto, Andritz Oy, ArcelorMittal, Centria UAS, Clewat Oy, Concordia, Fifth Innovation Oy, Geologian tutkimuskeskus, Hitachi High-Technologies Europe, Inlandets Teknikpark (Vilhelmina, Sweden), Innomost Oy, Jyväskylän yliopisto, Keliber Oy, Keskipohjanmaa (KPK-Yhtiöt), Keski-Pohjanmaan liitto, Kokkolan yliopistokeskus Chydenius/Jyväskylän yliopisto, Kokkolan kaupunki, Kokkolan suomalainen lukio, KPK Events, Lapin liitto, Luke, Malvern Panalytical, Nevel Oy, NIHAK, Northvolt, Oulu University, Oulun Ammattikorkeakoulu Oy, PEPT Oy Ab, Pohjanmaan liitto, Shandong Goldencell Electronics Technology Co., Ltd, Silv EXPO LTD., Suomen metsäkeskus, Teraloop,

Thermopolis Oy, Toholammin kehitys Oy, Toholammin Viemäriiikelaytos, Umeå Universitet, Vapo Oy, Visipoint Oy;

- **LEAN-workshop 8.11.2019:** 10 attendants from Kemvit Oy, Mesmec Oy, Centria R&D and The Federation of Education in Central Ostrobothnia.
- **Industrikonferenser** (2018.08.20, 2017.08.21)
- **Inköpsutbildning:** Gallerian, Texor, Inpipe, Baseco, Martinsons, Dorotea Mekaniska AB
- **Utbildning – Monitor:** Vilhelmina Ingenjörbyrå, Arbetsvagnar Sweden AB, Dorotea Mekaniska AB, JM Indutech AB.
- **Seminarier för mikrobryggare (datum, plats):** 20.10.2017 Nolia Beer Umeå, 16.02.2018 vid Bock's Brewery Vasa, 25.5.2018 Skellefteå bryggeri, 19.10.2018 Nolia Beer Umeå, 15.02.2019 Bock's Brewery Vasa, 19.05.2019 Nolia Beer Luleå och 18-19.10.2019 Nolia Beer Umeå. Deltagande mikrobryggerier från Finland: Kvarken Brewery, Jacobstads bryggeri, Bock's Brewery, NP Breweries, Keppo bryggeri och Kahakka Brewery. Från Sverige: Skellefteå bryggeri, U&Me beer, Westerbottens bryggeri, Bryggverket Umeå, Pite bryggeri och Beerstudio.

#### Gränsöverskridande mervärde

*Vad har arbetet över gränsen betytt för projektets genomförande och resultat? Hur kommer samarbetet fungera efter projektets slut?*

#### Rajat ylittävä lisäarvo

*Mitä työskentely rajan yli on merkinnyt hankkeen toteutukselle ja tuloksille? Miten yhteistyö tulee toimimaan hankkeen päätyttyä?*

I analyskedet av ansökningskrivandet så framkom att industrierna i Västerbotten och Österbotten (bl.a. Västerbottens RUS) hade liknande struktur och led av liknande problematik med resurser och geografiska utmaningar. Detta visade sig stämma och projektet har därför kunnat forma samarbeten mellan företagare i de båda regionerna där de angriper gemensamma utmaningar utan att för den delen konkurrera med varandra. Trots att de har många gemensamma nämnare i form av utmaningar så skiljer de sig också då det är något olika kulturer i de båda regionerna vilket ter sig naturligt då kommunikationerna mellan regionerna inte är så bra som de skulle kunna. De båda regionerna har också skillnader i det offentliga systemet vilket påverkar företagets förutsättningar. Att de skiljer sig är positivt och bidrar till att man ser på utmaningar på olika sätt och det har beskrivits som mycket berikande att se andras bild av liknande utmaningar samt få andra perspektiv på sina egna.

Det gränsöverskridande arbetet har ökat samarbetet mellan små och medelstora företag och mellan små och medelstora företag och akademien. Projektet har erbjudit små och medelstora företag och forskningsinstitut möjligheter att samarbeta och sprida bästa praxis. Samarbetet kommer att fortsätta inom möjliga samarbetsprojekt i framtiden.

Det finns heller inte så många kontinuerliga ramverk för interregionala samarbeten över kvarken (eller kommunikationer) varför den mesta interaktionen sker inom endera regionen. Därför är



program och projekt som detta extra viktiga då de båda regionerna har så mycket gemensamma utmaningar och kompletterande styrkor.

### **Horisontella kriterier**

*Beskriv hur ni arbetat med horisontella kriterier och hur det har bidragit till projektets resultat.*

### **Horisontala kriterier**

*Kertokaa, miten hankkeessa on työskennelty horisontaalisten kriteerien parissa ja miten työ on vaikuttanut hankkeen tuloksiin?*

Projektet har arbetat för en hållbar användning av naturresurser, särskilt genom att försöka öka material- och energieffektiviteten i tillverkningsindustrin. Projektet har spridit kunskap och god praxis om avfallshantering (t.ex. Veneeseen liitettävän keräimen käyttökohteisiin liittyvä selvitystyö ja keräimen koetoiminta), effektiva produktionsmetoder (t.ex. värdekedjorna för 3D-tryckning, senaste framsteg inom funktionaliserade plastmaterial, biobaserade material och tillsatsstillverkning) Seminarium, LEAN-workshop) och hållbar användning av naturresurser (Kokkola Material Week - Bio Kokkola) samt arbetat för att minska utsläpp genom samordnade transporter och effektivare produktutvecklingsmetoder. Vidare så har ett nytt projekt kring betydelsen av biologisk mångfald och pollinerande insekter för både den lokala miljön och näringslivet initierats. Den nya tekniken och ökad kunskap har bidragit till att öka miljökompetensen inom företagen.

Projektets aktiviteter har varit relativt könsneutrala, vilket redan illustrerats i analyserna vid planeringen av projektet. Under projektets löptid har företagen kunnat öka sina anställda vilket är positivt.

### **Uppföljning, utvärdering, lärande och spridning av resultat**

*Beskriv hur projektet har arbetat med uppföljning och utvärdering och hur det har bidragit till att skapa kunskap och lärande, både internt i projektet och externt. Redogör för de viktigaste lärdomarna från projektet. Beskriv hur eventuell projektutvärdering har bidragit till att utveckla arbetet med projektets resultat och spridning av resultaten. Bifoga gärna slutrapport från projektutvärderingen. Hur fungerade styrgruppen? Hur upplevde målgruppen projektet (vilken respons har de gett)?*

### **Seuranta, arviointi, oppiminen ja tuloksista tiedottaminen**

*Kertokaa, miten seuranta ja arviointi on toteutettu hankkeessa ja miten sen avulla on lisätty tietoa ja oppimista sekä hankkeen sisällä että sen ulkopuolella. Luetelkaa hankkeesta opitut tärkeimmät asiat. Kertokaa, miten mahdollinen hankearviointi on kehittänyt hanketulosten työstämistä ja niistä tiedottamista. Liittäkää mielellään mukaan hankearvioinnin loppuraportti. Miten ohjausryhmä toimi? Millaisena kohderyhmä koki hankkeen (millaista palautetta he ovat antaneet?)*

Projektet har kontinuerligt utvärderats genom månatliga möten i den operativa styrgruppen samt möten med styrgruppen påföljande slutet av varje rapporteringsperiod (5 månader). Utöver det har vi kontinuerligt testat våra idéer mot näringslivet samt näringslivsförespråkare som företagareföreningar.

Feedback från projektets målgrupp har varit god både under planeringen och genomförandet. Direkt Återkoppling har samlats in och utvärderingen har gjorts via system för återkoppling av feedback i vid samlingar såsom seminarier och workshops.

Lärdomar från projektet är hur lång tid det kan ta att mobilisera företag för att delta i ett utvecklingsprojekt och hur svårt det är med de bristfälliga kommunikationerna över kvarken. Utmaningar har även varit att då projektet varit relativt ekonomiskt begränsat, konkurrerat med andra uppgifter hos alla parter. Det blir en utmaning med prioritering när projekt endast bidrar till en liten del av en persons totala arbetstid med andra projekt som är större och ibland får högre prioritet.

Styrgruppen har fungerat bra men kom igång sent i projektet. Goda förslag och råd har kommit till projektledningen därifrån. Det har dock inte varit mycket diskussioner i styrgruppen då de mestadels förts i den operativa gruppen som haft digitala möten en gång i månaden under projektets genomförande.

Målgruppen uppfattade projektet som givande i den respons vi fått av demonstratorprojektens och workshoparnas genomförande.

Projektets resultat har spritts via workshops, konferenser och presentationer kontinuerligt under projektiden.

Projektet har inte haft en dedikerad projektkonferens då varken den operativa ledningsgruppen eller styrgruppen förordade det, då de inte trodde att deltagandet skulle bli tillräckligt. Projektet valde istället att ha presentationer och förevisningar i kombination med andra event såsom t.ex. Kokkola Materials Week och de årliga Industrikonferenserna i Västerbottens inland.

#### Statligt stöd till företag

*Om någon del av stödet faller under de minimis- eller gruppundantagsvillkor, bifoga en lista med företagsnamn och organisationsnummer för de företag som erhållit statligt stöd.*

#### Valtiontuki yrityksille

*Jos tuen jokin osuus on vähämerkityksisen tuen (de minimis) tai ryhmäpoikkeusasetuksen piirissä, liittää oheen luettelo, jossa on valtiontukea saaneiden yritysten nimet ja y-tunnukset.*

Finland	Närko	0413656-2	Konsulttjänster utredning
Sverige	SoliferPolar	556878-5561	Konsulttjänster utredning

#### Övriga kommentarer

*Beskriv hur ni arbetar vidare med projektets resultat efter projektet har avslutats.*

*Ange eventuell ytterligare information om projektet och dess resultat som bör uppmärksammas.*

#### Muita kommentteja

*Kertokaa, miten työskentelyä hanketulosten parissa jatketaan hankkeen päätyttyä.*

*Kertokaa muu mahdollinen hanketta ja sen tuloksia koskeva oleellinen tieto.*

The cross-border cooperation with SMEs and between SMEs and academy will be continued in possible co-operation projects in the future.

Utvecklingen av jäst och regionala råvaror kommer att sökas som ett separat projekt och här är förhoppningen att arbetet kommer fortsätta.

Även teknikparken kommer att leva kvar efter projektet och fortsätta att bedriva arbete.

#### Förvaring av material och webbplats

*Var förvaras eller arkiveras projektets material? Kontaktuppgifter till kontaktperson.*

*Vilken är projektets webbplats?*

#### Materiaalien ja verkkosivuston säilyttäminen

*Missä hankkeen materiaaleja säilytetään tai arkistoidaan? Yhteyshenkilön yhteystiedot.*

*Mikä on hankkeen verkkosivusto?*



Allt material har samlats på en sharepoint hos Umeå Universitet som är tillgänglig för att projektparter även efter projektets slut. Rapporterna och resultat från projektet kommer att finnas fritt tillgängligt efter projektets slut och kommer distribueras i våra kanaler till lämpliga motparter både inom näringslivet och offentlig sektor.

## BILAGA 1: Aktivitetsindikatorer/ LIITE 1: Aktiviteettien indikaattorit

Specifikt mål: Ökad kapacitet för gränsöverskridande affärssamarbeten/ Erityistavoite: Suurempi kapasiteetti tehdä rajat ylittävää liiketoimintayhteistyötä		
Aktivitetsindikator och definition/ Aktiviteetin indikaattori ja määritelmä	Förväntat resultat (ansökan)/ Odotettu tulos (hakemus)	Utfall/ Toteutuma
<p><b>Antal företag som får bidrag</b> Antal företag som får finansiellt stöd och således är stödmottagare i projektet. <b>Tukea saavien yritysten määrä</b> Taloudellista tukea saavien yritysten määrä, eli yritykset jotka ovat hankkeessa tuen saajia</p>	0	0
<p><b>Antal företag som får annat stöd än ekonomiskt stöd</b> Antal företag som får icke-finansiellt stöd (företag som inte är stödmottagare men som får annan form av hjälp genom projektet) som till exempel rådgivning, konsulthjälp, företagsinkubatorer etc. Deltagande i konferenser, seminarier, workshops ska INTE inräknas här. <b>Muuta kuin rahallista tukea saavien yritysten määrä</b> Niiden yritysten määrä, jotka saavat muuta kuin rahallista tukea (yritykset jotka eivät ole tuen saajia, mutta saavat muuta apua hankkeen kautta) kuten esim. neuvontaa, konsulttipalvelua, yrityshautomot jne. Osallistumista seminaareihin ja työpajoihin EI tule laskea mukaan.</p>	20	19



**Antal företag som får annat stöd än ekonomiskt stöd**

Antal företag som får icke-finansiellt stöd (företag som inte är stödmottagare men som får annan form av hjälp genom projektet) som till exempel rådgivning, konsulthjälp, företagsinkubatorer etc.

Deltagande i konferenser, seminarier, workshops ska INTE inräknas här.

***Muuta kuin rahallista tukea saavien yritysten määrä***

*Niiden yritysten määrä, jotka saavat muuta kuin rahallista tukea (yritykset jotka eivät ole tuen saajia, mutta saavat muuta apua hankkeen kautta) kuten esim. neuvontaa, konsulttipalvelua, yrityshautomot jne. Osallistumista seminaareihin ja työpajoihin EI tule laskea mukaan.*

Land / <i>Maa</i>	Namn / <i>Nimi</i>	Organisationsnummer, FO-nummer / <i>Y-tunnus</i>	Typ av icke-finansiellt stöd (kort beskrivning)  <i>Muun kuin rahallisen tuen tyyppi (lyhyt kuvaus)</i>
Sverige	Westerbottens bryggeri	556877-9879	Konsulttjänster Affärsutveckling och samordning
Sverige	U&Me Beer	556826-8204	Konsulttjänster Affärsutveckling och samordning
Sverige	Skellefteå Bryggeri	556829-8227	Konsulttjänster Affärsutveckling och samordning
Sverige	Beerstudio	556878-5561	Konsulttjänster Affärsutveckling och samordning
Finland	Kvarken Brewery	2803840-6	Konsulttjänster Affärsutveckling och samordning
Finland	NP Brewers	2727931-2	Konsulttjänster Affärsutveckling och samordning
Finland	Jacobstads	2490738-7	Konsulttjänster Affärsutveckling och samordning
Finland	Bock's Brewery	1825445-5	Konsulttjänster Affärsutveckling och samordning
Finland	Keppo bryggeri	2757199-7	Konsulttjänster Affärsutveckling och samordning
Finland	Kahakka panimo	2834483-3	Konsulttjänster Affärsutveckling och samordning
Finland	Närko	0413656-2	Konsulttjänster utredning
Sverige	SoliferPolar	556878-5561	Konsulttjänster utredning
Sverige	Texor	556316-0703	Tillhandahållande av utbildning
Sverige	Baseco	556295-1953	Tillhandahållande av utbildning
Sverige	Inpipe	556397-6710	Tillhandahållande av utbildning
Sverige	BoBra	556757-6417	Tillhandahållande av utbildning
Sverige	Martinssons	556065-4955	Tillhandahållande av utbildning



EUROPEISKA UNIONEN

**Interreg**  
**Botnia-Atlantica**

Europeiska regionala utvecklingsfonden

Slutrapport för projekt i Botnia-Atlanticaprogrammet 2014-2020

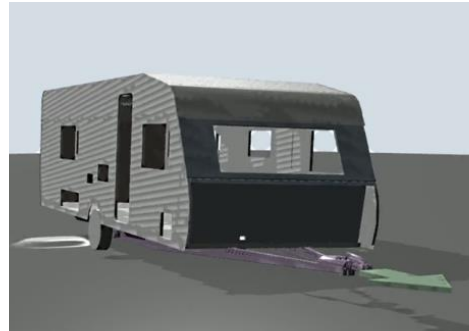
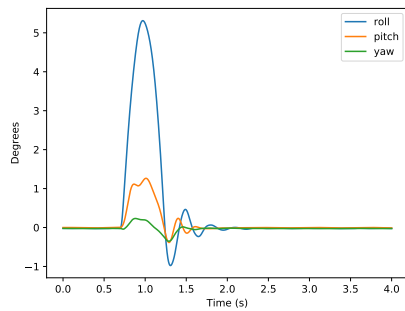
Sverige	Compia Storuman Industri AB	556254-7587	Nätverksresa
Sverige	Dorotea Mekaniska	556407-7823	Tillhandahållande av utbildning

## DELSTUDIERAPPORT

---

# Teknik för mätning och validering av vagnchassidynamik

---



MARTIN SERVIN OCH VIKTOR WIBERG

Januari, 2019

### **Sammanfattning**

Rapporten ger förslag för hur simuleringsmodeller av vagnschassi baserade på flerkroppsdyamik kan valideras och kalibreras mot verklighet. Först då är simuleringarnas prediktioner giltiga och användbara i produktutveckling, t.ex. livslängdsanalys beroende på designförändringar. Studien fokuserar på dynamiken i ett chassi som passerar ett väggupp med ena hjulet. Förslag ges på ett mätsystem för att registrera chassits orientering, samt hjul-navets rörelse relativt chassit.

---

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Projektfakta</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Studiens syfte och mål</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Metoder och verktyg</b>	<b>3</b>
4.1	Mätmetoder . . . . .	3
4.1.1	Kamera . . . . .	3
4.1.2	Gyro . . . . .	3
4.1.3	Accelerometer . . . . .	3
4.1.4	IMU och INS . . . . .	4
4.1.5	Laseravståndsmätare . . . . .	4
4.1.6	Hjulsensor . . . . .	4
4.2	Parameterkalibrering . . . . .	5
4.3	Validering . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Förslag på mätning av chassidynamik</b>	<b>6</b>
5.1	Genomförande . . . . .	7
5.1.1	Förberedelser . . . . .	7
5.1.2	Statiskt lastfall . . . . .	8
5.1.3	Kvasistatiskt lastfall . . . . .	8
5.1.4	Dynamiskt lastfall . . . . .	8
5.1.5	Signalbehandling . . . . .	9
5.1.6	Parameterkalibrering . . . . .	9
5.1.7	Validering . . . . .	9
<b>6</b>	<b>Simulerat mätdata</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>10</b>
	<b>Referenser</b>	<b>11</b>
<b>A</b>	<b>Figurer</b>	<b>i</b>



---

# 1 Projektfakta

**Namn:** Teknik för mätning och validering av vagnchassidynamik.

**Tidsperiod:** yyyy-mm-dd till yyyy-mm-dd

**Deltagare:** Inlandets teknikpart Stefan Backlund  
Oy Närko AB Göran Eklund  
Solifer Polar AB Kent Korsén, Andreas Ljungquist  
Umeå universitet Martin Servin, Viktor Wiberg

Delstudien *Teknik för mätning och validering av vagnchassidynamik* ingår i projektet Bothnia Business Innovation (BBI), inom ramen för EU-programmet Interreg Botnia-Atlantica. BBI-projektet syftar till ökad innovation genom stärkt regional samverkan mellan små- och medelstora företag och akademi i Västerbotten och Österbotten. Det övergripande målet är att knyta ihop regionens små och medelstora företag och akademier för att stärka företagens konkurrenskraft och akademiernas utbildningar och forskning. Detta genom en ökad samverkan och kunskapsöverföring. Akademiernas roll är dels att via deras nätverk identifiera företag som har samma utmaningar och som neutral part bjuda in företag till samarbeten, och samtidigt också bidra med sak- och omvärldskunskap.

## 2 Studiens syfte och mål

Delstudien syftar till att presentera förslag för hur simuleringsmodeller baserade på flerkroppsdyamik kan valideras och kalibreras mot verklighet. Först då är simuleringarnas prediktioner giltiga för ett verkligt system. Studien tillämpas på en tidigare framtagen dynamikmodell för ett vagnchassi [1], men har för avsikt att kunna inspirera företag med snarlika produkter. Den manöver vi har valt att studera är då en dragen husvagn passerar ett väggupp med ena hjulet i hastigheter kring 40 km/h. Kvantiteter som är intressanta att mäta är:

- **Chassits hastighet i körriktningen, samt dess orientering (roll och pitch-vinkeln).** Chassits position över tid bedöms inte vara viktig för den aktuella analysen och har prioriterats bort. Yaw-vinkel anses också mindre relevant för denna manöver.
- **Hjulnavets rörelse relativt chassit, d.v.s. relativ translation samt camber och styrvinkel.** Dessa mätningar har för syfte att fånga den fjädring och dämpning som finns i hjulupphängningssystemet.

Studiens mål är att sammanfatta hur experiment kan utföras på ett praktiskt ge-

---

nomförbart sätt, från experimentuppställning med datainsamling till efterbehandling, för att validera vagnchassidynamik från flerkroppssimuleringar.

### 3 Bakgrund

I en föregående delstudie [1] var syftet att undersöka och demonstrera hur simulering baserad på flerkroppsdynamik kan användas för att generera dynamiska lastfall för hållfasthets- och utmattningsanalyser. I studien demonstreras körning av timmersläp och husvagn över olika hinder – potthål och väggupp, se Figur A.1 i appendix. Genom att mäta krafter i vissa infästningar kan spänningar uppskattas och överförs till utmattningsanalys. De redovisade simuleringar är visuellt trovärdiga, men innan de kan anses pålitliga modellen valideras och eventuellt kalibreras.

Betydelsen av validering i samband med simuleringar av fordondynamik är inte självklar. Huruvida en modell anses vara valid beror på krav av förutbestämd noggrannhet och applikation. En lämplig definition är att validering är den process som avgör till vilken grad en modell är en noggrann representation av verkligheten med avseende på dess användningsområde [2].

I demonstratorerna från [1] framgår det att försöken är känsliga för modellparameters i fjädring och dämpning i hjulupphängningen, samt däckets flexibilitet. En av utmaningarna med valideringen är att hitta den uppsättning modellparameters som bäst matchar experimentiellt data. Det nämns att vissa stela kroppar eventuellt måste diskretiseras ytterligare för att bättre fånga kraftfördelningen. En första genomlysning av mätmetoder för validering av dynamisk chassimodell presenteras i [3].

I litteraturen gällande validering av simulerad fordondynamik existerar många olika tillvägagångssätt. Vanligast är att mäta någon fysikalisk kvantitet, till exempel acceleration vid hjulnavet eller någon komponents orientering över tid, e.g. [4, 5]. Det experimentiella datat jämförs sedan för samma scenario i simulering med överliggande plottar. Helst ska tre scenarier inkluderas, ett i stabilt tillstånd, ett som ger lågfrekvent respons och slutligen en transient manöver [2], exempelvis körning över ett hinder. Flera studier granskar även data i en frekvensdomän för att detektera karaktäristiskt beteende som inte nödvändigtvis uppenbaras i tidsdomän. Parameterkalibrering utförs typiskt på två olika sätt. Antingen via experiment, där till exempel styvheten i en fjäder mäts och det erhållna värdet används som modellparameter. Det andra alternativet är en optimeringsbaserad formulering som kretsar kring att finna de värden på modellparametrarna som minimerar avvikelserna i data från simulering och experiment.

---

Några av de mest använda sensorerna är accelerometrar, navigeringssystem, gyroskop och avståndsmätare av olika slag. De funna exempel då kameror används är de monterade på fordonet och lämpar sig därmed sämre för att mäta relativa rörelser mellan olika komponenter. Exempel på tidigare arbeten med fokus på chassidynamik inkluderar [6, 7, 8].

## 4 Metoder och verktyg

### 4.1 Mätmetoder

#### 4.1.1 Kamera

Höghastighetskameror och bildanalys kan användas för att spåra rörelser på chassi och hjulvan. Genom att placera markörer ökas robustheten. Ett bra alternativ är Chronos 1.4 <sup>1</sup> med en pixelupplösning på  $1280 \times 1024$  och mellan 1.057 – 38.500 fps från högst till lägst upplösning. En höghastighetskamera måste kombineras med andra sensorer för att få djup från bilder. En stereouppsättning är ett alternativ, men kräver kalibrering och synkronisering. Ljussättning kan vara problematiskt, men reflekterande markörer hjälper. En annan nackdel är att precisionen avtar med avståndet från kamerauppställningen och beror på den relativa orienteringen.

Litteratur med någon studie där komponenter på fordon spåras av höghastighetskameror med valideringssyfte har inte hittas. De mätsystem som används för fysiska kraschsimuleringar [9] kan vara användningbara. Exempel på leverantörer är TEMA automotive <sup>2</sup>.

#### 4.1.2 Gyro

Ett gyroskop av hög kvalitet kan enkelt monteras på chassit för att erhålla relativ orientering. Gyroskop behöver inte kalibreras och i de flesta produkter medföljer mjukvara för smidig datainsamling.

#### 4.1.3 Accelerometer

Accelerometrar är små sensorer designade för att mäta just acceleration. Hastighet och position kan erhållas genom att integrera accelerationen en, respektive två gånger, vilket ofta leder till hög osäkerhet. En accelerometers noggrannhet är beroende av dess orientering för att kunna skilja på gravitation och annan acceleration.

---

<sup>1</sup><https://www.krontech.ca/store.html#!/Chronos-1-4-high-speed-camera/>

<sup>2</sup><http://www.imagesystems.se/download/public/brochures/TEMA-AUTOMOTIVE-BROCHURE-2017.pdf>

---

#### 4.1.4 IMU och INS

En IMU (inertial measurement unit) är en kombination av accelerometer och gyroskop, där vardera mäter i tre dimensioner. En IMU agerar som en sensor och fungerar i sig själv inte som ett verktyg för navigering, d.v.s. returnerar ej position, hastighet eller orientering relativt horisonten.

En INS (inertial navigation system) består av en IMU och integrerar dess data för att ge navigationslösningar. Från en INS kan position, hastighet och orientering av ett objekt erhållas relativt dess initiala position, hastighet och orientering. En nackdel med INS är att de drifftar över tid eftersom data vid nästa tidssteg utgår från föregående. En INS är beroende av en dator för datainsamling. Företagen Novatel och Xsens är tillverkare av INS av hög kvalitet.

#### 4.1.5 Laseravståndsmätare

Laseravståndsmätare finns i små robusta format som enkelt kan monteras på ett objekt. Ett användningsområde presenteras av Algers [5], där tre lasrar monteras på ett chassi för att mäta fordonets roll- och pitchvinkel. En likande metod är ett alternativ för att mäta roll och pitch-vinkeln för vardera hjulnav. Med denna metod erhålls ingen data gällande hjulnavens positioner. Kalibrering och montering av dessa sensorer, samt synkronisering med ytterligare mätsystem kräver en del jobb och kan vara problematiskt. På marknaden finns många alternativ beroende av sensorns storlek, noggrannhet, samplingsfrekvens och prisklass.

#### 4.1.6 Hjulsensor

Svårigheter uppstår i att mäta hjulnavets rörelse relativt chassit, eller något annat koordinatsystem, i synnerhet då hjulet roterar. Det finns sensorer som är designade just för detta syfte. Företaget Kistler har en produkt, *RV-4: Wheel vector sensor*<sup>3</sup>, som kan mäta alla rörelser med hjulet i fordonets koordinatsystem, d.v.s. x-y-z-rörelser, samt styrvinkel och camber. Genom kontakt med Kistler är det bekräftat att montering kan ske på alla typer av fordon, eventuellt måste en egen montageplatta konstrueras. Figur A.2 visar en sensor monterad på en lastbil med egenkonstruerad montageplatta. Att synkronisera sensorn med en INS eller datalogger går att göra via CAN och mjukvara för datainsamling medföljer. Nackdelarna med denna produkt är dess kostnad, ca 200 000 SEK, samt dess samplingsfrekvens på 125 Hz. Det går dock att hyra utrustningen genom att kontakta Kistler i Sverige.

Ett liknande men kamerabaserat system är WheelWatch från AICON 3D Systems<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup><https://www.kistler.com/en/product/type-crv4a/>

<sup>4</sup><https://www.aicon3d.com/sv-SE/products/vehicle-testing/wheelwatch>

---

## 4.2 Parameterkalibrering

I flerkroppsmodellen för husvagnen utgörs de dämpande och fjädrande mekanismerna av stötdämpare, den rotationella gummifjäders i hjulaxeln, samt däcken. Dessa modelleras inte med hydraulik och gummimodeller, utan vissa förenklingar introduceras. Till exempel modelleras hydrauliken av en motor som motverkar relativa rörelser med en viss kraft. Istället för att experimentiellt mäta komponenternas mekaniska egenskaper och sedan översätta dem till modellen kan parameterkalibrering utföras som ett optimeringsproblem.

I optimeringsproblemet handlar det om att minimera skillnaden mellan data insamlat från simuleringar och data insamlat från experiment genom att justera modellparameters. Den funktion man vill minimera kallas för mål-funktion (objective function på engelska). Detta kan göras på en mängd olika sätt och beror på tillämpning. Ett sätt är att minimera skillnaden av någon fysikalisk kvantitet, t.ex. vertikal acceleration, i antingen tid- eller frekvensdomän. Då korrelationer mellan två signal är av intresse är frekvensdomänen att föredra. Ofta har man flera målfunktioner man vill minimera samtidigt, detta kallas multi-objective optimization på engelska. Ett förenklat optimeringsproblem är att endast fokusera på att minimera skillnaden av det största värde av det man mäter över tid, t.ex. en peak i vertikal acceleration av hjulnavet vid överfart av väggupp [4].

MATLABs optimization Toolbox<sup>5</sup> stödjer de flesta typer av optimeringsproblem. Då det kommer till open source finns många bra bibliotek i Python, e.g. Scipy-Optimize<sup>6</sup>. Den kommersiella programvaran HEEDS<sup>7</sup> är också ett alternativ.

## 4.3 Validering

Det existerar delade meningar gällande hur validering av dynamiska simuleringar med fordon ska genomföras. En sak som majoriteten av erfarna författare har gemensamt är att absolut validering inte är möjlig. Validering ska utföras med fördefinierade specifikation och begränsningar kring val av specifik tillämpning. En utförlig granskning gällande validering för simuleringar av fordondynamik presenteras i [2]. Denna sektion syftas till att sammanfatta de viktigaste delar av deras studie som berör detta arbete.

I allmänhet ska modellen studeras i både tids och frekvens-domän för både statiska och kvasi-statiska fall och avvikande dynamiska manövrar. Validering bör planeras tidigt i projektet och utförande ska bero på vilket verkligt fenomen man

---

<sup>5</sup><https://se.mathworks.com/products/optimization.html>

<sup>6</sup><https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/tutorial/optimize.html>

<sup>7</sup><https://www.redcedartech.com/>

---

vill simulera. I vårt fall – dynamiska lastfall för hållfasthets och utmattningsanalyser vid vissa infästningar mellan t.ex. chassi och hus.

Kalibrering av modellparametrar bör inte utföras för samma data som sedan används vid validering. Istället ska valideringsdata vara annorlunda och oberoende av det vid kalibrering. Upprepade experiment för både kalibrering och valideringsdata rekommenderas i den mån att konfidensintervall kan skapas, i både tid och frekvensdomän. Detta för att upptäcka de slumpartade fel som ytrar sig under de verkliga försöken.

Vanligt är att de som utför valideringsförsöken är de som avgör ifall en modell är valid eller ej. För att undvika att vara subjektiv definieras lämpligt något mått på validitet innan valideringsanalysen. Till exempel kan en övre gräns på varians mellan simulering och experimentellt användas. Alltså, någon typ av statistisk analys inkluderas i analysen. För visuell analys används ofta överliggande plottar, både i tid och frekvensdomän.

## 5 Förslag på mätning av chassidynamik

Utifrån litteraturstudien presenteras ett förslag på mätning av chassidynamik med två huvudsakliga system: RV-4 wheel vector tillsammans med antingen en INS eller kombinationen IMU samt en datalogger.

Det första av intresse att mäta är chassits rörelse, d.v.s. hastighet och orientering relativt någon startposition. För körning över gupp i rak linje är chassits position i världen inte så användningsbar och kan bortses ifrån. Även yaw-vinkeln bör ha mindre betydelse. Den mest uppenbara lösningen är att montera en INS på chassit. Eftersom experimenten planeras ta någon minut behöver vi inte oroa oss över den osäkerhet som uppstår via drift av systemet. En INS som kan mäta hastighet och orientering är Xsens MTi-G-710 GNSS/INS<sup>8</sup> (ca 40 000 SEK).

En IMU är också ett alternativ om den kopplas till en datalogger. Företaget vbox-automotive specialiserar på mätningar av fordonsdynamik och deras produkter används av i princip av alla stora tillverkare av fordon och däck. En VBOX Inertial Measurement Unit<sup>9</sup> kan kopplas till dataloggern VBOX 3i<sup>10</sup> och integreras med GPS och/eller GLONASS för att mäta roll och pitchvinklar med en noggrannhet av 0.1° och hastighetsmätningar med minimalt brus. Detta system är ett

---

<sup>8</sup><https://www.xsens.com/products/mti-g-710/>

<sup>9</sup><https://www.vboxautomotive.co.uk/index.php/en/products/modules/inertial-measurement-unit>

<sup>10</sup><https://www.vboxautomotive.co.uk/index.php/en/products/data-loggers/vbox-3i>

---

utmärkt alternativ för hög noggrannhet av chassits dynamik vid körning över ett fartgupp. En VBox 3i med IMU kostar omkring 160 000 SEK där Universitet har 10% rabatt. De går att hyra via Kistler som är återförsäljare i Sverige. Figur A.3 i appendix visar dataloggern och IMUn från vbox.

Det andra vi vill mäta är de båda hjulnavens rörelser relativt chassit. För denna mätning föreslås den ändamålsenliga RV-4: Wheel vector sensorn. Detta alternativ har flera fördelar kontra att montera en INS vid infästningen av hjulnavet. Utrymme är ett problem, men framför allt noggrannhet och risk för skador. En IMU är känslig för hårda smällar och höga frekvenser och därmed mindre lämplig. En INS av hög kvalitet har låg noggrannhet gällande positionering (någon meter) i jämförelse med den föreslagna sensorn. Även då det kommer till orientering är RV-4: Wheel vector sensorn överlägsen. Data kan överföras till INS eller datalogger (t.ex. den av vbox nämnd ovan) via CAN. Sensorn har även tillägg för att mäta hastighet och slip-vinkel.

## 5.1 Genomförande

Kom ihåg att de dämpande mekanismerna består av deltaaxeln och dess gummiinlägg, stötdämparna och även däcken. Genomförandet består av tre olika fall. Först genomförs ett försök med statiska lastfall vars syfte är att studera *steady-state offsets* för chassits orientering, samt hjulnavets respons relativt chassit. Med offset menas skillnader från experiment och simuleringar. I nästa, kvasistatiska fall, ligger fokus på hur lågfrekventa svängningar som uppstår i systemet. Det dynamiska fallet har som syfte att efterlikna det slutliga användningsområde för simuleringarna och förväntas ge upphov till högfrekventa svängningar. Parameterkalibrering sker med avseende på de statiska och kvasistatiska fallen, medan validering sker m.h.a. data från det dynamiska fallet.

### 5.1.1 Förberedelser

Montering av IMU kan ske var som helst på chassit om vi behandlar det som en stel kropp. Om vi tar hänsyn till töjningar i chassi är det klokt att montering sker nära det hjul som dras över guppet. Detta eftersom en viktig aspekt är hjulnavets rörelse relativt chassit. Ett annat alternativ är på någon av de tvärgående balkarna mitt emellan hjulen. Denna position har fördel av ligga längs en symmetriaxel. Helst vill man undvika områden med mycket smuts och eventuella plask, men det går alltid bygga en skyddsanordning. Wheel sensorn monteras på ena hjulet liknande Figur A.2, men på lämpligt vis för husvagn. Här kan det vara klokt att kontakta återförsäljare för råd. De båda sensorerna kan kopplas via CAN till datalogger som tryggt kan placeras inne i husvagnen. Eventuellt måste det borras och

---

skruvas lite för att dra alla kablar och montera sensorer. Nominellt däcktryck bör kontrolleras och hållas under samtliga försök.

### **5.1.2 Statiskt lastfall**

Den första manöver att genomföra klassas som statiskt och består av körning i konstant hastighet med olika lastfall. Här studerar vi inte de mekanismer som dämpar svängning utan fokuserar på dämpningssystemets respons utifrån olika statiska lastfall.

Försöket utförs i fart för att upptäcka skillnader mellan simulering och experiment som uppstår till följd av hur husvagnen dras. Hastigheten bör inte ha någon större betydelse så länge den hålls konstant och kan förslagsvis vara 40 km/h. Det första försöket kan vara olastat för att sedan öka lasten till 500 kg och till slutligen 1000 kg. Lasterna fästs inuti husvagnen och påverkar därmed masscentrum. För att kunna återskapa lastfallen i simulerad miljö är det viktigt att notera var i husvagnen de placeras.

### **5.1.3 Kvasistatiskt lastfall**

Detta scenario syftar till att studera lågfrekventa svängningar och klassas kvasistatisk. Här avses dragning av husvagn i låg hastighet över ett gupp/farthinder. Hindret kan vara ett standard farthinder, men dess dimensioner måste noggrannt dokumenteras för att kunna återskapas i simuleringar.

Rekommenderad hastighet är 5 km/h och försöken upprepas tillräckligt många gånger för att konstruera konfidensintervall och för att upptäcka slumpartade mätfel. En del naturlig variation kan upptäckas genom utföra två mätserier, en för vardera hjul.

### **5.1.4 Dynamiskt lastfall**

Det ursprungliga syftet med simuleringsmodellerna var att mäta krafter i infästningar mellan hjulnav och chassi. Tanken med detta försök är att ge upphov till krafter relevanta för överföring till utmattningsanalys. Experimentet bör därför motsvara den avvikande eller transienta dynamiska rörelsen och förväntas ge en högfrekvent respons. För att uppnå detta dras husvagnen i hög hastighet så att det ena hjulet passerar ett numera egenkonstruerat gupp.

Rekommenderad hastighet för detta försök ligger mellan 40-60 km/h. Högre hastigheter riskerar skada utrustning, samt ställer högre krav på sensorer. En skiss på egenkonstruerat gupp presenteras i Figur A.4. Även här är det viktigt att upprepa försöken, samt låta båda hjulen möta guppet.



---

### 5.1.5 Signalbehandling

Datat från den statiska, kvasistatiska och den dynamiska manövern kan behöva någon typ av signalbehandling för att filtrera bort brus eller avgränsa frekvensbandet. Det föreslagna systemet har en samplingsfrekvens på 100 Hz i och med begränsning från dataloggern. Alltså är Nyquistfrekvensen på 50 Hz, d.v.s. den högsta frekvens data man samlas med utan error. För att kunna utföra en giltig analys av signalerna måste ett *anti aliasing filter* appliceras innan sampling. Det är ett low pass filter som kan justeras att filtrera bort alla frekvenser högre än Nyquistfrekvensen och därmed undvika *aliasing* [10].

Troligen kommer signalerna från simulering och experiment inte vara helt i fas. Med hjälp av korskorrelation kan fasskillnaden detekteras och åtgärdas.

### 5.1.6 Parameterkalibrering

Parameterkalibrering sker för behandlade signaler från statiska lastfall och kvasistatisk körning över gupp. Med hjälp lämplig optimeringsalgoritm justeras parametrar i dämpningssystemet för att matcha hjulnavets rörelser relativt chassit och chassits orientering.

### 5.1.7 Validering

Validering görs slutligen för det dynamiska lastfallet. Denna analys bör utföras delvis i frekvensdomän med överliggande plottar då vi är intresserade av vibrationer som uppstår i systemet. I analysen ska konfidensintervall presenteras för samtliga jämförelser. Det ska inte vara nödvändigt att klargöra ifall modellen är valid eller ej, detta ska framgå från resultat så att läsaren själv får avgöra.

## 6 Simulerat mätdata

Utan tillgång till experimentiellt data finns möjlighet att presentera mätningar från simuleringar. Simuleringarna kördes i strax över 1100 Hz. Det scenario som studerades var då husvagnsmodellen drogs i konstant hastighet på 40 km/h över plan mark och möter ett 11 cm högt gupp med ena hjulet. Nominella modellparametrar finns tillgängliga för granskning i `Husvagn_Polar_v17_stotdampareDamping.scdoc`.

Exempel på hur simulerat mätdata kan se ut presenteras i Figurer A.5 - A.9. Alla vinklar och positioner utgår från stabilt tillstånd vid körning i konstant hastighet och varierar därmed kring 0. Figur A.5 visar chassits orientering vid försöket. För att observera effekten av modellparametrar upprepas försöket med 3 olika styvhet

---

i stötdämparen. Nominell styvhet är 300 000 N/m, *soft* motsvaras av 30 000 N/m och *stiff* av 3 000 000 N/m. Hur chassits orientering påverkas av stötdämparens styvhet presenteras i Figur A.6. Figur A.7 visar hjulnavets position för nominell styvhet och Figur A.8 visar effekten av att ändra styvheten i stötdämparen. Slutligen presenteras hjulnavets position i z-led i frekvensdomän för de tre olika styvheterna, se Figur A.9. Positioner ges i världskoordinater enligt illustration till höger i Figur A.1.

Samtliga figurer påvisar förväntat beteende och effekten av att justera modellparametrar för dämpningssystemet kan observeras. Det återstår att se till vilken grad parameterkalibrering kan utföras för att matcha datat mot experiment.

## 7 Slutsatser

Det finns många olika sätt att validera simuleringar av fordonsdynamik, men inget standardiserat tillvägagångssätt. Hur validering ska utföras beror på användningsområde och huruvida en modell är valid beror på den noggrannhet som krävs för denna användning. Ett mätsystem för att registrera chassits orientering, samt hjulnavets rörelse relativt chassit har presenterats. Syftet med validering är att göra simuleringsmodellerna pålitliga för utmattningsanalys i infästningspunkter. Ett utförande av experiment uppskattas kosta kring 100 000 SEK för utrustning med tillägg för testbana, förvaringslokal och personal. Gissningsvis behövs två personer under drygt en månads tid för att utföra experimenten, och ytterligare en månad för valideringsanalysen. Billigare mätsystem finns men har som nackdel att kräva större insatser i praktisk instrumentering. Ett lyckat valideringsprojekt av denna typ möjliggör virtuell miljö som ett pålitligt verktyg för produktförståelse och utveckling, dessutom som inspirationskälla för företag med liknande produkter.

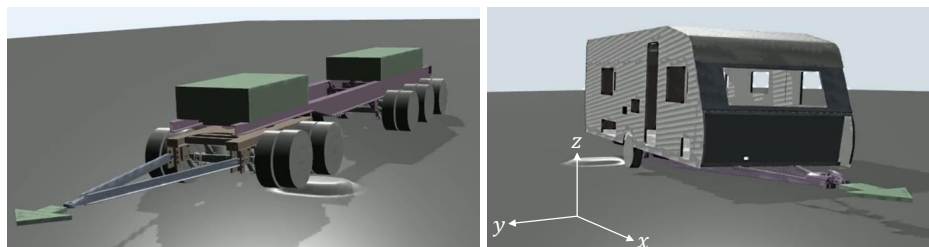
---

## Referenser

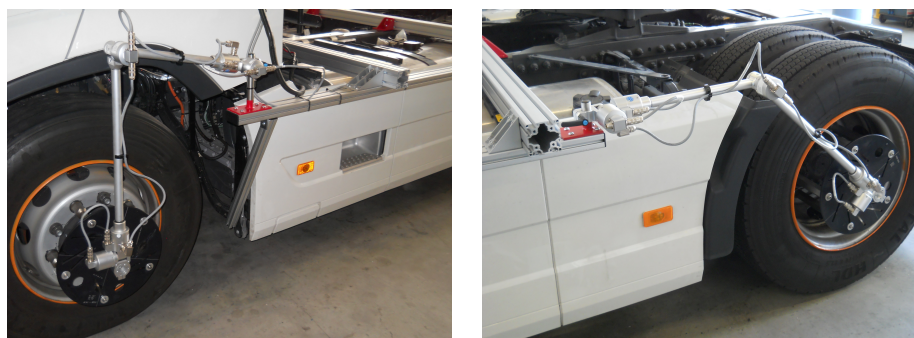
- [1] M. Pogulis and M. Servin, “Modelling och simulering av vagnchassidynamik,” tech. rep., Umeå university, 2018. En Studie inom projektet Bothnia Buisness Innovation (BBI) inom ramen för Interreg Botna-Atlantica.
- [2] E. Kutluay and H. Winner, “Validation of vehicle dynamics simulation models – a review,” *Vehicle System Dynamics*, vol. 52, no. 2, pp. 186–200, 2014.
- [3] T. Härdin, “Mätmetoder för att utvärdera giltighet hos AGX-modell,” tech. rep., Umeå Universitet, 2018.
- [4] L. Ventura, G. P. Bonelli, and A. Martini, “Development and experimental validation of a numerical multibody model for the dynamic analysis of a counterbalance forklift truck,” *The 5th Joint International Conference on Multibody System Dynamics*, 2018.
- [5] B. Algers, “Stereo camera calibration accuracy in real-time car angles estimation for vision driver assistance and autonomous driving,” Master’s thesis, Umeå University, 2018.
- [6] W.-J. Evers, I. Besselink, H. Nijmeijer, and A. Van der Knaap, “Development and validation of a modular simulation model for commercial vehicles,” *International Journal of Heavy Vehicle Systems*, vol. 16, no. 1-2, pp. 132–153, 2009.
- [7] S. Kushairi, R. Schmidt, A. R. Omar, A. A. Mat Isa, and K. Hudha, “Tractor-trailer modelling and validation,” *International Journal of Heavy Vehicle Systems*, vol. 21, no. 1, pp. 64–82, 2014.
- [8] V. Žuraulis, N. A. van der Merwe, O. Scholtz, and P. S. Els, “Modelling and validation of a testing trailer for ABS and tyre interaction on rough terrain,” *The 19th International and 14th European-African Regional Conference of the ISTVS, Budapest, Hungary*, 2017.
- [9] N. A. Rose, W. T. Neale, S. J. Fenton, D. Hessel, R. W. McCoy, and C. C. Chou, “A method to quantify vehicle dynamics and deformation for vehicle rollover tests using camera-matching video analysis,” *SAE International Journal of Passenger Cars-Mechanical Systems*, vol. 1, no. 2008-01-0350, pp. 301–317, 2008.
- [10] A. Nordberg, “Simulation of a complete truck and trailer assembly,” Master’s thesis, Luleå University of Technology, 2018.

---

## A Figurer



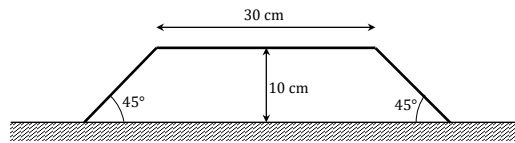
**Figur A.1** – Skärmdumpar från simulering av timmersläp och husvagn som blir dragna över väggupp [1]. I denna studie fokuserar vi på det högra scenariot, där världskoordinatsystemet är utritat.



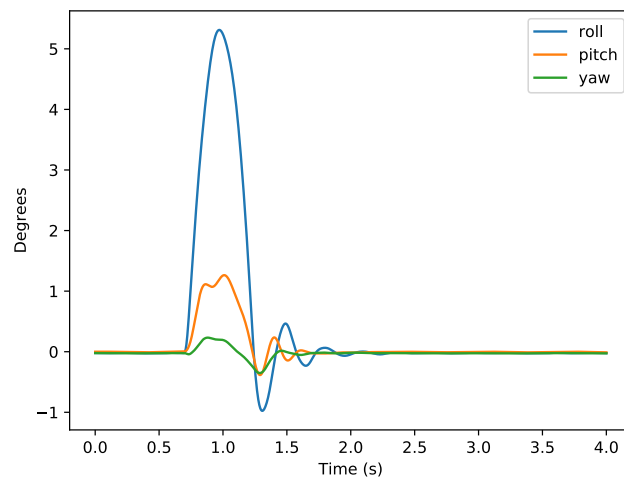
**Figur A.2** – Kistler RV-4 Wheel vector sensorer monterade på fram och bak-hjul på en lastbil.



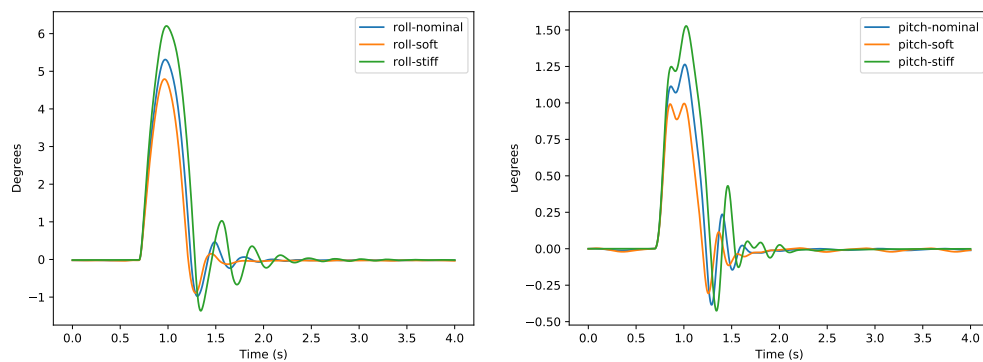
**Figur A.3** – VBOX Inertial Measurement Unit till vänster och dataloggern VBOX 3i till höger.



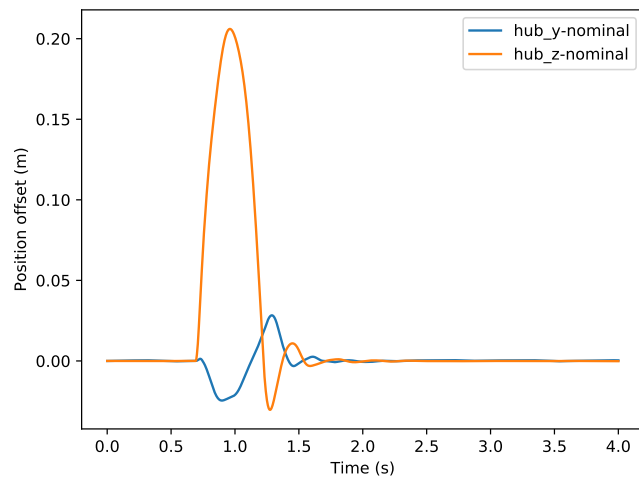
**Figur A.4** – Sidovy av skiss på förslag av egenkonstruerat gupp.



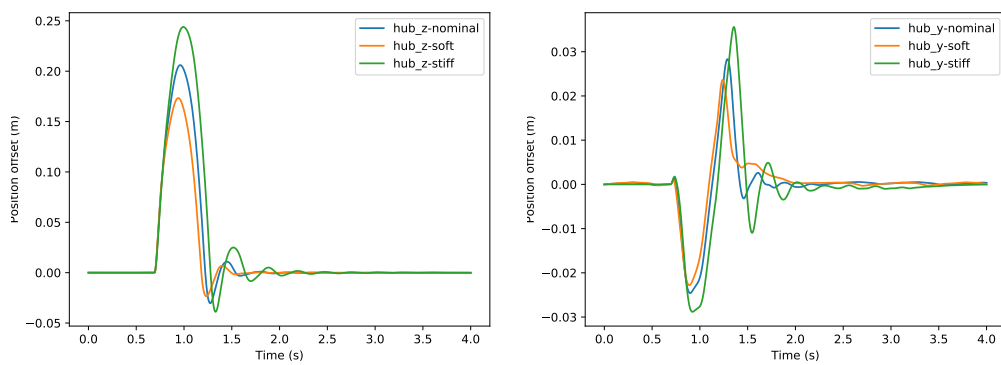
**Figur A.5** – Simulerat data av vinklarna roll, pitch och yaw för chassit då husvagn blir dragen över väggupp med ena hjulet i 40 km/h. Alla vinklar är relativt stabilt tillstånd över tid och varierar därför kring 0.



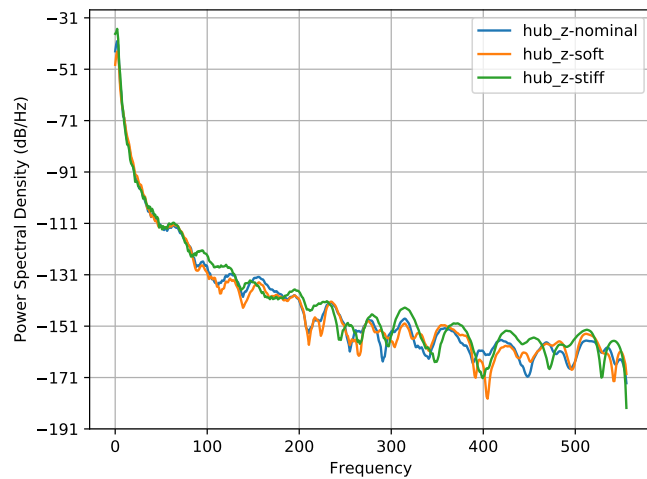
**Figur A.6** – Figurerna visar roll-vinkeln (vänster) och pitch-vinkeln (höger) för chassit vid körningar över gupp med tre olika styvhet i stötdämparen.



**Figur A.7** – Visar positioner för hjulnav över tid relativt stabilt tillstånd och varierar därför kring 0. Riktning y och z är i världskordinater och illustreras i Figur A.1.



**Figur A.8** – Figureerna visar hjulnavets rörelse i z-led (vänster) och i y-led (höger) vid körningar över gupp med tre olika styvhet i stötdämparen.



**Figur A.9** – Hjulnavets position i z-led i frekvensdomän för tre olika styvhet i stötdämpare. Notera att signalen innehåller spridda frekvenser som förklaras av att vibrationerna från stöten av kollision med väggupp succesivt avtar i takt med högre frekvenser.



**BOTHNIA BREWERS** är en sammanslutning av 12 hantverksbryggerier kring Bottenviken, sex på den finska och sex på den svenska sidan.

**VI BRINNER ALLA** för att sprida god ölkultur, men vi gör det på olika sätt. Vissa brygger stilrena öl som bygger på en månghundraårig europeisk öltradition, medan andra tar ut svängarna ordentligt och ständigt bryter ny mark med spännande oväntade smaker.

**VI FÖRENAS ALLA** i ambitionen att genom samarbete främja den lokala mat- och dryckeskulturen. Om du väljer att dricka våra öl väljer du också att stötta närproduktion. Du väljer öl som är bryggd på ett av världens renaste vatten!

# SAMARBETE B(R)YGGER BROAR

En sammanslutning av 12 hantverksbryggerier kring Bottenviken



**Interreg**  
Botnia-Atlantica  
EUROPEISKA UNIONEN Europeiska regionala utvecklingsfonden



region  
västerbotten



Östernbottens förbund  
Pohjanmaan liitto

YRKESHÖGSKOLAN  
**NOVIA**



UMEÅ  
UNIVERSITY

**Centria**  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

INLANDETS TEKNIKPARK



Bothnia Brewers är ett resultat av BBI (Bothnia Business Innovation), ett EU-finansierat projekt inom Botnia Atlantica programmet. Övriga finansörer är Östernbottens förbund, Region Västerbotten, Umeå Universitet, yrkeshögskolan Novia, yrkeshögskolan Centria och Vilhelmina kommun.



**BOTHNIA BREWERS™**



FI



**NAMN: JACOBSTADS CRAFT BREWERY**  
**VERKSAMHETSPLATS: NYKARLEBY**  
**GRUNDAT ÅR: 2016**

**VAD KÄNNETECKNAR ERT BRYGGERI?**  
Vi gör kompromisslösa och innovativa hantverksöl bryggda med fokus på intensiva smakupplevelser.

» [JAKOBSTADS.FI](http://JAKOBSTADS.FI)

**NAMN: KVARKEN BREWERY**  
**VERKSAMHETSPLATS: KLOBBSKAT**  
**GRUNDAT ÅR: 2017**

**VAD KÄNNETECKNAR ERT BRYGGERI?**  
Bryggeri i skärgården i världsnaturarvsområdet Kvarken. Fokus på att brygga smakfulla öl som lämpar sig såväl med som utan mat.

» [KVARKENBREWERY.COM](http://KVARKENBREWERY.COM)

**NAMN: KEPPO BRYGGERI**  
**VERKSAMHETSPLATS: JEPPO**  
**GRUNDAT ÅR: 2016**

**VAD KÄNNETECKNAR ERT BRYGGERI?**  
Vi erbjuder våra kunder smakrika, aromatiska och välbalanserade drycker för såväl bastu som finrum. Alla våra öl är naturligtvis tillverkade av 100% certifierat ekologiska råvaror.

» [KEPPOBRYGGERI.FI](http://KEPPOBRYGGERI.FI)

**NAMN: BOCK'S CORNER BREWERY**  
**VERKSAMHETSPLATS: VASA**  
**GRUNDAT ÅR: 2015**

**VAD KÄNNETECKNAR ERT BRYGGERI?**  
Bock's bygger vidare på en bryggeritradition med anor från 1865. Vi vill brygga drycker som är behagliga att avnjuta och framför allt visa att bryggeriprodukter utgör en naturlig del av vår vardag. Därför talar vi om kulturdrycker!

» [BOCKSCORNERBREWERY.COM](http://BOCKSCORNERBREWERY.COM)

**NAMN: KAHAKKA BREWERY**  
**VERKSAMHETSPLATS: KARLEBY**  
**GRUNDAT ÅR: 2018**

**VAD KÄNNETECKNAR ERT BRYGGERI?**  
Vi är ett nytt och fräscht bryggeri grundat 2018. Vi vill brygga och utveckla nya och spännande ölsorter samt förbättra nuvarande sortiment tillsammans med våra kunder.

» [KAHAKKABREWERY.COM](http://KAHAKKABREWERY.COM)

**NAMN: NP BREWERS**  
**VERKSAMHETSPLATS: VASA**  
**GRUNDAT ÅR: 2016**

**VAD KÄNNETECKNAR ERT BRYGGERI?**  
Finlands minsta bryggeri, with nothing to hide.

» [SEGLIS.FI/NP-BREWERS](http://SEGLIS.FI/NP-BREWERS)

SVE



**NAMN: WESTERBOTTENS BRYGGERI**  
**VERKSAMHETSPLATS: SÄVAR**  
**GRUNDAT ÅR: 2014**

**VAD KÄNNETECKNAR ERT BRYGGERI?**  
Vi brygger stilrena öl som passar utmärkt till mat. Vi älskar öl och vi älskar vårt Västerbotten. Därför får alla våra namn från västerbottiska platser; Malgomaj, Hummelholm, Röbäck, Vithatten, Grönåker, Rovögen...

» [WESTERBOTTENSBRYGGERI.SE](http://WESTERBOTTENSBRYGGERI.SE)

**NAMN: U&ME BEER**  
**VERKSAMHETSPLATS: UMEÅ**  
**GRUNDAT ÅR: 2010**

**VAD KÄNNETECKNAR ERT BRYGGERI?**  
Vi är ett av de mindre bryggerierna i regionen, men kärleken till öl och det lokala hantverket är stor. En av de främsta drivkrafterna är viljan att bidra till ett ökat öllintresse i närområdet och möjlighet att erbjuda ölprovingar i vårt centralt belägna bryggeri.

» [UANDMEBEER.SE](http://UANDMEBEER.SE)

**NAMN: BRYGGVERKET**  
**VERKSAMHETSPLATS: UMEÅ**  
**GRUNDAT ÅR: 2014**

**VAD KÄNNETECKNAR ERT BRYGGERI?**  
Vi är ett bryggeri som gillar att utmana och testa nya stilar, saker och ingredienser. Vi brygger kvalitativ öl som vi själva tycker om och har väldigt kul medans vi gör det.

» [BRYGGVERKET.SE/NEWS](http://BRYGGVERKET.SE/NEWS)

**NAMN: SKELLEFTEÅ BRYGGERI**  
**VERKSAMHETSPLATS: SKELLEFTEÅ**  
**GRUNDAT ÅR: 2011**

**VAD KÄNNETECKNAR ERT BRYGGERI?**  
Vi vill berika, utveckla och förändra den svenska ölkulturen. Kallholmen representerar våra lite mer konservativa produkter som lämpar sig bra ihop med olika typ av mat medan Bryggbackens står för det mer moderna och vågade, där bara fantasin sätter gränser.

» [SKELLEFTEABRYGGERI.SE](http://SKELLEFTEABRYGGERI.SE)

**NAMN: PITE BRYGGERI**  
**VERKSAMHETSPLATS: PITEÅ**  
**GRUNDAT ÅR: 2014**

**VAD KÄNNETECKNAR ERT BRYGGERI?**  
Vårt öl bryggs i en stenkällare i granit byggd år 1902 på Furunäset i Piteå. Vi vill sprida en positiv ölkultur genom att producera matvänliga öl och servera det med omtanke och elegans. I vårt sortiment hittar du allt från modern lager till belgiska sorter.

» [PITEBRYGGERI.SE](http://PITEBRYGGERI.SE)

**NAMN: BEER STUDIO**  
**VERKSAMHETSPLATS: UMEÅ**  
**GRUNDAT ÅR: 2013**

**VAD KÄNNETECKNAR ERT BRYGGERI?**  
At the Studio we live for three things; music, art and craft drinks! We're fighting on the front line of the craft drinks revolution with our innovative handmade beers, non-alcoholic sodas and mixers.

» [BEERSTUDIO.SE](http://BEERSTUDIO.SE)