



CHALMERS

Barriärer vid en omställning till biobaserad plast

En fallstudie om skogens lignin

Kandidatarbete inom Industriell ekonomi

ELLEN ANTONSSON TORIN
MALIN BÅÅT
FRIDA SCHMIDT

MAJA BENGTSSON
SARA GALLIGANI VARDHEIM
MATILDA WIKLUND

**INSTITUTIONEN FÖR TENIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR MILJÖSYSTEMANALYS**

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se
Kandidatarbete TEKX04-21-06

Kandidatarbete TEKX04-21-06

Barriärer vid en omställning till biobaserad plast

En fallstudie om skogens lignin

Barriers to a shift to bio-based plastics

A case study of the forest's lignin

ELLEN ANTONSSON TORIN
MALIN BÅÅT
FRIDA SCHMIDT

MAJA BENGTSSON
SARA GALLIGANI VARDHEIM
MATILDA WIKLUND

TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
Avdelningen för miljösystemanalys
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021

Barriärer vid en omställning till biobaserad plast
En fallstudie om skogens lignin

ELLEN ANTONSSON TORIN
MALIN BÅÅT
FRIDA SCHMIDT

MAJA BENGTTSSON
SARA GALLIGANI VARDHEIM
MATILDA WIKLUND

© ELLEN ANTONSSON TORIN, 2021
© MALIN BÅÅT, 2021
© FRIDA SCHMIDT, 2021

© MAJA BENGTTSSON, 2021
© SARA GALLIGANI VARDHEIM, 2021
© MATILDA WIKLUND, 2021

Kandidatarbete TEKX04-21-06
Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Sverige
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Göteborg, Sverige 2021
Gothenburg, Sweden 2021

Barriers to a shift to bio-based plastics
A case study of the forest's lignin

ELLEN ANTONSSON TORIN
MALIN BÅÅT
FRIDA SCHMIDT

MAJA BENGTTSSON
SARA GALLIGANI VARDHEIM
MATILDA WIKLUND

Department of Technology Management and Economics
Chalmers University of Technology

SUMMARY

Plastic is an essential component in modern society and solves many problems in day to day life. The need for plastics is expected to increase significantly due to the world population constantly increasing and the general standard of living improving. Despite the many benefits of the material, there are also many negative consequences of widespread plastic use, such as carbon dioxide emissions and plastic waste polluting the ocean. Because of these consequences, the opportunities for bio-based plastics are now being explored. Lignin is one biopolymer that could potentially be used for this purpose. This natural polymer is found as a binder in most plants and is especially accessible in Sweden because of the large amount of forest and the forest industry.

This study aims to examine what is preventing lignin as a plastic to replace fossil-based plastic in Sweden and how lignin can be favoured.

To define the research questions, a pre-study of available research found in literature was carried out. The pre-study was followed by a survey- and interview study in order to answer the research questions. The survey questions were based on the pre-study and were then the basis for forming the interviews and selecting the interview respondents. By interviewing experienced people from the plastic industry, a good knowledge of how lignin is used in Sweden today was attained. The study used a backcasting method to define the desired future and identify what barriers prevent lignin from widespread use as a bio-based plastic.

The identified barriers were divided into technical, economic and political barriers, and it was found that the most significant barriers are of technical nature. For example, the colour and odour of lignin obstruct the commercial use of the polymer, while its degradability is of more considerable importance for industrial use. All respondents argued that political instruments are possible incentives for increased use of lignin. These instruments could ease the development of the material and eventually even enhance the demand.

Keywords: Lignin, bioplastics, sustainability, polymeric materials, environmental impact, technological development, plastic industry, backcasting.

Note: The report is written in Swedish

SAMMANFATTNING

Plast är en väsentlig komponent i det moderna samhället som löser många behov och problem i det dagliga livet. Behovet av plast förväntas dubblas i och med att världsbefolkningen ständigt ökar samtidigt som den allmänna levnadsstandarden förbättras. Trots materialets många fördelar tillkommer även en rad negativa konsekvenser med en utbredd plastanvändning. Under senaste åren har baksidan av denna utbredning börjat upptäckas, inte minst i världshaven. På grund av detta utforskas idag möjligheterna till olika typer av biobaserade plaster, där kan tänkas användas i detta syfte. Lignin finns naturligt som bindemedel i växtriket och är speciellt lättillgängligt i Sverige på grund av den stora tillgången på skog och den stora skogsindustrin.

Studien syftar till att undersöka vad som hindrar lignin från att ersätta fossilbaserad plast i Sverige, samt hur valet av lignin kan stimuleras för att utöka andelen biobaserad plast.

För att formulera frågeställningarna utfördes en förstudie av befintlig litteratur. Därefter utfördes en enkätundersökning samt en intervjustudie för att besvara frågeställningarna. Enkäten utformades utifrån den utförda förstudien. Denna enkätundersökning låg sedan till grund för utformningen av intervjuerna samt för urvalet av potentiella respondenter. Genom att intervjua olika aktörer från det svenska näringslivet uppnåddes en god uppfattning om hur användningen av lignin ser ut i Sverige idag. En backcasting metod användes för att identifiera barriärerna som hindrar ligninbaserad plast från att användas i en större utsträckning och med vilka medel dessa kan sänkas.

De identifierade barriärerna grupperades in i tekniska, ekonomiska, politiska och övriga, där det visade sig att de största barriärerna till ligninets utbredning är av teknisk karaktär. Till exempel försvårar ligninets färg och lukt kommersiellt bruk, medan dess nedbrytbarhet är en större svårighet inom industrin. Samtliga respondenter diskuterade politiska styrmedel som möjliga incitament för ökad användning av lignin. Dessa styrmedel skulle kunna underlätta utvecklingen av materialet, samt så småningom öka efterfrågan.

Nyckelord: Lignin, bioplast, biobaserad plast, hållbarhet, miljöpåverkan, polymera material, teknikutveckling, plastindustrin, backcasting.

Notera: Rapporten är skriven på svenska.

Förord

Detta kandidatarbete är skrivet av sex studenter på civilingenjörsprogrammet Industriell Ekonomi vid Chalmers Tekniska Högskola. Studien genomfördes på institutionen för Teknikens Ekonomi och Organisation, vid avdelningen för Miljösystemanalys.

Under våren 2021 har vi djupdykt inom kunskaper som omfattas av innovation, hållbar utveckling och materialkemi. Med tanke på studiens metodik har vi erhållit lärdomar inom dataanalys och intervjutekniker, samt utvecklat färdigheter inom rapportskrivande.

Vi vill rikta vår tacksamhet till samtliga respondenter som gjort denna rapport möjlig. Dessutom vill vi även rikta ett tack till kurskamrater, undervisare och branschkunniga som vi haft kontakt med för att bidra med insikter genom olika samtal, men även för att kunna hitta rätt respondenter.

Sist men inte minst skulle vi också vilja tacka gruppens handledare Frida Hermansson, som har varit en nyckelperson i arbetet genom att ha bidragit med nödvändig kompetens, rådgivning och gediget stöd.



Ellen Antonsson Torin




Maja Bengtsson



Malin Bååt



Sara Galligani Vardheim



Frida Schmidt



Matilda Wiklund

Ordlista

Amorft material - fast ämne som inte har någon fjärrordning (Nationalencyklopedin, u.d. a).

Externa effekter – beslut tagna av individer eller företag som har en påverkan på andra (Naturvårdsverket, 2020a).

Fenol – en kemisk förening som består av en bensenring tillsammans med en hydroxidgrupp vid en kolatom (Nationalencyklopedin, u.d. b).

Glasövergångstemperatur - den temperatur ett amorft material blir mjukt vid uppvärmning eller sprött vid nedkylning (Shrivastava, 2018).

Greenwashing – processen att förmedla ett falskt intryck eller ge vilseledande information hur miljövänligt något är (Kenton, 2021).

Härdplast – plast som består av en enda stor polymer som tvärbinds under härdningen och under uppvärmning inte kan smältas eller lösas upp (Nationalencyklopedin, u.d. c).

Kromofor – den del av en molekyl som ansvarar för dess färg (Nationalencyklopedin u.d. d).

Marknadsmisslyckande – sker då enskilda beslut av aktörer orsakar en ineffektiv resursfördelning. Exempelvis kan den fria tillgängligheten av miljön leda till för stor användning i form av utsläpp som förorenar luft och vatten (Naturvårdsverket, 2020a).

Monomer – utgångsmolekylen vid polymerisation, agerar som upprepande enhet vid polymerisation (Nationalencyklopedin, u.d. e).

Polydispersitet – ett mått på molekylviktens fördelning i ett polymerprov (Nationalencyklopedin, u.d. f).

Polymer – syntetiskt eller naturligt, ofta organiskt ämne som består av kedjeformade molekyler uppbyggda av repeterande enheter, så kallade monomerer (Nationalencyklopedin, u.d. g).

Sekundärt råmaterial – återvunnet avfall som kan betraktas som en råvara eller råmaterial (Europeiska kommissionen, u.d.).

Termoplast - plast som blir formbart vid uppvärmning och kan upprepade gånger transformeras till ett plastiskt tillstånd (Nationalencyklopedin, u.d. h).

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Syfte och frågeställningar	3
1.2 Avgränsningar	3
2. Bakgrund	4
2.1 Olika typer lignin	4
2.2 Ligninets egenskaper	5
2.2.1 Ligninets kulör	6
2.2.2 Termisk stabilitet och nedbrytning	6
2.2.3 Mekaniska egenskaper	7
2.3 Användningsområden för lignin	7
2.3.1 Utvecklingen av användningsområden för lignin	7
2.3.2 Tillämpning inom olika industrier	8
2.4 Backcasting	2
3. Metod	3
3.1 Val av metod	3
3.2 Tillämpning av backcasting	3
3.3 Datainsamling	5
3.3.1 Förstudie	6
3.3.2 Enkätundersökning	6
3.3.3 Intervjuer	7
3.3.4 Val av respondenter	8
3.3.5 Etik kopplat till datainsamling	8
3.4 Bearbetning av data	9
4. Hållbar utveckling och etik	10
4.1 FN:s globala hållbarhetsmål	10
4.2 Etik kopplat till användning av lignin	11
5. Resultat och analys	13
5.1 Kriterier för en hållbar plastanvändning	13
5.2 Analys av dagens plastmarknad i relation till kriterierna	14
5.2.1 Fördelningen mellan fossilbaserad och biobaserad plast	14
5.2.2 Marknadsanalys av dagens utbredning av lignin inom plastindustrin	15
5.3 Kartläggning av barriärer	17
5.3.1 Tekniska barriärer	17
5.3.2 Politiska barriärer	19
5.3.3 Ekonomiska barriärer	19
5.3.4 Övriga barriärer	20
5.4 Strategier för sänkta barriärer	21
5.4.1 Incitament för att främja ligninanvändning	22
5.4.2 Förslag på tillvägagångssätt för att främja ligninanvändning	23
6. Diskussion	27

7. Slutsats	31
Referenslista.....	32
Bilagor	43
<i>Bilaga 1: Enkätfrågor</i>	<i>43</i>
<i>Bilaga 2: Intervjumall</i>	<i>47</i>

1. Inledning

Plast är en väsentlig komponent i det moderna samhället som löser många av de behov och problem som förekommer i det dagliga livet (Andrady & Neal, 2009). Materialet finns bland annat i datorer, kylskåp samt sjukvårdsmaterial (Naturskyddsföreningen, u.d.). Behovet av plast förväntas fördubblas på grund av den ständigt ökande världsbefolkningen och förbättringen av den allmänna levnadsstandarden (IKEM, u.d.). Det som i dagligt tal kallas för plast är ett syntetiskt material huvudsakligen bestående av en eller flera polymerer och olika tillsatsämnen (Nationalencyklopedin, u.d. i). Plast har en rad olika praktiska egenskaper vilka innefattar styrka, tålighet, lätthet, böjbarhet och kostnadseffektivitet (Plastformning u.d.). Dessa egenskaper har lett till att plast har fått en mängd olika användningsområden. Bland annat används plast ofta till förpackningar, bildelar samt konstruktionsändamål (Jakten på plast, u.d.). Trots materialets många fördelar tillkommer även en rad negativa konsekvenser med en utbredd plastanvändning. I Sverige idag står plast för den större delen av fossila utsläpp från avfallsförbränningen (Naturvårdsverket, 2020b). Dessutom är den plast som inte hamnar i avfallsförbränningen minst lika farlig för miljön. Plast har en lång nedbrytningstid vilket innebär att den plast som väl hamnar i naturen kan finnas kvar i hundratals år. Viss plast kan även innehålla giftiga ämnen som kan påverka både människor och andra organismer om det läcker ut i naturen (Naturvårdsverket, 2020c).

Sverige siktar mot att bli ett av världens första fossilfria välfärdsländer (Regeringen, 2015). Därmed krävs att alla aktörer på marknaden arbetar aktivt för att nå dit. Ett steg till ett fossilfritt samhälle är en omställning från fossilbaserad till biobaserad plast. En sådan övergång minskar klimatavtrycket då det tär mindre på jordens resurser och leder till mindre utsläpp av växthusgaser (Wallteg, 2016). Endast en procent av all världens plastproduktion består av biobaserad plast (Nilsson, 2018), trots att kunskapen och tekniken kring detta funnits länge. Biobaserad plast innebär att plasten helt eller delvis produceras från förnyelsebara råvaror, så kallad biomassa (Folkesson, 2019). Den biomassa som används idag kommer huvudsakligen från ätbara råvaror såsom majs, potatis och sockerrör (Bio Innovation, u.d.). Dessa bioplaster konkurrerar alltså med livsmedel. Därför finns ett etiskt dilemma kring att producera plast av dessa ätbara råvaror då hungersnöden fortsatt är ett stort problem (RenFuel, u.d.).

En råvara som inte konkurrerar med livsmedel är olika typer av träslag. I trädens cellväggar finns en polymer vid namn lignin som håller ihop fibrerna och ger trädet sin styrka (Ligno City, u.d.). Sveriges yta är till 70 procent täckt av skog och är en av världens största exportörer av massa, papper och sågade trävaror (Skogsindustrierna, u.d.). I pappersmassaproduktionen uppstår en biprodukt som kallas svartlut. Svartlut består till stor del av just biopolymeren lignin och används nästan uteslutande som bränsle inom produktionen. För varje ton producerad pappersmassa kan 200 kg lignin utvinnas från svartluten (RISE, u.d.). Med rätt teknik kan detta lignin istället utvecklas till bredare användningsområden som exempelvis biodrivmedel, kolfiber och bioplast (Ligno City, u.d.), vilket kan ge ligninet ett högre förädlingsvärde (Bioenergi, u.d.). Däremot uppstår då en alternativkostnad när bruken måste hitta en annan bränslekälla. Lignin finns i nästan alla landlevande växter och är en outnyttjad råvara i Sverige med potential att ersätta fossila plaster (Stora Enso, u.d.). Trots den stora mängden lignin och dess potential så sker dock ingen storskalig produktion av ligninbaserade produkter. Varför det outnyttjade ligninet inte exploateras mer vill denna studie utreda.

I en rapport skriven av Johansson et al. (2020), presenteras ett projekt som behandlar omställningen till biobaserad plast. Rapporten beskriver förutsättningar hos olika organisationer när det kommer till en övergång till biobaserade plaster, samt även barriärer såsom kvalitet, pris och bristande kunskap vilket bromsar utvecklingen. Det redogörs att omställningen skulle kunna ske mer tidseffektivt genom tvingande lagar eller mer påtagliga krav från kunder. Arbetet grundar sig på litteraturstudier i kombination med en enkätundersökning och intervjuer, en liknande metod till den som detta arbete har använt. Enkäterna fungerar som ett snabbt verktyg för att samla information från relevanta aktörer kopplade till branschen och upplevs som en relevant metod att applicera på detta projekt. Johansson et al. (2020) höll enbart intervjuer med myndigheter. Till skillnad från Johansson et al. (2020) genomfördes istället intervjuer med plastproducenter, potentiella kunder och potentiella adoptanter av ligninbaserad plast. Valet att rikta sig till respondenter inom branschen istället för myndigheter baserades på att de förväntades ha bättre kunskap samt ett annat perspektiv för att besvara våra frågor.

Som tidigare nämnt är endast en procent av den totala plastanvändningen biobaserad och för att Sverige ska bli helt fossilfritt måste förändringar ske. Naturvårdsverket (2020d) beskriver att en åtgärd för en mer hållbar plastanvändning är att använda råvaror med minimal miljöbelastning. Denna studie riktar in sig på detta genom att grundligt utreda hur en

omställning från fossilbaserad till biobaserad, eller mer specifikt ligninbaserad, plast kan ske i större utsträckning. Utredningen görs med hjälp av intervjuer, enkäter samt en backcastingmetod för att främja valet av biobaserad plast som i slutändan kan innebära ett steg närmre ett fossilfritt samhälle.

1.1 Syfte och frågeställningar

Studien syftar till att undersöka vad som hindrar lignin från att ersätta fossilbaserad plast i Sverige, samt hur valet av lignin kan stimuleras för att utöka andelen biobaserad plast. För att uppfylla syftet på ett tydligt sätt kan det brytas ned i två stycken frågeställningar:

- Vilka ekonomiska, tekniska och politiska barriärer hindrar ligninbaserade plaster från att ersätta fossilbaserade plaster i Sverige?
- Med vilka incitament kan barriärerna sänkas för att främja ett val av ligninbaserad plast?

1.2 Avgränsningar

Rapporten avgränsas till att endast studera den svenska marknaden. Denna avgränsning görs på grund av att det underlättar arbetet vid kontakt med respondenter, samt med anledning av att det finns en stark skogsindustri och stor pappersmassaindustri i Sverige. Ytterligare en avgränsning för studien är att endast behandla polymeren lignin som framställs ur skog. Denna avgränsning gör att rapporten inte kommer gå in i detalj kring andra typer av polymerer som tillverkas av annat än den svenska skogen.

2. Bakgrund

Följande avsnitt har som syfte att ge läsaren den förkunskap som krävs för att förstå resterande delar av arbetet. Avsnittet behandlar olika typer av lignin, dess egenskaper och användningsområden. Dessutom introduceras metoden backcasting i en avslutande del.

2.1 Olika typer lignin

Enligt RISE (2019) är lignin, hemicellulosa och cellulosa de tre huvudsakliga beståndsdelarna i trä. Ligninet agerar som klister vilket binder ihop träets cellulosa och hemicellulosa vilket skapar styrka i trädstammen. Ju mer lignin träet innehåller, desto hårdare blir den (RISE, 2019). Lignin har en komplex struktur främst bestående av aromater. Strukturen anses vara slumpmässig men det har påvisats att den består av en tredjedel kol-kol (C-C) bindningar och två tredjedelar eter (C-O-C) bindningar (Holm & Niklasson, 2018). Denna substans är efter cellulosa den största resursen till förnyelsebart kol på jorden (Stora Enso, u.d.).

Lignin är ämnet som gör att pappren gulnar (Blomhäll, 2015). Således får papper en finare kvalitet ju mindre lignin det innehåller. Därför separeras ligninet under papperstillverkningen och bränns sedan som avfall (RISE, 2019). Enligt Energimyndigheten (2020) betraktas lignin idag som en restprodukt, trots att den har potential att ersätta fossilbaserade produkter och material. Lignin testas bland annat att användas i bindemedlet i asfalt, plaster, transportbränsle, lim i plywoodprodukter och kolfiber (Valmet, 2021a).

Enligt Li och Takkellapati (2018) kommer de kemiska egenskaperna påverkas och generera olika typer av lignin med varierande applikationer beroende på vilken teknik som används. De vanligast förekommande typerna av lignin är kraftlignin, sodalignin, organosolvlignin och lignosulfanoat.

Kraftlignin står för ungefär 85 procent av den totala ligninproduktionen i världen, det vill säga cirka 63 000 ton per år. Det används i huvudsak till förbränning av värmeåtervinning vilket leder till lågt värdeutnyttjande. Kraftlignin är ett industriellt lignin som utvinns från kraftmassa i pappersmassabruken (Chen, 2015).

Syftet med kraftmassaprocessen är att kunna avlägsna majoriteten av ligninet från inkommande virke för att kunna erhålla en massa som i huvudsak består av cellulosa och hemicellulosa. I processen löses ungefär 50 procent av virket upp i svartlut, varav cirka 40–50 procent av de upplösta organiska ämnena i denna svaga svartluten är lignin (Kihlman, 2021). Ligninet i svartlut har hög grad av polydispersitet vilket resulterar i att fenoler med lägre molekylvikt samt högmolekylärt lignin som sitter fast vid kolhydratrester blir närvarande (Kihlman, 2021). LignoBoost är en av de vanligast förekommande metoderna för utvinning av kraftlignin och utvecklades av företaget RISE tillsammans med Chalmers. Först separeras ligninet från svartlutet och sedan tvättas ligninet i andra steget (Valmet, 2021b). Med rätt teknik kan sedan kraftligninet användas som dispergeringsmedel, kolfiber, transportbränsle, lim och bioplaster.

Utvinningen av *sodaligninets* är kompatibel med kraftmassaprocessen då den är baserad på liknande principer men detta med en svavelfri process. Sodalignin används främst för produktion av fenolhartser, syntes av polymerer samt som dispergeringsmedel (Souza et al., 2020).

Processen för utvinning av *organosolvlignin* har som syfte att isolera ligninet från dess kolhydrater i massan. Detta sker med hjälp av organiska lösningsmedel för att kunna öka lösligheten hos ligninet. Denna typ av lignin har hög renhet, är svavelfri och ofgiftig. Även fast organosolvlignin är bättre ur många synvinklar, finns vissa svårigheter i processen (Souza et al., 2020).

Derivatet *lignosulfonat*, också kallat sulfitolut, erhålls efter sulfitprocessen vid tillverkning av pappersmassa. Bindningarna mellan lignin och polysackariderna och bindningarna i ligninet bryts och på så sätt reduceras ligninets molekylvikt. Processen gör att polymeren blir vattenlös och får hydrofoba regioner. Användningsområdena är bland annat dispergeringsmedel i betong, oljeborring och asfalt, bindemedel i djurfoder men används också som råvara för tillverkning av vanillin (Wibax, 2021).

2.2 Ligninets egenskaper

Lignin är en komplex polymer och har egenskaper som kan göra ämnet både fördelaktigt och ogynnsamt i olika applikationer och miljöer. Följande avsnitt redogör för ligninets olika egenskaper i frågor om kulör, termisk stabilitet, nedbrytbarhet samt mekaniska egenskaper.

2.2.1 Ligninets kulör

Hur färger på föremål uppfattas beror på egenskaperna hos materialet som föremålet är uppbyggt av, eller närmare bestämt materialets förmåga att absorbera ljus (Johansson, u.d.). I olika kommersiella sammanhang och applikationsområden kan färg vara en avgörande faktor när det kommer till vilket material som väljs (Huang et al., 2019).

Lignin i kraft- och sulfittmassaflöden tendera att framstå som "brunt", då denna lignin innehåller en mängd olika kromofora grupper som orsakar den brunröda färgen. Lignin får olika färger beroende på vilken råvara eller lösningsmedel som används (Huang et al., 2019). Wang et al. (2015) skriver att lignin i trä är nästintill färglöst medan industriellt lignin har en mörkare kulör. Wang et al. (2015) påvisar, likt Huang et al. (2019), att den mörka färgen orsakas av de olika kromoforer som införs i strukturen via ligninisoleringsprocessen och massaprocessen. Följaktligen uppstår den mörka kulören när ligninet bearbetas i olika processer.

2.2.2 Termisk stabilitet och nedbrytning

Lignin består av olika syrefunktionella grupper med olika termisk stabilitet vilket leder till att lignin får ett brett temperaturintervall för termisk sönderdelning (Brebu & Vasile, 2009). Skillnader i träslag leder även till olika nedbrytningshastigheter för lignin där exempelvis barrträdet lignin är mer termiskt stabilt än lövformigt lignin (Brebu & Vasile, 2009).

Lignin består av enheter som är tvärbundna till varandra med en mängd olika kemiska bindningar. Detta gör lignin till en komplex polymer och gör den resistent mot viss nedbrytning. Däremot har vissa organismer, exempelvis svampar, lyckats utveckla de nödvändiga enzymerna för bryta ner lignin (Rousk, 2015). Nedbrytningen av lignin är främst en så kallad aerob process, det vill säga en process som kräver syre (Richard, 1996). Således kan lignin kvarstå under en längre period i en anaerob miljö, vilket är en miljö som har total frånvaro av syre (Lindmark, 2008).

Vid olika processer kan temperaturskillnader generera termiska spänningar i material, som i sin tur orsakar deformation och fasomvandlingar (Winholtz, 2001). Nedbrytning av organiska material är en process som sker i flera steg där materialet sönderdelas till sina ursprungliga beståndsdelar. Nedbrytningshastigheten beror på materialets kemiska karaktär och miljön den

befinner sig i (Skogen, u.d.). Hur termiskt stabilt och nedbrytbart ett material är vid olika temperaturer kan vara en avgörande faktor vad gäller materialval. Enligt Tomić (2020) vill man i många fall ha ett termiskt stabilt material för att materialet skall tåla höga temperaturer utan att det sönderdelas.

2.2.3 Mekaniska egenskaper

Vid termomekanisk analys undersöks ett materials egenskaper vid olika temperaturer. En sådan analys kan exempelvis vara när ett materials glasövergång studeras. Med ett materials glasövergång menas när materialet övergår från mjukt och elastiskt till hårt och sprött (TermoLab, 2021). Detta kan således vara en avgörande punkt när det gäller materialval.

Lignin som ett amorft termoplastiskt material har en relativt hög glasövergångstemperatur (Wang et al., 2016). Termoplaster kan antingen vara amorfa eller delkristallina beroende på plastens struktur och en amorf struktur innebär att materialets molekylkedja är styva och oregelbundna (Nordic Plastic Group, u.d.). Ett material med hög glasövergångstemperatur får en sämre och begränsad termisk bearbetbarhet (Wang et al, 2016). Detta innebär att ligninbaserade termoplaster är spröda och går lätt sönder vid en bearbetning. Därmed uppvisar termoplaster av lignin på dåliga mekaniska egenskaper (Wang et al, 2016).

2.3 Användningsområden för lignin

Följande avsnitt behandlar utvecklingen av ligninets användningsområden och dess tillämpning inom olika industrier idag för att visa gamla och nya applikationsmöjligheter för lignin.

2.3.1 Utvecklingen av användningsområden för lignin

Traditionellt sett har lignin endast betraktats som ett avfallsmaterial och huvudsakligen använts som bränsle i pappersmassabruken (Stewart, 2008). Med tiden har uppfattningen av ligninets applikationsmöjligheter förändrats på grund av en rad olika faktorer. Några av faktorerna är de framsteg som skett inom kemisk bearbetning, kemindustrins breddning av slutanvändare samt strängare avfallsregler (Stewart, 2008). Därmed har ligninet möjlighet att bli en förnyelsebar råvara till en mängd olika applikationsområden istället för ett internt bränsle. I en studie av Stewarts (2008) om förändringar och mönster i användningen av lignin med avseende på dess materialapplikationer visade att forskningen och kommersialiseringen av ligninbaserade

produkter och processer under de senaste åren har ökat markant (Stewart, 2008). Ligninets egenskaper har gjort det möjligt för ligninet att ta sig in i polymerindustrin som har högt värde, samtidigt som det fortsätter att fungera som råmaterial för bindemedelsindustrin (Stewart, 2008). Ligninets kemiska heterogenitet syftar till att lignin är en heteropolymer vilket innebär att polymeren är uppbyggd av två eller flera olika repeterande enheter, så kallade monomerer. En homopolymer är istället en polymer som är uppbyggd på endast identiska monomerer vilket kan vara mer lätthanterligt i många fall (Nationalencyklopedin, u.d. j). Stewart (2008) menar att ligninets kemiska heterogenitet är en av de begränsande faktorerna som kräver fortsatt utveckling och forskning för att nå större applikationsmöjligheter i framtiden.

2.3.2 Tillämpning inom olika industrier

Lignin används i en rad olika industrier idag, där det används huvudsakligen som ett bindnings- och dispergeringsmedel (Stewart, 2008). Enligt Stewart (2008) används exempelvis cirka en miljon ton årligen i betongblandningar.

Tabell 2.1: Industrier och applikationer där lignin tillämpas.

Industrier (Stora Enso, u.d.)
Plastindustrin
Fordonsindustrin
Byggnationsindustrin
Beläggningsindustrin
Läkemedelsindustrin
Applikationer (Stewart, 2008; Stora Enso, u.d.)
Bindemedel
Dispergeringsmedel
Lim
Bestrykning
Komposit
Batterier

RISE (2019) redogör att med deras etablerade processteknik LignoBoost försöker de förbättra ligninuttaget samt utveckla nya användningsområden för ligninet. Enligt RISE (2019) finns en

mängd olika tillämpningar för lignin, där en kostnadseffektiv kolfiber är en attraktiv kandidat. Enligt Pröckl (2015) är dagens fossilbaserade kolfiber dyra. Förutom de eventuella miljöfördelarna med att använda lignin är möjligheten att använda en restprodukt som råvara väldigt ekonomiskt fördelaktig.

2.4 Backcasting

Backcasting är en metod där man föreställer sig en önskvärd framtid och därefter analyserar hur denna framtid skall uppnås. Metoden är framförallt användbar vid planering för en hållbar framtid eftersom den lämpar sig för komplexa omständigheter där stora omorienteringar för nuvarande trender är nödvändiga (Giddens, 2009).

Det finns flera exempel på när backcasting använts i projekt kring hållbar utveckling med målet att uppnå en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att riskera framtida generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov (Globala målen, 2017). Vid dessa projekt är metoden gynnsam att använda eftersom den öppnar upp för innovativa lösningar. Metoden är effektiv för att bryta gamla tankemönster och öppnar upp för ett mer fritt tänkande om framtida möjligheter (Giddens, 2009). Ett exempel på detta är examensarbetet "Challenges to Sustainable Plastic Recycling" (2019) av Sidhartan och Westerlund som undersökte omställningen till en mer hållbar plaståtervinning. Trots fördelarna med backcasting har metoden även svagheter eftersom den kräver en längre tidshorisont, vilket gör metoden framförallt känslig under en instabil tid när risken för att förutsättningarna ändras är högre (Toolan, 2012).

Efter att metoden tog fart i slutet av 1990-talet har den använts inom en mängd olika områden där de flesta av de projekt som utnyttjade metoden hade gemensamt att de var direkt relaterade till hållbar utveckling. Samtliga projekt antog även att en systematisk samhällsomvandling var nödvändig för att uppnå hållbarhet (Veragt & Quist, 2009). Projekten antog ofta att både teknisk utveckling och social förändring är nödvändigt (Veragt & Quist, 2009).

3. Metod

Kapitlet beskriver och motiverar studiens olika metodval i följande avsnitt: val av metod, tillämpning av backcasting, datainsamling och bearbetning av data.

3.1 Val av metod

Vid val av metod är det nödvändigt att ta ställning till om en kvalitativ eller kvantitativ metod är mest lämplig. Enligt Blomkvist och Hallin (2015) bygger en kvantitativ metod på direkt mätbara data vilket ger mer specifika data till studien. En konsekvens av detta kan bli att författarna går miste av nödvändig förståelse av komplexitet i studien. En kvalitativ metod ger en djupare och större förståelse som är mer heltäckande då den avser att undersöka företeelsers karaktär genom insamling av icke-numeriska data (Blomkvist och Hallin, 2015). Denna metod anses lämplig då frågeställningarna är av explorativ karaktär, vilket innebär att de är utforskande med syfte att skapa grundläggande kunskap inom området (Lilja, u.d.). Då användningen av lignin är ett relativt outforskat problem motiveras valet av en kvalitativ metod. Förhoppningen är då att uppnå nya kunskaper inom området. Den kvalitativa metoden kännetecknas också av flexibilitet, vilket var en fördel i denna studie då det inte från början gick att förutsäga om avgränsningar skulle kunna hållas, exempelvis endast begränsat till lignin eller om detta skulle behöva breddas till att omfatta flera biobaserade plaster.

För att identifiera barriärerna och med vilka medel dessa kan sänkas valdes en backcasting metod (se kapitel 2.4). Detta då metoden lämpar sig för planering av en hållbar framtid och tidigare projekt som använt sig av metoden har ofta antagit att både teknisk utveckling samt social förändring varit nödvändig, antaganden som vi anser gäller även för en omställning mot en mer hållbar plastanvändning. Inspiration har även tagits från arbetet "Challenges to Sustainable Plastic Recycling" (2019) av Sidhartan och Westerlund som använt metoden för ett liknande syfte som detta arbetet.

3.2 Tillämpning av backcasting

Ramverket som har använts för att sätta upp stegen för backcastingen är baserat på metodiken för backcasting (Klimat 2030, 2016) (se Tabell 3.1). Steg tre har inte följts strikt utan har omformulerats. Det tredje steget syftar ursprungligen till att med avseende på steg ett och två föreslå lösningar för att överbrygga gapet mellan dagens situation och sätta kriterier (Klimat

2030, 2016). Lösningen som detta arbetet undersökt är en omställning mot ligninbaserad plast och har presenterats tidigare i arbetet. Steg tre valdes därför till att fokusera på de barriärer som uppkommer vid ett försök att överbrygga detta gap. Tabell 3.1 nedan presenterar de fyra stegen satta av Klimat 2030 (2016) till vänster och hur dessa formulerats för denna studie till höger.

Tabell 3.1: Tabellen innehåller de 4 stegen av metoden för backcasting.

	Definitioner enligt Klimat (2016)	Tillvägagångssättet i denna studie
Steg 1	“Definiera kriterier för hållbarhet”	Definiera kriterier för en hållbar plastanvändning
Steg 2	“Analysera dagens situation i relation till kriterier”	Analys av dagens fördelning mellan fossil- och biobaserad plast samt ligninets utbredning idag, i relation till kriterierna från steg 1
Steg 3	“Föreslå lösningar som uppfyller kriterierna”	Kartlägga barriärer som uppkommer vid en omställning mot ligninbaserad plast
Steg 4	“Strategier mot hållbarhet”	Presentera strategier baserade på hindren som upptäckts vid identifiering av barriärer.

Steg 1 användes som metod för analysen och kan därför ses som både metod och resultat, men har valts att presenteras i resultatavsnittet 5.1. Detta eftersom en placering av de fyra backastingstegen i direkt anslutning till varandra upplevdes som den tydligaste strukturen. Steg 2 kan ses som både bakgrund och resultat men har även det valts att presenteras i resultatavsnittet 5.2 eftersom att detta avsnitt bygger på både litteratur och intervjuvar. De fyra stegen i backcastingen utgör studiens resultat.

Steg 1: Kriterier för en hållbar plastanvändning

I det första steget av den backcastingmetod som användes kom kriterierna för hållbarhet att utgå från det ramverk som presenterades i arbetet “Challenges to Sustainable Plastic Recycling” (2019) i samverkan mellan studenterna Sidhartan och Westerlund samt Challenge Lab vid Chalmers Tekniska Högskola. Kriterierna för hållbarhet i arbetet av Sidhartan och Westerlund var utformade baserat på att hållbarhet kan definieras enligt fyra perspektiv: Ekologi, Ekonomi, Sociala aspekter, och slutligen Mänskliga behov och välbefinnande (Holmberg & Larsson, 2018).

Kriterierna från Sidharta och Westerlund samt Challenge Lab har omarbetats för att bättre stämma överens med denna studies syfte. Omarbetningen utfördes genom diskussioner inom gruppen där det valdes att även inkludera etiska val kring plastråvara samt exkluderande av kriterier som var anpassade specifikt för förbränningen av återvunnen plast. Kriterierna presenteras i avsnitt 5.1.

Steg 2: Analys av dagens plastmarknad i relation till kriterierna

För att kunna undersöka vad som krävs för att uppnå kriterierna som tagits fram i steg ett behövdes en analys av dagens situation kring användandet av lignin. Det behövdes säkerställas att lignin är ett hållbart alternativ och att det kan uppnå kriterierna för en hållbar plastanvändning. Här utreddes fördelningen mellan fossilbaserad och biobaserad plast tillsammans med en presentation om tillgången på lignin och beskrivning av de svenska företag som har aktuella lignin processer. Denna del presenteras utifrån en kombination av intervjusvar och litteraturstudier i avsnitt 5.2.

Steg 3: Kartläggning av barriärer

För att kunna besvara studiens första frågeställning kartlades barriärerna som hindrar lignin från att användas i större utsträckning genom intervjusvar i kombination med litteraturstudier. Dessa är framförallt av teknisk, politisk eller ekonomisk karaktär. Enligt Kirchherr et al. (2018), kan var och en av kategorierna även påverka de andra kategorierna. Denna kartläggning grundades i enkät- och intervjusvar.

Steg 4: Strategier för att sänka barriärerna

I det sista steget presenteras eventuella incitament för att använda lignin, detta för att besvara studiens andra frågeställning kring vad som kan främja valet av ligninbaserad plast. Även möjliga tillvägagångssätt för att främja ligninets utbredning presenteras här. Dessa är baserade på de barriärer som identifierats i steg tre. Innehållet i detta avsnitt är högst beroende av de tre första stegen och av vilka slutsatser som kan dras från intervjuerna.

3.3 Datainsamling

Då kvalitativa undersökningar inte har några förbestämda regler för utförande har en lämplig metod för datainsamling funnits av författarna vilken beskrivs nedan. En förutsättning är att författarna själva är väl insatta i ämnet samt att de är flexibla under arbetets gång (Blomkvist

och Hallin, 2015). För att studien skall uppnå validitet och reliabilitet använder författarna ett källkritiskt arbetssätt. Det är därför viktigt för författarna att kontinuerligt, under arbetets gång, validera data som samlas in via litteratur, intervjuer och enkäter.

3.3.1 Förstudie

Arbetet inleddes med en förstudie för att skapa en teoretisk grund för undersökningen och därigenom kunna identifiera problemet samt formulera syftet och frågeställningarna. Detta gjordes genom samtal med handledare Frida Hermansson, kunniga inom området från Chalmers Industriteknik, samt genom en mindre genomgång av befintlig litteratur. De huvudsakliga ämnesområden som granskades var: lignin i Sverige, svensk skog, plastförbrukning, samt biobaserad plast. Databaser som användes var exempelvis Google Scholar men även sökningar på Chalmers bibliotek med sökord som lignin, polymerer, och biobaserad plast. Efter att en teoretisk grund hade skapats, valdes relevanta företag samt andra aktörer av intresse ut i samråd med handledare Frida Hermansson. Både plastföretag som använder sig av lignin, och företag som inte använder sig av lignin kontaktades. Detta för att kunna urskilja skillnader och likheter mellan dessa företag och på så sätt uppnå en jämförande analys. Dessvärre fick vi ingen respons från de företag som använder sig av lignin, så den jämförande analysen försämrades, vilket diskuteras vidare i kapitel 6. Diskussion. Utöver plastföretagen kontaktades även allmänt kunniga inom biobaserad plast samt lignin.

3.3.2 Enkätundersökning

För att få en tydligare bild av ligninets användning samt vilka barriärer som finns hos olika aktörer beslutades det att utföra en inledande enkätundersökning. Dess syfte var att samla in mer data samt att få en uppfattning om vilka som kunde vara potentiella intervjurespondenter, men främst att få ett underlag till vilka frågor som kan vara användbara vid de kommande intervjuerna. Enkätfrågorna, som kan läsas i bilaga 1, utformades utifrån studiens syfte och frågeställningar. Respondenterna delades upp i tre olika kategorier: "Kunnig inom lignin och bioplast", "Arbetande på företag som hanterar lignin" samt "Arbetande på företag som inte hanterar lignin". Denna uppdelning gjordes för att underlätta den jämförande aspekten av resultatet, samt för att säkerställa att arbetet inte blir vinklat åt ett segment. Enkäten skickades ut till relevanta företag och övriga respondenter inom den aktuella branschen. Totalt besvarades enkäten av 13 respondenter.

3.3.3 Intervjuer

Studiens empiri baserades på intervjuer med olika personer och företag inom plast- och ligninbranschen. För att tillåta respondenten att resonera öppet kring området utfördes semistrukturerade intervjuer. Detta skapade möjlighet att kunna utveckla frågor under intervjuens gång, vilket var en fördel för att kunna fånga upp respondentens samtliga tankar. Följdfrågorna var även viktiga för att undvika feltolkningar. Det är viktigt att den som leder intervjun för den i rätt riktning med dessa följdfrågor (Bryman & Bell, 2005). Valet av semistrukturerade intervjuer motiverades av frågeställningens explorativa karaktär.

Alla intervjuer utgick från en standardiserad intervjumall, se bilaga 2, men som anpassades efter de olika respondenterna och situationerna. De huvudsakliga intervjufrågorna i den standardiserade intervjumallen fastställdes utifrån studiens syfte och frågeställningar. Även enkätfrågorna användes som grund till intervjumallen. För att inte ställa för ledande frågor till respondenten och undvika passiva svar granskades intervjufrågorna av samtliga författare innan intervjun påbörjades.

Blomkvist och Hallin (2015) beskriver den intervjumetodik som följs för att nå hög kvalitet och struktur på intervjuerna. I litteraturen beskrivs hur individen som leder intervjun bör tillåta små tysta pauser för att respondenten skall hinna reflektera över frågan som ställs. Enligt Blomkvist och Hallin (2015) bör också olika typer av frågor användas. Introducerande frågor kunde exempelvis svara på om intervjuobjektet i dagsläget använder sig av lignin eller inte. Tydande frågor kunde öppna upp för att ta del av intervjuobjektens värderingar kring användning av lignin. Frågor som är undersökande och specificerande var av intresse på grund av att dess svar blir underlag till att besvara studiens frågeställningar. Det var med detta i åtanke som intervjufrågorna utformades.

Totalt genomfördes 6 stycken intervjuer. På grund av det semistrukturerade formatet varierade intervjuerna i längd, men begränsades till maximalt 60 minuter. Tre av författarna deltog på varje intervju, där en ledde intervjun, en tog generella anteckningar och en transkriberade intervjun. Övriga författare fick möjlighet att se inspelningen av intervjun i efterhand samt att läsa transkriberingen. Med anledning av Covid-19 utfördes alla intervjuer digitalt.

3.3.4 Val av respondenter

Personer inom branschen som arbetar med lignin, valt att inte arbeta med lignin eller personer som har kunskap inom området ligninbaserade plaster, var av intresse för författarna. Respondenterna som intervjuades utgick dels från råd från handledare Frida Hermansson och dels från internetsökningar efter personer och företag som arbetar med plast, eller specifikt lignin. De personer som intervjuades arbetar eller forskar inom plast och material. För att komma i kontakt med dessa respondenter kontaktades dem via e-post. Efter förklaring av syfte och frågeställning för aktörerna, skulle de kunna besvara intervju- och enkätfrågorna. Vid uteblivet svar skickades en påminnelse.

Personer med olika roller och varierande kunskaper och bakgrunder intervjuades för att få ett nyanserat svar på frågeställningen. Som tidigare nämnts var både företag som tillverkar biobaserad plast och företag som tillverkar fossilbaserad plast av intresse, detta för att få en bredd i studien och för att kunna göra en välgrundad jämförelse.

Tabell 3.2: Intervjurespondenter.

Respondent	Yrkesroll	Grupp
Respondent 1	Business Development Manager (kemiföretag)	Företag utan lignin
Respondent 2	Gruppchef Material/ Marknadsansvarig	Kunnig
Respondent 3	Gruppledare Innovation & Technology Transfer	Kunnig
Respondent 4	Projektledare Polymera material	Kunnig
Respondent 5	VD plastföretag	Företag utan lignin
Respondent 6	Ansvarig plastbearbetningsfrågor	Kunnig

3.3.5 Etik kopplat till datainsamling

De som i första hand påverkas under genomförandet av detta projekt är de respondenter som intervjuats. För att måna om deras integritet har samtliga intervju svar och respondenter anonymiserats. Ytterligare ett argument för detta var att företagsrepresentanter skulle tillåtas tala så fritt som möjligt utifrån deras egna åsikter och tankar och inte behöva ta hänsyn till deras arbetsgivares ställning i frågan. I de fall det godkändes av respondenten har intervjuerna spelats in. De värden detta gav till rapporten i form av ökad förståelse ansågs överväga eventuella integritetsproblem.

3.4 Bearbetning av data

Litteraturen från förstudien stod till grund för problemformuleringen och vidare som hjälp för att formulera enkätfrågorna. Svaren från enkäterna bearbetades av gruppen för att identifiera vilka frågor och svar som var intressanta att diskutera vidare på intervjuerna. Utöver detta användes inte enkätsvaren som grund till resultatet i denna studie.

För att sammanställa resultatet från samtliga intervjuer transkriberades dessa efter inspelning, vilket godkändes av samtliga respondenter. Varje intervju sammanfattades även i tabellform av författaren som transkriberade den. Dessa tabeller sammanställdes sedan gemensamt av samtliga författare för att förenkla tolkningen av all data i analysen. Denna sammanställning presenteras i kapitel 5 - Resultat och analys.

Vidare jämfördes även litteraturen som granskades med den kvalitativa data som tillkom från intervjuerna. Detta för att kontrollera relevansen av svaren från respondenterna i förhållande till den tillgängliga forskningen, samt för att utöka den helhetsbild som erhöles från sammanställningen av de två datainsamlingarna.

4. Hållbar utveckling och etik

En koppling till FN:s globala hållbarhetsmål samt en etisk reflektion är obligatoriskt för detta arbete. Nedan följer en beskrivning av de mål som valts och hur de knyter an till resten av rapporten. Dessa mål ska genomsyra hållbarhetsperspektivet i studien, och är användbara som utgångspunkt för omställningen mot ett mer hållbart samhälle. De globala hållbarhetsmålen kopplas även till studiens kriterier för en hållbar plastanvändning som presenteras i avsnitt 5.1.

4.1 FN:s globala hållbarhetsmål

2015 antogs FN:s 17 globala mål för en mer socialt, ekonomiskt och miljömässigt hållbar utveckling. De 17 målen är i sin tur indelade i 169 delmål, var och ett med tillhörande indikatorer för att utvärdera om målen uppnås (FN, u.d.). I arbetet förs en diskussion kring hållbar utveckling med utgångspunkt från fem utav de 17 målen, vilka redovisas nedan.

Mål 12 “Hållbar konsumtion och produktion” syftar till att garantera hållbara konsumtions- och produktionsmönster (FN, u.d.) och anses vara ett av de viktigaste målen för studien. Framförallt delmål 12.2 som syftar till att senast 2030 ha uppnått en hållbar förvaltning och ett effektivt nyttjande av naturresurser var ett av delmålen som ansågs relevant för detta arbete. De två delmålen 12.1 och 12.6 som beskriver att de utvecklade länderna skall ligga i täten för denna utveckling respektive att uppmuntra företag att införa hållbara metoder upplevs också vara relevanta eftersom arbetet begränsats till Sverige och undersöker vilka barriärer som finns för företag att ersätta fossila plaster mot bioplaster.

Mål 13 “Bekämpa klimatförändringarna” genom att utföra omgående åtgärder upplevs också vara högst relevant för arbetet (FN, u.d.). Delmål 13.2 nämner att detta kan utföras genom att “integrera klimatåtgärder i politik, strategier och planering på nationell nivå” vilket kan kopplas till att arbetet planerar att undersöka om politiska styrmedel kan öka hastigheten av omställningen till biobaserade plaster.

Mål 6 “Rent vatten och sanitet för alla” syftar till att säkerställa tillgången till och en hållbar förvaltning av rent vatten och sanitet (FN, u.d.). Delmål 6.3 handlar om att förbättra vattenkvaliteten genom att bland annat stoppa dumpning och minimera utsläpp av farliga kemikalier och material, vilket kan kopplas till hållbarhetsaspekterna i detta arbete.

Biobaserade plaster är nödvändigtvis inte mer hållbara än “vanliga” plaster, det är framför allt tillverkningsprocessen som skiljer dem åt (Obminska, 2020). Nedskräpning av biobaserade plaster är därmed inte alltid bättre än nedskräpning av fossilbaserade plaster. Genom att undersöka möjligheterna för återvinning och återanvändning av biobaserade plaster blir delmål 6.3 relevant. Ett helhetsperspektiv på användandet av biobaserade plaster behövs för att säkerställa hållbarheten genom hela livscykeln och förhindra att plasten skräpar ner vattnet.

Mål 9 “Hållbar industri, innovationer och infrastruktur” kan främst kopplas till arbetet genom delmål 9.4 som innebär att anpassa industrier för att göra dem mer hållbara vilket blir fallet då plastproduktion går från att bruka fossila råvaror till biobaserade ämnen (FN, u.d.). Studien utforskar möjligheten att bruka den svenska skogen, alltså en av Sveriges största naturresurser, vilket kopplar väl till delmål 9.4 som vidare beskriver att effektiv resursanvändning och miljövänliga tekniker för industriprocesser skall främjas.

Mål 8 “Anständiga arbetsvillkor och ekonomisk tillväxt” är ett relevant mål för arbetet främst sett till delmål 8.4 som tar upp mål att bryta sambandet mellan ekonomisk tillväxt och miljöförstöring med de utvecklade länderna i täten (FN, u.d.). Genom nya effektiva tekniker ska detta samband kunna brytas, därmed är utvecklandet av biobaserade plaster relevant för en framtida hållbar konsumtion av plastprodukter. Det ska vara ekonomiskt försvarbart att välja miljövänliga material. Delmålet konstaterar även att de utvecklade länderna skall ligga i täten och undersökningen av utvecklandet av bioplaster i Sverige anses betydelsefullt för detta mål.

4.2 Etik kopplat till användning av lignin

Pappersmassaindustrin använder i dagsläget lignin som ett internt bränsle för el- och värmeenergi. Om ligninet istället skulle renas och användas till andra applikationer behöver massabruken ersätta bränslet (Kvinauskas & Johansson, 2018). De miljörelaterade fördelar som det innebär att använda lignin som material skulle då kunna leda till att massabruken använder ett mindre miljövänligt bränsle och skickar ut mindre biobaserad energi till fjärrvärmesystemet. Den etiska nyttan behöver alltså ställas mot de etiska dilemman som det alternativa nyttjandet av lignin innebär.

Ytterligare en etisk aspekt att ta i beaktning är om det finns miljömässigt bättre lösningar som hade varit mer gynnsamma att studera. En lösning som diskuterats är återvinning av plast, för

att uppnå FN:s hållbarhetsmål 6 är det viktigt att material kan återvinnas så att dumpning och utsläpp i vatten kan minimeras. Att introducera en ny plast skulle troligen skada återvinningsflödet, även om materialet i sig är miljövänligt. Det kan då anses bättre att återanvända den plast som redan finns i omlopp (Lavebratt, 2021). Under 2019 gick 49 procent av plastförpackningar till materialåtervinning (SCB, 2021). I dagsläget är det alltså fortsatt mycket plast som inte återvinns. Teoretiskt sett kan samma plast återvinnas upp till 10 gånger (Stena Recycling, u.d.). Långsiktigt kommer det därför behövas tillförsel av ny plast och då är förhoppningen att mer biobaserade alternativ finns tillgängliga.

Ett etiskt värde med ligninbaserad plast jämfört med många andra biobaserade plaster på marknaden är att den inte tillverkas av ätbara råvaror. Idag görs biobaserade plaster främst på bland annat majs, potatis och sockerrör (Bio Innovation, u.d.). Dessa material konkurrerar därför med människors kost och kan anses som etiskt problematiska. Hungersnöd är ett stort problem i många delar av världen så därför kan det anses vara etiskt problematiskt att tillverka material av råvaror som istället skulle kunna användas som livsmedel.

5. Resultat och analys

I följande avsnitt presenteras de resultat som genererats från litteratur, enkäter samt intervjuer. Resultatet utgår ifrån de fyra backcastingstegen som presenterades i avsnitt 3.2. De fyra nedanstående avsnitten 5.1–5.4 motsvarar steg 1–4 i backcastingen.

5.1 Kriterier för en hållbar plastanvändning

Kriterierna som presenteras i tabellerna 5.1–5.4 är indelade i välmående, ekonomi, sociala aspekter, och ekologi. En hållbar plastanvändning definieras i denna studie utifrån dessa kriterier. Kriterierna används löpande genom resultat och diskussion som en utgångspunkt för att utvärdera lignin och annan plast i Sverige. De är framtagna med grund i både litteratur och intervjuer och presenteras därför som resultat.

De uppsatta kriterierna kopplar även till några av FN:s globala hållbarhetsmål som presenterades i avsnitt 4.1. Mål 12 syftar till att uppnå en hållbar produktion och konsumtion och inkluderas i kriteriet “Ekologi”. Framförallt har delmål 12.2 bidragit till kriteriet “Effektivt nyttjande av naturresurser”. Även mål 13 har ett delmål 13.2 som inkluderats i kriteriet “Ekonomi” som föreslår integration av klimatåtgärder i politik som applicerats på arbetet i form av politiska styrmedel. Hållbarhetsmål 6 avser att minimera utsläpp och överensstämmer med kriterierna uppsatta av Challenge Lab under “Välmående” och “Ekologi”. Detsamma gäller för delmål 9.4 som vill anpassa industrier till att bli mer hållbara vilket möts i många av Challenge Lab-kriterierna. Hållbarhetsmål 8 syftar till att bryta sambandet mellan ekonomisk tillväxt och miljöförstöring. Därför behöver dagens plastanvändning anpassas enligt många av hållbarhetskriterierna nedan för en hållbar utveckling.

Tabell 5.1: Justerade Challenge Lab-principer för kriteriet Välmående.

Välmående: Vad innebär ett gott liv?
Justerat för att adressera en hållbar plastanvändning.
<ul style="list-style-type: none">• Ersätt fossilbaserad plast• Minska utsläpp från plastproduktion och avfallshantering• Inget läckage av plast ut i naturen• Alla borde kunna få ha plast för saker de behöver• Stödja mänskligt välmående genom att tillhandahålla nödvändiga material• Stödja säker användning av material

Tabell 5.2: Justerade Challenge Lab-principer för kriteriet Ekonomiskt hållbart.

Ekonomi: Hur kan kapital hanteras i framtiden?
Justerat för att adressera en hållbar plastanvändning.
<ul style="list-style-type: none"> • Återhämta sekundärt råmaterial för att tillåta alla människor att uppfylla sina behov • Behålla de redan existerande plasterna så länge som möjligt (t.ex. återanvända, återvinna eller återhämta) • Undvika att ta upp råmaterial (fossilt bränsle) för plastproduktion • Införa politiska styrmedel för att främja en hållbar plastanvändning

Tabell 5.3: Justerade Challenge Lab-principer för kriteriet Socialt hållbart.

Sociala aspekter: Hur kan vi leva tillsammans?
Justerat för att adressera en hållbar plastanvändning.
<ul style="list-style-type: none"> • Återhämta sekundärt råmaterial för att tillåta alla människor att uppfylla sina behov • Undvika att ta upp råmaterial (fossilt bränsle) för plastproduktion • Undvika plasttillverkning baserat på ätbara råvaror som konkurrerar med livsmedel

Tabell 5.4: Justerade Challenge Lab-principer för kriteriet Ekologiskt hållbart.

Ekologi: Hur kan samhällets aktiviteter få plats inom naturens bärande kapacitet?
Justerat för att adressera en hållbar plastanvändning.
<ul style="list-style-type: none"> • Undvika användandet av fossila råmaterial för plastproduktion • Ta tillvara på outnyttjade resurser • Minska utsläpp vid plastproduktion • Effektivt nyttjande av naturresurser

5.2 Analys av dagens plastmarknad i relation till kriterierna

En beskrivning av dagens situation presenteras i avsnittet för att illustrera avståndet till de kriterier som sattes upp i avsnitt 5.1. Eftersom framställningen av lignin som en biobaserad plast ännu är i ett tidigt skede presenteras fördelningen mellan fossilbaserad och biobaserad plast för att ge en generell bild av marknaden. Därefter presenteras tillgången på lignin tillsammans med en kort beskrivning om de svenska företag som har aktuella ligninprocesser för att ersätta fossil plast.

5.2.1 Fördelningen mellan fossilbaserad och biobaserad plast

Plastindustrin har länge haft påtryckningar från konsumenter att minska förbrukningen av fossil råvara genom möjligheten att istället producera biobaserad plast. Trots många och långa

ansträngningar utgör biobaserad plast fortfarande endast en procent av all världens plastproduktion (Lavebratt, 2021). Detta beror både på tekniska samt kostnadsmässiga hinder som finns kvar att övervinna. Bioplaster är ett begrepp som används ledigt och bör enligt många ersättas av ett mer väldefinierat begrepp då det kan antyda till olika saker (Svensk Plastindustriförening, u.d.). Uttrycket används huvudsakligen för att beskriva två olika begrepp på samma gång vilket kan leda till förvirring. Antingen syftar bioplast till att plasten besitter egenskapen att vara biologiskt nedbrytbar, eller så syftar bioplast till att plasten är gjord av är förnyelsebar eller biobaserad råvara (Svensk Plastindustriförening, u.d.). Detta innebär alltså att en plast kan vara biobaserad men inte bionedbrytbar, bionedbrytbar men inte biobaserad, alternativt besitta båda egenskaperna.

2020 låg produktionskapaciteten för bioplaster på 2,1 miljoner ton (Lavebratt, 2021). Av dessa 2,1 miljoner ton stod de icke bionedbrytbara plasterna för 42 procent och de bionedbrytbara för resterande 58 procent. Bland de icke bionedbrytbara men biobaserade plasterna dominerar PE, PET och PA. Bland de bionedbrytbara plasterna dominerar de mer traditionella stärkelsebaserade platserna och PLA (Lavenbratt, 2021).

Andelen biobaserad plast är idag väldigt liten jämfört med den fossilbaserade. Hållbarhetskriteriet "Ekologi" som fokuserar på att minimera användandet av fossila råmaterial, ta vara på outnyttjade resurser och minska utsläpp uppfylls därav till låg grad idag. De dominerande biobaserade plasterna på marknaden är främst tillverkade av grödor som konkurrerar med livsmedel. Dessutom tar dessa grödor även upp jordbruksmark som kan påverka den biologiska mångfalden (Lavenbratt, 2021). Dagens biobaserade plast strider alltså mot kriteriet "Undvika plasttillverkning baserat på ätbara råvaror som konkurrerar med livsmedel" under rubriken "Sociala aspekter". Därmed hade en biobaserad plast av icke ätbara råvara varit mer gynnsam för att uppfylla dessa kriterier.

5.2.2 Marknadsanalys av dagens utbredning av lignin inom plastindustrin

Under intervjuerna framkom det att tillgången på lignin i Sverige är stor; flertalet respondenter konstaterade att det är en restprodukt som finns i stora volymer. Detta styrks av Lignin Industries (u.d.) som bekräftar att globalt processas varje år 80 miljoner ton lignin, varav 99 procent av det bränns i dagsläget. Genom att istället använda ligninet för plastproduktion skulle

hållbarhetskriterierna “Effektivt nyttjande av naturresurser” samt “Undvika användandet av fossila råmaterial för plastproduktion” uppfyllas.

Enligt respondent 1 vill alla skogsbolag göra något med sitt lignin. Råvaran är i dagsläget billig men eftersom det inte finns några tydliga reningsprocesser blir det dyrt att tillverka ligninet. Flera av respondenterna lyfte talesättet “you can make anything from lignin except money”, vilket är väl myntat inom industrin. Det har helt enkelt varit svårt att hitta lönsamma användningsområden, vilket medför att det idag finns väldigt få tillgängliga ligninprodukter på marknaden. Enligt flera respondenter finns det bara ett fåtal aktörer som tillverkar ligninbaserad plast på den svenska marknaden.

Enligt respondent 1 är efterfrågan på biobaserade plaster hög men omställningen är dyr. Detta förklarar respondenten med att framställningen måste kunna ske i redan befintliga processer, det blir varken ekonomiskt eller miljömässigt hållbart att helt ersätta den tekniken som idag finns för plastframställning. Större företag har en möjlighet att driva på bioomställningen, menar respondent 6. Det framgick dock från intervjuerna att ingen vill vara först med ett nytt material innan det är säkerställt att en efterfrågan finns. Från konsumentledet finns det emellertid ett hårt tryck på plastindustrin att gå mot mer miljövänliga alternativ. Många kemiföretag arbetar med frågan enligt respondent 1 och förhoppningsvis kan de bana väg för en storskalig produktion av ligninapplikationer.

I dagsläget är det som tidigare nämnt endast fåtal företag som framställer lignin med ändamålet att ersätta fossil plast. Den ligninbaserade plasten befinner sig fortfarande i ett uppstartsläge. Från intervjuerna framkom att det främst är Stora Enso och Lignin Industries som producerar ligninbaserad plast i Sverige idag. Stora Enso erbjuder i dagsläget ett kommersiellt lignin, Lineo™ by Stora Enso, vilket tillverkas i den största anläggningen för kraftlignin med en kapacitet på 50 000 ton per år (Stora Enso, u.d.). Lignin Industries, före detta RenCom, meddelade i början på 2021 att deras ligninbaserade material Renol nu är redo för marknaden och har börjat produceras (Lignin Industries, 2021). Kapaciteten för produktionen ligger i dagsläget på 1000 ton per år, men sägs enkelt kunna skalas upp (Folkesson, 2021). Lignin Industries (u.d.) påstår att om deras teknologi skulle användas för allt lignin som bränns skulle 25 procent av dagens fossila plaster i världen kunna ersättas.

Steg 2 i backcastingen har visat att även om satsningar pågår så är utbudet av ligninbaserade plaster minimalt. Under intervjustudien framgick det att lignin som material inte är etablerat i

den grad som gruppen först trott under projektets början och utformning. Anledningen till detta analyseras vidare med hjälp av intervjuvar och redovisas i avsnitt 5.3.

5.3 Kartläggning av barriärer

Eftersom studien syftar till att identifiera de barriärer som förhindrar ligninets utbredning i Sverige har en förstudie i form av en litteraturgenomgång, en enkätundersökning, och en intervjustudie utförts. Detta avsnitt kartlägger de barriärer som påvisats i dessa studier. Det etablerades under studiens gång en fjärde kategori innehållande övriga barriärer som inte kunde segmenteras enligt dem tre kategorierna som frågeställningen behandlar. Barriärerna sammanställs i tabell 5.5 nedan.

Tabell 5.5: Sammanställning av barriärer som identifierats under intervjuer. Punkterna som tas upp nämndes av minst två respondenter.

Kategori av barriärer	Sammanställning
Tekniska	<ul style="list-style-type: none"> • Mörk färg • Lukt • Behöver renas • Nedbrytbar • Termiskt instabil • Sprödhet • Kan ej återvinnas i existerande flöden
Politiska	<ul style="list-style-type: none"> • Tvetydigheter kring begreppet hållbart skogsbruk • Avsaknad av riktlinjer för massbalans • Greenwashing
Ekonomiska	<ul style="list-style-type: none"> • Dyr process • Avsaknad av etablerad slutprodukt • Avsaknad av skalfördelar • "Slit- och slängprodukter" → låg betalningsvilja • Alternativkostnad <ul style="list-style-type: none"> ○ Energi ○ Cellulosa
Övriga barriärer	<ul style="list-style-type: none"> • Brett begrepp, odefinierad molekyl • Okunskap • Skogen är en begränsad resurs

5.3.1 Tekniska barriärer

Flera av de tekniska egenskaper som ligninet har kan anses vara barriärer till dess utbredning. Under intervjuerna framkom ytliga brister hos lignin, såsom färgen och lukten den lämnar efter sig. De vanligaste typerna av lignin innehåller svavel, vilket även har en viss odör. Denna

egenskap gör lignin mindre attraktivt för vissa aktörer, kanske främst hos privatpersoner. En respondent gav en hushållssax som exempel, där handtaget skulle kunna vara gjort av ligninbaserad plast. Om saxen har en underlig lukt och dessutom bara kommer i brunt, är det osannolikt att många vill betala ett högre pris för att den är biobaserad. Färgproblematiken styrks vidare av Huang et al. (2019), enligt avsnitt 2.2.1. Några respondenter menade dock att ligninet går att färga, men då bara i mörka kulörer. Detta gör barriären något mindre, men fortfarande av stor vikt eftersom det begränsar användningsområdena.

Inom andra applikationsområden är materialets färg och lukt av mindre vikt. Där är det istället ligninets mekaniska egenskaper som är de största barriärerna. Det framkom under förstudien att material baserade på lignin har en viss sprödhet (Wang et al., 2016). Detta styrktes även av intervjuerna, där flera respondenter nämnde ligninets sprödhet som en barriär till dess användning. Sprödheten hos materialet minskar dess hållfasthet, vilket ses som negativt. Respondent 6 redogjorde vidare för vikten av att kunna hålla materialen som används inom vissa industrier varma under en längre tid. Den termiska instabiliteten som nämndes av flera respondenter och av Brebu och Vasile (2009) blir därför ett problem vid denna typ av applikation och gör att ligninet bryts ned när det utsätts för höga temperaturer under en lång tid. Dess nedbrytbarhet är även något som nämndes som en teknisk barriär i flera intervjuer. Nedbrytbarheten är inte endast kopplad till den termiska instabiliteten utan beror även på andra av ligninets egenskaper. Som tidigare nämnt så sker nedbrytningen främst i aeroba miljöer vilket bildar vidare barriärer (Richard, 1996), bland annat begränsningar av användningsområden.

Flera respondenter berättade om plaster som delvis, men inte enbart består av lignin. Dessa blandade plaster använder sig av olika polymerer och olika koncentrationer av dessa, vilket gör dem väldigt olika; massbalansen är olika. Denna variation mellan plaster beskrevs av två respondenter som väldigt problematiskt i återvinningen av dem, då olika plaster behöver återvinnas för sig. Dessutom finns det inget etablerat sätt att återvinna ligninplaster, så introduktionen av dessa blandningar in i det existerande återvinningsflödet kan till och med vara skadligt. Denna brist går emot det cirkulära flöde som samhället strävar mot. Detta diskuteras vidare i 5.3.4 Övriga barriärer.

Slutligen nämndes faktumet att dagens lignin inte alltid renas helt som en barriär av flera respondenter. I flera steg av utvinningsprocessen av lignin kan materialet exempelvis plocka

upp metaller som kan vara skadliga för natur och organismer. Av den anledningen behöver ligninet renas innan det kan nå sin fulla potential.

5.3.2 Politiska barriärer

Samtliga respondenter är överens om att de politiska barriärerna gentemot lignin och andra biobaserade plaster borde vara låga, eftersom samhället generellt strävar mot mer hållbara aktiviteter (se avsnitt 4. Hållbar utveckling). Det finns dock en avsaknad av politiska styrmedel kring plastproduktion jämfört med andra industrier, till exempel de subventioner som finns för biobränslen är inte tillgängliga för bioplaster i samma utsträckning.

Två respondenter nämnde att det finns en viss tvetydighet i begreppet hållbarhet, främst kring vad ett hållbart skogsbruk innebär. EU-kommissionen ska under våren 2021 fastställa en lista över miljömässigt hållbara investeringar, där skogsbruk förväntas uteslutas (Wendick, 2021). En av respondenterna menade att det borde finnas en distinktion mellan olika länders skogsbruk, eftersom Sverige har så mycket mer skog än många andra EU-länder. Utan denna typ av distinktion blir alltså EU-kommissionens lista över miljömässigt hållbara investeringar en typ av barriär, eftersom detta skulle kunna minska råvarutillgängligheten.

En annan politisk barriär går att koppla tillbaka till de blandade plasterna som nämndes i föregående avsnitt. Att det i dagsläget inte finns några riktlinjer för massbalanser kopplade till andelen biobaserad plast i dessa blandningar begränsar möjligheten till återvinning av ligninblandade plaster, menar en av respondenterna. Tyvärr krävs fortsatt teknisk utveckling, både i utvinningsprocessen av lignin och i framställningen av ligninplast, för att kunna införa kvotplikter för lignininnehåll på en nationell nivå. På så vis kan bristen på riktlinjer för massbalanser ses som en politisk barriär. Denna brist kan också leda till greenwashing, där företag kan kalla sina plaster för ”bioplaster” utan att ange hur stor andel av plasten som faktiskt är biobaserad. Genom att kalla plastblandningar med låg andel biobaserad plast för bioplaster kan dessa företag alltså få konkurrensfördelar bland kunder som värdesätter hållbara material, trots att plasterna alltså inte är så hållbara som de kan låta.

5.3.3 Ekonomiska barriärer

Råvaran lignin må vara billig, eftersom den ofta ses som en restprodukt, men som processat material är det dyrare. Processerna av att utvinna och rena lignin är dyra, vilket gör att

slutprodukterna som kan produceras också blir dyra, där en respondent uppger en möjlig prisökning om upp till 40 procent. Idag är många plastprodukter ”slit- och slängprodukter”, menar flera av respondenterna. De berättar att kunder generellt sett har en lägre betalningsvilja för den typen av produkter. När “slit- och slängprodukter” blir dyrare, blir efterfrågan på dem mycket lägre. Produkttypen har alltså låg priselasticitet. De ekonomiska barriärerna; dyr process, låg betalningsvilja för vissa produkttyper och låg priselasticitet för de produkttyperna går alltså hand i hand.

För att minska de högre kostnaderna från produktion av lignin nämner flera respondenter skalfördelar, vilket innebär att marginalkostnaden för en vara minskar desto fler varor som produceras (Mathleaks, u.d.), som en lämplig lösning. Vad flera av respondenterna dock är överens om är att det idag inte finns många incitament till att storskaligt producera lignin. En av respondenterna argumenterade att det inte kommer finnas någon storskalig produktion av lignin förrän det finns en lämplig slutprodukt att producera mot. Respondenten menade alltså att en attraktiv slutprodukt är det incitament som krävs för att förenkla och skala upp ligninproduktionen.

Utöver de prisrelaterade barriärerna menar flera respondenter att det finns alternativkostnader av att producera lignin. Idag används lignin nästan uteslutande som internt bränsle för massabruken (RISE, u.d.). Detta innebär att om ligninet istället ska bli biobaserad plast så behöver det ersättas av något annat bränsle, berättar respondenterna. Om kostnaden för bränslet överstiger intäkten av ligninplasten är det alltså inte lönsamt. En respondent nämner även utebliven cellulosaproduktion hos pappersmassabruk som en alternativkostnad, eftersom resurser som läggs på ligninproduktion alltså uteblir från cellulosaproduktionen.

5.3.4 Övriga barriärer

Utöver de tekniska, ekonomiska och politiska barriärerna som identifierats så nämnde flera respondenter andra typer av barriärer som inte kategoriserats enligt det ramverk som tidigare använts. Av den anledningen har dessa klassificerats som ”Övriga barriärer”, och redovisas i detta avsnitt.

Samtliga respondenter är överens om att lignin är ett väldigt brett begrepp. Det inkluderar alla de typer som nämndes i bakgrunden, för olika träsorter och med olika utvinningsmetoder.

Denna bredd kommer också delvis från att området inte är helt utforskat ännu, menar respondenterna. Det är i dagsläget svårt att framställa ett rent material som får samma egenskaper vid varje produktionstillfälle från denna odefinierade molekyl. Att begreppet lignin är så pass brett och utforskat ger också en del svårigheter i marknadsföringen. Flera respondenter menar att det finns en okunskap hos konsumenter om lignin och dess egenskaper. Denna okunskap skapar en typ av kulturell barriär för efterfrågan. Vid större utbredd kunskap kunde fler konsumenter efterfråga biobaserade plaster såsom lignin i större utsträckning och alltså ge incitament för forskare och producenter att utveckla området vidare.

Den generella okunskapen kring lignin går också att koppla till de problem som finns kring återvinning, vilka nämndes i avsnitt 5.3.1 Tekniska barriärer. Även om lignin skulle introduceras effektivt så skulle en insats krävas för att poängtera att de blandade plasterna inte går att återvinna i det existerande flödet, vilket också kan ses som en barriär. Även om ligninbaserad plast tillverkas av mer miljövänliga resurser så kan denna nytta förloras om materialet inte går att återvinna.

Trots att vissa respondenter var emot EU:s kommande lista över miljömässigt hållbara investeringar som nämndes i avsnitt 5.3.2, så diskuterades även de miljömässiga problemen som finns i svenskt skogsbruk. Skogen är en begränsad resurs, vilket är en miljömässig barriär för ligninets utbredning. Av den anledningen begränsas skövling av skog och därigenom tillgången av lignin från den svenska skogen.

5.4 Strategier för sänkta barriärer

Sista steget i backcastingmetoden går ut på att diskutera incitament som kan främja valet av ligninbaserad plast samt förslag på tillvägagångssätt för att sänka de barriärer som presenterats. Tabell 5.6 i avsnitt 5.4.1, visar en sammanställning av de incitament som identifierats under intervjuer.

5.4.1 Incitament för att främja ligninanvändning

Tabell 5.6: Sammanställning av de incitament som identifierats under intervjuer.

Kategori av incitament	Sammanställning
Politiska styrmedel	<ul style="list-style-type: none">• Lägre skattepåslag på biobaserat• Kvotplikter• Informativa styrmedel• Subventioner för både konsumenter och producenter<ul style="list-style-type: none">○ Samma som för bränsle
Informativa styrmedel	<ul style="list-style-type: none">• Mot konsumenter• Mot konsumenter ihop med lagstiftning
Ekonomiska incitament	<ul style="list-style-type: none">• Outnyttjad resurs och billig råvara• Alla skogsbolag vill göra något med sitt lignin
Konkurrensfördelar	<ul style="list-style-type: none">• Biobaserat<ul style="list-style-type: none">○ Nettoutsläpp○ Bio-nedbrytbar• Bättre miljöprofil• Krav från kunder• Etiskt fördelaktigt

Även om ingen av intervjurespondenterna har uppgett samma svar kring frågor om politiska styrmedel när det kommer till lignin från den svenska skogen, kan samtliga vara eniga om att ett sådant verktyg behövs på marknaden. En respondent anger att bidrag till både producenter och konsumenter, så som subventioner, skulle kunna vara en typ av drivkraft från det politiska hållet, likt det inom bränsleområdet. En annan typ av styrmedel hade varit en förmånligare och billigare produkt, trots avsaknad av skalfördelar. Om man skulle kunna särskilja biobaserad och fossilbaserad plast generellt, skulle den biobaserade plasten kunna få ett mindre skattepåslag, menar respondent 2. Att lagar har en bra genomslagskraft, där man skapar kreativitet och kan kombinera med kommunikation, uppger en annan respondent som en typ av incitament. En annan respondent informerar om att upphandlingsmyndigheterna inom offentlig verksamhet har börjat se över att gynna bio-alternativ, men att där är ingen fråga om massbalansen.

Några av respondenterna är eniga om att incitament i form av informativa styrmedel behöver bedrivas mot konsumenter för större medvetenhet och i vissa fall tillsammans med lagstiftning. Informativa styrmedel ingår under politiska styrmedel men har lyfts fram som speciellt viktiga av vissa respondenter. När det handlar om ekonomiska incitament, så är i princip samtliga respondenter eniga om att lignin är en outnyttjad resurs och en billig råvara. Flera av

respondenterna menar även på att alla skogsbolag troligtvis vill göra något med sitt lignin och därmed utnyttja mer av träet.

Efterfrågan på biobaserat är väldigt hög men det ligger höga kostnader bakom arbete och produktion (Manneteg, 2015). En respondent förklarar att större företag eventuellt kan driva på dessa bio-omställningar, vilket ger med sig en konkurrensfördel om man får fram en bra bioprodukt på marknaden. Det kan här även handla om krav från kunder som önskar att företagen har mindre klimatpåverkan, samtidigt som företagen själva vill hålla en bättre miljöprofil på grund av konkurrens på marknaden.

Eftersom många biobaserade plaster idag tillverkas av grödor kan företag få konkurrensfördelar av att tillverka ligninbaserade plaster istället. Detta då råvarorna inte konkurrerar med livsmedel och kan anses mer etiskt fördelaktigt enligt flertal respondenter.

5.4.2 Förslag på tillvägagångssätt för att främja ligninanvändning

Då det finns en återvinningsproblematik i att introducera ett nytt material kan ett alternativ vara att börja med varor som vanligtvis inte återvinns. En lösning som respondent 6 lyfte fram är att tillverka hårdplaster av lignin då hårdplaster ändå inte går att återvinna. De flesta hårdplaster är slitstarka och används till bland annat rör, tankar och båtskrov (Olofsson, 2020). Sköra hårdplaster används ofta som bindemedel till någon fiber, där glasfiber är vanligast (Eldupphör AB, 2021). Dessa applikationer kan även tänkas tillåta ligninets sämre egenskaper såsom mörk färg och otrevlig lukt. Produkter som normalt inte återvinns men är gjorda av termoplaster passar också som användningsområde, då detta inte skulle störa återvinningsflödet. Exempel på sådana produkter är toaborstar, färgburkar eller handtag till verktyg.

I en intervju framför respondent 2 värdet av kommunikation och samarbete högre upp i näringskedjan i sin intervju. Enligt respondenten är det viktigt att göra analyser om hur det påverkar priset för slutanvändaren om kostnaden för råvaran stiger med en viss procent. Respondenten menar att om det inte finns någon vilja hos slutanvändaren att betala ett högre slutpris, kommer inte aktören tidigt i näringskedjan kunna betala det högre råvarupriset. Den enda inkomstkällan som finns är slutkunden och därmed behöver vinsten delas upp mellan de olika delarna av kedjan för att inkludera alla parterna från råvara till slutprodukt, som ett nätverksperspektiv (Jonsson & Mattsson, 2016). Teorin nätverksperspektiv innebär att skapa

relationer med aktörer i hela näringskedjan vilket skapar konkurrens mellan näringskedjor istället för mellan företagen i sig (Wellenbrock, 2013). Genom att samarbeta inom näringskedjan tas besluten för att skapa värde för hela kedjan, och inte för enskilda företag (Jonsson & Mattsson, 2016). Respondent 5 förklarar dock att i dagsläget är inte aktören som säljer till konsumenten intresserad av vad producentens produktionskostnad har varit. Respondenten förklarar istället att aktören värderar vad konsumenten är villig att betala extra för produkten då den är biobaserad, och att inkomsten sedan snarare kommer till den sista aktören än till producenten som fick betala det högre råvarupriset. Enligt respondent 5 fungerar marknadsekonomin idag sådan att aktörer jämför olika producenter för att sedan välja den billigaste, istället för att tillsammans bygga upp relationer i hela näringskedjan och på så sätt dela upp vinsten jämt mellan aktörerna.

För att kunna främja lignin på marknadens föredras alltså ett nätverksperspektiv. Detta behövs inte bara för att vinsten skall kunna fördelas jämt mellan de olika aktörerna utan även för att aktörerna tillsammans skall kunna bestämma vilken teknisk specifikation som krävs för att främja den tekniska utvecklingen, och på så sätt skapa en så bra plastprodukt som möjligt. Genom detta samarbetet skulle nya tekniska möjligheter kunna nås, och på så sätt skulle den tekniska barriären orsakad av brist på kunskap kunna minskas. Ligninbranschen i sig skulle också bli mer konkurrenskraftig gentemot den fossilbaserade branschen.

Användandet av styrmedel bör implementeras för att korrigera det marknadsmisslyckande som råder (Naturvårdsverket, 2012), vilket uppmärksammas av flera av respondenterna då konsumenterna inte förstår värdet av plastprodukter. Enligt respondent 4 avspeglar inte priset de negativa konsekvenser det har på miljön; det är för billigt. Det fossila primära material som flera av dagens plaster produceras av, har gett upphov till externa effekter på miljön vilket inte avspeglar sig i priset på plastvarorna (Sveriges Riksdag, 2017). Styrmedel bör användas för att ändra aktörers beteende och för att resurser skall användas mer effektivt ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. Dessa kan delas in i de fyra huvudgrupperna administrativa styrmedel, ekonomiska styrmedel, informativa styrmedel och forskning (Naturvårdsverket, 2012).

Flera av respondenterna tar upp att produkter av ligninbaserad plast skulle bli dyrare och betalningsviljan hos konsumenterna behöver därför öka. Detta skulle kunna åstadkommas genom informativa styrmedel i form av utbildning och rådgivning (Naturvårdsverket, 2012).

Informativa styrmedel kan användas för att öka människors medvetenhet och till kategorin ingår även “nudging”, som avser att påverka konsumenters beteende genom att påverka sammanhanget som konsumentens beslut tas vid och den informationen som konsumenten baserar sitt beslut på (Naturvårdsverket, 2015). Informativa styrmedel bör som strategi användas för att främja valet av ligninbaserade produkter framför fossila plastprodukter trots ett förväntat högre pris. Det bör dessutom användas i kombination med andra styrmedel då det framförallt fyller en funktion i att öka acceptansen för införandet av administrativa och ekonomiska styrmedel (Naturvårdsverket, 2012).

Under intervjuerna framkom även att det inom marknaden för lignin råder en form av “waiting game” där respondent 1 menar på att ingen vill vara först med ett nytt material innan det säkerställts att en efterfrågan finns. Ett “waiting game” innebär att aktörerna väljer att vänta på att någon annan ska vara den första på marknaden, för att låta dem ta på sig kostnaderna som kommer i att etablera sig tidigt (Granstrand, 2018). Det råder ett “early mover disadvantage” eftersom omställningen till biobaserad plast är dyr, menar flera respondenter. För att minska denna kan ekonomiska styrmedel användas i form av subventioner.

Subventioner är statliga, ekonomiska bidrag som finns till för att stödja konsumtion eller produktion av den subventionerade varan (Nationalencyklopedin, u.d. k). Denna typ av ekonomiska styrmedel nämndes i ett flertal intervjuer som ett sätt att främja användandet av lignin. Subventioner i konsumtionen används för att öka spridningen av en produkt (Granstrand, 2018). Eftersom flera respondenter menar att det idag inte finns någon vedertagen slutprodukt av lignin, kan det argumenteras att denna typ av subventioner alltså kan komma att bli relevant först i ett senare skede. Subventioner till producenter syftar istället till att främja utvecklingen av en innovation (Granstrand, 2018), vilket flera respondenter menade var något som skulle skapa incitament för vidare utveckling av ligninbaserade material. Ett förslag på tillvägagångssätt är alltså att inleda med subventioner till producenter för att skapa en slutprodukt av lignin. Denna slutprodukt kan senare subventioneras för konsumenter med anledning att öka spridningen av denna.

Ett annat möjligt verktyg för att främja utveckling och innovation, likt nya alternativa material, är att använda sig av offentlig upphandling. Den offentliga sektorn kan i sin roll som aktiv beställare påverka marknaden och bidra till att utveckla lösningar på viktiga samhällsutmaningar (Upphandlingsmyndigheten, u.d. a). Detta på grund av att myndigheter

bland annat ofta köper in i stora volymer. Eftersom Sverige har som mål att bli det första fossilfria världsfärdslandet (Regeringen, 2015), finns därför anledning för offentlig sektor att lägga stor vikt på gröna alternativ vid olika materialköp. Detta kallas för hållbar upphandling. Definitionen av en hållbar upphandling är att organisationen tar hänsyn till samhället i sin helhet, skador på miljön samt sociala aspekter istället för eventuella ekonomiska fördelar (Upphandlingsmyndigheten, u.d. b). På så vis gynnas hela samhället samt miljön av högre hållbarhetskrav vid offentlig upphandling.

Förslaget att rikta sig till offentlig upphandling kom framförallt från respondent 5 och 3. Respondent 5 är VD på ett företag som profilerar sig som ett miljövänligt plastföretag. De försöker få fram nya material med mindre koldioxidavtryck än redan existerande produkter. Deras biobaserade lösningar kostar ungefär 30 procent mer än de fossila alternativen. Angående offentlig upphandling menar respondent 5 att det styrs till 90 procent av pris och att de biobaserade plasterna idag är för dyra. Om offentlig sektor i större utsträckning ägnar sig åt hållbar upphandling ser de till helhetens vinning istället för till priset, vilket kan främja biobaserad plast. Respondenten misstänker dock att biobaserade alternativ kommer bli billigare i framtiden tack vare kommersialisering och skalfördelar om efterfrågan fortsätter öka. Därmed kan biobaserad plast det bli ett mer attraktivt val vid offentlig upphandling.

Respondent 3 misstänker att den främsta anledningen varför offentliga verksamheter inte köper in mer biobaserade material är relaterat till kunskapsbrist, snarare än pris. Respondenten berättar om sitt projekt där de vänder sig till just offentliga verksamheter i kommuner och regioner för att anordna seminarierträffar för att öka kunskapen. Bristen på kommunikation sker främst mellan leverantörer och kommuner där missförstånd lätt kan uppstå, menar respondenten. Därför kan en förbättrad kommunikation underlätta omställningen och öka drivkraften till att välja biobaserade material.

6. Diskussion

Studien har visat att barriärerna som försvårar användningen av ligninbaserad plast främst är av teknisk karaktär. Efterfrågan på biobaserade plaster är stor, men lignin ligger efter i utvecklingen jämfört med andra biobaserade alternativ enligt respondent 4. Det är endast ett fåtal företag på den svenska marknaden som använder lignin som material, detta framförallt då nödvändig kunskap om lignin och lämpliga användningsområden saknas (se avsnitt 5.2.2).

Ligninets färg och odör har av gruppen konstaterats vara den största barriären som hindrar ligninbaserad plast, framförallt när det kommer till kommersiella slutprodukter. Detta då samtliga respondenter beskrivit framförallt den mörka färgen som ett stort problem under intervjuerna. För användningsområden inom industrin kan färg och odör anses vara av mindre vikt. Istället lyfts ligninets nedbrytbarhet upp som ett stort problem, framförallt då kunskapen om detta brister. Inom industrin är livslängden på plasten en viktig aspekt vid inköp, men idag finns inte kunskapen om hur pass snabbt lignin bryts ned enligt intervjurespondenterna.

I dagsläget är tillgången på lignin större än dess efterfrågan (Lignin Industries, u.d.), vilket även styrktes av intervjuaren. Detta innebär att det behövs en attraktiv produkt som gör att producenter inom branschen vill tillverka lignin. Med andra ord krävs det en slut applikation innan produktion sker, där man skapar en efterfrågan av ligninets slutprodukt. Utan en slutprodukt är kunder inte beredda att betala, vilket medför att det redan från början är meningslöst att framställa lignin. Ett exempel med en dieselmotor diskuterades under en av intervjuerna. Respondenten talade om att dieselmotorn ursprungligen utvecklades till växtolja och att det nuförtiden inte finns någon riktig drivkraft; "det finns ingen dieselmotor utvecklad för lignin ännu". Vidare förklarade responderten att ingen vill påbörja en ligninprocess, då man som producent liksom konsument inte vet vad det skall användas till.

För att uppnå en hållbar plastanvändning bör det övergripande fokuset ligga på en effektiv plaståtervinning enligt respondent 4 och på så vis uppnå ett cirkulärt system och utnyttja det material som redan finns i plastflödet. Däremot kommer det vara nödvändigt att fortfarande tillföra ny plast i systemet för att möta efterfrågan på plastprodukter, samtidigt som återvinningsteknikerna inte är helt cirkulära utan kräver att en viss del tillförs i systemet (Stena Recycling, u.d.). Den nya tillförda delen bör lämpligtvis vara biobaserad för att uppnå en mer hållbar plastproduktion enligt de kriterier studien förhåller sig till (se avsnitt 5.1). Som tidigare

nämnt består dagens plastproduktion endast av en procent biobaserade plaster (Lavebratt, 2021). Denna andel behöver öka för att uppnå kriterierna. De biobaserade plasterna som huvudsakligen används idag tillverkas av råvaror som också används som föda, och därmed konkurrerar de med livsmedel (Lavenbratt, 2021). Här uppfyller ligninet en funktion och uppnår, till skillnad från de andra biobaserade platserna, hållbarhetskriteriet “Undvika plasttillverkning baserat på ätbara råvaror som konkurrerar med livsmedel”. Om den svenska skogen skulle utnyttjas som råvara i större utsträckning skulle detta innebära att flera av studiens hållbarhetskriterier skulle uppfyllas. Framförallt tillgodoses kriterierna “Effektivt nyttjande av naturresurser”, “Undvika användandet av fossila råmaterial för plastproduktion” och “Minskade utsläpp av växthusgaser”.

Ligninet möter dock problem kring att uppnå kriteriet “Återhämta sekundärt råmaterial för att tillåta alla människor att uppfylla sina behov”, eftersom att det i dagsläget inte går att återvinna enligt flera av respondenterna. Dessutom förväntas det skapa generell problematik eftersom att lignin inte får blandas med andra plastmaterial vid återvinning, bland annat på grund av att det är nedbrytbart. Materialet skulle därmed kräva ett enskilt återvinningsflöde, vilket kan vara svårt att få till.

Plast används i en rad olika applikationsområden och är en väsentlig komponent för det moderna samhället (Andrady & Neal, 2009). Därmed är plast ett nödvändigt material men som även bidrar till stora problem, bland annat läckage och utsläpp (Naturvårdsverket, 2020b; Naturvårdsverket, 2020c). Hållbarhetskriteriet för välmående syftar bland annat till att förse nödvändigt material, såsom plats, där behov finns. Det innebär att den som behöver plast, ska kunna få tillgång till plast när behovet uppstår. För att möta detta kriterium och samtidigt möta kriteriet om effektivt nyttjande av naturresurser, krävs således en hållbar plastproduktion istället för att utesluta plasten helt.

För att uppnå hållbara konsumtionsmönster är det även lämpligt att produkter bör ha en lång livstid (Hållbarhetsguiden, u.d.). Detta gör lignin till ett potentiellt mindre lämpligt material eftersom att det kan vara nedbrytbart. Att använda lignin är gynnsamt ur perspektivet att råvaran är hållbar, men eftersom att ligninprodukter kan förväntas ha en kortare livslängd än produkter av andra plastmaterial kan det bidra till en ökad konsumtion och på så sätt mindre hållbara konsumtionsmönster. Marklund (2011) berättar att exakt hur snabbt ligninet bryts ner

är ännu okänt, men det går att konstatera att nedbrytningen av lignin är långsammare än för både cellulosa och hemicellulosa.

Ur studiens resultat framgår att samtliga respondenter uppger att det är nödvändigt med något slags politiskt styrmedel för att främja ligninanvändandet. Gruppen anser att i dagsläget läggs störst vikt vid de direkta faktorerna som kan påverka ligninets framgång på marknaden, såsom förbättrad teknisk prestanda. Eftersom denna strategi inte givit några större resultat för främjandet av lignin ännu, bör eventuellt mer fokus läggas vid indirekta faktorer såsom politiska incitament. Detta framgår även ur studiens resultat, där ett flertal respondenter anser denna typ av drivkraft nödvändig.

Enligt respondent 5 fungerar alltid ekonomiska incitament, men vi anser att detta endast är på kort sikt och att det istället behövs en kombination av flera incitament för att det skall fungera i längden. Detta på grund av att vi först och främst vill främja en beteendeförändring hos konsumenten, så att denne ska vilja köpa biobaserat både i större volym och till ett högre pris. I sin tur leder denna ökade betalningsvilja till att det finns mer pengar att utveckla en bättre produkt längre bak i ledet. Vi anser därmed att många incitament kan komplettera varandra.

Studien har till stor del baserats på intervjuer med respondenter inom näringslivet vilket ger en god inblick kring hur marknaden ser ut. Studien hade som ambition att jämföra ett antal plastföretag som arbetar med lignin med plastföretag som valt att inte använda lignin och därmed uppnå en förståelse för de bådars förutsättningar. Det ansågs också viktigt att intervjua företag som arbetar med lignin för att identifiera barriärerna från deras perspektiv. Respondenter från företag som arbetar med lignin har försökt att kontaktas utan svar, vilket är en svaghet med studien. Viss kunskap som dessa respondenter hade kunnat bidra med, har därav inte uppnåtts.

Efter intervjuerna framkom att etableringen av lignin var mindre än vi förväntat oss vid studiens början. Studien har visat att antalet befintliga aktörer i Sverige är få, och att det råder en avsaknad på slutprodukter där lignin är applicerbart som material. Med en mer grundlig förstudie hade detta kunnat undvikas och syftet hade kunnat anpassats för att bättre passa förutsättningarna. Diskussionen inom gruppen har ifrågasatt om lignin är så fördelaktigt som gruppen initialt trodde, eftersom flera av barriärerna i dagsläget begränsar applikationsområdena. Under intervjuerna framkom det även att för att uppnå de satta

kriterierna för en hållbar plastanvändning från avsnitt 5.1 bör fokus ligga på att effektivt återvinna den plast som redan finns i systemet.

Om gruppen enbart hade genomfört en litteraturstudie istället för att även basera rapporten på intervjuer, hade rapportens resultat troligen sett annorlunda ut. I förstudien som gjordes framkom ur litteraturen att lignin används i stor utsträckning och inom många industrier. Studiens datainsamling via enkäter och intervjuer visade istället att lignin inte är tillräckligt utvecklad för att ha en så stor utbredning som antyts i förstudien. Gruppens val av metod gav därför resultatet av en mer verklighetstrogen bild. Dessutom har gruppen reflekterat över hur arbetets resultat hade påverkats om hållbarhetskriterierna hade formulerats annorlunda. Vid analys av dagens situation i relation till kriterierna i avsnitt 5.2 samt i de delar av diskussionen där ligninet har utvärderats mot kriterierna hade resultatet förmodligen blivit något annorlunda. Barriärerna har däremot konstaterats vara de samma oavsett kriterierna och gruppen anser inte att valet av kriterier haft en betydande roll för slutresultatet.

För vidare forskning hade tillvägagångssätten för att främja lignin i avsnitt 5.4.2, kunnat undersökas i detalj, då dessa förslag nu är teoretiska och inte bevisats ha någon effekt. På så sätt hade det bästa tillvägagångssättet för ligninfrämjande kunnat konstateras och appliceras i verkligheten. För att implementera de olika incitamenten är det viktigt att veta vem som tar ansvar för dessa. Om tidigare nämnda tillvägagångssätt implementeras, skulle eventuella konsekvenser bli att efterfrågan på träråvaran ökar till följd av ökad efterfrågan på lignin. Detta får i sin tur som resultat ett ökat pris på träråvaran och det skapas en konkurrensmarknad, vilket hade kunnat diskuteras i vidare forskning.

Vidare krävs forskning kring återvinning av ligninbaserade plaster och produkter. Detta hamnar utanför ramen av detta arbete men har ändå diskuterats kort för att inte få ett vinklat resultat. En grundligare undersökning av återvinningsmöjligheterna hade varit nödvändig för att ytterligare kunna motivera valet av ligninbaserad plast. Dessutom är en undersökning kring ligninets potentiella nedbrytbarhet nödvändig för att möjliggöra industrialisering och kommersialisering av ligninbaserad plast.

7. Slutsats

Studien har visat på att de största barriärerna som hindrar ligninbaserade plaster från att ersätta fossilbaserade plaster i Sverige är materialets färg, lukt och återvinningsproblematik. För slutprodukter inom industrin spelar nedbrytbarheten av ligninbaserade material stor roll. Det är alltså främst de tekniska barriärerna som förhindrar utbredningen. Vidare är avsaknad av en lämplig slutprodukt en barriär som gör en storskalig produktion olönsam idag. Studiens resultat tyder på att politiska styrmedel har störst potential att främja användandet av ligninbaserad plast. Dessa styrmedel kan behövas för att minska tröskeln av att vara tidig in på marknaden, så kallat “early mover disadvantage”, samt för att skapa riktlinjer kring vad som klassas som biobaserat.

Respondenterna har vittnat om att en efterfrågan finns för nya biobaserade plaster men att lignin ligger efter i utvecklingen jämfört med redan etablerade material. Däremot har lignin fördelen att materialet inte konkurrerar med livsmedel som många andra biopolymerer gör, samt att det förekommer som en restprodukt från pappersmassaindustrin.

Avslutningsvis krävs vidare forskning för att undersöka återvinning och nedbrytbarhet av ligninbaserad plast. Dessutom bör det undersökas vilka praktiska effekter de föreslagna incitamenten och tillvägagångssätten har.

Referenslista

Andrady, A. L., & Neal, M. A. (2009). Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1977–1984. Hämtat 2021-03-07 från:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2873019/>

Bioenergi (u.d.). *LignoBoost-anläggning från Valmet överlämnad till Stora Enso*. Hämtat 2021-05-02 från:

<https://bioenergitidningen.se/teknik-utrustning/lignoboost-anlaggning-fran-valmet-overlamnad-till-stora-enso>

Blomhäll, T. (2015). *Lignol*. Hämtad 2021-05-10 från:

<https://teslaclubsweden.se/lignol/>

Blomkvist, P. & Hallin, A. (2015). *Metod för teknologer: examensarbete enligt 4-fasmodellen*. Lund: Studentlitteratur AB.

Brebu, M., & Vasile, C. (2009). Thermal degradation of lignin—a review. *Cellulose Chemistry & Technology*, 44(9), 353. Hämtat 2021-03-08 från:

[https://www.cellulosechemtechnol.ro/pdf/CCT9\(2010\)/P.353-363.pdf](https://www.cellulosechemtechnol.ro/pdf/CCT9(2010)/P.353-363.pdf)

Bryman, A. & Bell, E. (2005). *Företagsekonomiska forskningsmetoder*. Malmö: Liber.

Chen, H. (2015). Lignocellulose biorefinery feedstock engineering. *Lignocellulose Biorefinery Engineering, 1st ed.*; Woodhead Publishing: Cambridge, UK, 37-86. Hämtat 2021-03-06 från:

<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/kraft-lignin>

Eldupphör AB (2021). *Härdplast, användningsområden och risker*. Hämtat 2021-04-27 från:

<https://eldupphor.se/hardplast/>

Energimyndigheten (2020). *Lignin - en restprodukt för nya användningsområden*. Hämtat 2021-04-27 från:

<https://www.energimyndigheten.se/arkiv-for-resultat/Resultat/lignin-en-restprodukt-redo-for-nya-anvandningsomraden/>

Europeiska kommissionen (u.d.). *Raw materials*. Hämtat 2021-05-11 från:

https://ec.europa.eu/environment/green-growth/raw-materials/index_en.htm

FN (u.d.). *Agenda 2030 och de globala målen för hållbar utveckling*. Hämtat 2021-02-08 från: <https://fn.se/vi-gor/vi-utbildar-och-informerar/fn-info/vad-gor-fn/fns-arbete-for-utveckling-och-fattigdomsbekampning/agenda2030-och-de-globala-malen/>

Folkesson, M. (2019). *Bioplast - ett ord med många betydelser*. Hämtat 2021-02-08 från:

<https://www.plastnet.se/article/view/689761/bioplast-ett-ord-med-manga-betydelser>

Folkesson, M. (2021). *Lignin blir plast*. Hämtat 2021-03-07 från:

<https://www.skog-supply.se/article/view/781927/lignin-blir-plast>

Giddens, A. (2009). *Politics of climate change*. Polity. Hämtat 2021-03-03 från:

https://books.google.se/books?hl=sv&lr=&id=yXJKxmd2tWgC&oi=fnd&pg=PR1&ots=Te6QjQ4kkg&sig=N-pFUrXyZqVa1RZgtihqw4UCqQg&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Globala målen (2017). *Vad betyder hållbar utveckling?*. Hämtad 2021-05-01 från:

<https://www.globalamalen.se/fragor-och-svar/vad-betyder-hallbar-utveckling/>

Granstrand, O. (2018) *Industrial Innovation Economics and Intellectual Property (7th edition)*. Göteborg: Svenska Kulturkompaniet.

Holm, A. & Niklasson, R. (2018). *The effect on wood components during soda pulping; Pretreatment and pulping of forest residues in a biorefinery concept*. Chalmers tekniska högskola. Hämtat 2021-05-04 från:

<https://odr.chalmers.se/bitstream/20.500.12380/254920/1/254920.pdf>

Holmberg, J., & Larsson, J. (2018). A sustainability lighthouse—supporting transition leadership and conversations on desirable futures. *Sustainability*, *10*(11), 3842. Hämtat 2021-03-06 från:

<https://doi.org/10.3390/su10113842>

Huang, J., Fu, S., & Gan, L. (Eds.). (2019). *Lignin chemistry and applications*. Elsevier. Hämtat 2021-03-04 från:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128139417000023#s0130>

Hållbarhetsguiden (u.d.) *Produkt*. Hämtat 2021 -05-01 från

<https://hallbarhetsguiden.se/ekodesign/produkt/>

IKEM (u.d.). *Utveckling av en hållbar livsstil*. IKEM. Hämtat 2021-03-07 från:

https://www.ikem.se/globalassets/ikem-skola/dokumentfiler/plastkunskap-for-grundskolan/5_hallbar_livsstil.pdf

Jakten på plast (u.d.) *Om plast*. Hämtat 2021-05-09 från:

<http://www.xn--jaktenpplasten-rib.se/om-plast/>

Johansson, C., Lagerstedt Eidrup, M.-L., Löfgren, C., Arnsvik Bjurefalk, T., Perzon, M., Ingelhart, G. (2020). *Policyrelaterade förutsättningar för en hållbar omställning till biobaserade plaster*. Göteborg: Chalmers Industriteknik. Hämtat 2021-02-08 från:

https://www.johannebergsciencepark.com/sites/default/files/Slutrapport_0.pdf

Johansson, S. (u.d.). *Hur fungerar egentligen färger? Hur fungerar*. Hämtat 2021-04-02 från:

<https://hurfungerar.se/vetenskap/fysik/farger-optik>

Jonsson, P. & Mattsson, S.-A. (2016). *Logistik - Läran om effektiva materialflöden*. 3:e upplagan Studentlitteratur AB.

Kenton, W. (2021). *Greenwashing*. Hämtat 2021-05-04

från: <https://www.investopedia.com/terms/g/greenwashing.asp>

Kihlman, J. (2021). *On the resource efficiency of kraft lignin extraction* (Doctoral dissertation, Karlstads universitet). Hämtat 2021-03-06 från: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1503636/FULLTEXT02.pdf>

Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A., & Hekkert, M. (2018). Barriers to the circular economy: evidence from the European Union (EU). *Ecological Economics*, 150, 264-272. Hämtat 2021-02-22 från: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.028>

Klimat 2030 (2016). *80 förslag på insatsområden för ett fossiloberoende Västra Götaland 2030*. Hämtat 2021-02-10 från: <https://klimat2030.se/content/uploads/2017/10/80-forslag-pa-insatsomraden-for-ett-fossiloberoende-vastra-gotaland-2030pdf.pdf>

Kvainauskas, D. & Johansson, M. (2018). *Biodrivmedel från lignin*. Hämtat 2021-05-04 från: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1236619/FULLTEXT01.pdf>

Lavebratt, H. (2021). AMB Academy. Hämtat från Finns det miljömässigt hållbar plast? Hämtat 2021-03-01 från: <https://amb.se/2021/01/20/finns-det-miljomassigt-hallbar-plast/>

Li, T., & Takkellapati, S. (2018). The current and emerging sources of technical lignins and their applications. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 12(5), 756-787. Hämtat 2021-05-10 från: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6134873/>

Lignin Industries (2021). *RenCom starts production of lignin-based material Renol®, to replace fossil-based plastics, with a capacity of more than 1000 tonnes/year*. Hämtat 2021-03-07 från: <https://www.lignin.se/news/2021/2/22/rencom-starts-the-production-of-its-lignin-based-material-renol-to-replace-fossil-based-plastics-with-a-capacity-of-more-than-1000-tonnesyear>

Lignin Industries (u.d.). *Lignin*. Hämtat 2021-03-07 från: <https://www.lignin.se/faq>

Ligno City (u.d.). *Miljövänlig råvara med stora möjligheter*. Hämtat 2021-02-07 från:
<https://lignocity.se/om-oss/vad-ar-lignin/>

Lilja, B. (u.d.). *Explorativ undersökning*. Expowera. Hämtat 2021-02-10 från:
https://www.expowera.se/attkunna/explorativ_undersokning.htm

Lindmark, J. (2008). *Anaerob nedbrytning av TNT: Ett bioreaktor försök på Vingåkersverken*. Hämtat 2021-05-21 från:
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:127736/FULLTEXT01.pdf>

Manneteg, A. (2015). *Biobaserade livsmedelsförpackningar*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. Hämtat 2021-05-09 från:
https://stud.epsilon.slu.se/8635/7/manneteg_a_151124.pdf

Marklund, A. K. (2011) *Variation i temperaturrespons (Q_{10}) vid nedbrytning av biopolymerer*. Hämtat 2021-05-10 från: https://stud.epsilon.slu.se/2550/1/Marklund_A-K_110504.pdf

Mathleaks (u.d.). *Skalfördelar*. Hämtad 2021-05-10 från:
<https://mathleaks.se/utbildning/kb/begrepp/skalfordelar>

Nationalencyklopedin (u.d. a). *Amorfa material*. Hämtad 2021-05-11 från:
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/amorfa-material>

Nationalencyklopedin (u.d. b). *Fenol*. Hämtat 2021-05-04 från: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/fenol>

Nationalencyklopedin (u.d. c). *Härdplast*. Hämtat 2021-05-04 från:
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/hardplast>

Nationalencyklopedin (u.d. d) *Azofärgämnen*. Hämtat 2021-05-04 från:
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/azofargamnen>

Nationalencyklopedin (u.d. e) *Monomer*. Hämtat 2021-05-04 från:

<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/monomer>

Nationalencyklopedin (u.d. f) *Polydispersitet*. Hämtat 2021-05-04 från:

<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/polydispersitet>

Nationalencyklopedin (u.d. g). *Polymer*. Hämtat 2021-05-04 från:

<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/polymer>

Nationalencyklopedin (u.d. h). *Termoplast*. Hämtad 2021-05-11 från:

<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/termoplast>

Nationalencyklopedin (u.d. i). *Plast*. Hämtat 2021-02-05 från:

<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/plast>

Nationalencyklopedin (u.d. j). *Homopolymer*. Hämtat 2021-05-04 från:

<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/homopolymer>

Nationalencyklopedin (u.d. k). *Subvention*. Hämtat 2021-04-27 från:

<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/subvention>

Naturskyddsföreningen (u.d. a). *Allt du (inte) vill veta om plast*. Hämtat 2021-05-07 från:

<https://www.naturskyddsforeningen.se/allt-du-inte-vill-veta-om-plast>

Naturvårdsverket (2012). *Styrmedel för att nå miljö kvalitetsmålen - En kartläggning*. Hämtat 2021-04-27 från:

<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6415-0.pdf>

Naturvårdsverket (2015). *Styrmedel för hållbar konsumtion - Perspektiv från ett urval av utvärderingar*. Hämtat 2021-04-27 från:

<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6658-1.pdf?pid=14533>

Naturvårdsverket (2020a). *De vanligaste kategorierna av externa effekter inom miljöområdet.*

Hämtat 2021-05-04 från: <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Samhallsekonomisk-konsekvensanalys/Vad-ar-miljoproblemet/Fordjupat-stod/Kategorier-av-externa-effekter/>

Naturvårdsverket (2020b). *Fördelar och utmaningar med plast.* Hämtat 2021-04-02 från:

<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Plast/Ar-plast-bra/>

Naturvårdsverket (2020c). *Skatt på fossila plastråvara och plastprodukter kan bidra till minskade koldioxidutsläpp.* Hämtat 2021-05-02 från:

<https://www.naturvardsverket.se/Nyheter-och-pessmeddelanden/Skatt-pa-fossil-plastravara-och-plastprodukter-kan-bidra-till-minskade-koldioxidutslapp-/>

Naturvårdsverket (2020d). *Hållbar plastanvändning.* Hämtat 2021-02-07 från:

<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Plast/Hallbar-plastanvandning/>

Nilsson, L. (2018). *Biobaserade barriärmaterial.* Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.

Hämtat 2021-03-01 från:

https://stud.epsilon.slu.se/13726/1/nilsson_1_180822.pdf

Nordic Plastic Group (u.d.). *Materialpyramid termoplaster.* Hämtat 2021-04-22 från:

<https://www.npgroup.se/om-plast/materialpyramid-termoplaster/>

Obminska, A (2020). *Studie: Biobaserad plast kan vara lika skadlig som annan plast.*

Hämtad 2021-04-20 från: <https://www.nyteknik.se/miljo/studie-biobaserad-plast-kan-vara-lika-skadlig-som-annan-plast-7004260>

Olofsson, N. (2020). *Vad är härdplast.* Hämtat 2021-04-27 från:

<https://www.thinfilm.se/vad-ar-hardplast/>

Plastformning (u.d.). *Materialval, varför plast?* Hämtat 2021-02-10 från:

<http://www.plastformning.se/materialval>

Pröckl, E. (2015). *Kolfiber erövrar bilindustrin på riktigt*. Hämtad 2021-05-10 från: <https://www.nyteknik.se/nyheter/kolfiber-erovrar-bilindustrin-pa-riktigt-6344757>

Regeringen (2015). *Målet är ett fossilfritt Sverige*. Hämtat 2021-02-06 från: https://www.regeringen.se/4add1a/contentassets/790b8b0d7c164279a39c9718ae54c025/faktablad_fossilfritt_sverige_webb.pdf

RenFuel (u.d.). *Biobaserad plast av skogens lignin*. Hämtat 2021-02-08 från: <https://renfuel.se/material/>

Richard, T. (1996). The effect of lignin on biodegradability. *Cornell composting*. Hämtat 2021-03-07 från: <http://compost.css.cornell.edu/calc/lignin.html>

RISE (2019). *Lignin på frammarsch med svensk teknik*. Hämtat 2021-03-06 från: <https://www.ri.se/sv/berattelser/lignin-pa-frammarsch-med-svensk-teknik>

RISE (u.d.). *Ligninvetenskap - produkter och processer*. Hämtat 2021-02-10 från: <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/expertiser/ligninvetenskap>

Rousk, J. (2015). *Svampar och bakterier påverkar framtida klimatmodeller*. Lunds universitet. Hämtat 2021-03-03 från: <https://www.forskning.se/2015/08/27/svampar-och-bakterier-paverkar-framtida-klimatmodeller/#>

SCB (2021). *Återvinning av förpackningar i Sverige*. Hämtat 2021-05-10 från: <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/miljo/atervinning-av-forpackningar-i-sverige/>

Shrivastava, A. (2018). *Introducing to Plastics Engineering*. Hämtad 2021-05-11 från: <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/glass-transition-temperature>

Sidharthan, A., & Westerlund, H. (2019). *Challenges to Sustainable Plastic Recycling*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola. Hämtat 2021-02-27 från:
<https://odr.chalmers.se/bitstream/20.500.12380/300372/1/Sidharthan%20Westerlund.pdf>

Skogen (u.d.). *Sönderdelning, mineralisering, sönderdelning*. Hämtat 2021-03-05 från:
<https://www.skogen.se/glossary/nedbrytning-mineralisering-fornanedbrytning>

Skogsindustrierna (u.d.). *Sveriges och världens skogar*. Hämtat 2021-02-10 från:
<https://www.skogsindustrierna.se/om-skogsindustrin/branschstatistik/sveriges-och-varldens-skogar/>

Souza, R., Gomes, F., Brito, E., Lelis, R., Batalha, L., Santos, L., Junior, DL. (2020). *A review on lignin sources and uses*. J Appl Biotechnol Bioeng. Hämtat 2021-03-06 från:
<https://medcraveonline.com/JABB/JABB-07-00222.pdf>

Stena Recycling (u.d.). *Återvinning av plast*. Hämtat 2021-05-04 från:
<https://www.stenarecycling.se/hallbar-atervinning/atervinning-av-material/plastatervinning/>

Stewart, D. (2008). Lignin as a base material for materials applications: Chemistry, application and economics. *Industrial crops and products*, 27(2), 202-207. Hämtat 2021-02-11 från:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669007001094>

Stora Enso (u.d.). *Lignin*. Hämtat 2021-02-08 från:
<https://www.storaenso.com/sv-se/products/lignin>

Svensk Plastindustiförening (u.d.). *Bioplaster*. Hämtat 2021-03-07 från:
<https://www.svenskplast.org/bioplaster/>

Sveriges Riksdag (2017). *Minskade negativa miljöeffekter från plast*. Kommittédirektiv 2017:60. Hämtat 2021-04-27 från:
https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/kommittedirektiv/minskade-negativa-miljoeffekter-fran-plast_H5B160

TermoLab (2021). *Termomekanisk analys (TMA)*. Hämtat 2021-04-06 från:

<https://www.termolab.se/termomekanisk-analys-tma/>

Tomić, N. Z. (2020). *Thermal studies of compatibilized polymer blends*. Hämtat 2021-05-11

från: <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/thermal-stability>

Toolan, T. (2012). *The problem with backcasting*. The Evollution. Hämtat 2021-04-17 från:

<https://evollution.com/opinions/the-problem-with-backcasting/>

Upphandlingsmyndigheten (u.d. a). *Innovation i upphandling*. Hämtat 2021-04-27 från:

<https://www.upphandlingsmyndigheten.se/innovation-i-upphandling/>

Upphandlingsmyndigheten (u.d. b) *Innovation i upphandling*. Hämtat 2021-04-27 från:

<https://www.upphandlingsmyndigheten.se/om-hallbar-upphandling/>

Valmet (2021a). *Lignoboost® - lignin from pulp mill black liquor*. Hämtat 2021-05-10 från:

<https://www.valmet.com/pulp/other-value-adding-processes/lignin-separation/>

Valmet (2021b). *LignoBoost® - the process*. Hämtat 2021-03-06 från:

<https://www.valmet.com/pulp/other-value-adding-processes/lignin-separation/lignoboost-process/>

Wallteg, B. (2016). *Vad skiljer bioplast från fossil plast?* Hållbarhetsverige. Hämtat 2021-02-05 från:

<https://www.hallbarhetsverige.se/miljo/vad-skiljer-en-bioplast-fran-en-fossil-plast/>

Wang, C., Kelley, S. S., & Venditti, R. A. (2016). Lignin-based Thermoplastic Materials.

ChemSusChem, 9(8), 770-783. Hämtat 2021-03-07 från:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27059111/>

Wang, J., Deng, Y., Qian, Y., Qiu, X., Ren, Y., & Yang, D. (2015). Reduction of lignin color via one-step UV irradiation. *Green Chemistry*, 18(3), 695-699. Hämtat 2021-03-02 från:

<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/GC/C5GC02180D#!divAbstract>

Wellenbrock, M. (2013). *The Network Theory in Supply Management*. Hämtat 2021-04-27 från: [https://essay.utwente.nl/63478/1/Bachelor thesis Maike Wellenbrock s1136488.pdf](https://essay.utwente.nl/63478/1/Bachelor%20thesis%20Maike%20Wellenbrock%20s1136488.pdf)

Wendick, C. (2021). *EU:s förslag att ta bort skog på listan över hållbara investeringar oroar Sverige*. SVT Nyheter. Hämtat 2021-04-07 från: <https://www.svt.se/nyheter/eu-s-forslag-att-ta-bort-skog-pa-listan-over-hallbara-investeringar-oroar-sverige>

Wibax (2021). *Lignosulfanoat*. Hämtat 2021-03-06 från: <https://wibax.com/produkter/lignosulfonat/>

Winholtz, R. (2001). *Residual Stresses: Macro and Micro Stresses*. Hämtat 2021-03-01 från: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/deformation-temperature>

Bilagor

Bilaga 1: Enkätfrågor

Det inledande avsnittet besvarades av samtliga respondenter. Beroende på respondentens svar där skickas hen vidare till motsvarande avsnitt. Det avslutade avsnittet "Intervju" besvarades av samtliga respondenter.

Teckenförklaring:

- Respondenten förväntas välja endast ett alternativ.
- Respondenten har möjlighet att välja flera alternativ.

Inledande avsnitt

Välj det alternativet som bäst stämmer in på dig.

- Kunnig inom lignin och bioplast.
- Arbetar på företag som hanterar lignin.
- Arbetar på företag som INTE hanterar lignin.

Kunnig inom lignin och bioplast

Varför används lignin som material enligt dig? Välj max 4 alternativ.

- Biobaserat
- Ekonomisk fördelaktighet
- Tekniska fördelar
- Hållbar profil
- Efterfrågan från kunder
- God tillgång/outnyttjad resurs
- Etiska skäl
- Politiska skäl
- Vet ej
- Annat ...

Vilken natur har den främsta barriären som hämmar användandet av lignin enligt dig?

- Teknisk (materialegenskaper, bristande kunskap, etc.)
- Ekonomisk (dyrt, bristande efterfrågan, omställning, etc.)
- Politisk (policies, regleringar, etc.)
- Vet ej
- Annat ...

Motivera ditt val från föregående fråga.

Vad skulle främja användandet av lignin?

Vilken typ av politiska styrmedel tror du hade kunnat skapa incitament för ökad användning av lignin?

- Subventioner
- Skatteavdrag
- Lagstiftning
- Skatter och avgifter
- Informativa styrmedel

Är det något du skulle vilja tillägga kring ämnet som enkäten inte tagit upp?

Arbetar på företag som hanterar lignin

Hur många anställda (cirka) är det på företaget du arbetar på?

Varför används lignin som material enligt dig? Välj max 4 alternativ.

- Biobaserat
- Ekonomisk fördelaktighet
- Tekniska fördelar
- Hållbar profil
- Efterfrågan från kunder
- God tillgång/outnyttjad resurs
- Etiska skäl
- Politiska skäl
- Vet ej
- Annat ...

Vilken natur har den främsta barriären som hämmar användandet av lignin enligt dig?

- Teknisk (materialegenskaper, bristande kunskap, etc.)
- Ekonomisk (dyrt, bristande efterfrågan, omställning, etc.)
- Politisk (policies, regleringar, etc.)
- Vet ej
- Annat ...

Motivera ditt val från föregående fråga.

Vad skulle främja användandet av lignin?

Vilka typer av kunder riktar ni er till?

- Företag
- Privatpersoner

Vilka krav ställer kunderna på biobaserad plast?

Gör ni på ert företag något för att hålla er till FN:s globala hållbarhetsmål? Information om målen finns här: <https://fn.se/globala-malen-for-hallbar-utveckling/>

Nej, väldigt lite 1 2 3 4 5 Ja, väldigt mycket

Vilka är era största utmaningar kring användandet av lignin?

Vilken typ av politiska styrmedel tror du hade kunnat skapa incitament för ökad användning av lignin?

- Subventioner
- Skatteavdrag
- Lagstiftning
- Skatter och avgifter
- Informativa styrmedel

Är det något du skulle vilja tillägga kring ämnet som enkäten inte tagit upp?

Arbetar på företag som INTE hanterar lignin

Hur många anställda (cirka) är det på företaget du arbetar på?

Vilka typer av kunder riktar ni er till?

- Företag
- Privatpersoner

Vilka krav ställer kunderna på biobaserad plast?

Gör ni på ert företag något för att hålla er till FN:s globala hållbarhetsmål? Information om målen finns här: <https://fn.se/globala-malen-for-hallbar-utveckling/>

Nej, väldigt lite 1 2 3 4 5 Ja, väldigt mycket

Varför tror du att ert företag inte använder lignin som material?

- För dyrt
- För låg efterfrågan
- Dyr omställning
- Inte utforskat möjligheterna
- Inte tekniskt möjligt
- Använder en annan biobaserad polymer
- Vet ej
- Annat ...

Hanterar din organisation svartlut idag?

- Ja
- Nej
- Vet ej

Om ja, varför utvinns inte lignin ur svartlut idag tror du?

Vilken typ av politiska styrmedel tror du hade kunnat skapa incitament för ökad användning av lignin?

- Subventioner
- Skatteavdrag
- Lagstiftning
- Skatter och avgifter
- Informativa styrmedel

Är det något du skulle vilja tillägga kring ämnet som enkäten inte tagit upp?

Intervju

Efter sammanställning av enkätsvar planerar vi att genomföra intervjuer för att fördjupa svaren. Intervjuerna kommer genomföras på Zoom med en tidsomfattning på cirka 30-60 minuter.

Skulle du kunna tänka dig att ställa upp på en intervju?

- Ja
- Nej
- Annat ...

Om ja, vänligen ange din mailadress här:

Bilaga 2: Intervjumall

Namn på intervjuobjekt:	
Intervjuledare:	
Datum:	

Välkommen!

Vi skulle vilja börja med att presentera varför vi gör denna rapport och vårt syfte med den. Vi skriver nu ett kandidatarbete på Chalmers tekniska högskola där syftet med studien är att undersöka ligninets användning i Sverige och att identifiera de barriärer som förhindrar dess utbredning. Detta vill vi göra genom att identifiera vilka ekonomiska och tekniska barriärer som hindrar ligninbaserade plaster från att ersätta fossilbaserade plaster i Sverige. Vidare vill vi även försöka ta reda på vilka incitament som kan sänka barriärerna för att främja ett val av ligninbaserad plast.

- **Presentera dig själv**
Berätta kort om din roll, vad du gör, hur länge du arbetat i företaget/hur länge du arbetat med lignin.
- **Presentera ditt företag och/eller avdelningen du arbetar på (för företag)**
Ge en kortfattad beskrivning av företaget

Intervjufrågor

Frågor kring svårigheter/barriärer med lignin

1. Varför används lignin som material enligt dig?
2. Vilka är svårigheterna kring användandet lignin idag?
3. Följdfråga/or:
 - Vilka är de tekniska barriärerna, kan de utvecklas?
 - Vilka är de politiska barriärerna, kan de utvecklas?
 - Vilka är de ekonomiska barriärerna, kan de utvecklas?
4. Vilken typ av politiskt styrmedel tror ni hade gett störst inverkan för att främja användandet av lignin?
5. Tror ni att informativa styrmedel mot slutkund eller politiska styrmedel i form av bidrag till producenterna i början av värdekedjan skulle ge störst effekt av en ökad utbredning av lignin-produkter? Eller kan ni se en annan lösning?

Frågor kring lignin som slutprodukt

6. Vilka användningsområden anser ni att lignin har idag?
7. Vilka nya användningsområden kan komma att finnas i framtiden?
8. Följdfråga: Vilken teknisk utveckling krävs för att nå dit?
9. Vilka tekniska egenskaper anser ni att lignin har?
10. Vilka tekniska egenskaper saknar ni hos lignin? Vad skulle kunna utvecklas?
11. Hur anser ni att förädlingsvärdet förändras under ligninets livscykel?
 - a. Råvara
 - b. Tillverkning
 - c. Slutprodukt

Frågor kring möjligheter med lignin/ligninets framtid

12. Hur tror ni efterfrågan för lignin och andra biobaserade plaster ser ut hos kunder/konsumenter idag?
13. Följdfråga: Hur tror ni att efterfrågan kommer att se ut hos kunder/konsumenter i framtiden? Mer/mindre? Tror ni att det är värt att satsa på lignin?
14. Tror ni att användandet av lignin i framtiden kommer påverka konkurrenskraften för företag på marknaden?

Frågor kring hållbar utveckling

En del i vår rapport syftar till att undersöka hur arbetet kan kopplas till FN:s globala hållbarhetsmål. <https://fn.se/globala-malen-for-hallbar-utveckling/>

15. Finns det något/några av dessa mål ni arbetar aktivt med? (För företag)
16. Följdfråga: Hur arbetar ni för att uppfylla det/dem? (För företag)

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR MILJÖSYSTEMANALYS

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2021

www.chalmers.se



CHALMERS