

Textilproduktionens miljöpåverkan

- En studie om koldioxidavtryck, vatten- och energianvändning mellan två hemtextilprodukter i bomull från olika länder

Kandidatuppsats

Jenny Tran
Linda Nguyen

<2022.12.06>



HÖGSKOLAN I BORÅS

Förord

Vi vill börja med att tacka vår handledare, Felicia Syrén, som har varit ett stort stöd och visat vägledning under hela arbetets gång. Tack till alla opponenter för värdefull respons. Sist vill vi passa på att tacka och visa uppskattning till Kid/Hemtex och alla inblandade som har gjort det möjligt för oss att genomföra arbetet.

Linda Nguyen och Jenny Tran

Program: Textil produktutveckling och entreprenörskap

Titel: Textilproduktionens miljöpåverkan - en studie om koldioxidavtryck, vatten- och energianvändning mellan två hemtextil produkter i bomull från olika länder.

Utgivningsår: 2022

Författare: Jenny Tran och Linda Nguyen

Handledare: Felicia Syrén

Examinator: Karin Högberg

Sammanfattning

Textil- och klädindustrin är identifierad som en av dem största bidragande faktorerna som frigör växthusgaser över hela världen. Produktionen har en lång och komplex försörjningskedja vilket redan från råvaruutvinning släpper ut enorma mängder växthusgaser. Den här kandidatuppsatsen går igenom hela försörjningskedjan för hemtextilsektorn vad gäller olika processer från fiber till färdiga produkter och deras miljöpåverkan. Den undersöker miljöpåverkan från olika stadier i textilprodukters livscykel från vaggan till graven. Uppsatsen belyser också konceptet och principerna för mätning av koldioxidavtryck, vatten och energianvändning för hemtextilprodukter, metoder för att mäta det och dess tillämpning i textilförsörjningskedjan. I produktens livscykelanalys beräknas avtrycket från resursutvinning (vagga) till fabriksporten (grind), i de faserna inkluderas försörjning av fiber, trim och förpackning, textiltbearbetning, transporter i produktion, lagring och förpackning, samt distribution. Syftet med arbetet är att beräkna koldioxidavtryck, vatten- och energianvändning och jämföra mellan två påslakanset i 100% bomull tillverkade i två olika länder. Studien ämnar ge en bättre förståelse kring koldioxidutsläppen och miljöpåverkan som dessa produkter frigör under produktion. För att senare kunna jämföras, analyseras och föreslå eventuella förbättringar för att minska produktionens utsläpp.

Nyckelord

Koldioxidavtryck, vattenfotavtryck, energiavtryck, Life Cycle Assessment (LCA), miljöpåverkan, hållbar textilproduktion.

Program: Textile product development and entrepreneurship

Title: The environmental impact of textile production - a study on carbon footprint, water and energy use between two home textile products in cotton from different countries.

Release year: 2022

Authors: Jenny Tran and Linda Nguyen

Supervisors: Felicia Syrén

Examiner: Karin Högberg

Abstract

The textile and clothing industry has been identified as one of the biggest contributing factors to greenhouse gas emissions worldwide. Production has a long and complex supply chain, which already emits enormous amounts of greenhouse gases from raw material extraction. This bachelor's thesis goes through the entire supply chain for the home textile sector in terms of various processes from fiber to finished products and their environmental impact. It examines the environmental impact from different stages in the life cycle of textile products from the cradle to the grave. The thesis also highlights the concept and principles for measuring carbon footprint, water and energy use for home textile products, methods for measuring it and its application in the textile supply chain. The product life cycle analysis calculates the footprint from resource extraction (cradle) to the factory gate (gate), in which phases supply of fiber, trim and packaging, textile processing, transport in production, storage and packaging, and distribution are included. The purpose of the work is to calculate the carbon footprint, water and energy use and compare between two duvet cover sets in 100% cotton made in two different countries. The study aims to provide a better understanding of the carbon dioxide emissions and environmental impact that these products release during production. In order to later be able to compare, analyze and suggest possible improvements to reduce production emissions.

Keywords

Carbon footprint, water footprint, energy footprint, Life Cycle Assessment (LCA), environmental impact, sustainable textile production.

Innehållsförteckning

1. Inledning	7
1.1. Bakgrund	7
1.2. Problematisering	8
1.3. Syfte	8
1.4. Forskningsfrågor	9
1.5. Avgränsningar	9
2. Teoretisk referensram	9
2.1. Begreppsdefinition	9
2.2. Hållbarhetsutmaningar inom textilindustrin	11
2.3. Generell bomullsodling i Egypten och Pakistan	12
2.3.1. Egypten	13
2.3.2. Pakistan	13
2.4. Effekten av textilproduktion	14
2.4.1. Koldioxidavtryck	14
2.4.2. Vattenfotavtryck	16
2.4.3. Energiavtryck	18
2.5. LCA och LCA-verktyget på textils sektorn	20
3. Metod och material	21
3.1. Metod för datainsamling	21
3.2. Material för dataanalys	22
3.2.1. Higg Index	22
3.3. GANTT-Schema	24
4. Resultat	24
4.1. Resultat av enkätundersökning	24
4.1.1. Bangladesh leverantör	24
4.1.2. Pakistansk leverantör	25
4.2. Resultat av beräkningar för material	26
4.2.1. Egyptisk bomullstyg tillverkad i Bangladesh	27
4.2.2. Pakistansk bomullstyg tillverkad i Pakistan	28
4.2.3. Jämförelse av materialproduktion mellan två leverantörer	29
4.2.4. Sammanfattning av resultat från materialproduktion	30
4.3. Resultat av beräkningar för produkt	31
4.3.1. Miljöpåverkan av påslakanset tillverkad i Bangladesh	31
4.3.2. Miljöpåverkan av påslakanset tillverkad i Pakistan	32
4.3.3. Jämförelse av produkttillverkning mellan två leverantörer	32
4.3.4. Sammanfattning av resultat från produkttillverkning	33
5. Diskussion	33
5.1. Jämförelse av produktionens miljöavtryck ur geografisk perspektiv	33
5.2. Hur miljöavtrycket kan förbättras	34
6. Utvärdering	36

6.1. Relevans	36
6.2. Validitet och reliabilitet	36
6.3. Etik och hållbarhet	36
7. Slutsats	37
7.1. Förslag till vidare forskning	38
Referenser	39
Bilagor	43
Bilaga 1. Gantt-Schema	43
Bilaga 2. Utformning av frågor	43
Bilaga 3. Datainsamling - svar från företag	47
Bilaga 4. Datainsamling - svar från egyptisk leverantör	48
Bilaga 5. Datainsamling - svar från pakistansk leverantör	53
Bilaga 6. Datainsamling - BOM påslakanset tillverkad i Bangladesh	58
Bilaga 7. Datainsamling - BOM påslakanset tillverkad i Pakistan	59
Bilaga 8. Higg Index - Product Datasheet	59

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Dagens produktion och metod vid bomullstillverkning är inte hållbar och bidrar till den globala uppvärmningen. Bomullsektorn står för en omfattande och växande andel av den globala växthusgasutsläppen, där stora mängder utsläpp sker under varje fas i produktionsprocessen (Morris 2021). Under 2019 rapporterades att nivån på koldioxidhalten i atmosfären samt andra växthusgaser stigit till nya rekord. Jordens temperatur har ökat med 0,86 grader Celsius sedan den första Earth day år 1970 (United Nations u.å.). Earth day initierades för att uppmärksamma världens miljöproblem och infaller 22 april varje år (Earth day u.å.). Klimatkrisen kräver brådskande åtgärder för att rädda liv och bevara jordens resurser. Parisavtalet, som undertecknades på Earth Day 2015 av Förenta Nationerna, syftar på att hålla en global temperaturökning under 2 grader Celsius samt stärka förmågan att hantera de negativa effekterna av klimatförändringar som mål 13 av de globala målen (United Nations 2020). Således kräver vår planet brådskande åtgärder för att säkerställa att temperaturförändringen förblir stabil och fastställa framtida generationers överlevnad. Det innebär att alla industrier, inklusive textilindustrin, som bidrar med koldioxidutsläpp kan komma att behöva göra justeringar i sin produktionskedja för att möta de globala målen (Morris 2021).

I denna studie mäts och jämförs koldioxidavtryck, vatten- och energianvändning inom en specifik gräns, mellan två påslakanset i bomull som produceras i två olika länder. Analys om koldioxidavtrycket är beräknad i kg CO₂, vattenanvändning i kubikmeter (m³) och primärenergi i Megajoule (MJ). I produktens livscykelanalys beräknas avtrycket från resursutvinning (vagga) till fabriksporten (grind). I de faserna inkluderas försörjning av fiber, trim och förpackning, textil bearbetning, transporter i produktion, lagring och förpackning, samt distribution. När klimatkrisen hamnade högst upp på konsumenternas agendor blev det allt vanligare att företag beräknar och kommunicerar sina koldioxidavtryck. Studien föreslogs av ett hemtextilföretag som är medveten om industrins miljöpåverkan och marknadens ökade uppmärksamhet på miljöfrågor. De önskar därför få studien genomförd för att bidra till deras arbete mot en mer hållbar bransch. Minskningen av koldioxidavtryck är ett viktigt ämne idag där effektiv mätning och begränsning av utsläpp är avgörande för att skydda vår planet. Huvudsyftet med arbetet är att beräkna och granska koldioxidavtrycket för att exemplifiera metoder som stödjer företagets miljöpolicy framåt och beräkningar för deras framtida produkter.

1.2. Problematisering

Den globala uppvärmningen utgör ett hot mot den naturliga miljön och ekonomiska utvecklingen. Många studier har visat att den främsta orsaken till den globala uppvärmningen är de ökade utsläppen av växthusgaser (GHG) som orsakas av bland annat textil- och klädproduktion. Textil- och klädindustrin är identifierad som en av de största bidragande faktorerna vilka frigör växthusgaser över hela världen (Rana, Pichandi, Karunamoorthy, Parveen & Fanguero 2015). Koldioxidavtryck speglar de växthusgaser som produceras av mänskliga aktiviteter och produkter under hela livscykeln. Textilproduktion har en lång och komplex försörjningskedja vilket redan från råvaruutvinning släpper ut enorma mängder växthusgaser (Bevilacqua, Ciarapica, Giacchetta & Marchetti 2011). Tillverkning, bearbetning och hantering av bomull förbrukar en stor mängd vatten. Vissa experter hävdar att bomull är den största bidragande faktorn av vattenförbrukning bland alla jordbruksråvaror (WWF u.å.). Sett ur världens textilproduktion år 2020 omfattar bomullsfibern 24,2% av hela textilindustrin (Statista 2022; Textile Exchange 2021). Odling av bomull sker i mer än 100 länder och över 150 länder är involverade i både import och export av fibern. I utvecklingsländer sysselsätter bomullsproduktionen 7% av all arbetskraft och ger mer än 250 miljoner människor arbete och inkomst. Sköts fibern rätt är bomull en flexibel resurs som kan användas inom många områden som mat, kläder, förpackningar och medicinska förnödenheter (Morris 2021).

I boken *Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing* skriver Muthu (2014) om vatten och energi som är två stora resurser som förbrukas snabbt och av nästan alla industrisektorer. Muthu menar att mätningen av vatten- och energifotavtryck är avgörande för industrin, inklusive textil- och klädsektorn. Dagens textila produktionskedja behöver en omfattande mängd vatten och energi för att tillverka en textilprodukt. Förutom produktion behöver en typisk textilprodukt stora mängder av både vatten och energi i dess användningsfas också (Muthu 2014). I detta arbete, är koldioxid-, vatten- och energifotavtryck i form av livscykelstadierna från vagg till grind för en textilprodukt mycket viktiga ämnen som kommer diskuteras.

1.3. Syfte

Ett hemtextilföretag, Kid/Hemtex, vill undersöka dess koldioxidavtryck på två påslakanset i 100% bomull där råmaterialet odlas i Egypten, respektive Pakistan och tillverkningsprocess sker i Bangladesh och Pakistan. Syftet med arbetet är att beräkna koldioxidavtryck, vatten- och energianvändning och jämföra mellan två påslakanset. Studien ämnar ge företaget en bättre förståelse kring koldioxidutsläppen och miljöpåverkan som dess produkter avger

under produktion. En kartläggning över koldioxidutsläppet representerar en indirekt indikator på resursförbrukningen och utsläppet. Med hjälp av den insamlade data beräknas skillnaden i koldioxidavtrycket mellan två påslakanset, samt bedömning av vatten- och energianvändningens effekter på detta. Vidare skall arbetet föreslå eventuella förbättringar för att minska produktionens utsläpp.

1.4. Forskningsfrågor

Arbetet ämnar att besvara följande frågeställningar:

1. Hur skiljer miljöpåverkan mellan två påslakanset, ett med odling och tillverkning i Pakistan mot ett med odling i Egypten och tillverkning i Bangladesh, avseende koldioxid-, vatten- och energiavtryck?
2. Vilka områden inom vatten- och energianvändning kan undersökas för bidra till potentiella reduktionsmöjligheter?

1.5. Avgränsningar

Arbetet inkluderar inte alla stadier under produktens livscykel. Beräkningarna omfattar enbart koldioxid och inga andra växthusgaser. Arbetet involverar endast de faser från råmaterial, produktion och transport, det vill säga de aktiviteter som sker i och mellan fabrik(er). Studien avgränsar sig från faserna vid användning, underhåll av produkt och deponering. Det är värt att nämna att studien ej innefattar anställdas transport till arbete, användning av datorer samt lampor, underhåll av maskiner och verktyg, spill- och avfallshantering vid produktion och markanvändning.

2. Teoretisk referensram

Studiens teoretiska referensram innefattar fakta och tidigare forskning som ger grund för arbetet i beräkning av koldioxidutsläpp, vatten- och energianvändning. Referensramen speglar det aktuella problemet och beskriver vikten av samverkan i den textila försörjningskedjan.

2.1. Begreppsdefinition

Växthuseffekten - I lagom mängd är växthuseffekten viktig för livets överlevnad på jorden. Växthusgaserna i atmosfären fungerar som en barriär som håller kvar värmen (Naturvårdsverket u.å.). Växthuseffekten är ett sammanfattande begrepp för växthusgaserna och är en process som uppstår när växthusgaser i jordens atmosfär absorberar eller

reflekterar strålning av olika våglängder, vilket ökar temperaturen på planeten (Nationalencyklopedin u.å.).

Växthusgaser - Utsläpp av växthusgaser orsakas bland annat av mänskliga aktiviteter som sker dagligen. Människor producerar utsläpp av växthusgaser från t.ex. förbränning av bensin när de kör, eldar olja eller gas för uppvärmning av hem eller förbrukar el från kol, naturgas och olja. De huvudsakliga gaserna som är ansvariga för växthuseffekten inkluderar koldioxid (CO₂), metan (CH₄), dikväveoxid (N₂O), väte flourkarboner (HFC), fluorerade gaser (PFCs) och svavelhexafluorid (SF₆) (Rana et al. 2015). Växthusgaser kan absorbera infraröd strålning, därigenom fånga och hålla värmen i atmosfären. Genom att öka värmen i atmosfären är växthusgaserna ansvariga för växthuseffekten, som i slutändan leder till global uppvärmning (Naturvårdsverket u.å.).

Koldioxid - Koldioxid (CO₂) är den primära växthusgas som frigörs genom mänskliga aktiviteter. Den består av en del kol och två delar syre och är en av de viktigaste växthusgaserna som bidrar till den globala uppvärmningen på jorden. Koldioxid frigörs i atmosfären genom stor del av förbränning av fossila bränslen, skogsavverkning och utsläpp från jordbruket. Koldioxid återvinns i ekosystemet genom andning, fotosyntes och förbränning (Naturskyddsföreningen 2022).

Koldioxidavtryck - Koldioxidavtryck är en beräkning som används för att utvärdera de totala utsläppen som orsakas av en person, organisation, aktivitet eller produkt. Det finns två typer av koldioxidavtryck: primärt koldioxidavtryck och sekundärt koldioxidavtryck. Primärt koldioxidavtryck är resultatet av direkta utsläpp av växthusgaser på grund av förbränning av fossila bränslen i tillverkning, värme och transporter, energiförbrukning, m.m. Sekundärt koldioxidavtryck resulteras av indirekta utsläpp av växthusgaser i samband med konsumtion av varor och under hela livscykeln för olika produkter. Detta kan inträffa på grund av användning och skötsel av kläder, textila produkter, fritidsartiklar, m.m. (Rana et.al. 2015).

Vattenfotavtryck - Modeindustrin är beroende av vatten under hela produktionsprocessen för textilier. Stora mängder av vatten används inom alla sektorer av industrin. Begreppet vattenfotavtryck är den totala mängd vatten som krävs för att producera en produkt, genom hela produktionskedjan (Aivazidou 2019).

Energiavtryck - Begreppet energiavtryck är miljöavtryck med fokus på en enda miljöfråga, energiförbrukningen. Energiavtryck från den textila industrin kan beräknas genom

energiförbrukningen av förbränning av fossila bränslen för exempelvis el, uppvärmning, transporter, m.m. (Burns 2019).

Livscykelanalys (LCA) - Den hänvisar till den vetenskapliga analysen och mätningen av det miljöavtryck som är associerat med en produkt genom sammanställning och utvärdering av input, output och potentiella miljöpåverkan från ett produktsystem under hela dess livscykel. Det övergripande målet med att genomföra LCA på produkter är att förstå varje produkts miljöpåverkan (Burns 2019).

Cradle to grave - Vagga till grav uppmärksammar en produkts hela livscykel ur miljösynpunkt. Den analyserar effekterna av hela produktionen från råvaror till användnings- och kasseringsfaser (Payne 2021).

Cradle to gate - Vagga till grind är en bedömning av en produkts livscykel från resursutvinning (vagga) till fabriksporten (grind). För textila produkter analyseras endast produktionsfaserna från råfiber till färdig textilprodukt (Payne 2021).

Better Cotton Initiative (BCI) - är ett koncept för att odla bomull med sparsam användning av vatten, kemiska gödnings- och bekämpningsmedel, för att minska bomullsodlingens miljöavtryck (Better Cotton Initiative 2022).

2.2. Hållbarhetsutmaningar inom textilindustrin

Definitionen av hållbar utveckling har under en lång tid varit under diskussion och efter tre decennier med globala miljömål anses innebörden av begreppet än idag vara svårdefinierat för många. Konceptet är oklart, det möjliggör för många tolkningar och synsätt att existera parallellt. Vilket vidare resulterar i att åsikter krockar och missbruk av termer. Istället för att konceptet ska ge svar på hur mänskligheten ska gå tillväga, skapar det snarare fler frågor och förvirring (Panța 2019). Globalt har ett flertal internationella organisationer varit delaktig i införandet av konceptet och influerat positivt på en lokal skala, men sett ur globalt perspektiv saknar det framgång. Trots 30 år efter införandet av konceptet upplever vi fortfarande miljöproblem som pågår i ökande takt, det bevisar att utmaningar och problem relaterade till miljöfrågor är komplexa (Klarin 2018).

För att implementera hållbara lösningar inom textilindustrin innebär det stora förändringar i varje led i värdekedjan. Eftersom dagens miljöproblem är svårlöst får varje enskild organisation använda konceptet mer eller mindre som ett tillvägagångssätt som ska ge drivkraft åt förändring i mänsklighetens beteende. På grund av bristande förståelse och begränsningar riskerar tillämpningen av konceptet att förbli begränsad och svår (Panța

2014). De utmaningar som förekommer för ett hållbart företag är att industrin idag fortfarande är för ekonomisk vinstdominerande. Trots konsumenternas medvetenhet kring miljöfrågor väljer många konventionella produkter före miljövänliga. Marknaden är ännu för priskänslig för att nå den grad av hållbarhet som miljön kräver. Vägen till hållbarhet är inte smidig och innebär motgångar (Plieth, Bullinger & Hansen 2012)

I dagsläget råder en brist på LCA inom trikså- och vävsektorn, där inga studier har rapporterats om hot-spots som kan leda till en minskning av dess miljöpåverkan. På grund av bristen på data relaterade till fiber, garn och tillverkningsprocesser är det svårt att jämföra dem inom en gemensam ram. Muthu (2014) har inte identifierat någon enskild studie där olika textilfibrer jämförs med avseende på hela livscykeln eller enskild fas. Det finns ett behov av en översikt över miljöpåverkan från olika faser i den textila försörjningskedjan som baseras på livscykelanalys. En sådan studie är komplex på grund av de unika och omfattande beståndsdelarna vid tillverkningsprocesserna. Bearbetning och jämförelse av internationella studier kommer därför ta tid och kommer kräva samarbete från forskare från hela världen. Livscykelanalys inom textilsektorn är ännu i ett tidigt skede och behöver således mer forskning där textila produkters studeras och effekterna dokumenteras. Tillgång till tillförlitlig data utgör dessutom en utmaning och svårighet i livcykelbedömningen och kräver samarbete med alla inblandade i försörjningskedjan (Muthu 2014). Detta förklarar varför textilsektorn upplever utmaningar i att reducera sin miljöpåverkan då statistik på miljöavtryck är komplicerade att samla in, med tanke på de involverade beståndsdelarna som ingår i en produkt.

2.3. Generell bomullsodling i Egypten och Pakistan

Bomull är det mest använda naturmaterialet som produceras globalt och står för 24,2 procent av den globala fiber produktionen enligt rapporten från Textile Exchange (2021) och statistiken från Statista research service (2022). Nyckelelement för framgångsrik bomullsodling är temperatur, solljus, jord, kompletterande näringsämnen, växtskydd, nederbörd och bevattning. Enligt WWF (u.å.) arbetar jordbrukare som är medlemmar i BCI med internationella standarder och jordbruksprogram för hållbar bomullsproduktion. De samarbetar för att minimera de skadliga växthuseffekterna. Genom att använda vatten effektivt, kan de ta hand om både tillgången på vatten och jordens hälsa, samt bevara naturliga livsmiljöer, fiberns kvalitet och främja anständigt arbete (World Wide Fund for Nature u.å.).

2.3.1. Egypten

Egypten representerar en av de stora aktörer inom ekologisk bomull i världen och landet har ett mångårigt rykte inom produktion för sina fina fiberkvalitet med extra lång stapelbomull uppger Rota, Pugliese, Hashem & Zanasi (2018) i sin rapport om graden av samarbete i den egyptiska ekologiska och fairtrade bomullskedjan. Bomullssäsongen i Egypten börjar i april när vädret är svalare för att gynna tillväxten för de unga bomullsplantorna. Säsongen sträcker sig till augusti när klimaten i landet är varmt och stabilt, vilket hjälper bomullsplantan att utvecklas ordentligt i stadiga förutsättningar och producerar exceptionellt fina och enhetliga bomullsfibrer. Det smarta bevattningssystemet som etablerades för tusentals år sedan säkerställer att bomullen får tillgång till riklig bevattning av näringsämnen från Nilen, något som få länder med liknande klimat kan erbjuda (The Cotton Museum of Cairo u.å.). Bönderna i Egypten och deras familjer är beroende av inkomsten från av jordbruk och bomullsodling. Att upprätthålla fiberkvalitet är en utmaning för bönderna för all bomull plockas för hand på det traditionella viset och fiberkvalitetshantering är nyckeln för att säkerställa stabila intäkter för jordbrukarna. Egyptisk bomull klassas som den finaste fibern i världen med sin fiberkvalitet. Att förstå de bästa sätten att hålla bomullen ren och oförorenad under skörden är viktig för att bevara kvaliteten på egyptisk bomull, vilket gör det möjligt för bönder att sälja mer av sina grödor och förbättra sin försörjning (Rota et al. 2018).

Både lokala och internationella textilleverantörer och återförsäljare söker i allt högre grad god kvalitet och hållbarhet. Därför blev Egypten officiellt en ny medlem i Better Cotton-programmet i maj 2020 som en del av landets förnyade satsning på att odla mer hållbar bomull och förbättra villkoren för egyptiska bomullsbönder. Enligt uppgifterna från BCI kommer de egyptiska bönder som deltar i Better Cotton-programmet vara berättigade till en licens för att odla och sälja Better Cotton (BCI u.å.)

2.3.2. Pakistan

Pakistan är den fjärde största bomullsproducenten och ledande exportör av bomullsgarn i världen. Bomull är en viktig skörd som ger vinst till många bönder och har enligt Abbas (2020) den mest omfattande värdekedjan som sträcker sig från råvaruutvinning till färdiga plagg. Bomull är livlinan i den pakistanska ekonomin, eftersom den tillhandahåller råvaran till den största produktionssektorn i Pakistan som bidrar med mer än 60% av de totala exportintäkterna. Bomull är den viktigaste grödan som sysselsätter miljontals bönder direkt för odling och skörd av bomullsgrödan (Abbas 2020). Mesta delen av råbomull odlas längst med Indusfloden i de varma områdena Punjab och Sindh. Jordbrukssektorn är beroende av Indusfloden för bevattning och enligt siffrorna från World Wild Life (u.å.) går 97% av vattnet i Indusfloden åt att producera grödor som bomull (WWF u.å.). Medeltemperaturen i Pakistan

ökar kontinuerligt varje år, vilket utgör ett hot mot dess jordbruksproduktivitet. Den idealiska temperaturen för optimalt bomullstillväxt är 28,5°C och den ökande temperaturen skulle förbättra tillväxten och utvecklingen av bomull så länge den inte överstiger 32°C. Malik och Ahsan (2016) uppger att Pakistansk temperaturintervall under bomulls säsongen varierar mellan 40°C och 45°C, och ibland överstiger 50 °C. De bedömer att klimatförändringar sannolikt kommer att påverka jordbrukssektorns produktivitet på ett betydande sätt (Malik & Ahsan 2016).

Som tidigare nämnt är BCI världens största jordbruksprogram för hållbar bomullsproduktion, deras syfte är att göra global bomull bättre för människorna som producerar den, bättre för miljön den växer i och bättre för sektorns framtid. Ghor, Lund-Thomsen, Gallemore, Singh och Riisgaard (2022) konstaterar att bönder som använder BCI jordbruksprogram odlar hälsosammare bomull. Enligt deras analys har BCI-bönderna högre bruttointkomster samt lägre insatskostnader för konstgödsel och bekämpningsmedel. Bönderna använder mindre vatten, bekämpningsmedel och gödningsmedel (Ghor et.al. 2022). Enligt siffrorna från WWF har över 75 000 pakistanska bönder minskat sin användningen av vatten med 39%, vilket bidrar till minskning av vattenfotavtrycket på Indusfloden (WWF u.å.).

2.4. Effekten av textilproduktion

Här lyfts olika aspekter och källor till utsläpp och beskriver miljöpåverkan av textila processer för vävda textilier.

2.4.1. Koldioxidavtryck

Under denna del tas de faserna som bidrar mest till koldioxidutsläpp upp. Den textila försörjningskedjan är lång och decentraliserad med många segment som alla bidrar med koldioxidutsläpp; från råvaruutvinning, textil bearbetning, transporter och med mera. Textilindustrin står för ca 10% av den globala växthusgasutsläppen. Under 2017 var textil konsumtionen ca 654 kg CO₂-utsläpp per person i EU (Europaparlamentet 2022).

Bomull är en naturfiber som odlas i tropiska områden och utvinningen av fibern bidrar till koldioxidutsläpp. De områden som frigör mest koldioxidutsläpp vid produktion inkluderar markanvändning, mängden vatten och energi som förbrukas samt användning och tillverkning av gödnings- och bekämpningsmedel. Framtagande av fibern kräver alla dessa insatser vilket orsakar stora miljöproblem. Resurserna skiljer sig förvisso mellan konventionell bomull och ekologisk bomull där många studier rapporterat att konventionell bomull kräver mer användning av bekämpningsmedel och konstgödsel (Muthu 2014).

Koldioxidutsläppet för ekologisk bomull redovisades 3,75 kg (indiskt) och 2,35 kg (amerikanskt) per ton i spunnen fiber medan konventionell bomull frigjorde 5,89 kg per ton (Muthu 2014). I en studie påpekar Morris (2021) att jordbrukssektorns roll i utsläpp av koldioxid bidrar med 20% av världens GHG utsläpp. Beroende på vilken naturfiber kan det krävas mycket bevattning och markanvändning, särskilt bomull. Den primära utsläppen vid odling av bomull kommer från produktion av konstgödsel som stod för 47% av BCI genomsnittliga årliga utsläpp. Bevattning och spridning av gödsel visade sig också vara betydande drivkrafter till koldioxidutsläpp varav de tillsammans stod för över $\frac{3}{4}$ delar av den totala utsläppen (Morris 2021). Fortsätter nuvarande industrin i denna takt av produktion kommer utsläppen öka med 15% till 20% fram till år 2050. Klimatförändringarna innebär betydande risker för bönder runt om i världen, av vilka många grödor odlas i länder som är särskilt utsatta för klimatrisker. Textilproduktionen som sker särskilt på tropiska områden i världen verkar lida av temperaturhöjningar, minskad markfuktighet och mer extrema väderförhållanden (ibid). Bomull är inget undantag i detta fall.

Efter bomullsplockning och bearbetning av fibern transporteras det till en spinnanläggning. Garnspinning är en process för att omvandla bomullsfiber till garn, som vidare används för vävning eller stickning av tyg (Kumar 2019). Inför garnproduktion går bomullen igenom ett antal steg av förberedelse innan spinningen. Det involverar:

- Öppning; rensning av bomullen då den innehåller smuts från odlingen. Vid transport från odlingen har bomullen pressat hårt in i en bal och behöver således luckras upp.
- Kardning; ytterligare rensning av fiber och sätter delvis fibern åt en riktning och formas till ett tunt nät som förs samman till en tunn tråd.
- Dragning; denna process placerar fibern delvis parallellt mot varandra och bidrar till större enhetlighet.
- Kamning; kamning sätter vidare fibern i parallellism och tar bort resterande smuts.
- Rovning; formar en lätt tvist i garnet
- Spinning; spinning av garn, ökar garn tvist och minskar storleken.
- Lindning; spolar det färdiga garnet på en spole eller kon.

Beroende på vilken teknik som används vid en spinn-anläggning ser energiförbrukningen olika ut och kommer beskrivas mer under punkt 2.4.3.

Vävning är en av de äldsta metoderna och mest använda metod vid tygtillverkning och har sin användning inom mode, interiör och funktionella produkter (Kadolph 2014). Vävd textil konstrueras genom att sammanfläta uppsättningar av garn som löper i både längd- och tvärriktning där varje garn består av flera fibrer (Kumar 2019). De olika kombinationer av

uppsättningar skapar variation i textur till tyget och ger stora möjligheter till att åstadkomma diverse estetiska utseenden och funktioner (Kadolph 2014). På grund av antalet processer och maskiner som involveras vid vävning av textilier uppstår en högre mängd utsläpp i jämförelse med stickning. Vid vävning utsätts varpgarnen för påfrestningar och därför tillsätts ett kemiskt preparat, klister, för att minska eventuella skador som kan ske. Syftet med klistret är att det ska minska friktionen under vävning och göra garnet halare, smidigare och starkare. Således minskar även fria fiberändar som sticker upp som kan vara ett störningsmoment under processen. För bomull appliceras upp mot 200g/kg (Muthu 2014).

På 100 år har människor ökat sin användning av transport från en kilometer per dag till över 40 kilometer per dag. Människan har också gått från att använda järnväg, segelfartyg och hästar till att förflytta sig med snabba bilar, båtar och flygplan. Transport av personer och varor har underlättat vardagen för många och står för 30% av Sveriges energianvändning. Globalt sett står transport för ca 13% procent av världens växthusgasutsläpp (Naturskyddsföreningen 2021). Många av dessa transporter förbrukar massvis av fossil energi som släpper ut koldioxid som i sin tur bidrar till ökad växthuseffekt. Majoriteten av alla bilar drivs av fossila bränslen som diesel eller bensin. Samma gäller flygplan där även fossila bränslen förbrukas och växthuseffekten här blir mer omfattande då utsläppen sker på högre höjd. Transportsystemet är nödvändig och har blivit en stor nytta i vår vardag samtidigt som det är ett dilemma då det är en av de största miljöhoten (ibid). Tillverkningsprocesserna i en produkt kan vara lokaliserad i flera olika delar av världen, det vill säga från råvaruutvinning, spinning, vävning och till distributionscenter kan transporten mellan olika platser bidra med en mängd koldioxidutsläpp. Vilket transportmedel som används är avgörande i hur mycket mängd koldioxidutsläpp som sker. I en studie utförd av Bevilacqua et.al. (2011) om beräkning av koldioxidavtryck på en tröja, visade sig att transporten i produktionskedjan var den huvudsakliga orsaken till utsläpp av koldioxid. Ekvivalenten av koldioxid som produceras i varje fas berodde till största del på transportmedel och avstånd. Genom att ändra från flyg till båt, väg till järnväg kan dessa parametrar ge en minskning med 84% i denna fas (Bevilacqua et.al. 2011).

2.4.2. Vattenfotavtryck

Brist på vattenresurser och miljöföroreningar har blivit ett allvarigare problem som ett resultat av vattenmissbruk och bristande behandling (Rather et.al. 2019). Vatten används ofta på ett oansvarigt sätt där stora mängder av vatten överkonsumeras och går till spillo. Vattenfotavtrycket är den mängd vatten som används för att producera en vara eller en tjänst. Det kräver stora volymer av rent vatten för olika textila bearbetningsprocesser och

lösningsmedel vid olika efterbehandlingar. Tillverkning och bearbetning av bomull använder en stor mängd vatten. Bomull är den största användaren av vatten bland alla jordbruksprodukter. Bomullsfibrer förbrukar en enorm mängd vatten i sin beredning och uppskattningsvis behövs i genomsnitt 10 000 - 20 000 liter vatten för att odla 1 kg råbomull beroende på var den odlas (Textile exchange 2021). Kedjan från råbomull till slutprodukt tar flera steg och det delas i två huvudstadier: jordbruksstadiet som följer bomullsproduktion på fältnivå och industristadiet som innebär bearbetning av råbomull till slutliga bomullsprodukter (Chapagain, Hoekstra, Savenjie & Gautam 2006). Textilindustrin använder miljarder liter vatten genom all bearbetning från färgning till kemiska ytbehandlingar som appliceras på textilier i vattenbad till skurning, blekning och uppmjukning. Vattnet efter användning blir förorenat med de kemikalier som används i processen. Vatten är nödvändigt för livet på jorden, men det är också världens mest hotade nödvändiga resurs (Rather et.al. 2019).

Kumar och Pavithra (2019) från Institutionen för kemiteknik, SSN College of Engineering, Chennai, Indien, har samma åsikter gällande utsläpp av orenat avloppsvatten. De anser att det är en stor fråga förknippad med textilindustrin, vilket skapar problem med vattenföroreningar och även andra miljöfrågor. Det ett stort hot mot växtlighet, vattenlevande djur och alla levande varelser på denna jord. Genom konsumtion av rent vatten och utsläpp av orenat vatten till miljön har textilindustrin en betydande inverkan på det akvatiska ekosystemet. Han hävdar att det krävs att avloppsvattnet behandlas med lämplig reningsanläggning eller anläggning för att avlägsna alla dessa föroreningar från vattnet och behandlat vatten måste användas i processen igen för att minimera förbrukningen från miljön. I kapitlet i boken *Water in textiles and fashion* undersöker Kumar och Pavithra (2019) om vattenförbrukningen i den mekaniska bearbetningen och kommer fram till spinning och vävning är minimal jämfört med de textila kemiska bearbetningar som skurning, blekning, färgning, tryckning, efterbehandling. Vattenfotavtrycket varierar kraftigt, beroende på de specifika processer som drivs vid bruket, bearbetning utrustningen som används och rådande ledningsfilosofi för vattenanvändning (Kumar & Pavithra 2019).

Vattenfotavtrycket hjälper människor och företag att förstå och utvärdera hur begränsade vattenresurser förbrukas och bedöma avloppsvattenutsläpp. Textilindustrin har blivit allt mer medvetna om att de bidrar direkt och indirekt till vattenbrist och föroreningar, och detta utgör en risk som de måste reagera på. Vattenfotavtrycket kan delas in i tre delar, termen gröna vattnets fotavtryck hänvisar till mängden regnvatten som används. Det blåa vattnets fotavtryck är vatten som kommer från yt- eller grundvattenresurser och används i till exempel konstbevattnat jordbruk, industriella produktionsprocesser och vattenförbrukning i hushåll. Gråa vattnets fotavtryck hänvisar till volymen färskvatten som krävs för att späda ut

koncentrationen av giftiga föroreningar, till nivån där kvalitetsnormerna gällande vatten blir uppfyllda. (Brenot et.al. 2019). Vattenfotavtrycket kan mätas beroende på vilken informationsnivå som behövs och produkternas vattenavtryck uttrycks alltid som vattenvolym per produktenhet. Vattenfotavtrycket för en produkt kan beräknas med hjälp av LCA-metoden genom att kartlägga hela produktens livscykel från vaggan till grav. Denna metod kommer att studeras vidare i punkt "2.5. LCA och LCA-verktyget på textilsektorn" och tas hänsyn till vatten- och energianvändningen som behövs för att producera en textilprodukt i olika bakgrunds- och tillverkningsprocesserna.

2.4.3. Energiavtryck

Detta kapitel handlar om energiförbrukning eller energiavtryck i textil- och klädförsörjningskedjan. Enligt Muthu (2014) definieras energiavtrycket som ett område behöver för att upprätthålla energiförbrukningen och är en mätning av mark som behövs för att absorbera de resulterande CO₂-utsläppen från energianvändningen (Muthu 2014). I artikel skriver Palamutcu (2015) att energiavtrycket är termen som används för att förstå miljökostnaden för klimatförändringar på grund av koldioxidutsläpp från energiproduktion och konsumtion av mänskliga aktiviteter (Palamutcu 2015). Båda författarna har samma åsikter gällande definitionen av energiavtryck och de källorna till mänsklig aktivitet som resulterar i koldioxidutsläpp är elektricitet, transporter, industri och förbränning av icke-fossilt bränsle (Palamutcu 2015; Muthu 2014).

Energi är en av de viktigaste resurser i all industriell verksamhet och textilindustrin är en av de stora energikrävande industrierna med energiintensiva tillverkningsstadier (Muthu 2014; Palamutcu 2010; Palamutcu 2015; Sharma 2013). Flera studier har uppmärksammat energiförbrukningen inom textilindustrin. Textilförsörjningskedjan behöver en otrolig mängd vatten och energi för att tillverka en textilprodukt. Förutom produktion behöver en typisk textilprodukt stora mängder både vatten och energi i sin användningsfas. Energitillgång och höga bränslekostnader som sker globalt är en varning för att spara energi i maximal utsträckning (Sharma 2013). Palamutcu (2010) beskriver i sin rapport om de primära energiförbrukande produktionslinjerna i textilindustrin är för spinning, vävning, stickning, våtbearbetning och klädtillverkning. Varje tillverkningsprocess har sina egna energiförbrukning och vissa processer är mer energikrävande än andra. Elektrisk energi är en av de mest använda energityperna i textil- och klädfabrikerna, som används för att leverera energi till textilmaskiner, styrsystem för uppvärmning och kylning, belysning och kontorsutrustning. Olika typer av energikällor förbrukas i varje bearbetningssteg, vissa processer kräver mer el medan andra kräver mer värmeenergi (Palamutcu 2010). Enligt

rapporten från UNIDO (2016) presenteras siffror i detalj för elförbrukningen i den totala förbrukade energin för enskilda textilproduktionssteg: 93 % för spinning, 85 % för vävning, 43 % för våtbearbetning och 65 % för klädtillverkning. Resterande energin som förbrukas inom textila bearbetningsanläggningarna kommer från andra energikällor som bränsle, naturgas och kol (UNIDO 2016). Analyserade data visar att det högsta elektriska energiförbrukande produktionssteget bland bearbetningsstegen för bomullstextil är spinningprocessen där maskineriet är helt elektriskt energidrivet. Mängden av elektrisk energiförbrukning för varpning- och klistringsmaskiner är ganska låg jämfört med processer med höga mängd ånga och värmebehov. I allmänhet används energi inom textilindustrin mest i form av el som en vanlig kraftkälla för maskiner, kyl- och temperaturkontrollsystem, belysning, utrustning, transport, exteriör, de klassificeras som sekundära energikrävande applikationer (Palamutcu 2010).

Mängden energi som används för textil- och klädprodukter har ökat i takt med ökad klädkonsumtion och fast fashion. Textilindustrin kräver el och bränsle för sin produktionskedja. Förbränning av fossila bränslen, olja, kol och gaser, för att generera elektricitet innebär många andra miljöhänsyn. Bearbetning och användning av fossila källor producerar stora mängder växthusgaser och kemiska föroreningar och ställer ohållbara krav på våra sötvattenresurser, med allvarliga luftföroreningar, konsekvenser för biologisk mångfald och ökad global uppvärmning. För närvarande finns en mängd olika vävmaskiner tillgängliga som var och en med sin egna energibehov, bearbetningsmetoder och miljöpåverkan. Muthu (2014) fann flera studier som angav energiförbrukningen vid vävning, varav två rapporterade att 10,6 MJ/kg krävdes för den totala vävprocessen. I en annan studie påpekas att energiförbrukningen som krävs är ett intervall på 15-57 MJ/kg bomull (Muthu 2014). En ringspunnen system kräver mer energi än öppen spinning, tillsammans står de för mer än 50% av energianvändningen inom spinningsektorn (Rana et al. 2015). Vid en typisk spinn-anläggning förbrukas energin 78% av maskin, 3% av belysning, 3% av kompressorer och 16% av befuktningssystem. Energiförbrukning skiljer sig även vid garnspinning för stickade eller vävda tyger. För garner som används till vävda tyger krävs mer tvinning vilket resulterar i långsammare produktionshastighet (Muthu 2014).

Energiavtrycket är ett sätt att mäta den energiförbrukningen och textilprodukter har ett energiavtryck som många andra industriprodukter. Energi är en av de viktigaste komponenterna i en textilprodukt, den miljökostnadsfrågan bör vara en huvudfråga både ur synen på tillverknings effektivitet och miljömässiga synsätt (Palamutcu 2015). El är en typ av energi som används främst vid drift av olika maskiner och bränslen används främst vid fiberbearbetning av textilier. Palamutcu (2015) skriver att det inte finns möjlighet att noll

påverka eller helt avlägsna det energiavtryck som lämnas efter en textilprodukt. Dock finns det ett akut behov av att mäta energiförbrukningen för olika produkter, processer och verksamheter och söka möjliga sätt att minska den (Palamutcu 2015). En produkts energiavtryck kan beräknas med livscykelanalysmetoden, som spårar mängden av energiförbrukning som används under hela produktens livscykel från vaggan till grav (Muthu 2014).

2.5. LCA och LCA-verktyget på textilsektorn

Life Cycle Assessment (LCA) är ett verktyg som används i stor utsträckning inom textilindustrin för att utvärdera olika aspekter och livscykelstadier av produkterna, från odling och fiberproduktion fram till tygbearbetning och kassering av använda produkter. LCA används också i stor utsträckning av den privata sektorn för att utvärdera effekterna av tekniska och fabriksinställningar, användarbeteende och vanor på textilprodukters miljöprestanda (Baydar 2015). I detta kapitel beskrivs LCA-verktyget med fokus på textilsektorn.

Textil- och klädindustrin har en av de längsta och globalt utsträckta leveranskedjorna. Dess tillverkningsprocesser är också mindre transparenta jämfört med till exempel produktion av livsmedel. Allt detta gör att det är mångtydig och ganska problematiskt att förstå och definiera hållbarheten för textil- och klädprodukter. Varje steg i ett textilproduktsliv kan ha vissa sociala och miljömässiga effekter. Under de senaste åren har konsumenter visat ett ökande intresse för ekologiska och hållbara produkter. Ekokonsumtion, grön konsumtion eller hållbar konsumtion är den nya trenden som har viktig roll i textil- och klädindustrin. Tillverkare letar efter nya sätt att differentiera sina produkter. Ett sätt att uppnå detta är grön marknadsföring, vars termer har blivit ett vanligt inslag i reklambudskap som 'eco', 'miljövänlig', 'grön' och 'hållbar' (Koszewska 2014).

LCA innebär att utvärdera miljöpåverkan från en produkt från dess vaggan till gravstadierna snarare än att fokusera på ett särskilt stadium, och LCA hjälper till att överföra effekter från en fas till en annan fas av livscykeln som ger en balans i livscykelpåverkan från en livscykelfas till den andra (Muthu 2014; Dahllöf 2003). Verktygen kan till exempel användas för produktutveckling och förbättring, strategisk planering och marknadsföring. LCA-verktyget används för att hitta stadier i livscykeln där det sker högst miljöpåverkan för att kunna fatta de bästa besluten för att minimera miljöbelastningen för produkten, processen eller tjänsten (Dahllöf 2003). Den används också för jämförelser mellan till exempel olika produkter avseende miljöpåverkan. LCA används ibland i ett bredare sammanhang där behovet av att utvärdera potentiella miljöpåverkan med hänsyn till odling

och skörd, råvaruförsörjning, rensning, spinning, vävning följt av våtbearbetning och efterbehandling av tyget för tillverkning, service och transport analyseras och ifrågasätts (Baydar 2015). LCA-studier tar inte hänsyn till sociala aspekter. Analysen tas inte heller hänsyn till risken/möjligheten om en produkt produceras mer effektivt och miljövänligt, för att då ökas konsumenternas efterfrågan och därmed miljökonsekvens, vilket orsakar mer miljöpåverkan (Dahllöf 2003). Sammanfattningsvis är LCA ett effektivt verktyg eftersom det ökar chansen att vidta de mest effektiva åtgärderna för att minska en produkts miljöpåverkan.

3. Metod och material

Metodansatsen är deduktiv och baseras på kvantitativa metoder. Insamling av data skedde via samarbetande företag och kompletterades med litteratursökning. Insamling av data följdes av beräkning samt analysering för sammanställning av data och beskrivning av resultat. Resultat diskuteras för att komma fram till slutsats. Vidare jämförs de olika ländernas produktion i syfte att ge förslag på förbättringar inom produktion.

3.1. Metod för datainsamling

Metoden för datainsamling är kvantitativ enkätundersökning som kompletteras med litteratursökning i ämnet. På grund av den karaktär av data som eftersöks ansågs denna metod vara den effektivaste och lämpligaste (Säfsten & Gustavsson 2019). För att förhålla sig till relevant data var utformningen av enkäten en viktig del i arbetet och formuleringarna av frågorna är baserade på Higg Index (se *bilaga 2*), där syftet med undersökningen var att få data som lämpar sig för beräkningar. Enkäten sändes via mail till företaget som vidarebefordras till leverantörer samt underleverantörer. Svaren från leverantörerna var ej fullständigt vid första utskicket och fick kompletteras vid ett par tillfällen. Urvalet i undersökningen gjordes av företaget och är baserade på primära och sekundära leverantörer.

Vid sökandet efter relevant litteratur och tidigare forskning begagnade sig författarna av sökmotorerna Google Scholar, Primo, Science Direct, Bloomsbury och Emerald Insight. Några av de sökord som använts mest är: "product life cycle", "sustainability textile industry", "carbon footprint assessment", "water footprint", "energy footprint".

3.2. Metod för dataanalys

3.2.1. Higg Index

Higg Index är ett självvärderingsverktyg för standardiserad mätning av värdekedjans hållbarhet och är tillämpliga på produkter, fabriker och återförsäljare uppger Gonçalves och Silva (2021). Under det senaste decenniet har verktyget utvecklats i samarbete av en koalition av varumärken, återförsäljare, tillverkare och andra intressenter inom sko-, kläd- och textilindustrin genom *Sustainable Apparel Coalition* (SAC), med mer än 250 globala medlemmar, vilket möjliggör Higg-index korrekt poängsättning och jämförelse av ett företags eller produkts övergripande hållbarhetsprestanda och påverkan. Totalt sett har Higg-plattformen mer än 45 000 användare, inklusive hundratals varumärken och tiotusentals tillverkare. SAC representerar en betydande del av den globala klädkedjan och deras huvudmål är att representera en kläd-, sko- och textilindustri som inte orsakar onödiga miljöskador och som har en positiv inverkan på samhället. SAC strävar efter att uppnå detta mål med samordnade ansträngningar mellan alla försörjningskedja partners, säkerställa transparens, rättvisa anställningsmetoder och en säker arbetsmiljö, och genomföra åtgärder för att minska uppkomsten av avfall och förbrukningen av vatten, energi och kemikalier. Gonçalves och Silva (2021) anser Higg Index som ett trovärdigt verktyg, därav kommer två inställningar i verktyget användas i arbetet. Inställningarna är kopplade till att bedöma material och produkters miljöpåverkan med hjälp av livscykelanalys metod:

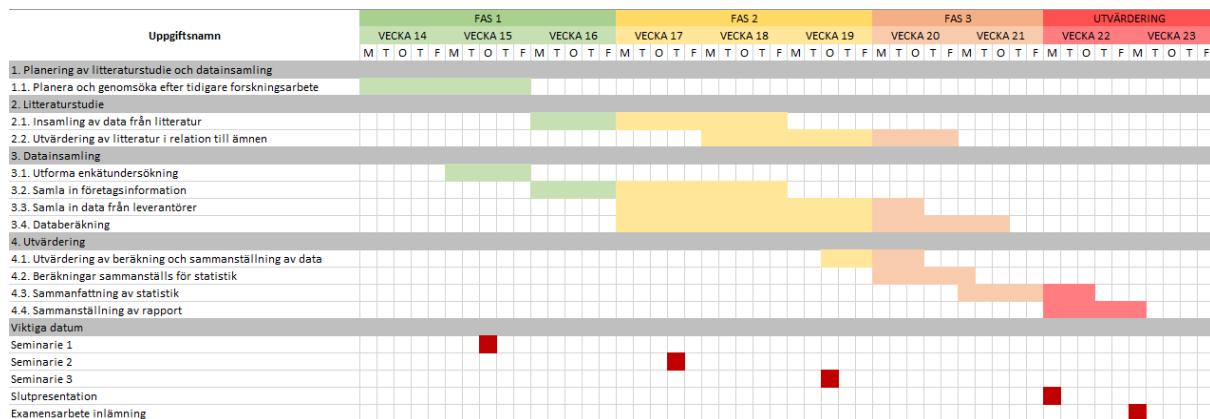
Higg Materials Sustainability Index (Higg MSI), ett bedömningsverktyg för emissionsfaktorer från vagga till grind för material-, trim- och förpackningstillverkning som använder livscykelkonsekvensbedömning (LCIA) data och metodik för att mäta materiella effekter och engagera produktdesignsteam och den globala värdekedjan inom miljömässig hållbarhet.

Higg Product Module (Higg PM) är ett produkt bedömningsverktyg från vagga till grav som använder livscykelpåverkansbedömning (LCIA). Verktyget används för att mäta produkten tillverkningsfotspår och effekterna per användning av samma produkter, från resursutvinning till tillverkningspåverkan, hela vägen till produktens hållbarhet, skötsel och slutligen till slutanvändning. Förutom att mäta effekter ger Higg PM trovärdiga och konsekventa resultat för extern kommunikation för att påverka inköpsbeslut och skala industrins antagande av ledande metoder. Syftet med Higg PM är att hjälpa företag att producera mer hållbara produkter. Genom att tillhandahålla en bransch tillämplig konsekvent metod för att beräkna en produkts fotavtryck, låter Higg PM företag bedöma effekter, produkternas miljöpåverkan och driva dem för att utveckla mer hållbara produkter över hela branschen och minska påverkan (SAC 2020).

För att få fram resultat överförs den insamlade data från olika enkäter till Higg Index. Enkätsvaren är utformade för att anpassa sig till verktygets beräkningar. Genom att fylla i siffror och val enligt svaren genereras resultat på den totala miljöpåverkan av material och produkt.

3.3. GANTT-Schema

Ett GANTT-schema har skapats för att författarna ska hålla sig inom tidsramen för arbetet och läsarna kan få en övergripande blick av studiens arbetsgång.



Figur 1: GANTT-Schema (Excel 2022)

4. Resultat

Insamlad rådata bearbetas i verktyget Higg Index för att ta fram resultat. Här presenteras resultatet av insamlad data, enkäter och beräkningar. Resultatet presenteras och sammanfattas om hur material och produkt påverkar miljön i form av utsläpp ur ett miljöperspektiv.

4.1. Resultat av enkätundersökning

Enkätundersökningen skickades till två leverantörer hos företaget Kid/Hemtex. En leverantör med odling i Egypten och produkttillverkning i Bangladesh, den andra leverantören med odling och tillverkning i Pakistan. Med hjälp av Higg MSI verktyg beräknas materialpåverkan genom sex olika produktionsfaser; råvarukälla, garntillverkning, textiltillverkning, förbehandling, färgsättning samt ytterligare färgning och efterbehandling. Resultatet presenteras nedan från bangladeshisk leverantör, respektive pakistansk.

4.1.1. Bangladesh leverantör

Råmaterialet är Giza-bomull och kommer från Egypten. Giza är en speciell typ av bomull som är allmänt känd som den finaste bomullen på jorden. Råmaterialet odlas i den bördiga

dalen av Nilen i Egypten. Giza är längre, starkare och mjukare än annan bomull. För att bevara sin kvalitet plockas all Giza bomull för hand. Denna tidskrävande process bidrar till den högre kostnaden för Giza-bomull, men resulterar också i material gjorda av längre och mer kompletta fibrer. Efter bomullsplockning skickas råmaterialet vidare till staden Gazipur i Bangladesh för garntillverkning. Garnspinningsmetod som används är ring-spinning med engelsk 7s till 80s. Den primära energikälla som används i fabriken är fossila bränslen. Vävningprocess sker i staden Narayangoji, Bangladesh, ca 35 km avstånd mellan staden Gazipur. Tyget vävs med engelsk 40 Ne. satin vävningsmetod - 4/1-four up one down frame. Förbehandling med cellulase enzymbehandling för utseende. Färgning med reaktiv färg med kontinuerlig vatten-, energi- och kemikalieanvändning. Efterbehandling med kalandrering. Leverantör har certifikat från Oeko-tex, Global Organic Textile Standard (GOTS), Global Recycled Standard (GRS), Blue sign, Zero Discharge of Hazardous Chemicals (ZDHC) declaration, TOX Full Material Disclosure (ToxFMD). Fabrikens tillverkningsavfall hanteras korrekt enligt följande aktiviteter; spåra alla farliga och icke-farliga avfallsströmmar, separera, korrekt förvaring och utbilda arbetare för att hantera alla farliga och icke-farliga avfallsströmmar samt att kassering sker av auktoriserade avfallskontraktörer. Fabriken har även strategi för att omvandla restprodukter till nya produkter för att förhindra energianvändning och konsumtion av nya råvaror. Genom att omvandla restprodukter till nya produkter som t.ex. örngott av avfallsklippta bitar, avfallssytrådar i olika nyanser färgas om till svart i garnfärgningsavdelning, skadade garnkoner återvinns av tredje parti och återanvänds igen som ny garnkon.

Den primära energikälla som används i fabriken är fossila bränslen (naturgas), förnybara energikällor (solenergi) och köpt el från REB (Rural electric board). Fabrikens strategi för återvinning och återanvändning av avloppsvatten är ETP-behandling, som används för trädgårdsarbete, golvstädning, fordonsrengöring, toalettspolning, m.m. Fabriken har ingen strategi för återvinning och återanvändning av kemikalier (se *Bilaga 4*).

4.1.2. Pakistansk leverantör

Bomullsodling sker i staden Mian Channu, Pakistan. Bomull förbereds enligt Better cotton program och anvisningar. Vattenanvändningen för bomullsodling är 500 gallons, vilket motsvarar 1895 liter vatten. Råbomull skickas vidare till staden Kasur, Pakistan, där garnspinningen sker. Metoden som används är ringspinning med garn information 147.50 DTEX, 133 denier, 40/1 Ne, 67.70Nm. Elektricitet och biogas är den primära energikällan som används i fabriken. De processer som ingår i produkttillverkning är vävning, våtbehandling, blekning, färgning, slutbehandling och sömnad. De processer ingår under produktens förberedelse och färgning är pad steam och thermosole dyeing. Vävningprocess sker in-house i staden Faisalabad i Pakistan med samma engelsk 40 Ne beräkning och de

processerna som inkluderar under satinvävningen är varpning, dimensionering, speciella CAM-inställning för satintyg och tyginspektion. Enligt leverantörens svar; mängden av energi som används under vävningprocessen drar 3.5KW/h per Loom energi med fyra loom input, vilket ger ett resultat av 14 KWh i energianvändning. Förbehandlingsprocesser ingår singeing¹, desizing², solomatic blekning, mercerisering³ och tvättning, samt cellulas baserad natural enzyme behandling för utseende, alla dessa processer sker in-house i fabriken. Färgningsmetod är reaktiv färgning med vattenanvändning av 62 liter/per Kg, energianvändning 17 KWh/ per kg. Slutbehandling innefattar stentering, kalandrering och sanforisering. Leverantören har kemikalie certifikat enligt STeP från Oekotex samt GOTS.

Huvudkällan till energin är naturgas, el från nationella elnät baserat på geotermisk och naturgas. Fabriken har industriell återvinning och återanvändning av avloppsvatten vid tvålning och förtvätt av tyg. Fabrikens strategi för återvinning och återanvändning av kemikalier är caustic återvinningsanläggning samt spillvärmeåtervinning (Se bilaga 5).

4.2. Resultat av beräkningar för material

Här presenteras resultat av beräkningar för materialpåverkan med hjälp av Higg MSI från vagga till grind. Verktuget mäter fem miljöpåverkan från materialproduktion: global uppvärmning, näringsföroreningar i vatten (övergödning), vattenanvändning, utarmning av fossila bränslen och kemi påverkan. Alla fem huvudområde från beräkningen presenteras nedan, men endast resultat från global uppvärmning, vattenanvändning och utarmning av resurser kommer diskuteras senare i diskussion.

¹ Singeing - är en sammanfogningsprocess som appliceras på både garn och tyger för att producera en jämn yta genom att bränna av utskjutande fibrer, garnändar och fuzz.

² Desizing - är en process i den våta bearbetningen för att ta bort limpastan i form av stärkelse från tyget, som appliceras i varpgarn efter singeing. Det dimensionerade materialet tas bort för att underlätta penetreringen av färgämnen och kemikalier i de efterföljande våtbearbetning operationerna.

³ Mercerizing - mercerisering i textilier är en kemisk behandling som tillämpas på bomullsfibrer eller tyger för att permanent ge en större affinitet för färgämnen och olika kemiska ytbehandlingar.

4.2.1. Egyptisk bomullstyg tillverkad i Bangladesh

Egyptiskt bomullstyg	Certifiering	Processer	Global uppvärmning (Kg CO ₂) ⁴	Övergödning (Kg PO ₄) ⁵	Vattenanvändning (M ³) ⁶	Utarmning av resurser (MJ) ⁷	Kemi påverkan (Units) ⁸
Råvarukälla	BCI ⁹	Bomullsfiber, konventionell produktion	2.44	11.6	53.8	1.09	2.88
Garntillverkning	Oeko-tex ¹⁰ & GRS ¹¹	Spinning för vävning, ring-spun (150 DTEX -135 denier - 40/1 Ne - 67 Nm)	4.25	1.74	0.493	3.19	0.885
Textiltillverkning	Oeko-tex & GRS	Vävning (150 DTEX -135 denier - 40/1 Ne - 67 Nm)	6.82	2.26	0.887	5.26	0.863
Förbehandling	Oeko-tex & GRS	Cellulas enzymbehandling, för utseende	1.63	0.551	0.226	1.26	1.82
Färgsättning	Oeko-tex & GRS	Kontinuerlig färgning - Direkt, svavel, vat eller reaktiva färgämnen	1.26	0.841	0.372	1.34	2.46
Ytterligare färgning och efterbehandling	Oeko-tex & GRS	Kalandrering	0.276	0.034	3.300e-4	0.330	0.812
Totala miljöpåverkan av materialproduktion			20.8	17.2	56.7	16.0	11.5

Tabell 1: Egenskapad tabell med beräknade resultat från Higg Index för egyptisk bomullstyg tillverkad i Bangladesh.

⁴ CO₂ - global uppvärmning beräknas i kg koldioxid.

⁵ PO₄ - Näringsföreningar i vatten beräknas kg fosfat.

⁶ M³ - Vattenanvändning beräknas i kubikmeter.

⁷ MJ - Energianvändning beräknas i megajoule.

⁸ Units - Kemi påverkan beräknas i Units. Var och en av nivåerna av kemi påverkan (hög, medel, låg) tilldelas ett antal kemi-"units". Enheterna för varje nivå är: Låg: 2 kemi-units, Medium: 4 kemi-units, Hög: 6 kemi-units. (Higg index 2020)

⁹ BCI - Better Cotton Initiative certifiering främjar bättre standarder inom bomullsodling och metoder (BCI 2022)

¹⁰ Oeko-tex - OEKO-TEX certifiering innebär att produkten inte innehåller kemikalier i halter som är hälsoskadliga (Rise u.å.)

¹¹ GRS - GRS är en internationell produktstandard som ställer krav på tredjeparts-certifiering av återvunnet innehåll, spårbarhetskedjan, sociala och miljömässiga rutiner och kemikalierestriktioner (Textile Exchange u.å.).

4.2.2. Pakistansk bomullstyg tillverkad i Pakistan

Pakistanskt bomullstyg	Certifiering	Processer	Global uppvärmning (Kg CO ₂)	Övergödning (Kg PO ₄)	Vattenanvändning (m ³)	Utarmning av resurser (MJ)	Kemipåverkan (Units)
Råvarukälla	BCI	Bomullsfiber, konventionell produktion	2.62	12.5	57.9	1.17	3.10
Garntillverkning	Oeko-tex	Spinning för vävning, ring-spun (150 DTEX -135 denier - 40/1 Ne - 67 Nm)	4.23	1.49	0.526	3.11	0.952
Textiltillverkning	Oeko-tex	Vävning (150 DTEX -135 denier - 40/1 Ne - 67 Nm)	7.34	2.44	0.954	5.66	0.929
Förbehandling	Oeko-tex	Förberedelse för färg (skurning, etc), vävd textil, naturliga fibrer. Cellulas enzymbehandling, för utseende	6.21	0.593	0.243	1.35	1.99
Färgsättning	Oeko-tex	Batch Färgning - Direkt, svavel, vat eller reaktiva färgämnen	2.63	3.21	1.06	2.64	2.69
Ytterligare färgning och efterbehandling	Oeko-tex	Kalandrering, sanforisering	0.279	0.034	3.334e-4	0.333	0.889
Totala miljöpåverkan av materialproduktion			23.6	20.5	61.7	18.3	13.4

Tabell 2: Egenskapad tabell med beräknade resultat från Higg Index för pakistansk bomullstyg tillverkad i Pakistan.

4.2.3. Jämförelse av materialproduktion mellan två leverantörer

Material miljöpåverkan jämföring	Egyptiskt bomullstyg tillverkad i Bangladesh (Material 1)	Pakistanskt bomullstyg tillverkad i Pakistan (Material 2)	Miljöpåverkansdifferens i procent
			Material 2 släpper <u>mer</u> än material 1
Global uppvärmning (Kg CO2)	20.8	23.6	13.5%
Övergödning (Kg PO4)	17.2	20.5	19.2%
Vattenanvändning (m3)	56.7	61.7	8.8%
Utarmning av resurser (MJ)	16.0	18.3	14.4%
Kemipåverkan (Units)	11.5	13.4	16.5%
Tillverkningsprocess jämföring			Skillnader
Råvarukälla	Bomullsfiber, konventionell produktion	Bomullsfiber, konventionell produktion	Lika
Garntillverkning	Spinning för vävning, ring-spun (150 DTEX -135 denier - 40/1 Ne - 67 Nm)	Spinning för vävning, ring-spun (150 DTEX -135 denier - 40/1 Ne - 67 Nm)	Lika
Textiltillverkning	Vävning (150 DTEX -135 denier - 40/1 Ne - 67 Nm)	Vävning (150 DTEX -135 denier - 40/1 Ne - 67 Nm)	Lika
Förbehandling	Cellulas enzymbehandling, för utseende Förberedelse för färg (skurning, etc), vävd textil, naturliga fibrer.	Cellulas enzymbehandling, för utseende. Förberedelse för färg (skurning, etc), vävd textil, naturliga fibrer.	Lika
Färgsättning	Kontinuerlig färgning - Direkt, svavel, vat eller reaktiva färgämnen	Batch Färgning - Direkt, svavel, vat eller reaktiva färgämnen	Olika
Ytterligare färgning och efterbehandling	Kalandrering	Kalandrering, sanforisering	Delvis lika

Tabell 3: Egenskapad tabell med beräknade resultat av den totala miljöpåverkan av materialproduktion mellan två leverantörer.

4.2.4. Sammanfattning av resultat från materialproduktion

Resultat för den totala materialpåverkan omfattar endast utsläpp från utvinning av råmaterial till produktion och slutligen färdig material, det vill säga de aktiviteter som sker i och mellan fabrik(er), vagga till grind. Databeräkningen för båda materialen representerar konventionell produktion av 1 kg bomullsfiber och 1,54 kg bomullsfrö (båda i råmaterial).

Datauppsättningar täcker alla relevanta processteg/tekniker över leveranskedjan, inklusive odling, bevattning, spridning av gödningsmedel, bränsleanvändning och rensning. Datauppsättningar täcker också det representerade lagret från vagga till grind med en god övergripande datakvalitet. Båda material har samma process för ringspinning och vävprocess för 150 DTEX garnstorlek för vävda textilier av naturliga garner. Cellulas enzyme förbehandling för utseende behandlas för materialen, processen representerar behandling av textilen i ett våtbad för applicering av ytbehandlingar. Det antas att flera processer appliceras i en enda våtbadsbehandling som inkluderar en uppskattning av kemiska hjälpämnen samt energi och vatten som krävs för det våta badet. Resultaten från Higg Index antas vattenförlusterna vara 15% av den totala vattenanvändningen och det återstående vattnet antas behandlas och återförs till systemet. Båda bomullstyger har även en extra vävd beredningsprocess som inkluderar förberedelse av varpgarnet för vävning och förberedelse för färgning i en kontinuerlig process inklusive avlimning, skurning och blekning.

Efter förbehandling går egyptisk bomullstyg genom kontinuerlig färgning som matar textilier kontinuerligt genom färgningsintervall. Det pakistanska bomullstyget går genom batch färgning som inkluderar piece, jet, jig, kier och paddle. I batch färgning löses färgämnet upp i en neutral lösning, ofta tillsammans med salt för att förbättra bindningen mellan bomull och färgämne. Båda processer görs i steg och inkluderar vatten, energi, färgämnen och andra hjälpinsatser. Först appliceras färgämne på textilier, efteråt fixeras färgämnen och sist tvättning. Färgämnen och hjälpämnen som används under processen uppskattas utifrån tillgängliga data från Higg Index. Slutbehandling av materialproduktionen är kalandrering för båda materialen, processen görs genom att applicera värme och tryck på textilen genom mekaniska rullar, vilket ger material en slät beläggning/yta. En extra efterbehandlingsprocess, sanforisering, appliceras på det pakistanskt bomullstyget för att sträcka och fixera materialet för längd och bredd. Materialet fuktas och matas sedan genom en maskin som applicerar värme och tryck för uppnå önskat resultat.

4.3. Resultat av beräkningar för produkt

Här presenteras resultat av beräkningar för produktpåverkan med hjälp av Higg PM och den redovisas miljöpåverkan av hela produktlivscykel från vagga till grav. Verktöget mäter fem miljöpåverkan från materialproduktion: global uppvärmning, näringsföroreningar i vatten (övergödning), vattenanvändning, utarmning av fossila bränslen och kemi påverkan. Alla fem huvudområde från beräkningen presenteras nedan, men endast resultat från global uppvärmning, vattenanvändning och utarmning av resurser kommer diskuteras senare i diskussion.

4.3.1. Miljöpåverkan av påslakanset tillverkad i Bangladesh

Påslakanset tillverkad i Bangladesh	Mängd	Enhet	Net use %	Global uppvärmning (Kg CO ₂)	Övergödning (Kg PO ₄)	Vattenanvändning (m ³)	Utarmning av resurser (MJ)	Kemi-påverkan (Units)
Egyptisk bomullstyg tillverkad i Bangladesh	880	g	80%	19.3	0.015	108	205	21.2
Sytråd 100% polyester	5.5	g	100%	0.056	1.756e-5	0.015	1.03	0.109
Woven label	1.5	g	100%	0.020	6.373e-6	0.006	0.375	0.040
Small hangtag	10	g	100%	2.514e-4	7.392e-8	5.773e-5	0.005	6.817e-4
Poly bag	50	g	100%	0.270	1.258e-4	0.053	6.20	0.635
Packaging paper	5	g	100%	0.004	2.192e-6	9.571e-5	0.052	0.013
Klippa	1880	cm	-	0.052	1.593e-5	0.015	0.558	0
Sy	940	cm	-	0.552	1.692e-4	0.161	5.98	0
Distribution center	-	-	-	0	0	0.3	0,875	0
Detaljhandeln	-	-	-	0	0	2,65	0,75	0
Produkt standard vård	-	-	-	7.24	0.003	3.05	95.5	0

Tabell 5: Egenskapad tabell med beräknade resultat från Higg Index om miljöpåverkan av påslakanset tillverkad i Bangladesh.

4.3.2. Miljöpåverkan av påslakanset tillverkad i Pakistan

Påslakanset tillverkad i Pakistan	Mängd	Enhet	Net use %	Global uppvärmning (Kg CO ₂)	Övergödning (Kg PO ₄)	Vattenanvändning (m ³)	Utarmning av resurser (MJ)	Kemipåverkan (Units)
Pakistansk bomullstyg	880	g	80%	21.8	0.018	118	235	24.6
Sytråd 100% polyester	5.5	g	100%	0.056	1,756e-5	0.015	1.03	0.109
Taffeta label	1.5	g	100%	0.024	6.838e-6	0.003	0.412	0.030
Bag label Cotton	3	g	100%	0.028	5094e-5	0.377	0.297	0.070
Carton	200	g	100%	0.091	5.036e-5	0.002	1.19	0.303
Small hangtag	10	g	100%	2.514e-4	7.392e-8	5.773e-5	0.005	6.817e-4
Poly bag	50	g	100%	0.270	1.258e-4	0.053	6.20	0.635
Klippa	1880	cm	-	0.052	1.593e-5	0.015	0.558	0
Sy	940	cm	-	0.552	1.692e-4	0.161	5.98	0
Distribution center	-	-	-	0	0	0.3	0,875	0
Detaljhandeln	-	-	-	0	0	2,65	0,75	0
Produkt standard vård	-	-	-	7.24	0.003	3.05	95.5	0

Tabell 5: Egenskapad tabell med beräknade resultat från Higg Index om miljöpåverkan av påslakanset tillverkad i Pakistan.

4.3.3. Jämförelse av produkttillverkning mellan två leverantörer

Produkt miljöpåverkan jämföring	Egyptisk bomull påslakanset tillverkad i Bangladesh (produkt 1)	Pakistansk bomull påslakanset tillverkad i Pakistan (produkt 2)	Miljöpåverkansdifferens i procent
			Produkt 2 släpper <u>mer</u> än produkt 1
Global uppvärmning (Kg CO ₂)	31	36.7	18.4%
Övergödning (Kg PO ₄)	0.031	0.041	32.3%
Vattenanvändning (m ³)	124	143	15.3%
Utarmning av resurser (MJ)	345	411	19.1%
Kemipåverkan (Units)	25.5	31.4	23.1%
Total produkt nettovikt	1 kg	1.1 kg	

Tabell 6: Egenskapad tabell med beräknade resultat av den totala miljöpåverkan av produkttillverkning mellan två leverantörer.

4.3.4. Sammanfattning av resultat från produkttillverkning

En enkätundersökning för bill of material (BOM) skickades till båda leverantörer för att samla in svar och vidare kunna beräkna miljöpåverkan mellan två påslakanset. Pakistansk leverantör svarade i enkäten men för Bangladeshisk leverantör utelämnades svaren vid insamlingen av BOM. Ett antagande har istället gjorts i beräkning av produkttillverkning för egyptisk bomull påslakanset tillverkad i Bangladesh, där vikten av material antas att vara samma som påslakanset tillverkad i Pakistan. Trims och förpackning är hämtade från färdiga exempel från SAC. De materialvalen baserar på en uppskattning av komponenter som ingår i en vanlig hemtextil produkt.

Resultat för den totala produktpåverkan omfattar utsläpp för hela produkttillverkning från resursutvinning som inkluderar tyg, trims, förpackning till tillverkningspåverkan, hela vägen till distribution, produktens hållbarhet, skötsel, vård och slutligen till slutanvändning, med andra ord vagger till grav (Se bilaga 8).

5. Diskussion

I detta avsnitt presenteras en analys samt en diskussion, där författarna jämför beräkningarna med teori och tidigare forskning, för att redogöra totala miljöpåverkan mellan två produkter och vilka områden företaget bör jobba mer för en hållbarare framtid, utifrån de tre områden som författarna identifierat och skapat en analysmodell kring, det vill säga koldioxidavtryck, vatten- och energianvändning. Genom att ställa teorin mot insamlade data har författarna kommit fram till följande.

5.1. Jämförelse av produktionens miljöavtryck ur geografisk perspektiv

Ett vis svar från bangladeshisk leverantör uteblev vid datainsamlingen gjorde det ej möjligt att beräkna vattenanvändningen för denna produkt. Därav har ett antagande gjorts för att genomföra beräkning. Data kopplat till vattenanvändningen från pakistansk leverantör har av den anledning överförts till bangladeshisk beräkning för att få fullständig redovisning av resursanvändning.

Tillverkningsprocesserna för båda påslakanset är snarlika men skiljer sig i vissa processer. Tabell 6 hänvisar en jämförelse av den totala miljöpåverkan i produktionen som visar att den pakistanska tillverkningen har det högsta miljöavtrycket. Det egyptiska bomullen som transporteras och produceras i Bangladesh har en betydligt längre färdsträcka i jämförelse med det pakistanska bomull som endast färdats inom landet. Trots detta, visar resultatet att

bangladeshisk bomullstyg har mindre utsläpp i CO₂ med en skillnad på 15,5%. Orsaken till siffrorna beror möjligtvis på att processerna skiljer sig vid färgning och efterbehandling av produkterna. Detta förklarar sannolikt att val av metoder för beredning av textilier är en avgörande faktor för CO₂ utsläpp. Pakistans vattenanvändning förbrukar 15,3% mer än det bangladeshisk där den totala åtgången var 143 m³ för ett pakistansk påslakanset och 124 m³ för ett bangladeshisk. Den totala energiförbrukningen visar 345 MJ per bangladeshisk bomullstyg och 411 MJ för det pakistanska, en skillnad på 19,1% mer.

En mer detaljerad granskning över processernas påverkan kan ses i tabell 1 och 2. De mest övervägande processerna där miljöpåverkan är som högst är i följande ordning; textiltillverkning, garntillverkning och råvarukälla, resultatet visar samma för båda produkterna. Koldioxidavtrycket vid textiltillverkningen för det bangladeshiska frigjorde 6,82 kg CO₂ och det pakistanska 7,34 kg CO₂. Vattenanvändningen beräknades till 0,887 m³ för det bangladeshiska och 0,954 m³ för pakistanska. Textiltillverkningens energiförbrukning visar 5,26 MJ för det bangladeshiska och 5,66 MJ för det pakistanska. Den pakistanska tillverkningen har konstant högre siffror än det egyptiska och medför att Pakistan i detta skede har högre miljöavtryck. Dock visar granskningen att garntillverkningen i Bangladesh har högre miljöavtryck där beräkningar visar 4,25 kg CO₂ i utsläpp, 0,493 m³ i vattenanvändning och 3,19 MJ energiförbrukning. Medan det pakistanska visar 4,23 kg CO₂ i utsläpp, 0,526 m³ i vattenanvändning och 3,11 MJ i energiförbrukning. Tabellerna redovisar också att vattenanvändningen är som intensivast vid råvarukällan.

5.2. Hur miljöavtrycket kan förbättras

Resultatet av studien visar vatten- och energianvändning och koldioxid som frigörs i varje process för enskild produkt. Beräkningarna visar att processen textiltillverkning är fasen med störst miljöavtryck. Efter textiltillverkning är garntillverkningen området som också bör övervägas för att se efter potentiella reduktionsmöjligheter. Till skillnad från tidigare forskning av Morris (2021), rapporterades att odling och utvinning av bomullsfibern var området som bidrog med mest utsläpp. En anledning till varför vår studie skiljer sig kan bero på att tidigare forskning inte inkluderat samma data, som vatten- och energianvändning. Tillverkning av konstgödsel samt bekämpningsmedel är en stor faktor för koldioxidutsläpp vid odling som Morris (2021) lyfter och i vår studie inkluderas inte detta.

Orsaken till att processen textiltillverkning visar högst koldioxidavtryck kan bero på vävningsprocessen, som sedan tidigare är känt för att bidra med en mängd koldioxidavtryck. Vid vävning tillsätts lim/klister på varpen för att minska friktionen på tyget som därefter måste

avlägsnas. Limmet blir sedan avfall och förorenar vatten när det tvättas bort från tyget och kan vara svåra att behandla eftersom de är långsamma att bryta ner biologiskt (Fletcher 2014). I undersökningen framkommer inte vilken substans av klister som använts. Om återvunnet klister används bör det kontrolleras så att klistret återvinns och återanvänds igen. Vid okänd substans är det värt att kontrollera att limmet avlägsnas med effektiva metoder, exempelvis genom oxidation och säkerställa lämplig avloppsrening (Fletcher 2014).

Ett annat skäl till det höga miljöavtrycket är också energianvändningen under detta skede. Val av energikälla är en viktig beståndsdel i beräkningen, i detta fall är det främst fossila bränslen som används både i fabriker och vid transporter. Majoriteten av transporten för båda produkterna sker på land. I en tidigare studie av Bevilacqua et.al. (2011) visar resultatet att transporten var en stor bidragande faktor för utsläpp. För ena påslakanset odlas bomullen i Egypten och transporteras sedan till Bangladesh för textiltillverkning. För det andra påslakanset sker odling och tillverkning på olika städer i Pakistan. Ett sätt att reducera koldioxidutsläppet är att minska avståndet på transporten i varje fas. Det egyptiska bomullen som plockats och lastats transporteras ca 5860 km via land för att komma till spinning-anläggningen i Bangladesh. Bomullsfibern färdas en lång väg och genom att byta från väg till järnväg kan utsläppet reduceras enormt (Bevilacqua et.al. 2011). Alternativt är att samarbeta med aktörer som har sina fabriker i närområdet för att slippa långa transporter. Val av transportmedel är därför ett viktigt ämne för att reducera påverkan av den globala transporten överlag. Flyg är ett transportmedel som bör prioriteras bort. Energitillgång som används i fabriken är också värt att diskutera eftersom i dagsläget används minimal förnybar energi. Förbränning av fossila bränslen och kol för att producera energi frigör mängder med utsläpp (Muthu 2014) och är den dominerande energiresursen i denna studie. Tillverkning av garn och vävning av textilier är energikrävande processer och för denna del är det betydelsefullt att ersätta energitillgångarna till mer hållbarare alternativ. Fabriken använder delvis biogas som klassas som ett mer hållbart alternativ, dock krävs det att större delen av energitillgångarna ska vara från hållbara källor för att miljöavtrycket på en produkt ska reduceras. Det råder en energikris och ökade bränslekostnader vilket också visar på att energiförbrukningen måste effektiviseras för att inget ska gå till spillo (Sharma 2013).

6. Utvärdering

6.1. Relevans

Studien är relevant och viktig med tanke på dagens textila massproduktion. Textilindustrin kräver betydande mängder energi och vatten för att bedriva produktionen, som i sin tur släpper ut avgaser som påverkar miljön på ett negativt sätt. Genom en bättre uppfattning och kartläggning kring produktionens koldioxidutsläpp kan analyser och bedömningar göras för att minska miljöpåverkan. LCA ger en helhetsuppfattning på en produkt och ökar förståelsen på den miljöpåverkan som sker under den specifika produktens liv. Studien kan vidare bidra till ökad medvetenhet kring miljöfrågor för både företag och fabriker.

6.2. Validitet och reliabilitet

Validiteten för studien kan anses vara medelhög. Rådatan har samlats in med hjälp av enkätundersökning. Den utformade enkäten skickades via mail till samarbetande företag som sedan vidarebefordras till leverantörer samt underleverantörer. Företaget skickade därefter enkätsvaren tillbaka till oss. Rådatan bedöms som andrahandskälla. Potentiella faktorer som kan påverka validiteten är eventuella fel och frisering av siffror/information vid datainsamlingen. Resultat bör därav tolkas med viss försiktighet och studien ses snarare som en uppskattning än definitivt resultat. Genom att använda samma tillvägagångssätt och metoder är det möjligt att göra liknande studier för andra produkter. Studiens metod betraktas som pålitlig eftersom analyser och bedömningar görs utifrån redan existerande och standardiserade kalkyleringsverktyg som har prövats tidigare. Det ska vara möjligt att upprepa dessa metoder för att beräkna koldioxidavtryck, vatten- och energjavtryck som sker under en produkts livscykel.

6.3. Etik och hållbarhet

Etiska överväganden i denna studie är anonymitet och integritet för de involverade och insamlat data. Forskarna har ansvar för god forskningssed och prövning av oredlighet i forskning.

Denna studie undersöker huvudsakligen den industriella miljöpåverkan från textilproduktion mellan hemtextil produkter genom olika bedömningstekniker och metoder. Miljöaspekter tas hänsyn till i beräkningar mellan produkter och dess koldioxidavtryck, vatten- och energifotavtryck, samt livscykelanalys som handlar om råvaruutvinning, produktion, tillverkning, förpackning och transportprocesser. Studien representerar därför ett exempel som kan tillföra nya sätt att hjälpa företag identifiera vad deras produkter har för påverkan,

för att möjliggöra positiva förändringar. Detta underlättar därmed att företag kan bidra med att möta de globala målen, som i sin tur tillför bättre miljö för allmänheten.

7. Slutsats

De frågeställningar som framtagits utifrån syftet besvaras nedan med hänsyn till tidigare forskning, samt det egna insamlade materialet. Frågeställningarna punktas upp, varefter det redogörs för slutsatsen.

Hur skiljer miljöpåverkan mellan två påslakanset, ett med odling och tillverkning i Pakistan mot ett med odling i Egypten och tillverkning i Bangladesh, avseende koldioxid-, vatten- och energiavtryck?

Resultaten av beräkningarna visar att Pakistan har högre avtryck i samtliga undersökta punkter. Beräkningarna för Pakistan stod för totalt 36,7 kg CO₂ för att producera en produkt med nettovikt 1,1 kg inklusive tyg, trims och förpackning. Egyptiska bomullen som produceras i Bangladesh har en nettovikt på 1 kg inklusive tyg, trim och förpackning och resulterade i totalt 31 kg CO₂. Analysen av resultatet redovisar en skillnad på 18,4% högre koldioxidhalt i pakistanska produktionen. Vid granskning av vattenåtgången visade även att pakistanska produktionen konsumerar 15,3% mer vatten. Totala energikonsumtionen visade likaså att Pakistan förbrukade mer, med en skillnad på 19,1%.

Vilka områden inom vatten- och energianvändning kan övervägas för att undersöka potentiella reduktionsmöjligheter?

Studien identifierade att utvinning av bomullsfibern är området som förbrukar mest vatten i båda produkterna. Extraktion av råmaterial i bomull är vattenintensiva processer och är orsaken till det höga vattenavtrycket vid detta stadiet, som förbrukar ca 94% av den totala pakistanska vattenanvändning under produktion. Eftersom vattenförbrukningen är så pass hög under denna process visar detta även på produktens miljöavtryck som helhet. En tänkbar situation vore om denna process kunde utelämnas helt för att hålla låga miljöavtryck på produkter. Ett alternativ för framtiden är att använda återvunnen bomull istället för konventionell bomullsproduktion. Materialet kommer från redan existerande bomull, vilket innebär att det hjälper till att hålla avfallet nere och har en minimal påverkan på miljön. Återvunna textilier kan separeras efter färg, skärning och strimlas för att få fibrer efter längden som behövs för spinningen. Denna process ersätter odling, rensning/skärning och blekning i början av produktionskedjan. Spinning, vävning och vidare processer kan tillämpas på samma sätt som i den traditionella textilindustrin. Återvunnet material är därmed en resurs som bör användas i större utsträckning, för miljöns skull.

Energiförbrukningen är som högst vid textiltillverkning och denna fas konsumerade ca 31% av den totala energiförbrukningen i det pakistanska tyget. För båda produkter, trots deras geografiska ursprung visar resultatet att åtgärder bör göras inom samma områden, det vill säga textiltillverkning och därefter garntillverkning. Som tidigare nämnt under diskussion bör justeringar göras när det gäller val av energikälla för att hålla låga utsläpp. Ett annat förslag till reduktion av utsläpp är att minimera stegen vid beredning och våtprocesser, exempelvis att sammanfoga borttagning av klister, skurning och blekning till en enda process (Fletcher 2014).

7.1. Förslag till vidare forskning

För vidare forskning kan fler kalkyleringsverktyg användas vid beräkning för att möjliggöra fler jämförelser av resultaten. Det kan i sin tur öka studiens pålitlighet ytterligare. Det visade sig även finnas brister i kommunikation och transparens inom branschen. Transparens är avgörande för att koppla ihop problemen i textilbranschen. Förslag för vidare forskning kan vara att utforska och föreslå strategi på hur varje process i den textila försörjningskedjan kan dokumenteras för att underlätta framtida arbetet mot en hållbarare bransch.

Referenser

Abbas, S. (2020) Climate change and cotton production: an empirical investigation of Pakistan. *Environmental science and pollution research international*. [Online] 27 (23), 29580–29588. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09222-0>

Aivazidou, E., Tsolakis, N. (2019) 'Water footprint management in the fashion supply chain: A review of emerging trends and research challenges', in *Water in Textiles and Fashion: Consumption, Footprint, and Life Cycle Assessment*. [Online]. San Diego: Elsevier Science & Technology.

<https://doi-org.lib.costello.pub.hb.se/10.1016/B978-0-08-102633-5.00005-1>

Better Cotton Initiative (u.å.). *Better Cotton in Egypt*.

<https://bettercotton.org/where-is-better-cotton-grown/bci-is-helping-farmers-grow-high-quality-sustainable-cotton-in-egypt/> [2022-05-07]

Better Cotton Initiative (u.å.). *What we do*.

<https://bettercotton.org/what-we-do/> [2022-05-06]

Bevilacqua, M., Ciarapica, F.E., Giaccheta, G., Marchetti, B. (2011) A carbon footprint analysis in the textile supply chain. *International journal of sustainable engineering*. [Online] 4 (1), 24–36. <https://doi-org.lib.costello.pub.hb.se/10.1080/19397038.2010.502582>

Brenot, A., Chuffart, C., Coste-Manière, I., Deroche, M. et al. (2019) 'Water footprint in fashion and luxury industry', in *Water in Textiles and Fashion: Consumption, Footprint, and Life Cycle Assessment*. [Online]. San Diego: Elsevier Science & Technology.

<https://doi-org.lib.costello.pub.hb.se/10.1016/B978-0-08-102633-5.00006-3>

Burns, L.D. (2019). Product Life Cycle. In *Sustainability and Social Change in Fashion* (pp. 53–80). New York: Fairchild Books. <http://dx.doi.org/10.5040/9781501334092.ch-003>

Chapagain, A., Hoekstra, A., Savenjie, H. & Gautam, R. (2006) The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. *Ecological economics*. [Online] 60 (1), 186–203. <https://doi-org.lib.costello.pub.hb.se/10.1016/j.ecolecon.2005.11.027>

Earth Day (u.å.). *History*.

<https://www.earthday.org/history/> [2022-05-04]

Europaparlamentet (2022). *Textilproduktionens och textilavfallets inverkan på miljön*.

<https://www.europarl.europa.eu/news/sv/headlines/society/20201208STO93327/textilproduktionens-och-textilavfallets-inverkan-pa-miljon> [2022-05-07]

Fletcher, K. (2014) *Sustainable fashion and textiles : design journeys*. 2nd ed. Milton Park, Abingdon, Oxon: Routledge.

Ghori, S., Lund-Thomsen, P., Gallemore, C., Singh, S. & Riisgaard, L. (2022) Compliance and cooperation in global value chains: The effects of the better cotton initiative in Pakistan and India. *Ecological economics*. [Online] 193107312–
<https://doi-org.lib.costello.pub.hb.se/10.1016/j.ecolecon.2021.107312>

Gonçalves, A. & Silva, C. (2021) Looking for Sustainability Scoring in Apparel: A Review on Environmental Footprint, Social Impacts and Transparency. *Energies* (Basel). [Online] 14 (11), 3032–.
<http://dx.doi.org/10.3390/en14113032>

Higg Index (2020). *Higg Materials Sustainability Index (MSI) Methodology*.
<https://marketing-cdn.higg.com/producttools/MSI-Methodology-July-31-2020a.pdf>
[2022-05-21]

Kadolph, S. (2014) *Textiles*. Pearson New International Edition. Eleventh edition.

Klarin, T. (2018) The Concept of Sustainable Development: From its Beginning to the Contemporary Issues. *Zagreb international review of economics & business*. [Online] 21 (1), 67–94. <http://dx.doi.org/10.2478/zireb-2018-0005>

Kumar, P. S. & Pavithra, K. G. (2019) 'Water and Textiles', in *Water in Textiles and Fashion: Consumption, Footprint, and Life Cycle Assessment*. [Online]. *San Diego: Elsevier Science & Technology*. <https://doi-org.lib.costello.pub.hb.se/10.1016/B978-0-08-102633-5.00002-6>

Morris, C (2021). Study of Greenhouse Gas Emissions of Better Cotton. *Better Cotton Initiative*. London: Anthesis.
<https://www.evidensia.eco/resources/2004/study-of-greenhouse-gas-emissions-of-better-cotton/>

Muthu, S. S. (2014) *Assessing the environmental impact of textiles and the clothing supply chain*. 1st edition. Chichester, England: Woodhead Publishing.

Muthu, S. S. (2015) *Handbook of life cycle assessment (LCA) of textiles and clothing*. Amsterdam, Netherlands: Woodhead Publishing.
<https://doi-org.lib.costello.pub.hb.se/10.1016/C2014-0-00761-7>

Naturskyddsföreningen (u.å.), *Fakta om kläder och textilier*. Vänersborg.
<https://vanersborg.naturskyddsforeningen.se/kladbytdagen/fakta-om-klader-och-textilier/>
[2022-04-07]

Naturskyddsföreningen (2021), *Hållbara Transporter*.
<https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/hallbara-transporter/> [2022-05-07]

Naturvårdsverket (u.å.). *Textil*.
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/textil> [2022-04-24]

Naturvårdsverket (u.å.). *Växthuseffekten förstärks*.

<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatfakta/darfor-blir-det-varmare/vaxthuseffekten-forstarks/> [2022-04-25]

Nationalencyklopedin (u.å.). *Växthuseffekten*.

<https://www-ne-se.lib.costello.pub.hb.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/v%C3%A4xthuseffekten> [2022-05-03]

Naturskyddsföreningen (2022). *Hur fungerar växthuseffekten?*.

<https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/hur-fungerar-vaxthuseffekten/> [2022-04-25]

Palamutcu, S. (2015) '2 - Energy footprints in the textile industry', in Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing. [Online]. Elsevier Ltd. pp. 31–61.

<https://doi-org.lib.costello.pub.hb.se/10.1016/B978-0-08-100169-1.00002-2>

Palamutcu, S. (2010) Electric energy consumption in the cotton textile processing stages. *Energy* (Oxford). [Online] 35 (7), 2945–2952.

<https://doi-org.lib.costello.pub.hb.se/10.1016/j.energy.2010.03.029>

Panța, N. D. (2019) Clashing Perspectives on Sustainable Development. *Studies in business and economics (Romania)*. [Online] 14 (1), 181–190. <https://doi.org/10.2478/sbe-2019-0014>

Payne, A. (2021). Design for Sustainability as Strategies and Tactics. In *Designing Fashion's Future: Present Practice and Tactics for Sustainable Change* (pp. 103–122). London: Bloomsbury Visual Arts.

<http://dx.doi.org/10.5040/9781350092495.ch-006>

Plieth, H., Bullinger, A. C. & Hansen, E. G. (2012) Sustainable Entrepreneurship in the Apparel Industry. *The journal of corporate citizenship*. [Online] 2012 (45), 123–138.

<http://dx.doi.org/10.9774/GLEAF.4700.2012.sp.00009>

Rana, S., Pichandi, S., Karunamoorthy, S., Bhattacharyya, A., Parveen, S. and Fanguero, R., 2015. Carbon footprint of textile and clothing products. *Handbook of sustainable apparel production*, 1, pp.141-166. <http://dx.doi.org/10.1201/b18428-10>

Rather, L. J., Jameel, S., Dar, O. A., Showkat, A. G., Bhat, K. A. & Mohammad, F. (2019) 'Advances in the sustainable technologies for water conservation in textile industries', in *Water in Textiles and Fashion: Consumption, Footprint, and Life Cycle Assessment*. [Online]. San Diego: Elsevier Science & Technology.

<https://doi-org.lib.costello.pub.hb.se/10.1016/B978-0-08-102633-5.00010-5>

Rota, C., Pugliese, P., Hashem, S., Zanasi, C. (2018) Assessing the level of collaboration in the Egyptian organic and fair trade cotton chain. *Journal of cleaner production*. [Online] 1701665–1676.

<https://doi-org.lib.costello.pub.hb.se/10.1016/j.jclepro.2016.10.011>

SAC (2020). *Sustainable Apparel Coalition Higg Product Module (PM) Methodology*.

<https://www.rse-et-ped.info/wp-content/uploads/2018/04/SAC-Overview-RSEPED.pdf> [24 maj 2022]

Sharma, S. (2013) Energy management in textile industry. *International Journal of Power System Operation and Energy Management*.
<http://dx.doi.org/10.47893/IJPSOEM.2013.1087>

Statista (2022). Distribution of textile fibers production worldwide in 2020, by type.
<https://www-statista-com.lib.costello.pub.hb.se/statistics/1250812/global-fiber-production-share-type/>

Subramanian Senthilkannan Muthu (2014) '4 - Calculating the water and energy footprints of textile products', in *Assessing the Environmental Impact of Textiles and the Clothing Supply Chain*. [Online]. Elsevier Ltd. pp. 78–94.
<https://doi-org.lib.costello.pub.hb.se/10.1533/9781782421122.78>

Textile Exchange (2021). *Preferred fiber & materials market report 2021*.
https://textileexchange.org/wp-content/uploads/2021/08/Textile-Exchange_PREFERRED-Fiber-and-Materials-Market-Report_2021.pdf [2022-05-06]

Textile Exchange (u.å.). *Recycled claim standard global recycled standard*.
<https://textileexchange.org/standards/recycled-claim-standard-global-recycled-standard/> [2022-05-21]

The Cotton Museum (2013) Cultivation of Cotton.
<https://www.thecottonmuseum.com/en/capitolo/5/Cultivation-of-Cotton-Agriculture-rotation-Saduf-and-Irrigation-Systems-of-Nile-and-in-Egypt> [2022-05-07]

United Nations (u.å.). *Goal 13: Take urgent action to combat climate change and its impacts*.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-change/> [2022-04-07]

United Nations 2020. *Fall in COVID-linked carbon emissions won't halt climate change - UN weather agency chief*.
<https://news.un.org/en/story/2020/04/1062332> [2022-04-07]

World Wild Fund for Nature (WWF) (u.å.). *Cotton*.
<https://www.worldwildlife.org/industries/cotton> [2022-04-25]

Bilagor

Bilaga 1. Gantt-Schema

<https://drive.google.com/file/d/1qmWnpDdomJ-xkQfLXqTfbM1mzmMiyXyd/view?usp=sharing>

Bilaga 2. Utformning av frågor

1. Data collection to the study of carbon footprint between two home textile products.

Questions for suppliers	
Raw material Source	Where does the cotton cultivation take place? Specify country and city.
	How is the cotton prepared? Specify the processes and location.
	Is the cotton organic, recycled or conventional?
	Specify energy use in... (unit) for the above mentioned processes?
	Specify water use in... (unit) for the above mentioned processes?
	Do you use fossil fuels during these processes?
	Inbound transport distance?
	Transportation mode? (land, rail, air, sea)
Yarn Formation method	Where does the spinning of yarn take place? Specify country and city.
	What spinning method is used for yarn formation (e.g. Ring-spun or open-end)?
	Specify yarn information (e.g. DTEX, Denier, NE, Nm).
	If there occur inbound transportation, in what distance (kilometer)?
	Transportation mode? (land, rail, air, sea)
	What is the main source of energy used in factory?
Weaving information	Where does weaving take place? Specify country and city.
	Specify fabric information (e.g. DTEX, Denier, NE, Nm).
	What processes are included during satin-weaving?
	How much energy is used during the weaving process?

	If there occur inbound transportation, in what distance (kilometer)?
	Transportation mode? (land, rail, air, sea)
Preparation	Information about the preparation for dye process (for example. scouring, bleaching, heat setting etc.) for woven textiles, natural fibers.
	Any use of cellulase enzyme treatment, for appearance?
	Inbound transport distance? Transportation mode? (land, rail, air, sea)
Coloration	Type of dyeing? Water, energi and chemical use?
Finishing process	Type of finishing? (For example. calendering, pressing, ironing, etc.)
Chemistry certificate	Do suppliers have any type of certificate? For example. Oeko tex? Global organic textile standard?
Bills of materials	Is it possible to see the bill of materials of the product?
	Specify information about the fabric, sewing threads, care labels, hangtags, packaging, etc. (For example. material, amount, unit, net use, source (country) to destination (manufacture country)).
Manufacturing (Social & Labor assessment)	What processes are included during product assembly?
	How much time is spent during each process?
	How much material is consumed during each process?
	How much material waste is generated after each process?
	What processes are included during garment preparation and coloration? For example. Pretreatment, batch dyeing, Etc.
	What processes are included during garment washing and finishing? For example. Enzyme wash, Pressing, Ironing, Etc.
Waste management	How is product waste managed?
	Does the factory have any strategy for converting waste products into new products to prevent energy usage and consumption of fresh raw materials?
Disposal modes for this specific product	

	Disposal modes	Rate	Recycled/ downcycle d	Landfill/ Incineratio n
	Manufacturing waste	___ %	___ %	___ %
	Excess Finished Goods Rate for this product	___ %	___ %	___ %
	Sample Rate for this product	___ %	___ %	___ %
Logistics	Inbound transportation between manufacturer to distribution center Transportation mode? (land, rail, air, sea)			
Test standard	Fabric colorfastness? Yes/no			
	Fabric dimensional stability? Yes/no			
	Seam/ yarn slippage resistance? Yes/no			
	If others, briefly describe other types of test standards.			

2. Data collection to the study of the impact of water and energy use and what areas of use to consider looking for potential reduction opportunities.

Questions for suppliers	
What is the main source of energy used in the factory? For example: Fossil fuels Renewable energy sources Biomass Geothermal Solar thermal energy Nuclear energy Others	
If others, briefly describe the main source of energy is used in the factory	
Does the factory have any type of industrial recycling and reuse of wastewater? Yes/No?	

If yes, briefly describe the factory's strategy for recycling and reuse of wastewater	
Does the factory have any type of industrial recycling and reuse of chemicals? Yes or No?	
If yes, briefly describe the factory's strategy for recycling and reuse of chemicals.	

3. Distribution info

Questions for Company			
Distribution info	What percentage of this product is sold through your own distribution? Please answer in approximately percentage.		
	Of the product moved through your own distribution	Online (percentage)	In-store (Percentage)
	Percentage of this product is sold	%	%
	Rate of products returned	%	%
	Restock rate	%	%

4. Bill of materials

Bill of materials					Shipping info		Shipping modes
Category	Material	Amount	Unit	Net use	Source	Destination	(Air, ocean, rail, truck)
Fabrics							
Sewing threads							
Trims							
Trims							
Packaging							
Others..							
Others..							
Others..							

Total weight of the product -
Distribution center destination -

Bilaga 3. Datainsamling - svar från företag

Påslakanset från Bangladesh

Questions for Company			
Distribution info	What percentage of this product is sold through your own distribution? Please answer in approximately percentage.		
	N/A		
	Of the product moved through your own distribution	Online (percentage)	In-store (Percentage)
	Percentage of this product is sold	21 %	79 %
	Rate of products returned	4.9 %	8.2 %
Restock rate	- %	- %	

Påslakanset från Pakistan

Questions for Company			
Distribution info	What percentage of this product is sold through your own distribution? Please answer in approximately percentage.		
	100% is sold through our own distribution		
	Of the product moved through your own distribution	Online (percentage)	In-store (Percentage)
	Percentage of this product is sold	27 %	73 %
	Rate of products returned	5.5 %	6.4 %
Restock rate	- %	- %	

Bilaga 4. Databesamling - svar från egyptisk leverantör

1. Data collection to the study of carbon footprint.

Questions for suppliers	
Raw material Source	<p>Where does the cotton cultivation take place? Specify country and city.</p> <p>Reply: Giza is a special type of cotton that is widely recognized as the finest on Earth. Grown in the fertile valley of the Nile River in Egypt, Giza is longer, stronger, and softer than other cotton.</p>
	<p>How is the cotton prepared? Specify the processes and location.</p> <p>Reply: To preserve its quality, all Giza cotton is picked by hand. This time-consuming process contributes to the higher cost of Giza cotton, but also results in materials made from longer and more complete fibers.</p>
	<p>Is the cotton organic, recycled or conventional?</p> <p>Reply: It is Egyptian cotton (Giza cotton).</p>
	<p>Specify energy use in... (unit) for the above mentioned processes?</p> <p>N/A</p>
	<p>Specify water use in... (unit) for the above mentioned processes?</p> <p>N/A</p>
	<p>Do you use fossil fuels during these processes?</p> <p>Reply: No.</p>
	<p>Inbound transport distance?</p> <p>N/A</p>
	<p>Transportation mode? (land, rail, air, sea)</p> <p>Answer: Land</p>
Yarn Formation method	<p>Where does the spinning of yarn take place? Specify country and city.</p> <p>Answer: Country: Bangladesh, City: Gazipur</p>
	<p>What spinning method is used for yarn formation (e.g. Ring-spun or open-end)?</p>

	<p>Answer: Ring-spun</p>
	<p>Specify yarn information (e.g. DTEX, Denier, NE, Nm).</p> <p>Answer: 7s to 80s</p>
	<p>If there occur inbound transportation, in what distance (kilometer)?</p> <p>Answer: N/A</p>
	<p>Transportation mode? (land, rail, air, sea)</p> <p>Answer: N/A</p>
	<p>What is the main source of energy used in factory?</p> <p>Answer: Gas</p>
Weaving information	<p>Where does weaving take place? Specify country and city.</p> <p>Ans: Narayangonj, Bangladesh</p>
	<p>Specify fabric information (e.g. DTEX, Denier, NE, Nm).</p> <p>Ans: English count. (40 count).</p>
	<p>What processes are included during satin-weaving?</p> <p>Ans:4/1-Four up one down frame</p>
	<p>How much energy is used during the weaving process?</p> <p>Answer: N/A</p>
	<p>If there occur inbound transportation, in what distance (kilometer)?</p> <p>Ans: Within factory.</p>
	<p>Transportation mode? (land, rail, air, sea)</p> <p>Answer: N/A</p>
Preparation	<p>Information about the preparation for dye process (for example. scouring, bleaching, heat setting etc.) for woven textiles, natural fibers.</p>

	<p>Reply: Sizing>Desizing >Scouring>Bleaching>Mercerizing.</p>
	<p>Any use of cellulase enzyme treatment, for appearance?</p> <p>Answer: Yes</p>
	<p>Inbound transport distance? Transportation mode? (land, rail, air, sea)</p> <p>N/A</p>
Coloration	<p>Type of dyeing? Water, energi and chemical use?</p> <p>Ans: Reactive dyed. Water, energi and chemical use continuously.</p>
Finishing process	<p>Type of finishing? (For example. calendering, pressing, ironing, etc.)</p> <p>Ans: Calendaring.</p>
Chemistry certificate	<p>Do suppliers have any type of certificate? For example. Oeko tex? Global organic textile standard?</p> <p>Oeko-tex, GOTS, GRS, Blue sign, ZDHC declaration, TOX FMD, etc.</p>
Bills of materials	<p>Is it possible to see the bill of materials of the product?</p> <p>N/A</p> <p>Specify information about the fabric, sewing threads, care labels, hangtags, packaging, etc. (For example. material, amount, unit, net use, source (country) to destination (manufacture country)).</p>
Manufacturing (Social & Labor assessment)	<p>What processes are included during product assembly?</p> <p>Reply:Folding>Cutting>stitching>Quality checking>Packing>Inspection>Shipping.</p>
	<p>How much time is spent during each process?</p> <p>N/A</p>
	<p>How much material is consumed during each process?</p> <p>N/A</p>

	How much material waste is generated after each process? Reply: 1%															
	What processes are included during garment preparation and coloration? For example. Pretreatment, batch dyeing, Etc. Reply: As "Textile manufacturer" is a home textiles. So, It is not applicable for Home textile product.															
	What processes are included during garment washing and finishing? For example. Enzyme wash, Pressing, Ironing, Etc. Reply: As "Textile manufacturer" is a home textiles. So, It is not applicable for Home textile product.															
Waste management	How is product waste managed? Manufacturing wastes are properly managed as per the following activities; <ul style="list-style-type: none"> Track all hazardous and non-hazardous waste streams. Segregate, properly store, and train workers to handle all hazardous and non-hazardous waste streams. All hazardous & non-hazardous are disposed by authorized waste contractors. 															
	Does the factory have any strategy for converting waste products into new products to prevent energy usage and consumption of fresh raw materials? Yes, we have some strategy to convert waste products into new products such as pillow cases are converted from waste cut pieces, waste sewing threads (different color) are made solid color (black) in yarn dyeing section, damaged yarn cones are recycled by third party and again used as new cone.															
Disposal modes for this specific product	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Disposal modes</th> <th>Rate</th> <th>Recycled/downcycled</th> <th>Landfill/Incineration</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Manufacturing waste</td> <td>5 %</td> <td>1 %</td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>Excess Finished Goods Rate for this product</td> <td>5 %</td> <td>0 %</td> <td>0 %</td> </tr> </tbody> </table>				Disposal modes	Rate	Recycled/downcycled	Landfill/Incineration	Manufacturing waste	5 %	1 %	0 %	Excess Finished Goods Rate for this product	5 %	0 %	0 %
	Disposal modes	Rate	Recycled/downcycled	Landfill/Incineration												
	Manufacturing waste	5 %	1 %	0 %												
Excess Finished Goods Rate for this product	5 %	0 %	0 %													

	<table border="1"> <tr> <td>Sample Rate for this product</td> <td>N/A %</td> <td>N/A %</td> <td>N/A %</td> </tr> </table>	Sample Rate for this product	N/A %	N/A %	N/A %
Sample Rate for this product	N/A %	N/A %	N/A %		
Logistics	<p>Inbound transportation between manufacturer to distribution center Transportation mode? (land, rail, air, sea)</p> <p>Ans: Sea and air</p>				
Test standard	<p>Fabric colorfastness? Yes/no</p> <p>Ans: Yes.</p>				
	<p>Fabric dimensional stability? Yes/no</p> <p>Ans: Yes.</p>				
	<p>Seam/ yarn slippage resistance? Yes/no</p> <p>Ans: Yes.</p>				
	<p>If others, briefly describe other types of test standards.</p> <p>Ans: Physical strength.</p>				

2. Data collection to the study of the impact of water and energy use and what areas of use to consider looking for potential reduction opportunities.

Questions for suppliers	Answers
<p>What is the main source of energy used in the factory? For example:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fossil fuels Renewable energy sources Biomass Geothermal Solar thermal energy Nuclear energy Others 	<p>Fossil fuels (Natural gas) Renewable energy sources (Solar) Others</p>
<p>If others, briefly describe the main source of energy is used in the factory</p>	<p>Purchased electricity from REB (Rural electric board)</p>
<p>Does the factory have any type of industrial recycling and reuse of wastewater? Yes/No?</p>	<p>Yes</p>

If yes, briefly describe the factory's strategy for recycling and reuse of wastewater	ETP treated wastewater are used for gardening, floor cleaning, vehicle cleaning, toilet flushing, etc.
Does the factory have any type of industrial recycling and reuse of chemicals? Yes or No?	No
If yes, briefly describe the factory's strategy for recycling and reuse of chemicals.	N/A

Bilaga 5. Databesamling - svar från pakistansk leverantör

1. Data collection to the study of carbon footprint.

Questions for suppliers	
Raw material Source	Where does the cotton cultivation take place? Specify country and city. Pakistan, Mian Channu
	How is the cotton prepared? Specify the processes and location. As per Better cotton program and directions.
	Is the cotton organic, recycled or conventional? BCI
	Specify energy use in... (unit) for the above mentioned processes? N/A
	Specify water use in... (unit) for the above mentioned processes? 500 gallons
	Do you use fossil fuels during these processes? Yes
	Inbound transport distance? N/A
	Transportation mode? (land, rail, air, sea) Land
Yarn Formation method	Where does the spinning of yarn take place? Specify country and city.

	<p>Pakistan, Kasur</p>
	<p>What spinning method is used for yarn formation (e.g. Ring-spun or open-end)?</p> <p>Ring-spun</p>
	<p>Specify yarn information (e.g. DTEX, Denier, NE, Nm).</p> <p>(147.50 DTEX - 133 Denier - 40/1 Ne - 67.70 Nm)</p>
	<p>If there occur inbound transportation, in what distance (kilometer)?</p> <p>135 KM</p>
	<p>Transportation mode? (land, rail, air, sea)</p> <p>Land</p>
	<p>What is the main source of energy used in factory?</p> <p>Electricity and biogas</p>
Weaving information	<p>Where does weaving take place? Specify country and city.</p> <p>Pakistan, Faisalabad (In-house)</p>
	<p>Specify fabric information (e.g. DTEX, Denier, NE, Nm).</p> <p>(147.50 DTEX - 133 Denier - 40/1 Ne - 67.70 Nm)</p> <p>NE 40 Count</p>
	<p>What processes are included during satin-weaving?</p> <p>Warping, Sizing, drawing in, Special CAMs setting for Satin, Fabric inspection & Dispatch</p>
	<p>How much energy is used during the weaving process?</p> <p>Per Loom Energy = 3.5 KW/h, Total Looms input = 4, Total Energy = 14KW/h</p>
	<p>If there occur inbound transportation, in what distance (kilometer)?</p> <p>In-house</p>

	<p>Transportation mode? (land, rail, air, sea)</p> <p>Land</p>
Preparation	<p>Information about the preparation for dye process (for example. scouring, bleaching, heat setting etc.) for woven textiles, natural fibers.</p> <p>Singeing->Desizing > Solomatic Bleaching > Mercerize à washing</p>
	<p>Any use of cellulase enzyme treatment, for appearance?</p> <p>Yes, Cellulase based Natural Enzyme</p>
	<p>Inbound transport distance? Transportation mode? (land, rail, air, sea)</p> <p>In House all process</p>
Coloration	<p>Type of dyeing? Water, energi and chemical use?</p> <p>Reactive Dyeing Water Usage = 62 Liter / per Kg Energy Usage = 17 Kwh / per Kg Chemical Usage = not recorded</p>
Finishing process	<p>Type of finishing? (For example. calendering, pressing, ironing, etc.)</p> <p>Stentering, Calendering and Sanforizing only.</p>
Chemistry certificate	<p>Do suppliers have any type of certificate? For example. Oeko tex? Global organic textile standard?</p> <p>Yes, STep Oekotex. GOTS.</p>
Bills of materials	<p>Is it possible to see the bill of materials of the product?</p> <p>Yes</p> <p>Specify information about the fabric, sewing threads, care labels, hangtags, packaging, etc. (For example. material, amount, unit, net use, source (country) to destination (manufacture country)).</p>
Manufacturing (Social & Labor	<p>What processes are included during product assembly?</p>

assessment)	Weaving, Wet Processing i.e. Bleaching, Dyeing, Finishing and Stitching																			
	How much time is spent during each process?																			
	Depends on operations																			
	How much material is consumed during each process?																			
	Depends on operations																			
	How much material waste is generated after each process?																			
Depends on operations																				
What processes are included during garment preparation and coloration? For example. Pretreatment, batch dyeing, Etc.																				
Pad steam and thermosole dyeing.																				
What processes are included during garment washing and finishing? For example. Enzyme wash, Pressing, Ironing, Etc.																				
N/A																				
Waste management	How is product waste managed?																			
	Through Waste management plan																			
Waste management	Does the factory have any strategy for converting waste products into new products to prevent energy usage and consumption of fresh raw materials?																			
	N/A																			
Disposal modes for this specific product	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Disposal modes</th> <th>Rate</th> <th>Recycled/ downcycled</th> <th>Landfill/ Incineration</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Manufacturing waste</td> <td>Up to 3%</td> <td>N/A %</td> <td>N/A %</td> </tr> <tr> <td>Excess Finished Goods Rate for this product</td> <td>Up to 10 %</td> <td>N/A %</td> <td>N/A %</td> </tr> <tr> <td>Sample Rate for this product</td> <td>Up to 3 %</td> <td>N/A %</td> <td>N/A %</td> </tr> </tbody> </table>				Disposal modes	Rate	Recycled/ downcycled	Landfill/ Incineration	Manufacturing waste	Up to 3%	N/A %	N/A %	Excess Finished Goods Rate for this product	Up to 10 %	N/A %	N/A %	Sample Rate for this product	Up to 3 %	N/A %	N/A %
	Disposal modes	Rate	Recycled/ downcycled	Landfill/ Incineration																
	Manufacturing waste	Up to 3%	N/A %	N/A %																
	Excess Finished Goods Rate for this product	Up to 10 %	N/A %	N/A %																
	Sample Rate for this product	Up to 3 %	N/A %	N/A %																

	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Gold Seal, Yellow Seal, Green Seal & Strike Off</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Gold Seal, Yellow Seal, Green Seal & Strike Off		
	Gold Seal, Yellow Seal, Green Seal & Strike Off				
Logistics	<p>Inbound transportation between manufacturer to distribution center. Transportation mode? (land, rail, air, sea)</p> <p>Land</p>				
Test standard	<p>Fabric colorfastness? Yes/no</p> <p>Yes</p>				
	<p>Fabric dimensional stability? Yes/no</p> <p>Yes</p>				
	<p>Seam/ yarn slippage resistance? Yes/no</p> <p>Yes</p>				
	<p>If others, briefly describe other types of test standards.</p> <p>Pilling, Smoothness, PH, Formaldehyde, Tear, Tensile etc</p>				

2. Data collection to the study of the impact of water and energy use and what areas of use to consider looking for potential reduction opportunities.

Questions for suppliers	
<p>What is the main source of energy used in the factory? For example:</p> <p>Fossil fuels</p> <p>Renewable energy sources</p> <p>Biomass</p> <p>Geothermal</p> <p>Solar thermal energy</p> <p>Nuclear energy</p> <p>Others</p>	<p>Biogas and electricity</p>
<p>If others, briefly describe the main source of energy is used in the factory</p>	<p>Main Source of the energy is Natural Gas, Electricity from National grid based on</p>

	Geothermal and Natural gas.
Does the factory have any type of industrial recycling and reuse of wastewater? Yes/No?	yes
If yes, briefly describe the factory's strategy for recycling and reuse of wastewater	In soaping and prewashing of raw fabric.
Does the factory have any type of industrial recycling and reuse of chemicals? Yes or No?	Yes
If yes, briefly describe the factory's strategy for recycling and reuse of chemicals.	Caustic recovery as well as waste heat recovery.

Bilaga 6. Datasamling - BOM påslakanset tillverkad i Bangladesh

Bill of materials					Shipping info		Shipping modes
Category	Material	Amount	Unit	Net use	Source	Destination	(Air, ocean, rail, truck)
Fabrics	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sewing threads	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Trims	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Trims	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Packaging	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Others..	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Others..	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Others..	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total weight of the product - N/A							
Distribution center destination - N/A							

Bilaga 7. Datainsamling - BOM påslakanset tillverkad i Pakistan

Bill of materials					Shipping info		Shipping modes
Category	Material	Amount	Unit	Net use	Source	Destination	(Air, ocean, rail, truck)
Fabrics	CC 100% Cotton	4481.25	KG	3548	Faisalabad, Punjab, Pakistan	Faisalabad, Punjab, Pakistan	All In house
Sewing threads	100% Polyester	21	KG	21	Sulaiman Town Faisalabad, Pakistan	Faisalabad, Punjab, Pakistan	Truck
Trims	Taffeta label	5	KG	5	Faisalabad, Punjab, Pakistan	Faisalabad, Punjab, Pakistan	Truck
Trims	Bag label (Cotton)	11	KG	11	Faisalabad, Punjab, Pakistan	Faisalabad, Punjab, Pakistan	Truck
Packaging	Carton, Stiffener, Tag, Master poly bag	1043	KG	1043	Pakistan	Faisalabad, Punjab, Pakistan	Truck
Others..							
Others..							
Others..							
Total weight of the product - 4628 KG (Gross weight for 4010 Duvet Sets)							
Distribution center destination - Pakistan							

Bilaga 8. Higg Index - Product Datasheet

Egyptisk bomull påslakanset tillverkad i Bangladesh

https://drive.google.com/file/d/14qwBIGHJSv8pCzG3WBCAJ_VUk-XIRg5D/view?usp=sharing

Pakistansk bomull påslakanset tillverkad i Pakistan

<https://drive.google.com/file/d/1oEqy2YbG-ugAZ1Ym9ot4WWgcxjJTIBu2/view?usp=sharing>