

Biopohjaisten ja uusiomateriaalien kestävätk ratkaisut tekstiilialalla, BioTek





BioTek, Biopohjaisten ja uusiomateriaalien kestävät ratkaisut tekstiilialalla

Tämä diasarja sisältää koonnin **Vastuullisuus ja elinkaariajattelu** opintojaksosta. Diasarjassa olevat kuvat ovat kuvituskuvia, ellei alt-teksteissä toisin mainita.

1. Sisältö ja osaamistavoitteet, dia 3
2. Perusosaaminen, diat 4-5
3. Syventävä osaaminen, diat 6-75

Luentomateriaali: Pia Haapea Tekstiiliteollisuuden ympäristövaikutukset - ja niiden hallinta, diat 7-53

Luentomateriaali: Sakari Autio, diat 54-75

4. Soveltava osaaminen, diat 76-77



Vastuullisuus ja elinkaariajattelu

5 op

Sisältö:

- Uudistuva lainsäädäntö: tuottajavastuu, digitaalinen tuotepassi, viherpesu ja ekodesign
- Vastuullisuusraportointi ja -viestintä
- Hiilijalanjälki, -kädenjälki ja LCA
- Kierrätysmateriaalien tuoteturvallisuus ja vastuukysymykset

Kurssin osaamistavoitteet:

Suoritettuaan opintojakson opiskelija

- on tietoinen alaa koskevasta lainsäädännöstä ja tulevista uudistuksista
- ymmärtää vastuullisuusraportoinnin ja viestinnän merkityksen yritysten vastuullisuustyössä
- ymmärtää hiilijalanjälki- ja kädenjälkilaskennan sekä tuotteen elinkaariarvioinnin periaatteet
- on tietoinen kierrätysmateriaalien tuotannon ja käytön tuoteturvallisuus- ja vastuukysymyksistä.

Perusosaamisen osion aloitusnäkömä verkkoalustalla

2 op



- ☰ Elinkaariajattelu ○
- ☰ Elinkaariarviointi ○
- ☰ Läpinäkyvyys ja jäljitettävyys ○
- ☰ Vastuullisuusraportointi ja -viestintä ○
- ☰ Uudistuva lainsäädäntö ○
- ☰ Kierrätysmateriaalien tuoteturvallisuus ○
- ☰ Hiilijalanjälki ja sen laskeminen ○

Vastuullisuus ja elinkaariajattelu, perusosaaminen

- Tässä osiossa käydään läpi elinkaariajattelua ja –arviointia, läpinäkyvyyttä ja jäljitettävyyttä, vastuullisuusraportointia ja –viestintää, uudistuvaa lainsäädäntöä, kierrätysmateriaalien turvallisuutta sekä hiilijalanjälkeä ja sen laskentaa.
- Linkki itsenäisesti suoritettavaan verkko-oppimiskokonaisuuteen. Materiaali sisältää myös tehtäviä.
<https://360.articulate.com/review/content/294ed8e1-7a7f-49a2-9a64-754e08d01fee/review>



Syventävä osaaminen

- Opas: Annariina Ruokamo ja Mirka Uunimäki; LAB: [Suunnittelijan opas kiertotalouden mukaiseen vaatesuunnitteluun.](#)
- Luentomateriaalit: Pia Haapea, LAB: Tekstiiliteollisuuden ympäristövaikutukset
- Luentomateriaalit: Sakari Autio, LAB: Tuotteen ja yrityksen hiilijalanjälki

Asiantuntijaluentoja yrityksiltä:

- [Ethica](#)
- [Suomen Tekstiili & Muoti ry](#)
- [Ympäristömerkintä Suomi](#)



Tekstiiliteollisuuden ympäristövaikutukset - ja niiden hallinta

Pia Haapea

Yliopettaja, Ympäristöteknologia ja kiertotalouden ratkaisut

Luennon oppimistavoitteet

Käydessäsi läpi tätä osiota mieti erityisesti:

- Miksi tekstiiliteollisuus on merkittävä ala ympäristövaikutusten näkökulmasta?
- Mitä ovat tekstiiliteollisuuden pääasialliset ympäristövaikutukset?
- Millä keinoin negatiivisia ympäristövaikutuksia voidaan vähentää?
- Miten kiertotalouden ja parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) periaatteita voidaan soveltaa tekstiiliteollisuudessa?
- Mitä ovat BREFit?



Tekstiili- ja muotiteollisuuden muutos

Aikaisemmin tuotannonsuunnittelu ja
mitoitus perustui kysyntään →
ennakointi helpompaa

Perinteisestä kahdesta kaudesta → jopa
viikottaisiin, “pikamuoti”

1980-luvulla luotiin maailmanlaajuinen
infrastruktuuri → lyhyet toimitusajat ja
alhaisemmat kustannukset

Uusia materiaaleja, prosesseja ja
tuotantotekniikoita kehitetään jatkuvasti

Muutos ja volyymit ovat valtavia

- Joka vuosi kulutetaan (ja tuotetaan) 80 -100 miljardia uutta vaatekappaletta → 4 kertaa enemmän kuin 20-vuotta sitten
- 20 % valmistetuista vaatteista jää kokonaan myymättä
- Myytyjen vaatteiden hinta laskenut
- Vaatteen käyttökertojen määrä on vähentynyt 36 %
- Suomessa ostetaan 13 kg tekstiilejä/hlö *a, Amerikassa yli 32 kg

Globalisaation vaikutus merkittävä

- Tekstiiliteollisuudessa työskentelevien henkilöiden määrä on globaalisti kasvanut 34 miljoonasta 58 miljoonaan
- 1991 56 % ostetuista vaatteista oli valmistettu USA:ssa → 2012 2,5 %. (1,2 miljoonaa työpaikkaa "katosi")
- Vuodesta 1975 tekstiilikuitujen maailmanlaajuinen tuotanto kasvanut 280 %, luonnonkuitujen, kuten puuvillan, tuotanto ei riitä täyttämään kysyntää

Yli puolet pikamuodista hävitetään kaatopaikoille tai poltettavaksi alle vuoden sisällä niiden ostamisesta → Suomessa 55 miljoonaa kg/vuosi.

→ Ympäristöhaittoja ja resurssitehottomuutta

Tekstiiliteollisuuden ympäristövaikutuksia

Tekstiiliteollisuus

- Maailman toiseksi saastuttavin teollisuudenala (Eussa 4.)
- Tuottaa 10 % hiilidioksidipäästöistä (270 kg CO₂/hlö/vuosi)

Raaka-aineiden ja vaatteiden viimeistelyssä käytetyt kemikaalit ovat usein myrkyllisiä → ilma- & vesipäästöt, työ/kuluttajaturvallisuus

- Kuluttaa 11 % hyönteismyrkyistä
- Tekokuitujen pesu: 500 000 tonnia mikrokuituja valtameriin vuosittain

Tekstiiliraaka-aineiden tuotanto vaatii runsaasti kasteluvettä, viljelypinta-alaa, hyönteismyrkkyjä ja fossiilisia polttoaineita.

- Toiseksi suurin veden kuluttaja (Euroopassa 3.), kolmanneksi suurin syy vesistöjen laadun heikkenemiseen ja maankäyttöön

Halvempia vaatteita → ihmisoikeusloukkauksia ja jätettä

- < 50 % käytetyistä vaatteista kerätään kierrätykseen
- 1 % kierrätetään uusiksi vaatteiksi

Negatiivisten ympäristövaikutusten vähentämiskeinoja (1/2)

Poliittiset ja lainsäädännölliset ohjauskeinot: kierrätystavoitteiden nostaminen, jätehuollon vaatimukset, tuotteiden merkintäjärjestelmät, julkisten hankintojen säädökset, SDGt

Vaatteiden uudelleenkäyttö ja käyttöiän pidentäminen

- Kasvihuonekaasupäästöt - 44 % jos vaatetta käytettäisiin kaksi kertaa pitempään kuin nykyisin
- Vaatteen elinkaaren pidentämisellä 9 kk (nyt 2 v) säästettäisiin luonnonvaroja 20–30 %
- Suunnittelijoilta ja valmistajilta panostusta kestävimpiin materiaaleihin, tuotantomenetelmiin ja tuotteisiin
- Kestävämpiä kulutustottumuksia
- Vuokraamot, lainaamot, kirpputorit,
 - UFF keräsi viime vuonna vaatteita 15 miljoonaa kiloa

Negatiivisten ympäristövaikutusten vähentämiskeinoja (2/2)

Tutkimus, tieto ja innovaatiot keskiössä ratkottaessa alan ympäristöhaasteita

Suuryritykset heräämässä

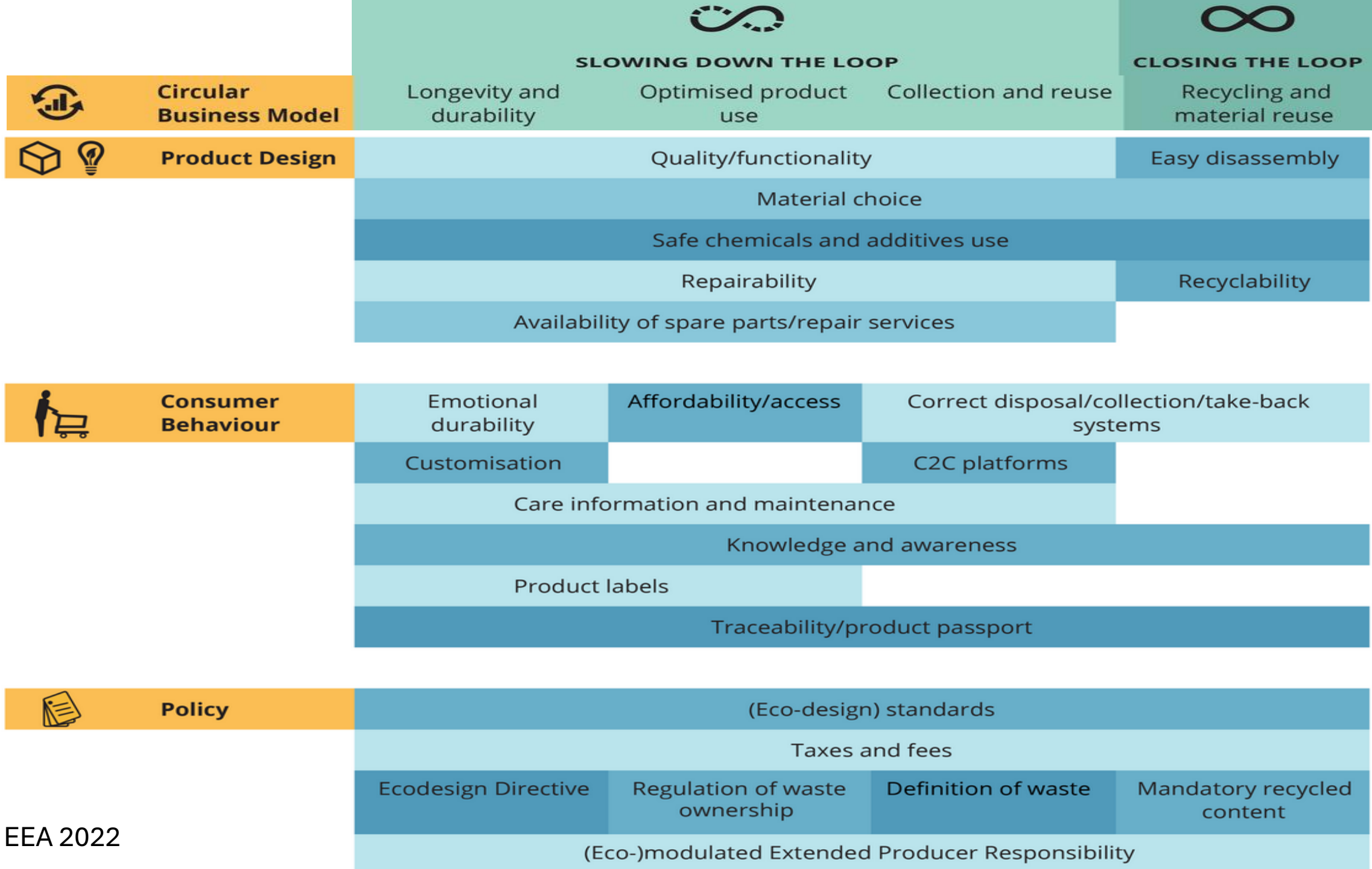
- 2018 YK:n ilmastokokouksessa osa vaatevalmistajista, esim. H&M, Adidas, Puma, Esprit ja Hugo Boss, julkaisivat muotiteollisuuden ilmastotekojen peruskirjan → Pariisin ilmastopimuksen tavoitteet

Kiertotalouden toimintamallit: materiaalin tehokas hyödyntäminen tuotesuunnittelussa, tuotteen elinkaarta pidentävät palvelut sekä tuotteiden/materiaalien uudelleenkäyttö

- Jakamispalvelujen periaatteet, esimerkiksi vaatelainaamopalvelut
- 0-päästöiset tehtaot
- laadukkaat ja kestävät materiaalit.
- Uudet tekstiilikuidut ja tekstiilien kierrätysmenetelmät
- Alihankintaketjujen jäljitettävyyys.

Vaikka ongelmat tiedossa → kulutustottumuksiin vähäinen vaikutus ☹️

HS, 2019; Paulin, 2018; Tekniikka ja talous, 2018; Suomen tekstiili & muoti, 2019; Paulin, 2018; Thomas, 2019



Tuotannon ympäristövaikutukset ja niiden vähentäminen

Best Available Techniques (BAT) Reference
Document for the Textiles



JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT

Best Available Techniques (BAT)
Reference Document for the Textiles
Industry

*Industrial Emissions Directive
2010/75/EU
(Integrated Pollution
Prevention and Control)*

Roth, J., Zerger, B., De Geeter, D., Gómez
Benevides, J., Roudier, S.

2023



BAT (Best Available Technology)



- eli paras käyttökelpoinen tekniikka tarkoittaa ympäristönsuojelulain (527/2014, 5 §) mukaan:

Mahdollisimman tehokkaita ja kehittyneitä, teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia tuotanto- ja puhdistusmenetelmiä ja toiminnan suunnittelu-, rakentamis-, ylläpito-, käyttö- sekä lopettamistapoja, joilla voidaan ***ehkäistä*** toiminnan aiheuttama ympäristön pilaantuminen tai ***tehokkaimmin vähentää*** sitä ja jotka soveltuvat ympäristölupamääräysten perustaksi

Tekniikka on teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoista silloin, kun se on saatavissa käyttöön yleisesti ja sitä voidaan soveltaa asianomaisella toiminnan alalla kohtuullisin kustannuksin.

- BATin soveltamisen taustalla on teollisuuden päästöjä koskeva Euroopan komission direktiivi (Industrial Emissions Directive, IED, 2010/75/EU), jonka tavoitteena on suojella ympäristöä ja terveyttä sekä säädellä teollisuuslaitosten ympäristövaikutuksia ympäristölupien muodossa. (Ymparisto.fi 2015.)
- BATNEEC = Best Available Technology Not Entailing Excessive Cost

BAT-prosessista

- BAT- prosessin tarkoituksena on löytää tekniikoita/menetelmiä, joilla pystytään valmistamaan teollisia tuotteita kilpailukykyiseen hintaan mahdollisimman pienillä ja haitattomilla päästöillä, vähäisellä jätteen määrällä vähentämällä energian ja materiaalien käyttöä.
- EU:ssa asiaa on lähestytty:
 1. Kokoamalla tiedot tekniikoista sekä päästöistä ja kulutuksesta
 2. Päätetty EU-tasolla BAT-päästö- ja -kulutustasot
 3. Ympäristöluvut mukautetaan päätelmien kanssa

Prosessi toistetaan noin 10 vuoden välein.

Uudet tekniikat tulevat prosessiin mukaan, kun ne on otettu kaupallisesti käyttöön ja niistä on päästö- ja kulutusdataa saatavilla.

Seuraavaksi kiertotalouslain implementointi



BREF-asiakirjat (BAT Reference Documents)

- BREFit ovat parhaan käyttökelpoisen tekniikan vertailuasiakirjoja eri teollisuuden aloille
- BREF-asiakirjoihssa esitetään asiakirjan kohteena olevassa **toiminnassa sovelletut tekniikat, päästöt ja kulutustasot**, parhaan käyttökelpoisen tekniikan määrittelyssä ja sitä koskevien päätelmien laatimisessa huomioon otettavat tekniikat sekä uudet tekniikat.
- Tiedot perustuvat tietojen vaihtoon parhaasta käyttökelpoisesta tekniikasta teollisuuden eri toimialojen ja viranomaisten välillä, jota organisoii Euroopan komissio (Euroopan IPPC-toimisto).

BREF-asiakirjoja löytyy muun muassa

- kemianteollisuus (esim. jätevesien ja -kaasujen käsittely, orgaanisten/epäorgaanisten kemikaalien valmistus),
- energiateollisuus (esim. energiatehokkuus, teollisuuden jäähdytysjärjestelmät, suuret polttolaitokset),
- metalliteollisuus (esim. rautametallien jalostus, rauta- ja terästeollisuus)
- elintarviketeollisuus (esim. ruoka-, juoma- ja maitoteollisuus, teurastamot),
- maatalous (esim. sikojen ja kanojen tehokasvatus),
- kaivosteollisuus (esim. kaivosteollisuuden rikastushiekan ja sivukivien hallinta),
- metsäteollisuus (esim. massa-, paperi- ja kartonkiteollisuus)
- **tekstiiliteollisuus**
- jätteiden käsittely
- BREF-asiakirjojen sähköiset versiot löytyvät: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu>.
- Suomeksi eri teollisuuden alan BAT asiakirjoja löytyy https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Paras_tekniikka_BAT/Vertailuasiakirjat

Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Textiles Industry

Industrial Emissions Directive
2010/75/EU
(Integrated Pollution
Prevention and Control)

Robt, J., Zerger, B., De Geeter, D., Gómez
Benevides, J., Roudier, S.

2023



— Kestävät kierot- ja biotalous



Paras käyttökelpoinen tekniikka BAT

Teollisuuspäätösdirektiivin soveltamisalaan kuuluvien laitosten päästörajojen, tarkkailun ja muiden lupamääräysten perustuttava BAT-pöytäkirja. BAT tulee sanoista Best Available Techniques, paras käyttökelpoinen tekniikka.



Ajankohtaista

Uusimmat käynnistyneet BREF-prosessit, komission ehdotukset ja BAT-pöytäkirjat. —>

BAT ympäristönsuojelulaissa

Paras käyttökelpoinen tekniikka BAT (Best Available Techniques) on määritelty [ympäristönsuojelulaissa 527/2014 \(YVA 5 §\)](#). Parhaista käyttökelpoisista tekniikoista tarkoitetaan mahdollisimman tehokkaita ja kestäviä, teknisesti ja taloudellisesti toteutettavissa tuotant- ja palvelusolosuhteissa ja toiminnan suunnittelun, rakentamisen, ylläpidon, käyttö- sekä lopettamistapojen avulla voidaan ehkäistä toiminnan aiheuttama ympäristön pilaantumisen tai vahingoittamisen vähentää sitä ja josta sovelletut ympäristölupamääräysten perusteella.

Tavoitteena suojella ympäristöä ja terveyttä

BATin soveltamisen tavoitteena on [teollisuuden päästöjä koskeva direktiivi](#) (Industrial Emissions Directive, EU 2010/75/EU). Teollisuuspäätösdirektiivin tavoitteena on suojella ympäristöä ja terveyttä ja edistää teollisuussektorin ympäristöystävällistä ympäristönsuojelun kautta. Teollisuuspäätösdirektiivin keskeiset vaatimukset on sovellettu Suomessa voimaan osana ympäristönsuojelulaissa (527/2014).

Tekstiiliteollisuuden BREF-asiakirjan rakenne ja sisältö



Luku 1 ja 2: yleistä tietoa tekstiilialasta ja alalla käytettävistä teollisuusprosesseista.



Luku 3: tietoa eri osaprosessien ympäristövaikutuksista: päästöt, raaka-aineiden kulutus, vedenkulutus, energian käyttö ja jätteen synty.

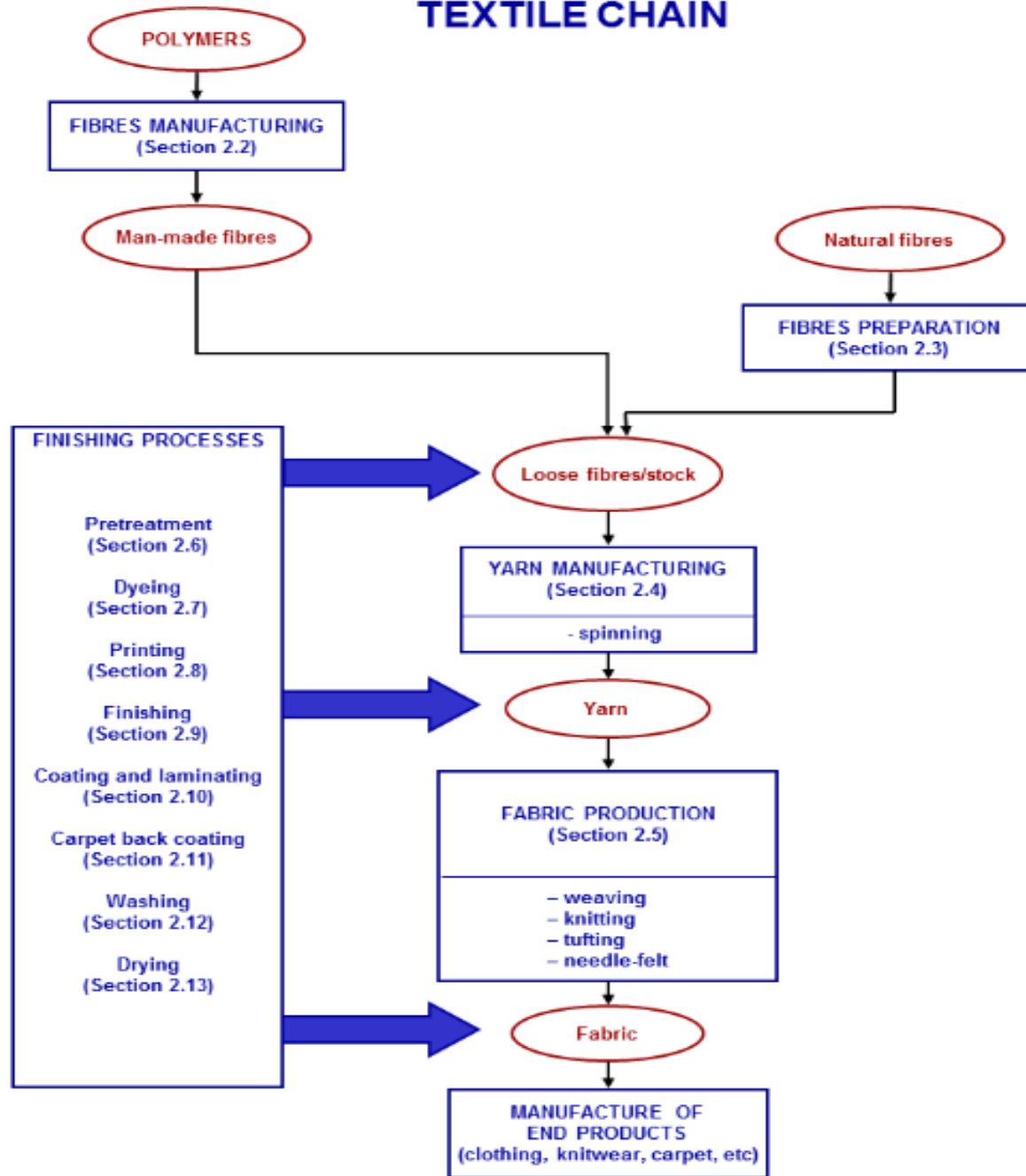


Luku 4: kuvaa tekniikoita, joilla pyritään estämään tai vähentämään ympäristövaikutuksia: päästö- ja kulutustasot, seuranta, kustannukset



Luku 5: BAT-päätelmät, kuten ne on määritelty direktiivin artiklassa 3(12), yleisesti ja prosessikohtaisesti.

TEXTILE CHAIN



Tekstiiliketjun eri vaiheille löytyy BREF -asiakirjasta prosessikuvaukset & ympäristövaikutukset (luvut 1 & 2)

Vedenkäyttö ja päästöt (luku 3)



Tekstiiliteollisuudessa kulutetaan paljon vettä (ja tuotetaan jätevesiä)



Merkittävin huoli: käytetyn ja poistettavan veden määrä ja jäteveden kemikaalikuorma → suurin osa päätyy vesistöihin



Päästöt Euroopassa:

Suoloja: 200 000-250 000 t/v

Luonnonkuitujen epäpuhtauksia: 50 000-100 000 t/v

Suuri osa tekstiiliteollisuuden päästökuormasta syntyy yhdisteistä, jotka ovat raaka-aineessa ennen viimeistelyprosessin alkamista

Tekstiiliteollisuuden (vesi)päästökuormitus

- Suurimmat ympäristökuormittajat: suolat, pesuaineet ja orgaaniset hapot.
- Apuaineita: jopa 1 kg/kg (käsitelty tekstiili)

Aineet	Ympäristökuorma (t/vuosi)
Suolat	200 000–250 000
Luonnonkuitujen epäpuhtaudet (mukaan lukien biosidit) ja niihin liittyvät aineet (esim. ligniini, serisiini, vaha)	50 000–100 000
Liemitysaineet (pääasiassa tärkkelys ja tärkkelysjohdannaiset, mutta myös polyakrylaatit, polyvinyylialkoholi, karboksimeetyyliselluloosa ja galaktomannaanit)	80 000–100 000
Valmistusaineet (pääasiassa mineraaliöljyt, mutta myös esteriöljyt)	25 000–30 000
Pinta-aktiiviset aineet (dispergointiaineet, emulgaattorit, pesuaineet ja kostutusaineet)	20 000–25 000
Karboksyylihapot (pääasiassa etikkahappo)	15 000–20 000
Paksunnosaineet	10 000–15 000
Urea	5 000–10 000
Kompleksinmuodostajat	< 5 000
Orgaaniset liuottimet	EI TIETOA (NI)
Erikoisapuaineet, joilla on enemmän tai vähemmän ekotoksikologisia ominaisuuksia	< 5 000

Yleisimpien tekstiiliteollisuudessa käytettyjen kemikaalien ympäristö- ja terveysvaikutukset

Kemikaali	Ympäristövaikutus
Alkyyliifenolietoksylaatit (pesuaineet, kostutusaineet, tasausaineet jne.)	Metaboliitit (oktyyli- ja nonyyliifenolit) ovat erittäin myrkyllisiä vesieliöille ja häiritsevät hormonitoimintaa. Nonyliifenoli on REACH-asetuksen alainen.
Polybromatut difenyylieetterit ja kloratut parafiinit (palonestoaineet)	Tietyt bromatut difenyylieetterit ja lyhytketjuiset kloroalkaanit ovat prioriteettiaineita ja kiellettyjä POP-asetuksen mukaan.
Per- ja polyfluorialkyyliaineet (PFAS)	PFOA ja PFOS ovat kiellettyjä prioriteettiaineita REACH- ja POP-asetusten mukaan.
Motonestoaineet, kuten permetriini ja syflutriini (mattojen käsittelyssä)	Erittäin myrkyllisiä vesieliöille
Kompleksinmuodostajat kuten EDTA, DTPA ja NTA	Muodostavat erittäin stabiileja komplekseja metallien kanssa, eivät hajoa helposti biologisesti.
Kloori ja klooria vapauttavat yhdisteet, kuten natriumhypokloriitti ja natriumdikloori-isosyanauraatti	Reagoivat orgaanisten yhdisteiden kanssa muodostaen AOX-yhdisteitä, jotka ovat haitallisia ympäristölle.
Metallipitoiset yhdisteet, kuten kaliumdikromaatti	REACH-asetuksen alainen, myrkyllinen ympäristölle ja terveydelle.
Syöpää aiheuttavat aineet, kuten tietyt aromaattiset amiinit ja vinyylisyklopentadieeni	Syöpää aiheuttavia aineita, jotka muodostuvat tiettyjen atsovärien hajoamisessa.
Kuljetinaineet, kuten triklooribentseeni ja o-fenyylifenoli	Myrkyllisiä aineita, joita käytetään kuljetinaineina prosesseissa.

Mikromuovit

- Mikromuovi: yleistermi hyvin pienille muovifragmenteille, joiden pituus on 1 nm - 5 mm (kuidut 3 nm - 15 mm). Pituuden ja halkaisijan suhde on > 3
- BREF-asiakirjan laadintahetkellä (2023) oli saatavilla vähän tietoa tekstiilituotantolaitosten mikromuovipäästöistä veteen. Mikromuoveja on löydetty tekstiilitehtaan jätevesistä
- Oletusarvo on, että synteettiset tekstiilit ovat sekundääristen mikromuovien lähde
 - Sekundääriset = syntyvät suurempien esineiden hajoamisesta, sään vaikutuksesta tai huollosta.
 - Synteettisiä kuituja vapautuu pyykinpesusta, synteettisistä liinoista ja ulkotekstiileistä (ei liity tuotantovaiheisiin)

Päästöt ilmaan ja energiankulutus

- Tekstiiliteollisuudessa vapautuu haihtuvia orgaanisia yhdisteitä ([S]VOC) ja muita ilmansaasteita erityisesti värjäyksestä, tulostuksesta ja lämpökäsittelystä
- CO₂-, SO_x-, NO_x- ja hiukkaspäästöjä syntyy fossiilisten polttoaineiden polttamisessa.
- Energiankulutus on suurinta pesu-, esikäsittely-, värjäys- ja kuivausprosesseissa. Koneiden kuluttama sähköenergia

Pääasialliset ilmapäästöt ja syntypaikka

CO_x ja NO_x: energiantuotanto, kuivaus

TVOC (total volatile organic carbon) singaustus ja lämpökiinnitys sekä päällystys, laminointi, painatus, värjäys ja viimeistely.

Formaldehydi: viimeistely, painatus, kuivaus

Öljypäästöt: Lämpökäsittely ja villan karbonisointi

Pöly: kankaan valmistus ja lämpökäsittely (esim. kuivaus, kovetus ja lämpökiinnitys)

Ammoniakki (NH₃): painatus, päällystys ja lämpökäsittely

Hajut: eri prosesseissa, joissa käytössä parafiinit, aromaattiset yhdisteet, rikkipäästöt, formaldehydi, alkoholit, styreenit jne.

Jätteet

Tekstiiliteollisuudessa syntyy erilaisia kiinteitä ja nestemäisiä jätteitä, jotka on hävitettävä.

- Tekstiilimateriaalijätteet, ylijäämät, leikkuut
- Värjäys-, painatus- ja viimeistelyjätteet
- Jätteet jätevedenkäsittelystä
- Öljyä sisältävät jätteet
- Tekstiilialan apuainejätteet
- Kemikaalijätteet ja ylijäämät
- Saastunut pakkausjäte

Osa voidaan kierrättää tai käyttää uudelleen, osa poltetaan tai sijoitetaan kaatopaikalle.

Joitakin jätteitä voidaan käsitellä myös anaerobisissa mädättämöissä (biokaasun tuotanto)

BREFistä löytyy melko vähän tietoa syntyneistä ja kierrätetyistä jätteistä.

Techniques to consider in the determination of BAT

EMS model



Ympäristönhallintajärjestelmät (4.1 General techniques General management techniques Environmental management system (EMS))

- Ympäristönhallintajärjestelmä (EMS) on työkalu ympäristöasioiden järjestelmälliseen käsittelyyn yrityksissä
 - osa laitoksen kokonaisvaltaista hallintaa ja toimintaa.
 - fokus ympäristöasioissa ja vastualueiden määrittämisessä
 - perustuu jatkuvan parantamisen periaatteeseen - plan-do-check-act-sykli
- EMS-järjestelmät voivat olla standardoituja (ISO 14001, EMAS) tai ei-standardisoituja.
- Johdon sitoutuminen ja vastuu keskeistä.

Ympäristönhallintajärjestelmät



Ympäristönhallintajärjestelmissä tulee:

1. tunnistaa organisaation merkittävimmät ympäristövaikutukset ja riskit
2. noudattaa lakisääteisiä vaatimuksia
3. asettaa ympäristötavoitteet ja suorituskykyindikaattorit ja niiden seuraaminen
4. varmistaa henkilöstön osaaminen ja osallistuminen
5. huomioida yrityksen ympäristövaikutukset koko elinkaaren aikana suunnittelusta purkamiseen.

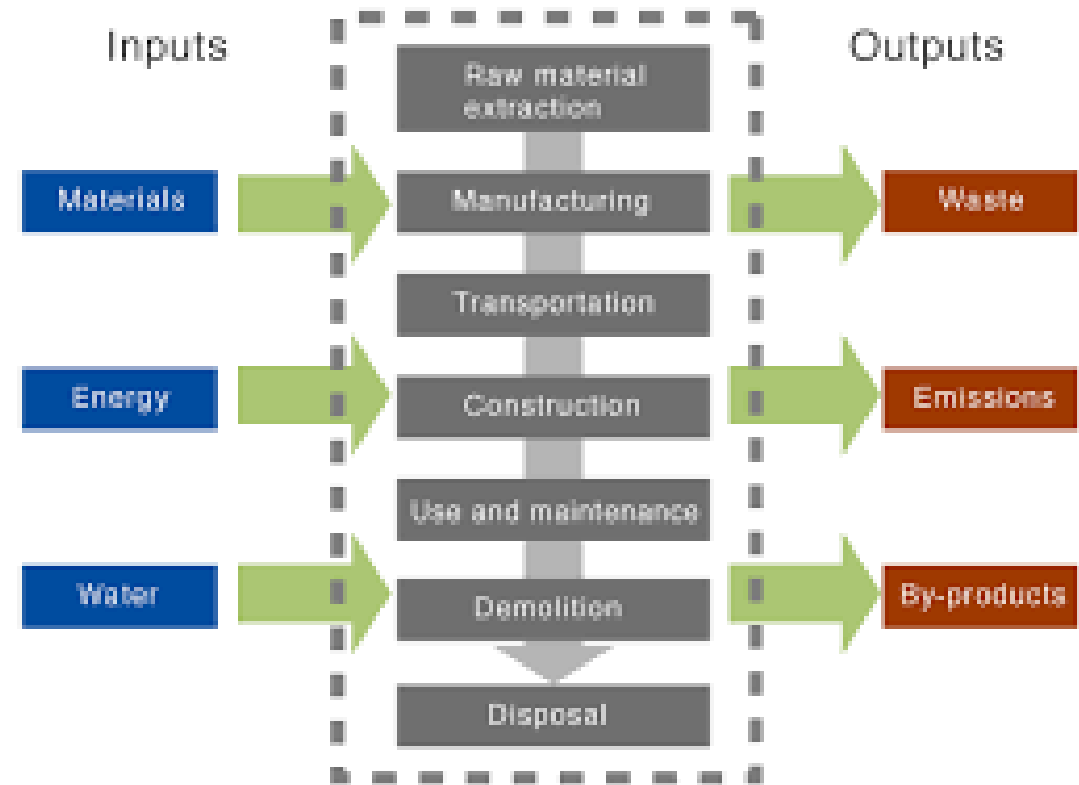


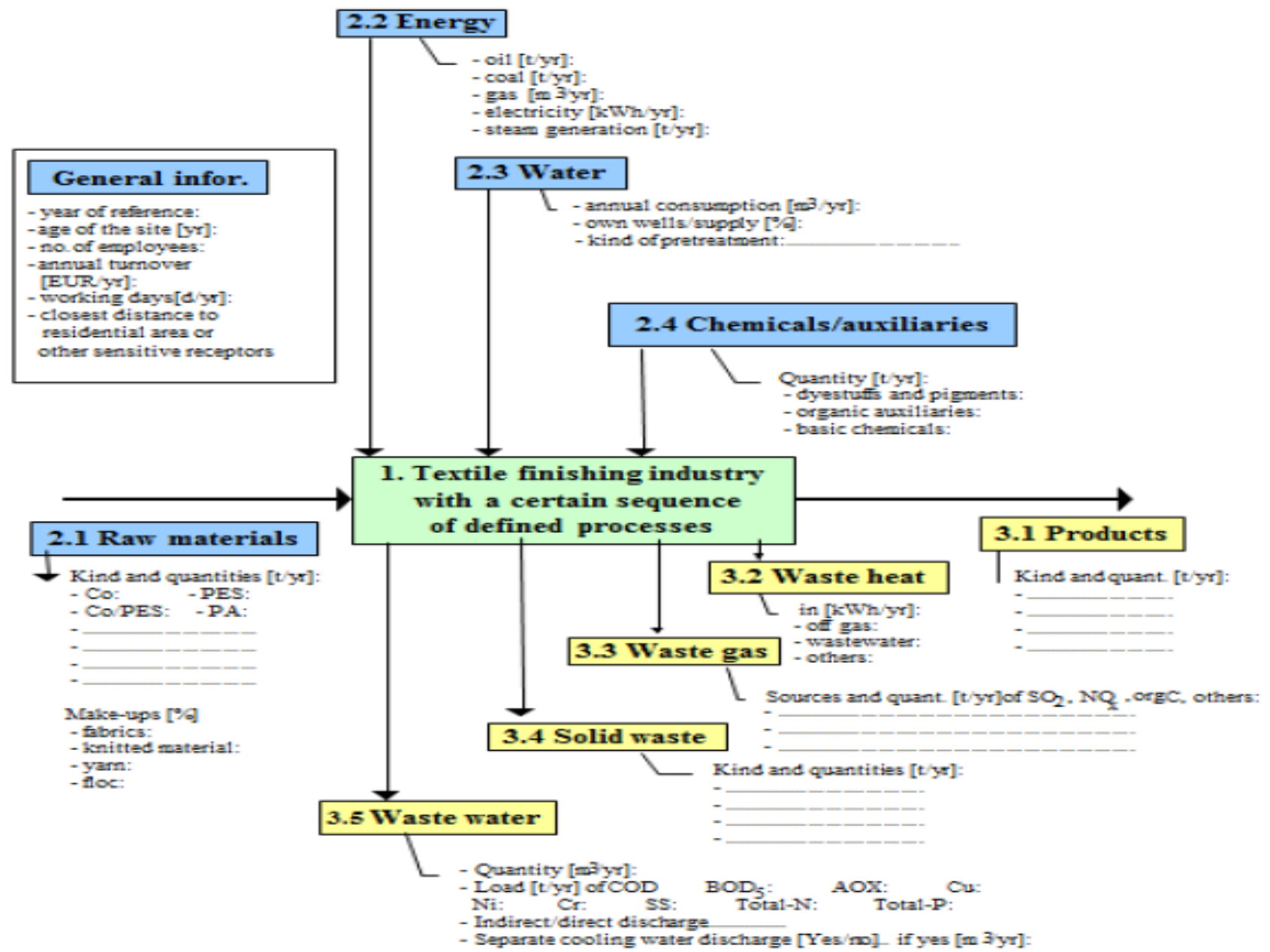
Yritysten hyödyt ympäristönhallintajärjestelmistä

- Parantunut ympäristönsuojelun taso
- Parempi ymmärrys yrityksen ympäristöasioista, joita voidaan käyttää asiakkaiden, viranomaisten, pankkien, vakuutusyhtiöiden tai muiden sidosryhmien ympäristövaatimusten täyttämiseen
- Perusta päätöksenteolle
- Henkilöstön motivointi ja työtyytyväisyys
- Operatiivisten kustannusten väheneminen ja tuotteen laadun parantaminen
- Yrityksen imagovaikutukset
- Vastuu-, vakuutus- ja sääntörikkomusten kustannusriskien väheneminen
- Säännöllinen laitteistojen huolto-ohjelma

Ympäristöinventaarit - sisältö

- Tietoa tuotantoprosess(e)ista: yksinkertaistetut prosessikaaviot (päästöjen lähteet), prosessiin integroidut tekniikat ml. päästöjen hallinta ja puhdistustehokkuus
- Tietoa käytettyjen materiaalien määrästä ja ominaisuuksista
- Tietoa veden kulutuksesta ja käytöstä (esim. kaaviot ja veden massataselaskelmat)
- Tietoa energian kulutuksesta ja käytöstä
- Tietoa jätevesivirtojen ja kaasujen määrästä ja ominaisuuksista
- Tietoa syntyvän jätteen määrästä ja ominaisuuksista.





Source: based on [5, UBA 2001]

Figure 4.2: Scheme for annual input/output overview at site level

Jokaisesta BATista kuvataan (kpl 4. Techniques to consider in the determination of BAT)

Tekniikan käyttöönotolla saavutettavat ympäristöhyödyt (esim. energiansäästö, päästöjen vähentyminen ja jätteen minimointi)

Todelliset suorituskykytiedot laitoksista, joissa tekniikka on käytössä.

Tekniikan suunnittelu, käyttö, huolto, seuranta ja kestävyys

Syötteiden ja tulosten väliset yhteydet ympäristövaikutusten ymmärtämiseksi.

Päästöt ja kulutustiedot

Ristikkäisiä ympäristövaikutuksien (esim. energiankulutus, happamoituminen, jätteiden synty) arviointi

Tekniset rajoitukset tekniikan soveltuvuudessa

Taloudellisuus ja kustannustehokkuus

Paikallisten olosuhteiden huomioiminen

Tekniikan toteutuksen ajurit

Esimerkkejä laitoksista ja viitemateriaali

Table 4.1: Information for each technique

Heading within the sections	Type of information included
Description	A brief description of the technique with a view to being used in the BAT conclusions.
Technical description	A more detailed and yet concise technical description using, as appropriate, chemical or other equations, pictures, diagrams and flow charts.
Achieved environmental benefits	The main potential environmental benefits to be gained through implementing the technique (including reduced consumption of energy; reduced emissions to water, air and land; raw material savings; as well as production yield increases, reduced waste, etc.).
Environmental performance and operational data	<p>Actual and plant-specific performance data (including emission levels, consumption levels – of raw materials, water, energy – and amounts of residues/wastes generated) from well-performing installations/plants (with respect to the environment taken as a whole) applying the technique accompanied by the relevant contextual information.</p> <p>Any other useful information on the following items:</p> <ol style="list-style-type: none">1. how to design, operate, maintain, control and decommission the technique;2. emission monitoring issues related to the use of the technique;3. sensitivity and durability of the technique;4. issues regarding accident prevention. <p>Links between inputs (e.g. nature and quantity of raw material and fuel, energy, water) and outputs (emissions, residues/wastes, products) are highlighted, in particular where relevant to enhancing an understanding of different environmental impacts and their interaction, for example where trade-offs have been made between different outputs such that certain</p>

BAT: Esimerkkejä vesitehokkuuden lisäämiseksi (1/3)

Vedenhallintasuunnitelma ja vesiauditoinnit (kpl 4.1.3.1)

Kuvaus: Vedenhallintasuunnitelma ja vesiauditoinnit ovat osa ympäristönhallintajärjestelmää (EMS) ja sisältävät:

- virtauskaaviot ja laitoksen sekä prosessien veden massataselaskelmat;
- veden tehokkuustavoitteiden asettamisen;
- veden optimointitekniikoiden käyttöönoton (esim. vedenkäytön hallinta, uudelleenkäyttö/kierrätys, vuotojen havaitseminen ja korjaus).
- Vesiauditoinnit suoritetaan vähintään kerran vuodessa varmistamaan, että vedenhallintasuunnitelman tavoitteet saavutetaan. Vedenhallintasuunnitelma ja vesiauditoinnit voidaan integroida laajempaan teollisuusalueen yleiseen vedenhallintasuunnitelmaan.

Tekninen kuvaus: Virtauskaaviot ja massataselaskelmat perustuvat seurantatietoihin ja sisään- ja ulostulovirtojen inventaarioon. Lisäohjeita vedenhallintasuunnitelmien ja auditointien laatimiseen tarjoaa ISO 46001 'Veden tehokkuuden hallintajärjestelmät – Vaatimukset ja ohjeet käyttöön'. Esitetään esimerkkejä virtauskaavioiden ja massataselaskelmien käytöstä

Saavutetut ympäristöhyödyt: Mahdollista saavuttaa merkittäviä säästöjä veden ja energian kulutuksessa (energiaa käytetään suuressa määrin prosessikylpyjen lämmittämiseen). Hyötyihin kuuluvat vähentyneet vuodot, roiskeet sekä päästöt maaperään ja pohjaveteen.

BAT: Esimerkkejä vesitehokkuuden lisäämiseksi (2/3)

Tuotannon optimointi: Seuraavia tekniikoita voidaan harkita tuotannon optimointiin:

a) Vedenkulutuksen mittaaminen

Veden tarpeettoman käytön ehkäisyohjelman edellytyksenä on ensin kerätä tietoa laitoksesta ja eri prosesseissa käytetyistä vesimääristä osana kaikkia eri virtaustyyppisiä (määrät, koostumukset ja lähteet). Prosessikohtainen analyysi mahdollistetaan seuraamalla ja kirjaamalla veden käyttö kone-/prosessitasolla sekä huoltamalla ja kalibroimalla vesimittarit säännöllisesti.

b) Työkäytäntöjen parantaminen

Tuotantomenetelmät määritellään ja henkilöstö koulutetaan välttämään virheellisiä käytäntöjä, jotka voivat johtaa merkittävään veden tuhlaukseen, kuten:

- i. Liiallinen täyttö, joka voi tapahtua täytön ja huuhtelun aikana, kun koneissa on vain manuaaliset vesiohjausventtiilit;
- ii. Siirtymävuodot kuidun upottamisen aikana koneeseen, (jopa 20 % kokonaismäärästä värjäysjakson aikana (tämä voi myös johtaa väriaineiden ja vaarallisten kemikaalien hävikkiin)

c) Prosessien yhdistäminen ja aikatauluttaminen

Prosessien yhdistäminen ja aikatauluttaminen vähentää kemikaalihävikin määrää. Tämä on usein mahdollista esikäsittelyvaiheissa (esim. pesu/liuotusaineiden poisto, pesu/liuotusaineiden poisto/valkaisu). Esikäsittelyn yhdistäminen värjäysvaiheeseen on myös joissain tapauksissa mahdollista.

Tuotannon aikataulutuksen optimointi (esim. tummien sävyjen värjäys vaaleiden jälkeen) vähentää koneiden puhdistukseen kuluvaa vettä, energiaa ja kemikaaleja. Viimeistelyvaiheessa oikea aikataulutus minimoii koneiden pysäytykset ja lämmitys-/jäähdytysvaiheet. Merkittäviä säästöjä voidaan saavuttaa myös säätämällä esikäsittelyprosesseja seuraavien prosessien laatuvaatimusten mukaisesti (esim. valkaisua ei usein tarvita, jos tuotetaan tummia sävyjä)

BAT: Esimerkkejä vesitehokkuuden lisäämiseksi (3/3)

Saastuneiden ja saastumattomien vesivirtojen erottelu

- Vesivirrat kerätään erikseen saastesisällön ja tarvittavien käsittelytekniikoiden perusteella. Saastuneet vesivirrat (esim. käytetyt prosessiliuokset) ja saastumattomat vesivirrat (esim. jäähdytysvedet), jotka voidaan käyttää uudelleen ilman käsittelyä, erotetaan jätevesivirroista, jotka vaativat käsittelyn.

Prosessiliuoksen määrän optimointi

- **Tekniset muutokset**
Automaattisten ohjaimien asentaminen mahdollistaa täyttömäärän ja liuoksen lämpötilan tarkan hallinnan (esim. erävärjäyskoneet).
- **Liuoksen määrän vähentäminen**
Jatkuvassa värjäyksessä väriainetta levitetään tiivistettynä liuoksena. Käytössä myös uusia levitysjärjestelmiä (esim. nestekerros-, vaahto-, flexnip- ja suihkulevitysjärjestelmä)

Laitteiston optimoitu puhdistus:

- prosessisäiliöiden kuiva (vedetön) puhdistus ennen niiden pesua vedellä, puhdistus mahdollisimman vähällä vedellä, puhdistusvesien kierrätys tuotantoprosessissa.

Esimerkkejä energiatehokkuuden lisäämiseksi 1/4

Energiatehokkuussuunnitelma ja auditoinnit

Osa ympäristönhallintajärjestelmää (EMS).

- Sisältää
 - laitoksen ja prosessien energiavirtauskaaviot osana sisääntulojen ja ulostulojen inventaariota
 - tavoitteiden asettamisen energiankäytön tehokkuuden osalta (esim. MWh/tonni käsiteltyjä tekstiilimateriaaleja);
 - toimien toteuttamisen näiden tavoitteiden saavuttamiseksi.
 - auditoinnit suoritetaan vähintään kerran vuodessa varmistamaan, että energiankäytön tehostamissuunnitelman tavoitteet saavutetaan.

Tekniikoita, joita voidaan soveltaa energiatehokkuuden parantamiseksi 2/4

- Eri energiaratkaisujen kustannusten ja hyötyjen arviointi.
- Energiavirtojen seuranta (kulutus ja tuotanto lähteittäin) ja säästökohdeiden määrittäminen.
- Toiminnan erityisen energiankulutuksen laskeminen ja keskeisten suorituskykyindikaattorien asettaminen vuosittain (esim. MWh/tonni tuotettua tekstiiliä).
- Energiaselvityksen tekeminen energiansäästömahdollisuuksien tunnistamiseksi.
- Yhdistetyn lämmön ja sähkön tuotannon (CHP) käyttö, jossa lämmön ja sähkön yhteistuotanto hyödyntää höyryä teollisuusprosesseissa tai kaukolämpö-/jäähdytysverkossa.
- Energiankulutuksen optimointi käyttämällä huolto- ja kunnossapitotoimenpiteitä merkittävässä energiankulutuskohteissa, kuten ilmanvaihto- ja jäähdytysjärjestelmät, moottorien ja käyttövoimien toiminta, paineilmajärjestelmät, höyryjakelujärjestelmät, lämmitys- ja kuumavesijärjestelmät sekä polttimien ja kattiloiden kunnossapito.

Tekniikoita, joita voidaan soveltaa energiatehokkuuden parantamiseksi 3/4

- Suorien (lämpö ja päästöt) ja epäsuorien päästöjen (esim. rakennusten eristys, energiatehokas valaistus, lämpöenergian talteenotto, laitteiden sammutus tarpeettomana) vähentäminen.
- Yksinkertaisten (edullisten) tekniikoiden käyttö energiahäviöiden ehkäisemiseksi, kuten eristys, tiivisteet ja itsesulkeutuvat ovet.
- Laitteiden käyttöaikojen optimointi niin, että ne toimivat huippukulutuksen ulkopuolella.
- Kattilahuoneiden optimointi (esim. lauhdeveden uudelleenkäyttö, ilman esilämmitys, lämmöntalteenotto).
- Kuuman ja kylmän jätevesivirran erottelu lämmöntalteenottoa varten.
- Viimeistelytöiden tuotannon optimointi seisokkien ja lämmitysjaksojen välttämiseksi.
- Lämpöenergian talteenotto jätekaasuista sekä ilmavaihto- ja vedenlämmitysjärjestelmien optimointi.

Tekniikoita, joita voidaan soveltaa energiatehokkuuden parantamiseksi 4/4

- Lisätietoa energiatehokkuudesta löytyy ENE BREF -asiakirjasta [95, COM 2009].
- Energiatehokkailla järjestelmillä on yleensä korkeammat investointikustannukset. Käyttökustannukset ovat yleensä alhaisemmat (tai tulot korkeammat).
- Energian kulutuksen seuranta osana energiatehokkuussuunnitelmaa.

Kemikaalivirtojen hallintakeinoja 1/3

- **Kemikaali-inventaarion laatiminen ja ylläpitäminen CMS**
 - tiedot syötetään, kerätään ja hallinnoidaan erityisessä tietokonepohjaisessa inventaariossa. Tästä inventaariosta voidaan räätälöityä tietoa. Tietoa mm.
 - prosessikemikaalien tunnisteista
 - prosessikemikaalien määristä, sijainnista ja säilyvyydestä, mukaan lukien hankitut, palautetut, varastoidut, käytetyt ja toimittajille palautetut kemikaalit
 - prosessikemikaalien koostumuksesta ja fysikaalis-kemiallisista ominaisuuksista ml. ominaisuudet, joilla on haitallisia vaikutuksia ympäristöön ja/tai ihmisten terveyteen

Kemikaali-inventaarioiden käyttö 2/3

- Prosessikemikaalien tunnistaminen,
 - akuutti tai krooninen vesieliöiden ja sedimentin myrkyllisyys
 - sisältävät erityistä huolta aiheuttavia aineita (SVHC) ehdokasluettelossa .
 - helposti, osittain tai ei lainkaan biohajoavia jätevedenkäsittelyssä.
- Prosessikemikaalien laadullinen ja/tai määrällinen riskinarviointi
- Kaikkien palavien/syttymisherkkien tuotteiden tunnistaminen
- Kulutuksen suunnittelu ja asianmukaisen varastoinnin ja käsittelyn toteuttaminen.
- Prosessikemikaalien yhteensopivuuden arviointi ja varastointi sen mukaisesti
- Tietojen kokoaminen viestintää, raportointia ja/tai sertifiointitarkoituksiin
- Rajoitus-, lupamenettely- ja ehdokasluetteloiden ristiin tarkistus REACH-asetuksen mukaisesti

Kemikaalivirtojen hallintakeinoja 3/3

Prosessikemikaalien valinta

Rajoitettujen aineiden listojen ja ympäristömerkkien perusteella käytettävien seulontatyökalujen hyödyntäminen → vaarallisten aineiden määrän vähentäminen tai vaihtoehtoisten kemikaalien valinta

Prosessikemikaalien tarpeen vähentäminen

- Reseptien säännöllinen tarkastaminen ja optimointi
- Prosessin optimointi
- Kemikaalien käytön välttäminen tai
- Tuotannon aikataulutuksen optimointi

Kemikaalien talteenotto ja uudelleenkäyttö

Jäteveden hallinta- ja käsittelykeinoja (1/2)

- **Jäteveden hallinnan ja käsittelyn integroitu strategia**
(jätevesivirtojen inventaariosta saadut tiedot)
 - Tekstiiliprosessien jätevesien koostumus → valitaan sopivat käsittelyvaihtoehdot.
 - Kustannus- ja ympäristötehokkuus
- Sisältää erilaisia käsittelymenetelmien yhdistelmiä:
 1. prosessiin integroidut tekniikat
 2. prosessiliuosten talteenotto- ja uudelleenkäyttötekniikat
 3. erillisten jätevesivirtojen keräys ja käsittely
 4. (lopullinen) jätevesien käsittely

Jäteveden hallinta- ja käsittelykeinoja (2/2)

- Monet tekijät, vaikuttavat käsittelymenetelmän valintaan, esim. laitoksen sijainti, prosessien koko ja asettelu, purkutyyppi (suora, epäsuora), vastaanottavan vesistön laatu, lainsäädännölliset rajoitukset ja vaatimukset
- Vaarallisten ja huonosti tai ei lainkaan biohajoavien ja/tai bioeliminoituvien aineiden vähentämismahdollisuudet ja/tai erityinen esikäsittely jätevesissä valitaan:
 1. vähennys lähteellä
 2. keräys (viemärointi)järjestelmä
 3. käsittelymenetelmät

Jätehuolto (1/2)

Jätehuoltosuunnitelma

Jätehuoltosuunnitelma on osa ympäristönhallintajärjestelmää (EMS) ja se sisältää toimenpiteitä, joilla pyritään minimoimaan jätteen synty, optimoimaan jätteen uudelleenkäyttö, kierrätys ja/tai talteenotto sekä varmistamaan jätteen asianmukainen hävittäminen.

Jätteen optimointiin voidaan käyttää erilaisia tekniikoita:

- perushuoltotoimenpiteet
- tilastolliset mittaustekniikat
- puhtaan teknologian soveltaminen
- jäämien/sivuvirtojen käyttö esim. energiana
- pakkausten uudelleenkäyttö tai kierrätys

Jätehuolto (2/2)

Jätehuollon seurantajärjestelmä:

- Syntyvien jätevirtojen tunnistaminen, karakterisointi ja kvantifiointi
- Syntyneiden jätteen määrä, luonne, alkuperä ja tarvittaessa määränpää, keräystiheys, kuljetustapa ja käsittelymenetelmä
- Nykyisten tai ehdotettujen käsittelyjärjestelyjen tunnistaminen ja kuvaaminen sekä mahdollisuudet kiertotalouden toteuttamiseksi
- Jos jäte aiotaan hävittää, kuvaus siitä miksi talteenotto ei ole teknisesti tai taloudellisesti mahdollista, sekä suunnitellut toimenpiteet ympäristövaikutusten välttämiseksi tai vähentämiseksi.

Ilmapäästöjen ehkäisy ja puhdistus - esimerkkejä

- **Syklooni**

Laite, joka poistaa pölyä jätekaasuvirrasta käyttämällä keskipakoisvoimia, yleensä kartiomaisessa kammiossa. Syklooneja käytetään pääasiassa esikäsittelynä ennen jatko-pölynpoistomenetelmiä (esim. karkean pölyn poistamiseksi).

- **Märkäpesu**

Märkäpesu (tai absorptio) on massansiirtoa liukoisen kaasun ja liuottimen – usein veden – välillä, jotka ovat keskenään kosketuksissa. Fysikaalista pesua käytetään mieluiten kemikaalien talteenottoon, kun taas kemiallinen pesu rajoittuu kaasumaisten yhdisteiden poistamiseen ja vähentämiseen

- **Sähkösuodatin (ESP)**

Sähkösuodatin (ESP) on hiukkasten keräyslaite, joka poistaa hiukkasia kaasun virtauksesta käyttämällä indusoidun sähkövarauksen voimaa

- **Kondensaatio**

Tekniikka, joka poistaa orgaanisten ja epäorgaanisten yhdisteiden höyryjä jätekaasuvirrasta laskemalla sen lämpötilaa kastepisteen alapuolelle.

- **Lämpöoksidaatio (poltto), mekaaniset suodattimet, adsorptio**

Luennon oppimistavoitteet

Käydessäsi läpi tätä osiota mieti erityisesti:

- Miksi tekstiiliteollisuus on merkittävä ala ympäristövaikutusten näkökulmasta?
- Mitä ovat tekstiiliteollisuuden pääasialliset ympäristövaikutukset?
- Millä keinoin negatiivisia ympäristövaikutuksia voidaan vähentää?
- Miten kiertotalouden ja parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) periaatteita voidaan soveltaa tekstiiliteollisuudessa?
- Mitä ovat BREFit?



Jos ympäristötekniikka, kestävä kehitys, kiertotalous kiinnostaa niin...

Ympäristötekniikka ja kiertotalouden ratkaisut (240 op)

- Monimuoto –toteutus
- Aloitus tammikuussa, yhteishaku 1.9.2025 – 11.9.2025
- Teemat:
 - Ympäristötekniikan perusteet
 - Materiaalikierrot
 - Kiertotalouden ohjaukset ja työkalut (digitalisaatio)
- Lisätietoja: <https://lab.fi/fi/koulutus/insinööri-amk-ymparistotekniikka-ja-kiertotalouden-ratkaisut-verkko-opinnot-240-op>

Sustainable Solutions Engineering (240 op)

- Päiväopetusta
- Aloitus syksyllä 2025, haku 8.1. – 22.1.2025
- Teemat:
 - Process technology and tools - Sustainable industrial management
 - Environmental Impact management - Environmental, quality and project mgt
 - Digital tools for circular economy
 - Sustainable energy, water and material management
 - Research methods and innovation development methods
- Lisätietoja: <https://lab.fi/fi/koulutus/bachelor-engineering-sustainable-solutions-engineering-full-time-studies-lahti-240-op>

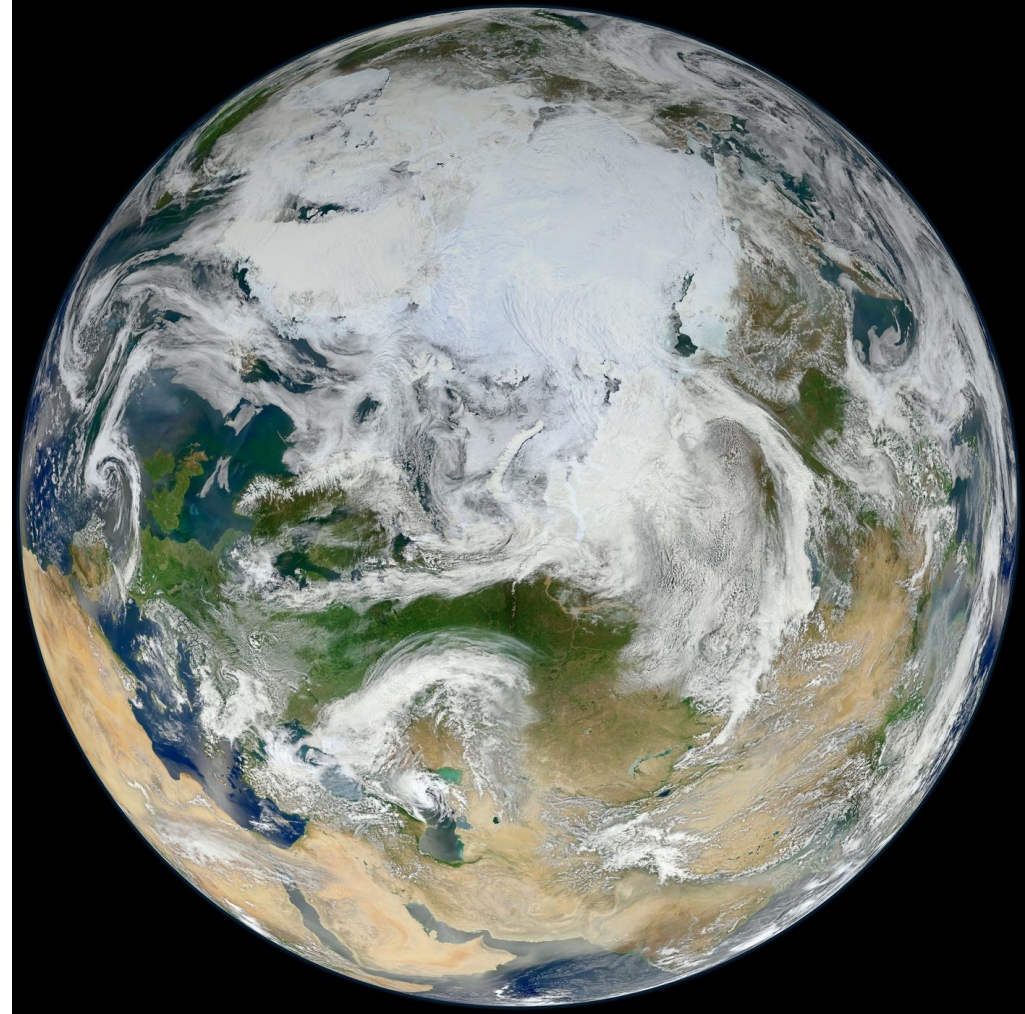
Circular Economy Solutions (YAMK, 60 – 90 op)

- Verkkototeutus
- Aloitus syksyllä 2025, haku 8.1. – 22.1.2025
- Teemat:
 - New technologies
 - Bio-based materials and solutions,
 - The business potential of the circular economy
- Lisätietoja: <https://lab.fi/fi/koulutus/masters-degree-programme-circular-economy-solutions-online-studies-60-90-op>

Lähteet

- YLE (2019). Minne suomalaisten vaatelahjoitukset matkaavat? - vain pieni siivu saadaan myydyksi Suomessa.: <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2019/04/20/minne-suomalaisten-vaatelahjoitukset-matkaavat-vain-pieni-siivu-saadaan>
- EEA, 2022. Textiles and the environment: the role of design in Europe's circular economy. [https://www.eea.europa.eu/publications/textiles-and-the-environment-the/textiles-and-the-environment-the](https://www.eea.europa.eu/publications/textiles-and-the-environment-the-textiles-and-the-environment-the)
- Euroopan Parlamentti. 2020. Tekstiilituotannon ja -jätteen vaikutus ympäristöön. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20201208STO93327/tekstiilituotannon-ja-jatteen-vaikutus-ymparistoon>
- Suomen tekstiili & muoti: Kiertotalous. <https://www.stjm.fi/toiminta-alueemme/vastuullisuus/kiertotalous/>
- West, A. (2015) A rock and a hard place. J. Change management. pp. 41 – 45.
- VTT (2018). Tekstiilien kiertotalous – Helppoa vai vaikeaa? Saatavilla: <https://vttblog.com/2018/04/03/tekstiilien-kiertotalous-helppoa-vai-vaikeaa/>
- Eagle, J. (2007). How to open and operate a financially successful fashion design business. Atlantic publishing group, Florida. SAN Number: 368 – 1250.
- Isomäki, R. (2019). Miten Suomi pysäyttää ilmastonmuutoksen. Into Kustannus Oy. ISBN 9789523212351
- Laita, S. Uudet tunnukset kirittävät kiertotalouden liiketoiminnan arviointia. [luettu: 18.11.2019] [päivitetty:23.10.2019] saatavissa: <https://www.sitra.fi/uutiset/uudet-tunnukset-kirittavat-kiertotalouden-liiketoiminnan-arviointia/>
- Paulin, S. (2018) Käytetty vaate uuden vaihtoehtona? <https://www.sitra.fi/blogit/kaytetty-vaate-uuden-vaihtoehtona/>
- Tekniikka ja Talous (2018). Sellua sovitetaan tekstiilialan pelastajaksi - "Suomi voisi kaapata kolmanneksen miljardien markkinasta" [<https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/sellua-sovitetaan-tekstiilialan-pelastajaksi-suomi-voisi-kaapata-kolmanneksen-miljardien-markkinasta/455010e8-9855-3b9f-bfe3-3641572c93b7>]
- Thomas, D. (2019) Fashionopolis: The Price of Fast Fashion & Future of Clothes. Penguin Press. ISBN: 9781789546064
- Markkinointi ja mainonta (2018). Vaikuttajamarkkinointi kehittyä: Some-vaikuttajat ovat uusia julkkiksia ja yhteistyöt pitenevät. <https://www.marmai.fi/uutiset/vaikuttajamarkkinointi-kehittyy-some-vaikuttajat-ovat-uusia-julkkiksia-ja-yhteistyot-pitenevat/91f1f96c-34b5-3f7b-a5df-7c8e9dc6a914>
- UNRIC (2019) Halvoista vaatteista maksetaan kallis hinta. <https://www.unric.org/fi/newsletter/28002-halvoista-vaatteista-maksetaan-kallis-hinta->
- HS (2019) Vaateteollisuus tuottaa yhtä paljon päästöjä kuin lentoliikenne ja rahtilaivat yhteensä. <https://www.hs.fi/ulkomaat/art-2000006004950.html>
- Tekniikka ja Talous (2018). Iso-Britannian parlamentti ryhtyy tutkimaan vaateteollisuuden ympäristövaikutuksia - huolissaan muodin nopeutuneesta syklistä. <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/iso-britannian-parlamentti-ryhtyy-tutkimaan-vaateteollisuuden-ymparistovaikutuksia-huolissaan-muodin-nopeutuneesta-syklista/ac96bfad-bc16-3684-a6a0-352d0457f384>
- Fashion Finland. (2019). Muotibrändit julkaisevat mallistonsa nyt osissa – pienet erät auttavat pitämään kuluttajien kiinnostusta yllä. <https://fafi.fi/trendit-ja-ilmiot/muotibrandit-julkaisevat-mallistonsa-nyt-osissa-pienet-erat-auttavat-pitamaan-kuluttajien-kiinnostusta-ylla/>

Tuotteen hiilijalanjälki ja Yrityksen hiilijalanjälki



Sakari Autio, LAB Ympäristötekniikan lehtori

Lähteitä: Robinsson 2009, SYKE, ISO 16067, PAS 2050:2011, MTT, Meiseri 2010,
Nissinen & Seppälä 2009, Korteniemi 2013, Lahtinen 2023, Kosonen 2024 jne

Kuva: Suomi-satelliitti

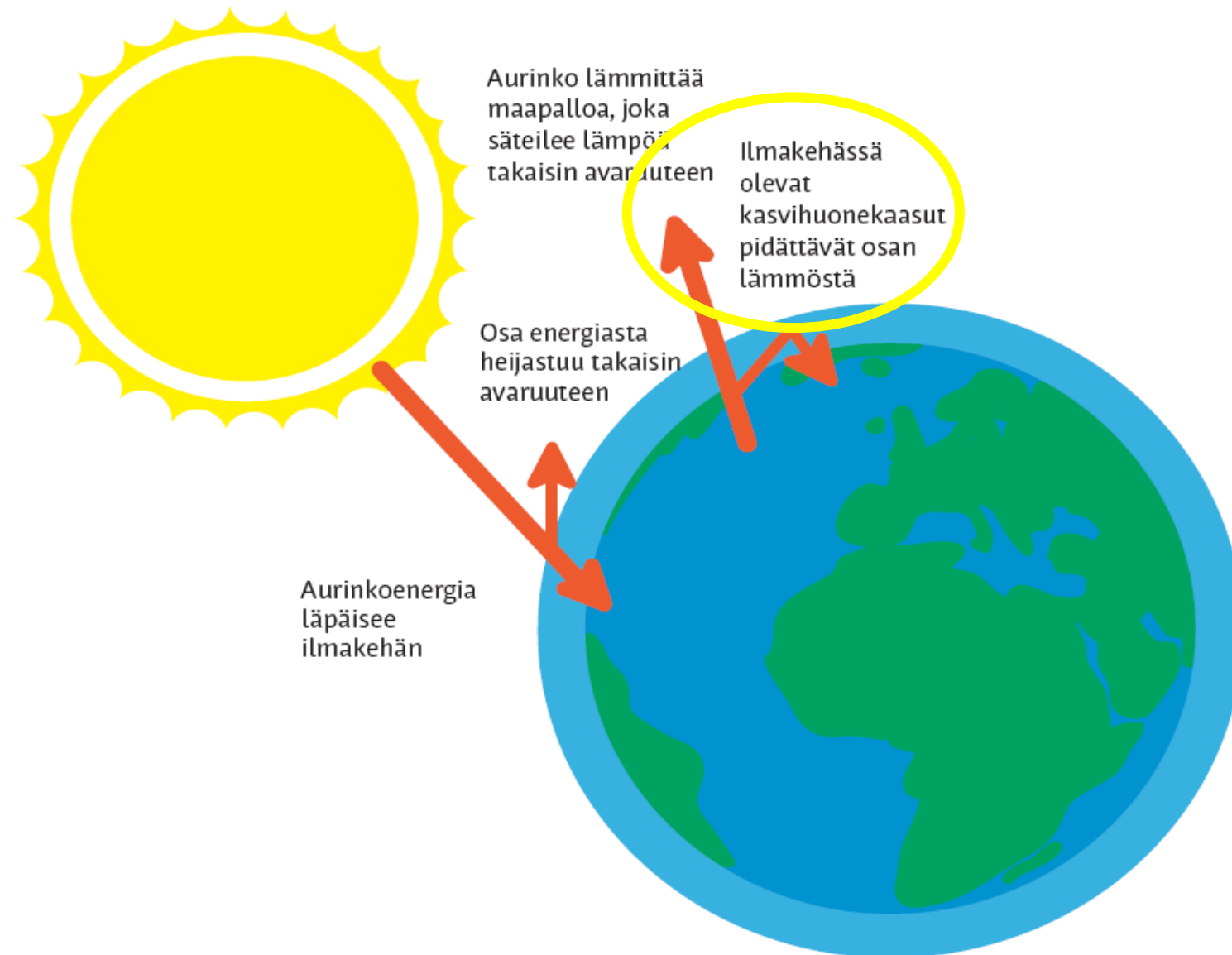
Hiilijalanjälki ja pakkausmerkinnät

2009 pakollisten hiilimerkintöjen kannalla yli 70 % suomalaisista kuluttajista

Europeans' attitudes towards the issue of sustainable consumption and production - Eurobarometri 2009

- 2020 KESKO lanseerasi oman plus-korttiin liittyvän ostosten hiilijalanjäljen. S-ryhmällä vastaava
- 2025 lukuisista tuotteista ja yrityksistä ”hiili-informaatiota”, EPD-dokumentteja, GHG-raportteja, ilmastotavoitteita jne.

Kasvihuoneilmiö



YK: Kansainvälinen yhteistyö

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change

[AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023](#)

[AR6 Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability](#)

[AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change](#)

[AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis](#)

<https://www.ipcc.ch/2024/>

Hiilijalanjälki = kasvihuonekaasujen määrä

- **Hiilijalanjälki** tarkoittaa tuotteen, toiminnan tai palvelun aiheuttamaa **ilmastokuormaa**
 - eli, kuinka paljon kasvihuonekaasuja tuotteen tai toiminnan elinkaaren aikana syntyy.
 - Yksikkö CO₂ e tai CO₂ eq
- Toisinaan hiilijalanjäljellä viitataan pelkkiin hiilidioksidipäästöihin, yksikkö CO₂
- Hiilijalanjälki on mittari, jolla arvioidaan erilaisten tuotteiden ja kulutusvalintojen tai organisaatioiden toiminnan vaikutusta kasvihuoneilmiöön ja ilmaston lämpenemiseen.

Hiilijalanjälki: Yksikkö Kg CO₂eq/kg

- Hiilijalanjälki ilmoitetaan massana, yksikkö gramma, kilogramma tai tonni.
- Hiilijalanjälki ilmoitetaan kasvihuonekaasujen yhteenlaskettuna määränä eli hiilidioksidiekvivalentteina
 - Materiaalit esim: kg CO₂eq/kg
 - Energian tuotanto esim: kg CO₂eq/kWh
- CO₂eq/kg eli hiilidioksidiekvivalentit lasketaan kaikista kasvihuonekaasuista ottamalla huomioon niiden ilmastoja lämmittävä vaikutus verrattuna hiilidioksidiin
 - keskeisiä kasvihuonekaasuja mainitaan yleensä 3-6, kaikkiaan...satoja.

GWP-kertoimia, eli päästökertoimia

kasvihuonekaasu	kemiallinen kaava	kerroin (AR5) 2014
hiilidioksidi	CO ₂	1
metaani	CH ₄	28
dityppioksidi	N ₂ O	265

Taulukko 1 yleisimpien kasvihuonekaasujen päästökertoimet IPCC:n viidennen osaraportin mukaan. ([Greenhouse gas protocol 2014](#))

- GWP (Global Warming Potential) –kertoimen avulla päästön määrä muunnetaan hiilidioksidiekvivalenttimääräksi
- Muita aineita verrataan hiilidioksidiin, jonka GWP-arvo on 1.0
- Mitä suurempi GWP-luku, sitä suurempi ilmastovaikutus

Tekstiilin hiilijalanjälki elinkaaren ajalta



Hiilijalanjälki selvittää
ilmastovaikutuksia

Muut vaikutukset, kuten
esim. kemikaaliriskit,
jätteet/kierrätys,
vedenkulutus, eroosio,
sosiaalinen kestävyys jne.
eivät mukana

<http://www.kiertotalousnetti.fi/opettajille/tehtavapankki/tekstiilit-ja-kiertotalous.html>

Tuotteen hiilijalanjälkilaskenta, vaiheet

1. Selvitä tuotteen elinkaari: Valmistus, kuljetukset, käyttökerrat, pesukerrat ja elinkaaren loppu
2. Selvitä tuotteen elinkaaren aikana tarvittavat materiaalit, energian kulutus ja kuljetukset sekä jätehuolto
3. Selvitä materiaalien, energian kulutuksen, kuljetusten yms. Hiilijalanjälki- eli päästökertoimet (GWP)
 - nämä saa tutkimuksista, tietokannoista, netistä, elinkaariohjelmista
4. Laskentaa: esim materiaalmäärät x sopivat päästökertoimet = materiaalien hiilijalanjälki elinkaaren aikana
 - → hiilijalanjälki x kg CO₂eq/kg tuotetta tai x kg CO₂eq/tuotteen elinkaari
 - Tulosten epävarmuus?

Yleisiä elinkaaren rajaukset,

- ”Gradle to Gate” – lasketaan tuotanto tehtaan portille asti, eli käyttövaihe jne. jää pois
- ”Gradle to Grave” – lasketaan tuotanto, käyttö ja tuotteen hylkääminen

Standardeja tuotteen hiilijalanjäljen laskentaan

Vaatimuksia ja ohjeita laskentaan

- ISO 14040 ja 14044, elinkaaristandardit
- [ISO/TS 14067:2013](#) Carbon footprint of products -- Requirements and guidelines for quantification and communication
- PAS 2050 spesifikaatio ja Guide to PAS 2050 – ohjeistus hiilijalanjäljenlaskentaan
 - <http://shop.bsigroup.com/en/forms/PASs/PAS-2050/>

GWP- eli päästökertoimia löytyy esim:

Tutkimukset, raportit

Ecoinvent - tietokanta

Elinkaariohjelmista: Gabi, CCalC2, Open LCA, OneClickLCA

Yritysten sivuilta, ks. esim. Ruukki Oy, LE Oy jne.

Tuotteiden ympäristötuoteselosteet

- EPD – Environmental Product Declaration
- Riippumattoman tahon tarkastamia, näihin myös alakohtaisia standardeja

Julkiset alakohtaiset ohjeistot ja kertoimet, esim. rakennusala

- Esim. [Vähähiilisen rakentamisen neuvontapalvelu](#)

Laskentaa, ohjelmia

- Hiililaskenta ei ole erityisen vaikeaa matemaattisesti, mutta se voi olla työlästä
 - Määrätietojen hankinta
 - Päästökertoimien hankinta
- Laskentaa ja raportointia voidaan helpottaa ohjelmilla
 - OneClickLCA, Gabi, OpenLCA,
 - Sisältää päästökertoimet
- Laskentaa voi hyvin tehdä myös excelillä

Tulosten raportointi, viestintä ja markkinointi

- Ympäristötuoteseloste eli EPD Environmental product declaration
 - Malleja eri tuoteryhmille, ns. tuoteryhmäsääntöjä
 - Rakentamis- ja infra-alalle omat tuoteryhmäsäännöt [SFS-EN 15804:2012 + A2:2019](#)
 - Usein B2B käyttöön, ulkopuolinen verifiointi
- Vastuullisuusraportointiohjeita esim. GRI
- “Hiilimerkit” - eri tahot lanseeranneet
- Alakohtaisia malleja
 - Rakennuksille LEED tai Breeam -sertifikaatit

Yrityksen hiilijalanjälki - standardeja ja ohjeita

ISO standardit:

ISO 14064-1: organisaation kasvihuonekaasujen laskenta ja raportointi

ISO 14064 – 2: hanketoimien päästövähennykset ja raportointi

ISO 14064 – 3: projektien päästöjen tunnistaminen, pienentäminen ja raportointi

Greenhouse Gas (GHG) Protocol Corporate Standard

- Maailmanlaajuinen, yrityksille/organisaatioille luotu järjestelmä
- Ehkä tunnetuin ja yleisimmin käytetty (LABin opinnäytteissä käytetty)
- Myös suomalainen laskentatyökalu (SYKE): [Y-Hiilari](#)

Yrityksen hiilijalanjäljen lasketaan GHG-protokolla

- GHG-protokolla (Greenhouse Gas Protocol) on maailman elinkeinoelämän kestävän kehityksen neuvoston (WBCSD) ja maailman luonnonvara instituutin (WRI) kehittämä standardi hiilijalanjäljen laskentaan.
- Kansainvälisesti hyväksytty standardijärjestelmä ja yksi käytetyimmistä hiilijalanjäljen laskennassa ympäri maailmaa.
- Tarjoaa yhtenäisen lähestymistavan hiilijalanjäljen laskennalle.
- Päästöt luokitellaan kolmeen eri luokkaan:
 - Scope 1, Scope 2 ja Scope 3 -luokat

GHG protocol: Scope 1, 2 ja 3

- Scope 1 sisältää yrityksen omasta toiminnasta aiheutuvat päästöt, eli suorat päästöt esimerkiksi omista rakennuksista ja ajoneuvoista.
- Scope 2 sisältää yrityksen ostaman energian päästöt, eli epäsuorat päästöt
 - yleensä merkittävät, koska noin 40 % maailman kasvihuonekaasupäästöistä muodostuu energian tuotannosta.
- Scope 3 sisältää kaikki muut epäsuorat päästöt ennen (upstream) raportoivaa yritystä ja sen jälkeen (downstream).
 - 15 eri kategoriaa, esim. hankinnat, kuljetukset, jätehuolto jne.
 - Yritys voi rajata Scope 3 -luokan päästöistä vähäisen merkityksen päästöt sekä ne päästöt, joista ei ole mahdollista saada tietoa.
 - Scope 3 –luokasta koostuu valmistavan teollisuuden päästöistä suurin osa.

GHG –protokolla, yrityksen hiilijalanjälki ja scopet 1-3:

Scope 1 ja Scope 2 päästöt tulee sisällyttää kokonaisuudessaan hiilijalanjälkilaskelmiin.

Scope 3 -luokkaan kuuluvia päästöjä voidaan rajata laskennan ulkopuolelle, jos päästötietoja ei ole mahdollista saada tai päästökategorian merkitys on hyvin vähäinen.

Scope 1:

- Oman energiatuotannon päästöt
- Omien kiinteistöjen päästöt
- Omien koneiden päästöt
- Omien ajo- tai kulkuneuvojen päästöt
- +tahattomat päästöt/vuodot

Scope 2:

- Ostosähkön päästöt
- Ostolämmön päästöt
- Ostetun höyryn päästöt
- Ostetun viileän päästöt

Scope 3:

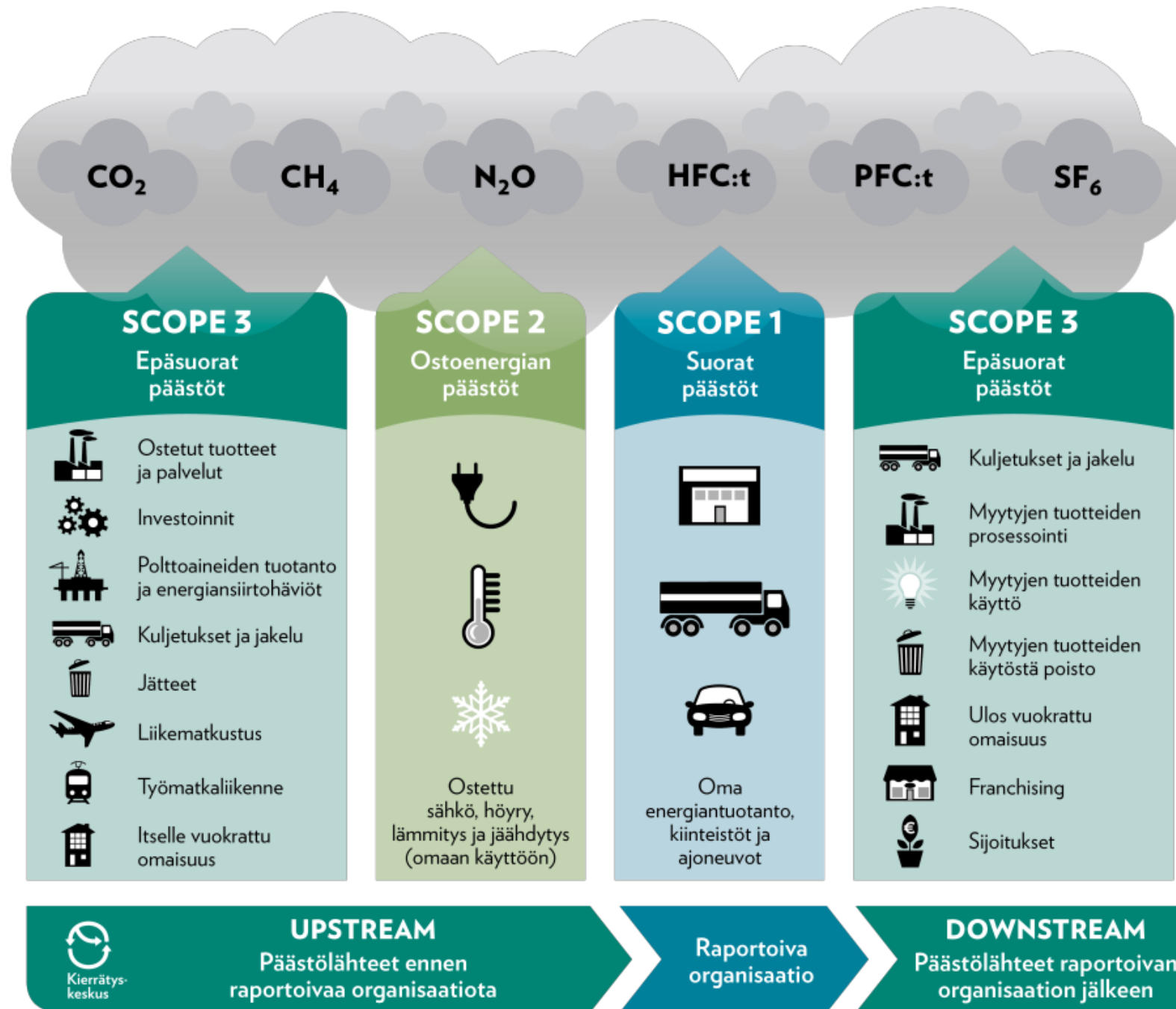
Ennen raportoivaa yritystä

- Kuljetukset ja jakelu
- Polttoaineiden tuotanto ja energiansiirto
- Ostetut tuotteet ja palvelut
- Itselle vuokrattu omaisuus
- Liikematkustus
- Työmatkaliikenne
- Jätteet

Raportoivan yrityksen jälkeen

- Kuljetukset ja jakelu
- Myytyjen tuotteiden prosessointi
- Myytyjen tuotteiden ja palvelujen käyttö
- Myytyjen tuotteiden käytöstäpoisto
- Ulos vuokrattu omaisuus
- Franchising
- Sijoitukset

GHG-protocol: scope 1-3



Lähtötiedot ja päästökertoimet

Lähtötiedot - Päästölaskennassa työläin osuus on usein lähtötietojen eli kulutustietojen kerääminen. Yleensä työlästä kun ensimmäinen laskenta.

Päästökertoimet

Lisäksi tarvitaan päästökertoimet kaikille laskettaville toimille, kuten esim. raaka-aineille, polttoaineille, ostoenergialle ja jätteille,

Kertoimet saa laskentaohjelmista, sekä yhä useammin palveluntarjoajilta tai toimittajilta itseltään

Lisäksi käytetään yleisiä suuntaa antavia päästökertoimia. Esim. rakennusmateriaaleille YM:n päästötietokanta Co2data.fi tai energian päästökertoimia on saatavissa Motivalta. Tilastokeskus julkaisee keskimääräisiä kertoimia esimerkiksi Suomen kaukolämmön, sähkön ja polttoaineiden käytöstä.

Yrityksen hiilijalanjälki

Päästökertoimia, laskureita ja ohjeita

SYKEN hiilijalanjälkilaskuri [Y-HIILARI](#)

GHG protocollan [ohjeet ja laskurit](#)

- GHG:n omilla sivuilla on ilmaisia Excel-pohjaisia laskureita.

WWF Suomen ilmastolaskuri

Elinkeinoelämän keskusliiton Ilmastobisnes -laskuri

Laskenna jälkeen raportointia ja toimenpidesuunnitelma

- Tarkoituksena on raportoida laskennan tulokset selkeästi, lisää luottamusta
- Raportoinnissa voidaan käyttää erilaisia standardeja kuten Global Reporting Initiative (GRI) tai ISO 14064.
- Suositeltavaa kehittää suunnitelma päästöjen vähentämiseksi.
 - 2024: 40:llä sadasta globaalisti suurimmasta yrityksestä on päästötavoitteet: esim. hiilineutraali tuotanto ajassa x

Hiilikädenjälki

- Hiilijalanjäljen vastakohta on hiilikädenjälki. Yleensä esitetään erillään, ei lasketa yhteen tai vähennetä. Määritelmät vaihtelevat
- Hiilikädenjälki –termillä on tarkoitus kuvata yrityksen toiminnasta tai tuotteista aiheutuvia positiivisia ilmastovaikutuksia. Hyötyä, jonka tuote tai palvelu aiheuttaa hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä. Esim. puurakennuksiin sitoutunut hiili.
- VTT: Hiilikädenjälki on asiakkaalle tuotettu hyöty siitä, että yritys valmistaa tuotteita ja palveluja, joiden avulla yrityksen asiakas pystyy pienentämään hiilijalanjälkeään. Kun asiakas ottaa tuotteen käyttöönsä aikaisemmin käyttämänsä tuotteen korvaajana, pienenee asiakkaan jalanjälki eli pienennys on hiilikädenjälki.



Soveltava osaaminen, yksilötehtävä

1 op

Tehtävän kuvaus: Viherpesu on ilmiö, jossa yritykset luovat harhaanjohtavaa kuvaa tuotteidensa tai toimintansa ympäristöystävällisyydestä. Tekstiili- ja vaatetusala on erityisen altis viherpesulle, koska kestävyysliikkeen väitteet voivat perustua osatotuksiin tai olla vaikeasti todennettavissa.

Tässä tehtävässä analysoit tekstiili- ja vaatetusalalla esiintyvää viherpesua ja arvioit sen vaikutuksia kuluttajiin, yrityksiin ja ympäristöön. Lisäksi pohdit, miten viherpesua voidaan torjua alalla.

Tehtävä

1. Analysoi viherpesun ilmiötä tekstiili- ja vaatetusalalla:

- Selvitä, mitä viherpesu tarkoittaa ja miten se ilmenee erityisesti tässä kontekstissa.
- Esittele konkreettisia esimerkkejä alan viherpesusta. Voit hyödyntää esimerkiksi yritysten mainosmateriaaleja, verkkosivuja tai kampanjoita.

2. Arvioi viherpesun vaikutuksia:

- Pohdi, miten viherpesu vaikuttaa kuluttajien luottamukseen ja ostopäätöksiin.
- Pohdi yritysten mainetta ja vastuullisuusstrategioita viherpesun näkökulmasta.
- Arvioi viherpesun mahdollisia ympäristövaikutuksia.

3. Ehdota ratkaisuja viherpesun torjumiseksi:

- Mitä toimenpiteitä yritykset voivat tehdä ollakseen aidosti vastuullisia ja läpinäkyviä?
- Pohdi, miten viranomaiset, standardit ja sertifikaatit voivat tukea viherpesun ehkäisyä.
- Esitä, miten kuluttajia voidaan auttaa tunnistamaan viherpesu ja tekemään kestävämpiä valintoja.

Lisämateriaalia ja lähteitä

Ympäristömerkintä Suomi:

- [Tietoa Joutsenmerkistä](#)
- [Tekstiilituotteiden kriteerit](#)

- Suomen ympäristökeskus: [Laskureita ja työkaluja ympäristövaikutusten arviointiin ja seurantaan](#)
- Fristads: [työvaatemallisto EPD-ympäristöselosteella](#)

