

BAT-päästöasoja lievempien raja-arvojen hyötyjen ja haittojen arvioinnin hyvät käytännöt

Kimmo Silvo, Virpi Lehtoranta, Mikko Savolahti, Mikko Attila,
Mika Marttunen, Turo Hjerppe, Kaj Forsius ja Timo Jouttijärvi



Suomen ympäristökeskuksen raportteja 4 / 2020

BAT-päästötaasoja lievempien raja-arvojen hyötyjen ja haittojen arvioinnin hyvät käytännöt

**Kimmo Silvo, Virpi Lehtoranta, Mikko Savolahti, Mikko Attila,
Mika Marttunen, Turo Hjerppe, Kaj Forsius ja Timo Joutijärvi**



Suomen ympäristökeskuksen raportteja 4 | 2020

Suomen ympäristökeskus

Kulutuksen ja tuotannon keskus

Kirjoittajat: Kimmo Silvo ¹⁾, Virpi Lehtoranta ¹⁾, Mikko Savolahti ¹⁾, Mikko Attila ¹⁾, Mika Marttunen ¹⁾,
Turo Hjerppe ¹⁾, Kaj Forsius ¹⁾, Timo Jouttijärvi ¹⁾

¹⁾ Suomen ympäristökeskus

Vastaava erikoistoimittaja: Ari Nissinen

Rahoittaja/toimeksiantaja: Ympäristöministeriö

Julkaisija ja kustantaja: Suomen ympäristökeskus (SYKE)

Latokartanonkaari 11, 00790 Helsinki, puh. 0295 251 000, syke.fi

Taitto: Mikko Attila

Kannen kuva: Kimmo Silvo

Julkaisu on saatavana veloituksetta internetistä: www.syke.fi/julkaisut | helda.helsinki.fi/syke sekä ostettavissa painettuna SYKEN verkkokaupasta: syke.omapumu.com

ISBN 978-952-11-5128-6 (PDF)

ISBN 978-952-11-5127-9 (nid.)

ISSN 1796-1726 (verkkoj.)

ISSN 1796-1718 (pain.)

Julkaisuvuosi: 2020

Tiivistelmä

BAT-päästötasoja lievempien raja-arvojen hyötyjen ja haittojen arvioinnin hyvät käytännöt

Raportissa kuvataan hyviä käytäntöjä parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) päästötasoja lievempien päästöraja-arvojen (ympäristönsuojelulain 78 §) hakemiseen ja arvioimiseen teollisuuspäästödirektiivin mukaisten ns. direktiivilaitosten (teollisuuspäästödirektiivi 2010/75/EU) ympäristölupaprosesseissa.

Keskeiset suositukset hyväksi käytännöiksi ovat:

- 1) Päästöjen vähentämisen kustannukset (nettoarvo kokonaiskustannuksista eli pääoma- ja käyttö-kustannukset yhteensä) tulisi arvioida nykyarvona.
- 2) Ympäristöhyödyt tulisi arvioida rahamääräisesti silloin kun yleisesti hyväksytyjä, tapaukseen soveltuvia menetelmiä on käytettävissä. Muussa tapauksessa ympäristöhyödyt arvioidaan laadullisesti.
- 3) Ilmapäästöjen menetettyjen ympäristöhyötyjen arvioinnissa suositellaan käytettäväksi ensisijaisesti alueellisesti tarkennetun IHKU-mallin (Suomen oloihin laadittu ilmapäästöjen haittakustannusmalli) tuloksia. Niille ilman epäpuhtauksien päästöille, joille ei voida soveltaa IHKU-mallia, voidaan käyttää Euroopan ympäristökeskuksen julkaisemia ympäristökustannuksia Suomen oloissa.
- 4) Vesipäästöjen aiheuttamien ympäristöhaittojen euromääräiseen arvottamiseen BAT-poikkeamien yhteydessä ei ole toistaiseksi käytettävissä EU-tasolla yleisesti hyväksytyjä menetelmiä tai lähestymistapoja. Vesipäästöjen osalta arvioidaan ensimmäisessä vaiheessa, syntyykö rahamääräisesti arvotettavissa olevaa ympäristöhaittaa. Jos tällaista ympäristöhaittaa arvioidaan syntyvän, sovelletaan tapauskohtaisesti Suomessa käytettyjä arvottamismenetelmiä ja yksikköhaittakustannuksia, esimerkiksi vesienhoidollisia kunnostuskustannuksia. Kaikissa tapauksissa rahamääräistä arvottamista ei kuitenkaan pystytä tekemään ja on tyydyttävä ympäristövaikutusten ja niistä aiheutuvien haittojen kuvaamiseen ilman arvottamista.
- 5) Jotta poikkeama voidaan myöntää, tulisi investoinnin kustannusten olla selvästi ympäristöhyötyjä suuremmat. BAT-poikkeuksen käsittelyn kokonaisharkinnassa lupaviranomainen voi ottaa huomioon myös muita näkökohtia kuten tasapuolisuus suhteessa muihin laitoksiin sekä tilan puutteen ja prosessin erityispiirteiden vaikutukset BAT-tekniikan käyttöönottoon. Joissakin tapauksissa laadulliset arviot ja tapauskohtainen harkinta voivat olla tarkoituksenmukaisin lähestymistapa kokonaisarvion tekemiseksi.

Asiasanat: ympäristöluvat, paras käytettävissä oleva tekniikka, taloudellinen arviointi, ympäristöhyödyt, ympäristöhaitat

Sammandrag

God praxis i utvärderingen av kostnader och nytta angående dispens för gränsvärden baserade på BAT-slutsatsernas utsläppsnivåer

I rapporten beskrivs god praxis för ansökan och utvärdering av dispens för utsläppsvärden baserade på BAT slutsatserna (miljöskyddslagen 78 §) i miljötillståndsprövning av anstalter i enlighet med industriutsläppsdirektivet (2010/75/EU). Väsentliga rekommendationer för god praxis är följande.

- 1) Kostnader på utsläppsreduktioner bör värderas som nuvärden (nettovärden av totala kostnader d.v.s sammanlagda kapital och operationskostnader).
- 2) Miljönyttan bör uppskattas i penningvärde om lämpliga, allmänt godtagna metoder finns tillgängliga för fallet i fråga. I annat fall bedöms miljönyttan endast kvalitativt.
- 3) För värdering av den förlorade miljönyttan för utsläpp till luft rekommenderas i första hand den regionalt preciserade IHKU-modellen (kostnader för miljöskador anpassade till förhållanden i Finland). För föroreningar som saknas i IHKU-modellen kan man använda lämpliga enhetskostnader publicerade av Europeiska Miljöverket.
- 4) För tillfället finns det inte på EU nivå allmänt godtagna uppskattningsmetoder för monetära miljökostnader för utsläpp till vatten. I rapporten rekommenderas att som första steg utvärdera om det uppstår ekonomiska skador förorsakade av dessa överskottsutsläpp (skillnaden mellan ansökta utsläppsnivån och utsläppsnivån i BAT slutsatsen). Om möjligt bör man tillämpa utvärderingsmetoder och enhetskostnader som tidigare har testats och använts i Finland, till exempel uppgifter från restaureringskostnader som uppstått i vattenvårdsplanering. Om värdering av miljöskador inte är möjligt monetärt, bör man följaktligen nöja sig med att karakterisera miljöpåverkan och skadorna utan ekonomisk bedömning.
- 5) För att bevilja dispens bör investeringskostnaderna betydligt överskrida miljönyttan. I sin helhetsbedömning av dispens kan miljötillståndsmyndigheten även beakta andra synpunkter som t.ex. likvärdighet med andra likartade anstalter, brist på utrymme och särdrag av processen. I vissa fall kan den kvalitativa utvärderingen och en bedömning fall för fall vara den bäst lämpade metoden för helhetsutvärderingen.

Nyckelord: miljötillstånd, bästa tillgängliga teknik, ekonomisk värdering, miljönytta, miljöolägenheter

Abstract

Good practices for the evaluation of costs and benefits related to the derogations on emission limit values based on best available techniques

The report outlines good practices for the application and assessment of derogations on emission limit values based on best available techniques in the environmental permit process of installations under the Industrial Emissions Directive (2010/75/EU, art. 15(4) derogations). The following recommendations are given.

- 1) Costs of emission reductions should be calculated as net present values (net values of total costs, i.e. both capital and operating costs).
- 2) Environmental benefits should be monetarized whenever adequately robust and acceptable methods suitable for the specific case are available. In other cases, assessment can be made qualitatively.
- 3) Lost environmental benefits caused by atmospheric emissions are recommended to be evaluated by means of regionally refined Finnish air emissions damage cost model IHKU. For the pollutants not included in the IHKU model specific environmental costs published by the European Environment Agency can be used.
- 4) At present there are no commonly accepted methodologies available on the EU level for the evaluation of environmental damage caused by emissions to water bodies. In this report we recommend as a first step to determine whether harm that can be monetarized might be caused by the excess emissions (difference between the applied emission level and BAT associated emission level). If such harm may take place valuation methods and unit costs tested and used in Finland (e.g. restoration costs in river basin management plans) can be applied on case by case basis. If the data basis for monetary valuation is not adequate impacts and damages can be characterized without monetary valuation.
- 5) As a prerequisite for derogation the costs of investment should clearly exceed the environmental benefits. In the permit deliberation process the permit authority may also consider other aspects such as fairness in relation to other similar cases, lack of space and specific characteristics of the process. In some cases, qualitative assessments and case by case deliberation might be the most appropriate approach for the overall evaluation.

Keywords: environmental permits, best available techniques, economic valuation, environmental benefits, environmental costs

Sisällys

Tiivistelmä.....	3
Sammandrag.....	4
Abstract.....	5
1 Johdanto.....	9
2 Nykytilan kartoitus.....	10
2.1 BAT-päästötasoista poikkeamisen lähtökohdat.....	10
2.1.1 Yleistä.....	10
2.1.2 Päästötasoista poikkeamista koskevat perusteet.....	11
2.1.3 BAT-poikkeamat Suomen ympäristölupapäätöksissä.....	11
3 EU-maiden käytäntöjä ja komission yleiset suositukset.....	14
4 Päästöjen vähentämiskustannusten arviointi.....	15
4.1 Suosituksia taloudellisten vaikutusten ja kokonaisympäristövaikutusten vertailuasiakirjassa.....	16
4.2 Komission suositukset kustannusten arviointiin.....	18
5 Menetettyjen ympäristöhyötyjen arviointi.....	19
5.1 Yleistä.....	19
5.2 Ilmaan johdettavien päästöjen aiheuttamien haittojen arvottamismenetelmiä.....	20
5.3 Vesiin johdettavien päästöjen aiheuttamien haittojen arviointimenetelmiä.....	23
5.4 Muiden päästöjen aiheuttamien ympäristöhaittojen arvottaminen.....	25
6 Hyvät käytännöt.....	26
Lähteet.....	30
LIITE 1: Laskentakaavat diskonttaukselle, kokonaisvuosikustannusten ja inflaatiokorjauksen laskemiselle.....	33
LIITE 2: Komission (2018) suositukset menetettyjen ympäristöhyötyjen arviointiin sekä kustannusten ja ympäristöhyötyjen vertailuun.....	35
LIITE 3: Ilmansaasteiden haitallisten vaikutusten rahallinen arvottaminen.....	36
LIITE 4: Ilmapäästöjen vaikutusten arvottamiseen soveltuvan tulostensiirtomenetelmän ja vaikutus-polkumenetelmän käytännön toteuttamiseen liittyviä työvaiheita ja lähtötietojen kokoamista.....	38
LIITE 5: Vesiin vaikuttavien hankkeiden ympäristöhyötyjen arvioinnissa käytettyjä lähestymistapoja ja työkaluja.....	42

LIITE 6: Virkistyskäyttöhyöty ekologisen tilan muutoksesta rantakiinteistöä kohden vuosittain (VIRVA-malli)	46
LIITE 7: Ympäristönsuojelulain 78 §:n mukaisen poikkeuksen kustannusten ja ympäristöhyötyjen arviointi – esimerkkitarkastelu	47

1 Johdanto

Raportissa esitetään hyviä käytäntöjä parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) päästötasoja lievempien päästöraja-arvojen hakemiseen ja arvioimiseen teollisuuspäästödirektiivin¹ mukaisten ns. direktiivilaitosten ympäristölupaprosesseissa. Raportti täydentää ympäristöministeriön aiempaa ohjeistusta BAT-poikkeamien soveltamisesta.²

Työssä kartoitettiin lokakuun 2018 loppuun mennessä annetut ympäristölupapäätökset, joissa on sovellettu ympäristönsuojelulain (YSL, 527/2014) 78 §:n mukaista päästöraja-arvojen lievennystä. Lisäksi laadittiin yhteenveto EU-maiden käytännöistä pääosin EU:n komission teettämän selvityksen pohjalta³.

Selvityksessä hyödynnettiin komission kannanottoja, BAT-tiedonvaihdon julkaisuja⁴, Euroopan ympäristöviraston (EEA) julkaisuja⁵, ilmansaasteiden haittakustannusmalli Suomelle (IHKU) -hankkeen⁶ tuloksia sekä ohjetta suurten polttolaitosten BAT-päätelmien soveltamisesta^{7 8}. Raportissa arvioidaan suurten polttolaitosten ohjeen ja IHKU-hankkeen tulosten sovellettavuutta BAT-ilmapäästöasojen lievennysten hakemiseen ja esitetään keskeisiä muita näkökohtia. Lisäksi tarkastellaan vesipäästöjen ympäristöhaittojen arviointiin soveltuvia menetelmiä muun muassa SYKE:n aiempien ympäristökustannuksia käsittelevien hankkeiden⁹ tulosten pohjalta. Työssä otettiin huomioon vesipuitedirektiivin¹⁰ sekä ympäristölaatuormidirektiivin¹¹ tavoitteet ja vaatimukset teollisuuden jätevesille.

Lupamenettelyissä voidaan joutua käsittelemään BAT-poikkeamien osalta tilanteita, joita ei voida ratkaista kustannusten ja ympäristöhyötyjen vertailun avulla, esimerkiksi BAT-tekniikan käyttöönotto ei ole mahdollista tilan puutteen tai prosessin erityispiirteiden vuoksi. Vesipäästöjen aiheuttamien ympäristöhaittojen euromääräiseen arvottamiseen BAT-poikkeamien yhteydessä ei myöskään ole toistaiseksi käytettävissä EU-tasolla yleisesti hyväksytyjä menetelmiä tai lähestymistapoja. Näiltä osin on edelleen tarvetta päivittää ja kehittää sekä EU:n että kansallista ohjeistusta erilaisten BAT-poikkeamatapausten käsittelyyn.

Raportin laatimiseen osallistuivat Suomen ympäristökeskuksesta Kimmo Silvo, Virpi Lehtoranta, Mikko Savolahti, Mikko Attila, Mika Marttunen, Turo Hjerpe, Kaj Forsius ja Timo Jouttijärvi. Valmistelun aikana kuultiin ympäristöministeriötä, ympäristölupaviranomaisia (ESAVI, PSAVI), valvontaviranomaisia (KASELY), Metsäteollisuus ry:tä sekä Energiateollisuus ry:tä.

¹ [Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/75/EU](#)

² [Ympäristönsuojelulain toimeenpanoprojekti 5, BAT-pienryhmä](#)

³ [European Commission 2018](#)

⁴ [European Commission 2006](#)

⁵ [EEA 2014](#)

⁶ [Savolahti ym. 2018](#)

⁷ [Ympäristöministeriö 2017](#)

⁸ [Novox Oy 2018](#)

⁹ [Marttunen ym. 2015](#)

¹⁰ [Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY](#)

¹¹ [Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/105/EY](#)

2 Nykytilan kartoitus

2.1 BAT-päästötasoista poikkeamisen lähtökohdat

2.1.1 Yleistä

Ympäristönsuojelulain liitteen 1 taulukon 1 mukaisten ns. direktiivilaitosten päästöille on ympäristöluvassa määrättävä päästöraja-arvot siten, että BAT-päätelmien päästötasoja ei ylitetä laitoksen normaaleissa toimintaolosuhteissa.

Ympäristönsuojelulain 78 §:n mukaan ympäristöluvassa voidaan kuitenkin asettaa lievemmat päästöraja-arvot, jos BAT-päästötasoihin perustuvat arvot johtaisivat kohtuuttoman korkeisiin kustannuksiin verrattuna saavutettaviin ympäristöhyötyihin laitoksen maantieteellisen sijainnin tai teknisten ominaisuuksien taikka paikallisten ympäristöolojen vuoksi. Kyse on kokonaisuarkinnasta, jossa eri tekijöitä verrataan keskenään lopputulokseen pääsemiseksi. BAT-päästötasoista lievemmästä päästöraja-arvosta käytetään myös termejä BAT-poikkeama ja BAT-poikkeus.

Saavutettavissa olevat ympäristöhyödyt tarkoittavat niitä hyötyjä, jotka saavutettaisiin ympäristön pilaantumisen sekä terveys- ja viihtyvyyshaittojen estymisenä, jos laitoksella noudatettaisiin päätelmien päästötasoja poikkeuksen sallimien lievempien päästöraja-arvojen sijaan. Nämä ympäristöhyödyt menetetään, mikäli poikkeama myönnetään. Päästöjen vähentämisen kustannuksia ja saavutettavia ympäristöhyötyjä verrataan keskenään. Ympäristöhyödyn tai kustannuksen pienuus tai suuruus sinänsä ei ratkaisisi sitä, voidaanko poikkeama myöntää vai ei vaan kysymys olisi aina vertailusta.

BAT-poikkeamisen menettely ei koske muita päätelmiä kuin BAT-päästötasoja (ilma- ja vesipäästöt, hajuemissiot). Esimerkiksi jätteitä, tarkkailua ja energiatehokkuutta koskevien määräysten osalta lupaviranomaiselle jää päästötasoja enemmän harkintavaltaa siitä, miten päätelmiä sovelletaan lupamääräyksien perusteena. Toiminnanharjoittajan tulee näissäkin tapauksissa esittää lupahakemuksessa perustelut, mikäli toiminta poikkeaa BAT-päätelmistä. Mahdollinen poikkeaminen on myös perusteltava ympäristölupapäätöksessä.

Poikkeamissäännös koskee sekä toistaiseksi voimassa olevia että määräaikaista BAT-poikkeamia. Määräaikainen BAT-poikkeama mahdollistaa lisäajan myöntämisen niissä tilanteissa, joissa BAT-päästöjen noudattaminen neljän vuoden ajassa BAT-päätelmien julkaisemisesta olisi kohtuutonta tai käytännössä mahdotonta. Päästöjen noudattamiseen voisi olla tarpeen myöntää lisäaika myös, jos se olisi tarpeen laitoksen investointien tai huoltoseisokin suunnitellun ajankohdan, parhaan käyttökelpoisen tekniikan käyttöönottoon liittyvän käytännön vaikeuden tai muun vastaavan syyn vuoksi.¹²

BAT-päästötasoista poikkeamista on käsitelty ympäristöministeriön muistiossa sekä suurten polttolaitosten BAT-päätelmiä koskevissa ohjeistuksissa.¹³ Käytännössä toiminnanharjoittajan on esitettävä poikkeukselle perusteet lupamenettelyssä. Poikkeamaa hakiessaan toiminnanharjoittajan tehtävänä on osoittaa, millä perusteilla päästöjen vähentämisen kustannukset ovat kohtuuttomia verrattuna niiden avulla saavutettaviin ympäristöhyötyihin. Päästötasoista poikkeaminen on perusteltava lupapäätöksessä ja niistä on raportoitava komissiolle.

Tarkastelun keskeiset kohdat ovat päästöjen vähentämisen kustannukset ja ympäristöhyödyt, jotka menetetään, jos päästöjen vähentämistoimenpidettä ei toteuteta. Menetetty ympäristöhyöty saadaan laskettua toiminnanharjoittajan hakeman päästörajan ja BAT-päätelmän päästötason ylärajan avulla. Jos menetetyistä ympäristöhyödyistä ei voida esittää euromääräistä arviota, tulisi arvio tehdä laadullisesti esim. mallintamalla tai kuvaamalla sanallisesti, taulukoin ja/tai kuvin vaikutusten luonne, laajuus, kesto ja merkittävyys (esim. pitoisuusmuutoksin rehevöittävä, toksinen, terveyttä heikentävä, happea

¹² [Ympäristöministeriö 2017](#)

¹³ [Ympäristöministeriö 2014](#)

kuluttava, sameutta aiheuttava, hajua aiheuttava vaikutus) sekä niistä aiheutuvat haitat ihmisille ja ympäristölle. Jos yhdellä puhdistustekniikalla vähennetään useita päästöjä, niin vertailussa otetaan huomioon ympäristöhyödyt kaikkien päästöjen osalta.

Lupaviranomainen käy läpi esitetyt tiedot ja arvioi niiden perusteella, voidaanko poikkeama myöntää. Tarvittaessa hakijalta pyydetään lisätietoja. Jos lievempien päästöraja-arvojen myöntämisen edellytykset täyttyvät, lievemmät päästörajat määrätään.

2.1.2 Päästötasoista poikkeamista koskevat perusteet

BAT-päästötasoista voidaan poiketa, jos niiden mukaiset päästöraja-arvot johtaisivat laitoksen maantieteellisen sijainnin tai teknisten ominaisuuksien taikka paikallisten ympäristöolojen vuoksi kohtuuttoman korkeisiin kustannuksiin verrattuna saavutettaviin ympäristöhyötyihin. Poikkeaminen edellyttää aina ympäristönsuojelulain 78 §:n mukaista tarkastelua ja ehtojen täyttymistä.

Esimerkkinä pidempiaikaisen tai toistaiseksi voimassa olevan BAT-poikkeuksen perusteista voidaan mainita seuraavat:¹⁴

- 1) Tekniset yksityiskohdat: Jollakin laitostyypillä tyypillisesti käytettävät päästöjen vähentämistekniikat voivat yksittäisellä laitoksella olla erityisen kalliita tai mahdottomia toteuttaa. Tämä voi johtua esimerkiksi olemassa olevan laitoksen prosessitekniikoista tai esimerkiksi puhdistuslaitteille käytettävissä olevasta tilasta. Harkinta on laitos- ja tuotantoyksikkökohtaista, eikä ratkaisevaa merkitystä ole esimerkiksi sillä, onko kyseisen tekniikan mainittu BAT-vertailuasiakirjassa olevan yleisesti sovellettavissa. Laitos- ja yksikkökohtaisen tarkastelun perusteella voi olla muitakin käytettävyyssrajoitteita kuin päätelmissä mainitut.
- 2) Lyhyt jäljellä oleva käyttöikä: BAT-päästötasot on annettu monessa tapauksessa erikseen uusille ja olemassa oleville laitoksille. Jos laitoksen suunniteltu jäljellä oleva käyttöikä on erityisen lyhyt verrattuna keskimääräisiin olemassa oleviin laitoksiin, tämä voi olla lain tarkoittama tekninen ominaisuus. Selkeintä lyhyen jäljellä olevan käyttöiän huomioon ottaminen on, jos toiminnanharjoittaja hakee määräaikaista ympäristölupaa tai sitoutuu muutoin lyhyeen jäljellä olevaan käyttöikänsä.

Maantieteellinen sijainti tarkoittaa BAT-poikkeamisen perusteena olevia luonnonmaantieteellisiä seikkoja. Esimerkiksi jätevesipäästöjen ympäristövaikutukset vaihtelevat merkittävästi sen mukaan, millaiseen vesistöön tai rannikkoveteen jätevedet johdetaan.

Paikalliset ympäristöolot liittyvät laajasti luonnonympäristöön, rakennettuun ympäristöön ja alueen käyttöön. Esimerkiksi lähialueen herkät luontokohteet tulee ottaa huomioon saavutettavia ympäristöhyötyjä tarkasteltaessa. Toisaalta esimerkiksi laitoksen lähiseudun vähäinen asutus voi vaikuttaa saavutettaviin ympäristöterveydellisiin hyötyihin.

2.1.3 BAT-poikkeamat Suomen ympäristölupapäätöksissä

Suomessa oli lokakuun 2018 loppuun mennessä myönnetty ympäristönsuojelulain 78 §:n mukaisia BAT-poikkeamia kahdeksassa ympäristölupapäätöksessä, mitkä on kuvattu taulukossa 1.

¹⁴ [Novox Oy 2018](#)

Taulukko 1. Ympäristölupapäätökset, joissa on 31.10.2018 mennessä myönnetty ympäristönsuojelulain 78 §:n mukaisia BAT-poikkeamia.

Toiminnanharjoittaja, päätöksen nro ja pvm	Myönnetty poikkeama BAT-päästötasoista	Kustannukset toiminnanharjoittajalle esitetty	Menetetty ympäristöhyödyt esitetty	Muuta
SSAB Europe Oy, Raahen terästehdas, PSAVI 34/2016/1 22.3.2016 (Valitettu KHO:een)	COD-päästöille vesiin on myönnetty tilapäinen poikkeama 1.1.2019 asti. Epäorgaanisen typen päästöille (ammonium, nitraatti, nitriitti) vesiin on poikkeama myönnetty toistaiseksi.	On esitetty uuden puhdistamon rakentamisen kustannuksiksi n. 8,5 M€.	Ei	Vesienhoitosuunnitelman mukaan tyyppi ei rajoita vesialueen levien kasvua.
Paroc Oy Ab, Paraisten kivivillatehdas, ESAVI 218/2016/1 6.9.2016	Kupoliuunin fluorivety; kuidutuksessa ja keräilyssä fenoli-, amiini- ja VOC-päästöt. Poikkeama on myönnetty toistaiseksi.	Ei	Ei (ESAVI arvioi karkeasti fluoriivety- ja formaldehydipäästön ympäristökustannuksia)	Fluoria paljon raaka-aineessa, BAT-vertiluasia-kirjan (BREF) BAT-tekniikoilla ei laitossa päästäne BAT-päätelmien päästötasolle. Ei ole olemassa tekniikkaa, jolla BAT-päästötasoon päästäisiin.
Stora Enso Oyj, Sunilan tehdas, ESAVI 3/2017/1 2.1.2017 (Valitettu VHaO:een, jonka antama päätös 8.5.2018 18/0109/2 lainvoimainen)	Myönnetty poikkeama meesauunin hiukkaspäästölle 1.10.2020 saakka ottaen huomioon sähkösuojimen hankintaan kuluva aika.	Suojimen kustannusarvio on 5–10 M€.	Ei	Meesauunin osuudeksi sellutehtaan kokonaishiukkaspäästöistä on ilmoitettu noin 10 %; ilmanlaadun mitausasemilla mitatut hiukkaspitoisuudet ovat olleet alhaisia ohje- ja raja-arvoihin verrattuna.
Sappi Finland Operations Oy, Kirkniemen paperitehdas (Lohja), ESAVI 52/2017/1 27.2.2017 (Valitettu VHaO:een)	Kiintoainekuormitus vesiin. Perusteena ovat kohtuuttoman korkeat kustannukset laitoksen teknisten ominaisuuksien vuoksi. Poikkeama on myönnetty toistaiseksi.	On esitetty tarve 3 M€ investointiin jäteveden puhdistukseen.	On, arvotettu lietymishaittoja ruoppauskustannusten perusteella 1,7 M€:ksi vuonna 2003.	Kiintoainekuormitukselle vesiin on asetettu 1.1.2019 lähtien raja-arvo, joka on korkeampi kuin BAT-päästötason yläraja.
Fiskars Finland Oy Ab, Iittalan lasitehdas (Hämeenlinna) ESAVI 59/2017/1 14.3.2017. (Valitettu VHaO:een ja asia on palautettu ESAVI:lle).	Vannauunien ja upokasuunien hiukkaspäästöt sekä typenoksidien päästöt. Poikkeama on myönnetty toistaiseksi.	Ei	Ei	Teknisten ratkaisujen löytäminen päästöjen vähentämiseksi BAT-päätelmien mukaiselle tasolle on hyvin vaikeaa. Laitoksen lasin sulatuskapasiteetti on pieni.

Nordkalk Oy Ab, Louhen kaivos ja kalkki- tehdas (Savonlinna), ISAVI 40/2017/1 29.6.2017 (Valitettu VHaO:een)	Hiukkaspäästöille ja typen oksidien päästöille on myönnetty määräaikainen poikkeama 1.1.2022 asti ottaen huomioon laitoksen maantieteellinen sijainti ja lähialueen muut ominai- suudet sekä teknis-talou- delliset seikat.	Ei	Ei	
Neste Oyj, Naantalin öljynjalostamo ESAVI 35/2018/1 26.2.2018 (Valitettu VHaO:een)	Myönnetty poikkeama polt- toyksiköiden (paitsi RT2 ja REF) NO _x -päästöille 31.12.2023 asti.	Hakemuksessa esitetyt päästövä- hennyksen kustan- nukset vaihtelevat polttoyksiköittäin välillä 9 810–40 960 €/t NO _x .	On, hakemuk- sessa esitetyn ar- vion mukaan me- netetty ympäristöhyöty on 1 481–3 780 €/t NO _x	Tehtävä perusteltu ehdotus BAT-pää- telmiin perustuvista NO _x -päästörajoista 31.8.2022 men- nessä.
Boliden Harjavalta Oy, Porin kuparielektrolyysi ESAVI 191/2018/1 11.10.2018	Myönnetty poikkeama jalo- metalliosaston SO ₂ - ja hiukkaspäästöille 1.7.2020 alkaen.	Investointi BAT-tasoi- hin kaksinkertainen (2 M€ suurempi) ver- rattuna hakijan esit- tämiin päästötasoi- hin.	On, vaikutusten ympäristökustan- nukset 40 000– 110 000 €/a.	Poikkeamat voi- massa 1.7.2020 alkaen

Kartoituksen perusteella sekä toiminnanharjoittajalle BAT-päästötasojen noudattamisesta aiheutuvien kustannusten että poikkeaman käyttämisestä aiheutuvien ympäristöhyötyjen menetysten arviointi ja erittely vaihtelivat eri hakemuksissa melko paljon toisistaan.

3 EU-maiden käytäntöjä ja komission yleiset suositukset

Euroopan unionin komissio julkaisi vuonna 2018 selvityksen teollisuuspäästädirektiivin 15(4) artiklan mukaisista BAT-poikkeamista.¹⁵ Komission selvitykseen saatiin vastaukset Saksaa lukuun ottamatta muista jäsenmaista. EU:ssa toimii yhteensä noin 50 000 teollista laitosta, jotka ovat teollisuuspäästädirektiivin sääntelyn piirissä.

Selvityksen perusteella neljätoista jäsenmaata on laatinut ohjeistusta BAT-poikkeamien hakemiseen ja käsittelyyn.¹⁶ Kuusi jäsenmaata¹⁷ ilmoitti ohjeistuksensa käsittelevän kaikkia poikkeuksen myöntämiseen liittyviä kriteerejä. Seitsemän maata¹⁸ puolestaan katsoi, että heidän ohjeistuksensa on luonteeltaan yleistä tai käsittelee vain tiettyjä kriteereiden näkökohtia.

Maat raportoivat yhteensä 105 laitostason poikkeuksen hakemisesta vuoteen 2017 mennessä. Pääosin poikkeuksia haettiin lasin valmistukseen (40), sementin, kalkin ja magnesiumoksidin valmistukseen (30) sekä rauta- ja terästeollisuuteen (15).

Selvityksen mukaan useimmissa maissa katsotaan kustannustietoihin kuuluvan sekä pääoma- että käyttökustannukset. Samoin pidetään tarpeellisena arvioida erityyppisiä saavuttamatta jääviä ympäristöhyötyjä. Eniten epäselvyyttä on siitä, miten euromääräistetään vesi- ja ilmapäästöjen ympäristöhaittoja niissä tapauksissa, joissa riittävän laajaan ja luotettavaan tietopohjaan perustuvia haittayksikkökustannuksia (€/päästötonni) ei ole saatavilla. Tällöin arvioinneissa on käytetty yleensä laadullisia menetelmiä (esim. ympäristövaikutusten kuvaukset, luokittelut ja asiantuntija-arviot).

Kohtuuttomien kustannusten arviointiin maat käyttävät erilaisia lähestymistapoja kuten kustannus-
hyötyarviointeja (joissakin tapauksissa ympäristöhyötyjen edellytetään lisäksi olevan esimerkiksi vähintään 75 % kokonaiskustannuksista), kustannustehokkuuslaskelmia sekä tapauskohtaista harkintaa.

Komission selvityksessä¹⁹ on kuvattu eräiden EU-maiden raportoimia tapausesimerkkejä BAT-poikkeamien soveltamisesta. Samassa julkaisussa esitetään periaatteita ja suosituksia sovellettavaksi teollisuuspäästädirektiivin 15(4) artiklan toimeenpanossa eli BAT-poikkeamien myöntämisessä. Komission suositukset kustannusten arviointiin sekä ilma- ja vesipäästöjen aiheuttamien menetettyjen ympäristöhyötyjen arviointiin on otettu huomioon soveltuvien osien luvuissa 3, 4 ja 5.

¹⁵ [European Commission 2018](#)

¹⁶ BE, CZ, DK, ES, FI, FR, HR, IE, IT, PL, PT, SE, SK, UK

¹⁷ CZ, FI, IE, SE, SK, UK

¹⁸ BE, DK, ES, FR, HR, IT, PT

¹⁹ [European Commission 2018](#)

4 Päästöjen vähentämiskustannusten arviointi

BAT-poikkeuksen myöntäminen edellyttää päästöjen vähentämiskustannusten arviointia. Uuden tekniikan käyttöönotto aiheuttaa sekä investointi- että käyttökustannuksia. Kustannukset voidaan edelleen jakaa:

- tutkimus- ja kehitys- sekä suunnittelukustannuksiin
- investointikustannuksiin
- käyttö- ja kunnossapitokustannuksiin
- alueiden ja rakennusten muutos-, lunastus- ja korvauskustannuksiin, sikäli kun nämä voidaan suoraan liittää uuden tekniikan käyttöönottoon
- laitteiden muutuskustannuksiin.

Kustannusarviot on käytännössä tarpeen esittää niin, että erityyppiset kustannukset ja niiden laskennassa käytetyt yksikköhinnat eritellään ympäristölupahakemuksessa. Tiedot tulisi esittää siten, että lupaviranomainen pystyisi tarkistamaan laskelmat ja vertaamaan kustannuksia yleisesti saavilla olevaan kustannustietoon. Lisäksi keskeiset, tuloksiin vaikuttavat oletukset, muun muassa laskennassa käytetty investoinnin pitoaika ja laskentakorko, tulisi esittää osana laskelmia.²⁰

Aina laskentaa ei kyetä tekemään suoraviivaisesti. Määräaikaisen BAT-poikkeuksen yhteydessä poikkeuksen perusteena voi olla esimerkiksi uuden tekniikan nopeaan käyttöönottoon liittyvät tekniset hankaluudet tai jopa mahdottomuudet, joita on vaikeaa muuttaa euroiksi. Näissä tapauksissa arviointi voi olla myös kuvailevaa (laadullista).²¹ Laskennassa ei voida ottaa huomioon niitä päästöjen vähentämiskustannuksia, jotka olisivat tarpeen myös muista kuin BAT-päätelmiin liittyvistä syistä.

Laskelmissa on mahdollista käyttää toiminnanharjoittajan omia kustannustietoja ja yleistä tietoa investointi- ja käyttökustannuksista. Alalla toimivilla konsulttitoimistoilla on myös julkaisematonta tietoa kustannustasoista, jolloin poikkeamahakemuksen tukena voidaan käyttää näiltä saatuja asiantuntija-arvioita. Lupaprosessissa tulisi pyrkiä arvioimaan esitettyjen kustannustietojen luotettavuutta. Kustannustietojen luotettavuutta voidaan arvioida esimerkiksi vertaamalla useasta, toisistaan riippumattomasta lähteestä saatuja kustannustietoja keskenään.

Muutokset yksittäisellä laitoksella vaativat usein tapauskohtaisia muutostöitä, joiden arvottaminen ilman tarkempaa suunnittelua voi olla vaikeaa. Tällaisia muutostöitä voivat olla esimerkiksi vanhojen laitteiden purut, uusien putkilinjojen rakentamiset, tarvittavat tuennat uusien laitteiden sijoituspaikoille ja muut rakenteelliset tai rakennustekniset muutokset.

Osa kustannustiedosta saattaa olla luottamuksellista. Myös tässä tapauksessa yksityiskohtaiset tiedot on toimitettava lupaviranomaiselle. Lisäksi on laadittava laskelmista julkinen versio, josta luottamukselliset tiedot on häivytetty.

²⁰ [Ympäristöministeriö 2014](#)

²¹ [Novox Oy 2018](#)

Selityksiä

Diskonttaus tarkoittaa tulevaisuuden rahavirran nykyarvon laskemista. Jotta tämänhetkinen ja tulevaisuudessa maksettava raha olisi vertailukelpoista keskenään, pitää tulevien maksujen arvo siirtää nykyaikaan eli diskontata. Vastaavasti menetellään tulevaisuuden tulojen suhteen. Mitä kauemmaksi tulevaisuuteen maksu tai tulo sijoittuu, sitä vähemmän sillä on arvoa nykyhetkellä. Laskennassa käytettyä korkokantaa kutsutaan **diskonttokoroksi** (myös laskentakoroksi). Jos diskonttokorko on 10 %, ovat vuoden kuluttua saatava 110 € ja kahden vuoden kuluttua saatava 121 € samanarvoisia kuin heti saatava 100 €.

Diskonttaamalla laskettua arvoa kutsutaan **nykyarvoksi**. Nykyarvo ei ota huomioon hyötyjen ja kustannusten toteutumisen riskejä. Investoinnin **nettonykyarvo** saadaan, kun investoinnin käyttöajan tulojen nykyarvosta vähennetään käyttöajan kustannusten nykyarvo. Investoinnin **takaisinmaksuaika** on aikajakso, jolloin investoinnin nettonykyarvo saadaan nolllaksi.

Reaalikorolla ja **reaalihinnalla** tarkoitetaan korkoa ja hintaa, jossa on laskennallisesti otettu huomioon odotetun tai todetun inflaation vaikutus. Nimellishinnoissa ja –koroissa ei sen sijaan ole otettu huomioon inflaation vaikutusta.

Yksikköhinta tarkoittaa tiettyä laitetta, polttoaineyksikköä tai suoritetta kohti määritettyä hintaa, esim. hankintahinta €/puhdistinlaite, kevyen polttoöljyn hinta €/l ja tietyn puhdistinlaitteen käyttö- ja kunnossapitokulut €/a.

Laskentakaavat ym. tarkemmat lisätiedot on esitetty ECM-vertailuasiakirjassa s. 42–50 <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/> sekä tämän raportin liitteessä 1.

4.1 Suosituksia taloudellisten vaikutusten ja kokonaisympäristövaikutusten vertailuasiakirjassa

Kustannusten laskentamenetelmistä on annettu suosituksia komission julkaisemassa taloudellisten vaikutusten ja kokonaisympäristövaikutusten vertailuasiakirjassa (ECM).²² Siinä esitetään viisi toimenpidekokonaisuutta, joiden avulla kustannusten laskenta ja esittäminen voidaan toteuttaa mahdollisimman selkeästi:

1. Vaihtoehtojen rajaus ja määrittely

Kuvataan BAT-tekniikan avulla saatava päästövähennys ja ympäristöhyöty verrattuna olemassa olevaan tekniseen ratkaisuun. Kustannukset ilmoitetaan erotuksena olemassa olevaan ratkaisuun.

2. Kustannustietojen kokoaminen ja todentaminen

Seuraavat näkökohdat ovat tärkeitä:

- kustannustietojen lähde ja ajankohta
- tietojen tulisi olla mahdollisimman edustavia ja ajantasaisia
- kustannustietoja tulisi koota useista, toisistaan riippumattomista lähteistä
- tulisi esittää kustannusten vaihteluvälit tai muu kuvaus kustannusten epävarmuuksista.

²² [European Commission 2006](#)

3. Tarkasteluun mukaan otettavien kustannustekijöiden määrittäminen

Lähtökohtana on investointiin liittyvien kustannusten sekä käyttö- ja kunnossapitokustannusten yksilöiminen. Lisäksi tulisi ottaa huomioon investointiin liittyvät tuotot, hyödyt ja vältetyt kustannukset. Kustannukset tulisi eritellä mahdollisimman yksityiskohtaisesti, jolloin niiden tarkistaminen ja todentaminen on mahdollista.

Kustannusten erittelyssä tulisi ottaa huomioon seuraavat näkökohdat:

- investoinnin kokonaiskustannukset, vuotuiset kokonaiskäyttö- ja kunnossapitokustannukset; vuotuiset kokonaistuet/kustannussäästöt ja tulot sekä epäsuorat kustannukset tulisi raportoida erikseen
- investoinnin kokonaiskustannukset tulisi jakaa puhdistinlaitteiden ja prosessin parantamisen kustannuksiin
- käyttö- ja kunnossapitokustannukset tulisi jakaa mahdollisimman pitkälti energia-, materiaali- ja palvelukustannuksiin sekä työvoimakustannuksiin ja kiinteisiin käyttö- ja kunnossapitokustannuksiin.

4. Kustannustietojen käsittely ja esittäminen

ECM-vertailuasiakirjassa (s. 42–50) kuvataan menetelmiä, jotka liittyvät valuuttakurssien, inflaation, diskonttauksen ja vuosikustannusten laskentaan.²³ Laskentakaavoja on koottu liitteeseen 1. Hyvän käytännön mukaista on, että

- kustannustiedot esitetään valitun vuoden (perusvuosi) hintatasossa
- ilmoitetaan ja perustellaan käytetty diskonttokorko. Tietyn investoinnin taloudellisessa laskennassa käytettävä diskonttokorko vaihtelee mm. markkinatilanteen mukaan (riippuu mm. yrityksen vaihtoehtoisista pääoman tuottomahdollisuuksista). Koska ympäristölliset hyödyt ovat julkisia hyödykkeitä, niiden nykyarvon määrittelyssä käytettävä diskonttokorko ei ole sama kuin liiketaloudellisen investoinnin diskonttokorko vaan yleensä huomattavasti sitä alhaisempi
- käytetään reaalikorkoa ja reaalihintoja
- kustannustiedot lasketaan ja esitetään vuosikustannuksina
- nykyarvon laskennassa ei oteta huomioon veroja.

5. Kustannusten kohdentaminen ympäristönsuojeluun

Puhdistinlaitteen tai -yksikön rakentamisesta ja käytöstä aiheutuvat kustannukset voidaan usein laskea kokonaan ympäristönsuojelukustannuksiksi. Prosessien parantamisesta aiheutuvien kustannusten kohdentaminen ympäristönsuojeluun on kuitenkin hankalampaa. Tällaiset investoinnit voivat ympäristönsuojelun lisäksi parantaa esimerkiksi tuottavuutta ja tuotteen laatua. Mikäli tällaiset hyödyt aikaansaavat kustannussäästöjä tai tuloja, jotka ovat suurempia kuin ympäristönsuojelusta aiheutuvat kustannukset, pitäisi tarkastella investoinnin takaisinmaksuaikaa. Jos takaisinmaksuaika on esimerkiksi alle kolme vuotta, investointia ei ole tarpeen tarkastella ympäristöinvestointina. Yli kolmea vuotta pidemmillä takaisinmaksuajoilla investointia voidaan esimerkiksi tarkastella suhteessa sellaisiin investointeihin, joissa ei ole ympäristönsuojelutoimien osuutta mukana, jolloin näiden erotus muodostaa ympäristöllisen osuuden. Käytännössä arviointi on kuitenkin usein vaikeaa. Kun aluksi ympäristöystävällisestä tekniikasta tulee toimialalla myöhemmin yleisesti käytetty, standardinomainen tekniikka, sen kustannuksia ei voida enää kohdistaa pelkästään ympäristönsuojeluun.

²³ [European Commission 2006](#)

4.2 Komission suositukset kustannusten arviointiin

Komissio (European Commission 2018) on antanut seuraavat suositukset kustannusten laskentaan BAT-poikkeamien hakemisessa.²⁴

1. **BAT-päästötasojen noudattamisen aiheuttamat kustannukset.** Poikkeaman arvioinnin tulisi sisältää BAT-päästötasojen noudattamisen aiheuttamien kustannusten laskennan. Kustannuksiin ei kuitenkaan pidä sisällyttää laajempia sosiaalisia tai taloudellisia vaikutuksia (esim. kerrannaisvaikutukset talouteen, työllisyys ja verot).
2. **Kustannusten arvioiminen rahamääräisesti.** Kustannukset tulisi arvioida rahamääräisesti, mikäli mahdollista, ja täydentää tarvittaessa laadullisella arvioinnilla esim. kuvaamalla haittoja tai riskejä, joita investoinnista aiheutuu.
3. **Pääoma- ja käyttökustannukset.** BAT-päästötasojen noudattamisen kokonaiskustannusten tulisi sisältää sekä pääomakustannukset että käyttö- ja kunnossapitokustannukset.
4. **Nettoarvokustannukset.** BAT-päästötasojen noudattamisen kokonaiskustannusten tulisi olla nettoarvo, josta on vähennetty kaikki BAT:n soveltamisesta aiheutuvat taloudelliset hyödyt. Tämä saattaa esimerkiksi tarkoittaa lisätuloja (esim. tuhkan myynti materiaalien valmistukseen; lämmön tai sähkön myynti); vältettyjä kustannuksia (esim. raaka-aineiden, energian kulutuksen tai jätteiden läjittämisen säästöt); lisääntynyttä tuottavuutta; tai parempaa tuotteen laatua. BAT-tekniikkaan tarvittavan pääoman hankintakustannuksia voidaan arvioida käyttämällä esimerkiksi sopivaa lainakorkoa tai yrityksen pääoman keskimääräisiä kustannuksia.
5. **Diskonttaus.** Kustannukset tulisi diskontata eli laskettava kustannusten nykyarvo. Valittu diskonttokorko tulee ilmoittaa ja perustella. Investoinnin kustannuslaskennassa käytettävä diskonttokorko määräytyy toiminnanharjoittajan pääoman vaihtoehtoistuottomahdollisuuksien perusteella.
6. **Kustannustietojen lähteet.** Poikkeaman hakemuksessa tulisi kuvata kustannustietojen lähde ja kustannusten laskennassa käytetyt menetelmät.
7. **Kustannustietojen luotettavuuden arviointi.** Toiminnanharjoittajan tuottamien kustannustietojen luotettavuutta tulisi voida arvioida hakemusprosessissa. Arviointi voi perustua esim. tietoihin muista laitoksista, joissa vastaavaa BAT-tekniikkaa on äskettäin otettu käyttöön.
8. **Kustannustietojen epävarmuus.** Ottaen huomioon BAT-päästötasojen saavuttamiseen vaadittavien kustannustietojen epävarmuudet, kustannustietojen realistiset vaihteluvälit ovat hyvä lähtökohta kustannustekijöiden epävarmuuksien arvioinnille.

²⁴ [European Commission 2018](#)

5 Menetettyjen ympäristöhyötyjen arviointi

5.1 Yleistä

BAT-poikkeaman hakemuksen käsittely edellyttää niiden ympäristöhyötyjen arviointia, jotka BAT-poikkeama myönnettäessä menetetään. Tyypillisissä tilanteissa saavutettavat ympäristöhyödyt toteutuvat päästön pienenemisenä. Päästövähennys voidaan laskea käytännössä niin, että toiminnanharjoittaja ehdottaa hakemuksessa BAT-päästötasosta poikkeavaa päästöjen raja-arvoa, jolloin päästövähennys on kyseisen päästöraja-arvon ja BAT-päästötason erotus. Koska poikkeama on tarpeen ainoastaan silloin kun päästöraja-arvo poikkeaa päästötason vaihteluväliltä, voidaan laskenta toteuttaa vaihteluvälin ylärajan mukaisesta päästötasosta. Määräaikaisen BAT-poikkeaman osalta ympäristöhyötyjä tarkastellaan poikkeaman voimassaolon ajalta.

Tilanne monimutkaistuu, jos johonkin BAT-päästötasoon pääsemiseksi vaadittava toimenpide lisää samalla joitain haitallisia ympäristövaikutuksia (esimerkiksi uusi puhdistinlaite lisää energian kulutusta ja jätteiden määrää). Tällöin nämä ristikkäisvaikutukset on otettava huomioon, ja ne vähentävät päästöjen vähenemisestä muutoin saatavaa hyötyä.

Koska ympäristöhyötyjä on tarkoitus verrata päästöjen vähentämiskustannuksiin, on tilanne selkein, jos päästöjen vaikutuksia on mahdollista arvioida euroissa. Ilmaan johdettavien kaukokulkeutuvien päästöjen osalta haittakustannuksia on arvioitu Euroopan tasolla (taulukko 2).²⁵ Ympäristöterveydellisten hyötyjen arvo vaihtelee maakohtaisesti, mihin vaikuttaa erityisesti väestötiheys: harvempaan asutuksessa maassa epäpuhtauspitoisuuksille altistuu pienempi määrä ihmisiä, mikä alentaa haittakustannuksia. On huomattava, että ilmapäästöjen arviointiin kehitettyjä ympäristökustannusten arviointimenetelmiä tai lähestymistapoja ei voida soveltaa vesipäästöjen aiheuttamien ympäristöhaittojen arviointiin mm. päästöjen terveydellisten ja muiden haittavaikutusten sekä leviämisen ja altistuksen erilaisuuden vuoksi.

Ilmapäästöjen haittakustannuksia Suomessa tarkastelevassa ns. IHKU-projektissa laadittiin vuonna 2018 ilmansaasteiden haittakustannusmalli Suomelle.²⁶ Projektin tuloksena valmistui terveyshaittakustannusten laskentatyökalu (€/päästötonni) eri epäpuhtauksille, päästölähteille (liikenne, pienpoltto, työkonet, voimalaitokset jne.) ja aluetypeille (taajama, maaseutu) (taulukko 2). Laskentatyökalulla saadaan Suomen oloissa ilmapäästöjen ympäristökustannuksille tarkempia tuloksia kuin käyttämällä EEA:n 2014 raporttoimia ympäristökustannustietoja.

Ympäristöhyötyjen arviointiin liittyy paljon epävarmuuksia. Euromääräistä ympäristöhyötyjen arviointia voi olla tarpeen täydentää laadullisella ympäristöhyötyjen kuvauksella, jossa selostetaan, mitkä ovat keskeisimmät päästöjen vähentämisestä saatavat ympäristöhyödyt (esim. rehevöitymisen, ekotoksisien vaikutusten ja/tai veden sameuden väheneminen, vesistön virkistyskäyttöedellytysten parantuminen, pölyhaittojen väheneminen).

Ellei valmista haittakustannustietoa ole olemassa, on menetettyjen ympäristöhyötyjen euromääräinen arvioiminen tapauskohtaisesti usein vaikeaa tai mahdotonta. Näin on tällä hetkellä esim. HCl- ja HF-ilmapäästöjen sekä joidenkin jätevesipäästöjen (esim. hitaasti hajoavan orgaanisen aineen ja metallien kuormitus) kohdalla. Tällöin ympäristöhyötyjä voidaan kuvata esimerkiksi leviämismallinnusten ja asiantuntija-arvioiden perusteella.

Vesistövaikutusten arvioinnin yhtenä lähtökohtana ovat alueen vesienhoitosuunnitelman tavoitteet ja vesistön nykytila sekä toimenpideohjelmat. Ympäristövaikutusten arvioinnin perusteena voidaan käyttää mallinnuslaskelmia tai asiantuntija-arvioita. BAT-poikkeaman vaikutusten arviointi lähtee siitä, että BAT-poikkeaman mukaiset raja-arvot eivät merkittävästi hidasta hyvän tilan saavuttamista vastaanottavassa vesistössä, eivätkä vaaranna hyvää tilaa niissä vesistöissä, joissa se on jo saavutettu.²⁷ On

²⁵ [European Environment Agency 2014](#)

²⁶ [Savolahti ym. 2018](#)

²⁷ [Energiateollisuuden ympäristöpooli 2016](#)

huomattava, että BAT-poikkeaman ei tulisi aiheuttaa ekologisen luokittelun yhdenkään laatutekijän muuttumista niin paljon, että hyvää tilaa ei sen vuoksi saavuteta (vrt. EU:n tuomioistuimen ennakkopäätös C-461/13, ns. Weser-tapauksen ennakkopäätös²⁸).

Ympäristönsuojelulain, vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetun lain (1299/2004) sekä vesihuoltolain (119/2001) nojalla on annettu valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006).²⁹ Hyviä käytäntöjä menettelytavoista kyseisen asetuksen mukaisten tilainten poikkeamien (mm. sekoittumisvyöhykkeiden perustaminen vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöille) soveltamiseksi on kuvattu ympäristöministeriön (2018) raportissa.³⁰ Vaarallisten ja haitallisten aineiden asetuksessa (1022/2006) luetelluille aineille (metalleja ja orgaanisia yhdisteitä) on määritetty ympäristölaatuormeja, joiden mukaisia pitoisuustasoja vastaanottavassa vesistössä tai rannikkovesissä ei tulisi ylittää edes BAT-poikkeama myönnettäessä. Sekoittumisvyöhykkeen (pitoisuus voi vyöhykkeellä ylittää ympäristölaatuormin) perustaminen vesiympäristölle vaarallisen tai haitallisen aineen päästöjä vastaanottavaan vesistöön on kuitenkin mahdollista vaarallisten ja haitallisten aineiden asetuksen 6b §:n mukaisesti.

Ympäristöhyötyjä tulisi vertailla investointiin liittyviin kokonaiskustannuksiin. Poikkeaman osalta arvioidaan nimenomaan sitä, ovatko kustannukset kohtuuttomia suhteessa saavutettuihin ympäristöhyötyihin. Ympäristöhyötyjä on mahdollista arvioida vain suuruusluokkatasolla ja yleensä ympäristöhyötyjen arvottamiseen liittyy suurempia epävarmuuksia kuin kustannusten arviointiin. Siltä osin kuin ympäristövaikutuksia ei kyetä euromääräistämään vaan ainoastaan kuvaamaan niitä, joudutaan kustannusten ja menetettyjen ympäristöhyötyjen keskinäisessä punnitsemisessä tukeutumaan tapauskohtaiseen asiantuntijaharkintaan.

Komission (European Commission 2018) yleiset suositukset menetettyjen ympäristöhyötyjen arviointiin sekä kustannusten ja ympäristöhyötyjen vertailuun on esitetty liitteessä 2.

5.2 Ilmaan johdettavien päästöjen aiheuttamien haittojen arvottamismenetelmiä

Ilmapäästöjen haittakustannuksia Suomessa käsiteltiin ns. IHKU-projektissa ja luotiin samalla ilmaansaasteiden haittakustannusmalli Suomelle.³¹ Projektin tuotoksena valmistui terveysthaittakustannusten laskentatyökalu eri ilmansaasteille (PM_{2.5}, SO₂, NO_x, NH₃), päästölähteille (tieliikenne, työkoneet, pientalojen takat ja kiukaat, kesämökkien takat ja kiukaat, maatalous, voimalaitokset ja teollisuus) ja pienhiukkasten osalta aluetyypeille (matalan päästökorkeuden lähteille taajamat / haja-asutusalueet ja teollisuuslaitoksille pääkaupunkiseutu / yli 50 000 asukkaan kunnat / muut alueet). Laskentatyökalua voidaan hyödyntää teollisen toiminnan ilmapäästöjen haittakustannusten (€/päästötonni) arvioinnissa (ei kuitenkaan sisällä haittoja luonnon monimuotoisuudelle tai rakennusmateriaaleille).³²

IHKU-mallin tuloksia käytettäessä laitoksen hiukkaspäästöistä on kyettävä arvioimaan PM_{2.5}-hiukkasten osuus. Arviointiin voi käyttää kyseisellä tai vastaavilla laitoksilla tehtyjä mittauksia ja selvityksiä tai kirjallisuudesta löytyviä tuloksia. Jos PM_{2.5}:n osuutta ei kyetä arvioimaan, voidaan oletusarvona käyttää 50 %. Haittakustannukset on laskettu vain PM_{2.5}-hiukkasille, sillä niiden on arvioitu aiheuttavan valtaosan terveysthaitoista, joka seuraa pitkäaikaisesta altistumisesta.

Ympäristökustannusten arvioimiseksi IHKU-mallin antamia tuloksia (terveydelliset kustannukset) tulisi täydentää luontovaikutusten huomioon ottamisella. Ilman epäpuhtauspäästöjen aiheuttamia ekosysteemien monimuotoisuuden heikentymisen ympäristökustannuksia (€/päästötonni) on määritetty NEEDS-projektissa.³³ Suomen osalta NEEDS-projektissa määritettiin luonnon monimuotoisuuden

²⁸ [Unionin tuomioistuimen tuomio... 2015](#)

²⁹ [Valtioneuvoston asetus 1022/2006](#)

³⁰ [Kangas 2018](#)

³¹ [Savolahti ym. 2018](#)

³² [Savolahti ym. 2018](#)

³³ [Preiss ym. 2008](#)

ympäristökustannuksiksi rikinoksidien laskeumalle 400 €/t, typenoksidien laskeumalle 1 360 €/t ja amoniakkilaskeumalle 1 430 €/t. Ympäristökustannukset ovat varovaisia (eli arvioitu todennäköisesti liian pieniksi) ja niihin sisältyy paljon epävarmuutta. Menetelmää on kuvattu liitteessä 3.

Niille ilman epäpuhtauksien päästöille, joille ei voida soveltaa IHKU-mallia, voidaan käyttää Euroopan ympäristökeskuksen (EEA 2014) julkaisemia ympäristökustannuksia (taulukko 2).³⁴ IHKU:n ja EEA:n ylemmät ja alemmat arvot eivät osoita tutkimuksen virhemarginaalia, vaan kyseessä on kaksi eri menetelmällä saatua tulosta. Alemmat arvot perustuvat tarkasteluun, jossa terveysvaikutuksia on tarkasteltu menetettyjen elinvuosien arvon perusteella (Value Of a Life Year, VOLY). Ylemmät arvot puolestaan perustuvat tilastollisen elämän arvon kautta tehtyyn määrittelyyn (Value of Statistical Life, VSL) (ks. liite 3). Koska ennenaikaiselle kuolemalle ei voi määrittää yksiselitteistä rahallista arvoa, tulisi haittakustannusten arvioinnissa käyttää molempia lukuja. Metallien osalta on esitetty vain yksi, tilastollisen elämän arvoon perustuva määrittely.

EEA:n ympäristökustannusten määrittelyssä on otettu huomioon vaikutukset terveyteen ja otsonin muodostuksen kautta aiheutuneet haitat satoihin, mutta ei vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen, tai rakennusmateriaaleihin. Ilmapäästöjen aiheuttamien terveys- ja ympäristöhaittojen kokonaisarvioinnissa tulisi EEA:n ympäristökustannusten rinnalla esittää myös luonnon monimuotoisuudelle ja mahdollisesti rakennusmateriaaleille aiheutuvat haittakustannukset.

Silvo ym. (2000)³⁵ käsittelevät teollisuuslaitoksen päästöjen aiheuttamien ympäristökustannusten arviointimenetelmiä. Ilmapäästöjen ympäristövaikutusten arviointiin työssä suositeltiin tulostensiirtomenetelmää tai vaikutuspolkumenetelmää. Kyseisten menetelmien käyttö BAT-poikkeamien hakemisessa voi tulla kyseeseen lähinnä silloin, mikäli halutaan tarkentaa menetettyjen ympäristöhyötyjen arviointia IHKU-mallin antamia tuloksia ja EEA:n (2014) laskentaperusteita täydellisemmäksi. Liitteessä 4 on kuvattu vaikutuspolku- ja tulostensiirtomenetelmän käytännön toteuttamiseen liittyviä työvaiheita ja lähtötietojen kokoamista. Menetelmän valinta riippuu pitkälle siitä, miten yksityiskohtaisia lähtötietoja on käytettävissä. Mikäli tarkasteltavalle päästölähteelle on tehty leviämismallilaskelmat, tarkastelu on mahdollista toteuttaa käyttäen ainakin osaksi vaikutuspolkumenetelmää. Jos leviämismallilaskelmia ei ole tehty, on tulostensiirtomenetelmä usein käytännössä ainoa mahdollinen menetelmä.

Korkeasta päästölähteestä tulevien ilmapäästöjen Suomessa aiheuttamia yksikköympäristökustannuksia (€/päästötonni) on koottu taulukkoon 2.

³⁴ [European Environment Agency 2014](#)

³⁵ [Silvo ym. 2000](#)

Taulukko 2. Korkeasta päästölähteestä ilmaan joutuvien eri epäpuhtauksien päästöjen ympäristökustannuksia (€/päästötonni) Suomen olosuhteissa.

Epäpuhtaus	Terveyshaittakustannukset teollisuuslaitosten päästöille, IHKU (€/t, vuoden 2017 hintataso) ¹⁾	Luonnon monimuotoisuuden heikkenemisen haittakustannus, NEEDS (€/t, vuoden 2007 hintataso) ²⁾	EEA:n arvioimat haittakustannukset (€/t, vuoden 2005 hintataso) ³⁾
PM _{2,5}			5 900 – 17 100
Pääkaupunkiseutu	11 000 – 44 000		
Yli 50 000 asukkaan kunnat	3 900 – 16 000		
Muut alueet	3 100 – 12 000		
PM ₁₀			3 900 – 11 100
SO ₂	730 – 3 100	400	4 100 – 11 900
NO _x	240 – 1 000	1 400	1 500 – 3 800
NH ₃		1 400	2 900 – 8 400
NMVOC			600 – 1 500
As			284 000
Cd			8 500
Cr			11 300
Hg			910 000 ⁴⁾
Ni			1 100
Bentseeni			27
PAH			1 261 000
PCDD/F-iteq			26 700
1,3-butadieeni			150
Formaldehydi			60
Dieselhiukkaset			170

¹⁾ Valtioneuvoston kanslia, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 26/2018 <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/160713>

²⁾ Preiss, P. Friedrich, R. Klotz, V. 2008. New Energy Externalities Developments for Sustainability. Deliverable n° 1.1 - RS 3a "Report on the procedure and data to generate averaged/aggregated data" <http://www.needs-project.org/>

³⁾ EEA 2014. Costs of air pollution from European industrial facilities 2008–2012 – an updated assessment. Technical Report 20/2014. <https://www.eea.europa.eu/publications/costs-of-air-pollution-2008-2012>

⁴⁾ Arvioitu Euroopan väestölle. Maailman väestölle arvioituna 2 860 000 €/päästötonni

5.3 Vesiin johdettavien päästöjen aiheuttamien haittojen arviointimenetelmiä

Päästöjen vaikutuksia vesistöihin ja rannikkovesiin sekä niiden tilaa kuvaaviin tekijöihin kuten rehevyyteen, väriin, happamuuteen tai kalastoon voidaan arvioida erilaisin arviointimenetelmien, kuten vedenlaatu- ja vaikutusmallien avulla. Kun päästöjen vaikutus (esimerkiksi keskeisten veden tilaa kuvaavien muuttujien pitoisuuksien muutokset) vesistöön tai rannikkovesiin on tiedossa, voidaan syntynyttä haittaa eli vahinkoa alueelle arvottaa monissa tapauksissa rahamääräisesti erilaisin menetelmin (arvottamismenetelmät). Vesiin johdettavien päästöjen aiheuttamaa vahinkoa voidaan arvioida rahamääräisesti myös menetettyinä hyötyinä. On kuitenkin huomattava, että BAT-poikkeaman aiheuttamat vesistövaikutukset voivat myös olla niin vähäisiä, ettei siitä synny sellaista ympäristöhaittaa, jota voitaisiin arvottaa. Sen vuoksi on hyvä aluksi tehdä arvio siitä, syntyykö BAT-poikkeamasta varsinaista ympäristöhaittaa (kaksivaiheinen tarkastelu, ks. luku 5, B7). Lisäksi kaikille vaikutuksille ei ole käytettävissä yleisesti hyväksytyjä arvottamismenetelmiä. Mikäli päästön sisältävälle aineelle on määritetty lainsäädännössä (VNA1022/2006) ympäristölaatunormi, voidaan päästön haittattomuus (ei rahamääräistä haittaa) rajata sen perusteella (vastaanottavassa vesistössä ko. haitallisen tai vaarallisen aineen pitoisuustason ei tulisi ylittää ympäristölaatunormia).

Vedenlaadulla on olennainen vaikutus luonnonvesissä virkistäytymiseen. Hyvälaatuiselle vedelle ei kuitenkaan ole olemassa yksiselitteistä hintaa, koska sen arvoa ei saada suoraan markkinoilta. Arvo joudataan tällöin määrittämään epäsuorasti muun tiedon pohjalta. Suomessa ja kansainvälisesti on jo pitkään käytetty yleisesti hyväksytyjä ympäristön arvottamismenetelmiä vedenlaadun muutosten arvottamisessa. Menetelmät perustuvat ihmisten käyttäytymiseen ja heiltä suoraan kysytyyn tietoon sekä ympäristöhallinnossa kehitettyihin muihin käytännön sovelluksiin. Suoraan markkinoilta saatavia arvon muutoksia voidaan määrittää vain kiinteistöille ja kalan saaliille, mutta virkistysalueen tai lähivesistön arvo voidaan epäsuorasti määrittää esimerkiksi matkakustannusten tai asuntojen hintojen avulla. Kyseilytutkimusten avulla voidaan luoda keinotekoiset markkinat vesistön tilan säilyttämisestä tai parantamisesta.

Vesiympäristöön liittyvien hyötyjen arvioinnissa Suomessa käytettyjä erilaisia lähestymistapoja ja työkaluja on kuvattu liitteessä 5. Ahtiainen ym. (2013)³⁶ jaottelivat käyttöön liittyvien ja käytöstä riippumattomien hyötyjen taloudellisia arvottamismenetelmiä seuraavasti:

- 1) Kuluttajilta kysytyihin mieltymyksiin (preferensseihin) perustuvat eli lausuttujen preferenssien menetelmät (stated preference methods): ehdollinen arvottaminen (contingent valuation) ja valintakoemenetelmä (choice experiment).

Ehdollinen arvottaminen: Haastatteluihin tai kyselyihin perustuvalla menetelmällä ihmisiltä kysytään esimerkiksi, kuinka paljon he olisivat valmiita maksamaan (maksuhalukkuus) nykyisen vesistön tilan säilyttämisestä tai tilan parantamisesta tai kuinka paljon heille pitäisi maksaa (hyväksymishalukkuus) vesistön tilan huononemisesta. Selvityksissä ei juuri ole sovellettu jälkimmäisenä esitettyä tapaa (ks. esim. Ahtiainen 2008, Parkkila ja Haltia 2013).

Valintakoemenetelmä: Valintakoemenetelmässä oletetaan eri ominaisuuksien, kuten esimerkiksi vesistön tilan ja elinympäristöjen alueen tai alueen työllistymisen, selittävän koettua muutosta suunnitellusta muutoksesta vesiluonnossa. Kyselyssä vastaajalle esitellään valintatilanteita, joissa esitetyt vaihtoehdot on kuvattu ominaisuuksien esim. virkistyskäyttämömahdollisuudet, uhanalaisten lajien määrä ja hinta kuluttajalle, yhdistelmien avulla. Vastaajan valinnat kertovat hänen mieltymyksistään ominaisuuksia kohtaan, ja niiden perusteella saadaan arvioitua maksuhalukkuus kullekin ominaisuudelle erikseen ja niiden yhdistelmille (ks. esim. Seppälä ja Kosenius 2013).

³⁶ [Ahtiainen ym. 2013](#)

- 2) Kuluttajien havaittuun käyttäytymiseen perustuvat paljastettujen preferenssien menetelmät (revealed preference): hedonisten hintojen menetelmä (hedonic pricing method) ja matkakustannusmenetelmä (travel cost method).

Hedonisten hintojen menetelmä: Arviointimenetelmä, jolla tutkitaan esimerkiksi rantakiinteistöjen hintojen riippuvuutta niihin liittyvistä ominaisuuksista, kuten sijainnista, etäisyydestä kaupunkiin tai vesistön laadusta (ks. esim. Artell 2013, Vesterinen ym. 2010).

Matkakustannusmenetelmä: Ympäristökustannusten arviointimenetelmä, jossa käytetään matkan ja matkaan käytetyn ajan kustannuksia (esim. matka kotipaikasta hyvän virkistysarvon omaavan vesistön tai uimapaikan ääreen) arviona kohteen arvosta. Vesistön laadun vaikutusta luonnon virkistyskäytön arvoon on Suomessa tutkittu myös tällä menetelmällä (ks. esim. Lankia 2013).

- 3) Aiempiin tutkimuksiin perustuvat: tulostensiirtomenetelmä (benefit transfer method) ja meta-analyysi (meta-analysis).

Tulostensiirtomenetelmä: Arviointimenetelmä, jossa käytetään hyväksi eri menetelmien aikaisemmissa tutkimuksissa antamia tuloksia.

Meta-analyysi: Menetelmä, jolla voidaan käsitellä useaa, samaa aihetta selvittävää tutkimusta, kun niiden taustat ovat erilaisia. Menetelmässä yritetään löytää systemaattisia eroja lopputulosten ja taustamuuttujien välillä ja soveltaa saatuja tuloksia tarkasteltavan kohteen arvottamiseen.

- 4) Kunnostuskustannukset ja muut ympäristönsuojelutoimenpiteiden kustannukset. Menetelmässä käytetään menetettyjen ympäristöhyötyjen arvona toimenpiteiden kuten pilaantuneen sedimentin poiston tai vesistön hapettamisen kustannuksia, joita tarvitaan vesiympäristön tilan palauttamiseksi esimerkiksi hyväksi.

Ryhmän 1 menetelmillä voidaan arvottaa sellaisia tulevaisuuden kuvia ympäristötilasta, joita ei aiemmin ole tunnustettu, tai sellaisilla alueilla, joiden käyttöarvo on vähäistä. Ryhmän 2 menetelmät mittaavat erityisesti ympäristöön liittyviä käyttöarvoja, kuten virkistysarvoa. Ryhmän 3 menetelmät hyödyntävät toteutettujen hankkeiden tuloksia, joissa on sovellettu joko 1 tai 2 ryhmän menetelmiä. Tuloksia voidaan siirtää esimerkiksi yksikkökustannuksina tai -hyötyinä aiemmasta tutkimuksesta, joka tavoitteeltaan ja alueeltaan muistuttaa mahdollisimman hyvin tarkastelualuetta. Neljäntenä arvottamismenetelmäryhmänä voidaan käyttää esimerkiksi vesienhoitoon käytettyjä tai suunniteltuja kustannuksia (kunnostuskustannukset ja muut vesiensuojelutoimenpiteiden kustannukset). Vesienhoidon toimenpideohjelmat ovat saatavilla sähköisesti.³⁷

Käytännössä uuden alkuperäisen arvottamistutkimuksen toteuttaminen ei usein ole mahdollista (ryhmät 1 ja 2) BAT-poikkeamien mukaisten päästötasojen vesistövaikutusten arvottamisessa. Kustannustehokkaampi tapa on tällöin soveltaa tai lainata aiemmin toteutetun arvottamistutkimuksen tuloksia tarkasteltavalle alueelle.

Silvo ym. (2000, Osa II s. 72)³⁸ suosittelivat vesistön virkistyskäyttömuutoksen arvottamiseen ehdollisen arvottamisen menetelmää soveltaen sitä joko alkuperäisen tutkimuksen tai aiemmin toteutettujen tutkimusten tulosten siirtämisen eli ns. tulostensiirtomenetelmän avulla. Lisäksi kalastukselle aiheuttuvia taloudellisia vahinkoja suositeltiin arvoitettavaksi kalastomuutosten ja saaliin markkina-arvojen

³⁷ www.ymparisto.fi/vesienhoito

³⁸ [Silvo ym. 2000](#)

perusteella. BAT-poikkeamien käsittelyssä täytyy kuitenkin ottaa huomioon se, miten kalataloudelliset vahingot on jo mahdollisesti korvattu haitankärsijöille aiemmissa lupamenettelyissä.

Liitteessä 5 on esitetty tuloksia Suomessa tehdyistä erilaisista vesien tilaan liittyvistä arvottamistutkimuksista ja niitä (yhtä tai useampaa lähestymistapaa) voi tapauskohtaisesti harkiten soveltaa vesiympäristölle aiheutuneiden ympäristöhaittojen arvottamisessa.

5.4 **Muiden päästöjen aiheuttamien ympäristöhaittojen arvottaminen**

Joissakin harvoissa tapauksissa BAT-poikkeuksia saatetaan joutua hakemaan myös muille kuormitustekijöille kuin ilma- ja vesipäästöille. Silvo ym. (2000)³⁹ ovat käsitelleet teollisten laitosten aiheuttamien hajuhaittojen, melun, jätteiden ja maaperän pilaantumisen ympäristökustannusten arviointia. Raportissa on tarkasteltu eri menetelmien soveltuvuutta ja rajoituksia tapaustarkasteluun sekä annettu seuraavat menetelmäsuositukset.

Jätteet ja maaperän pilaantuminen

Jätteistä aiheutuvia ympäristökustannuksia (kustannusten alaraja) voidaan arvioida jätteenkäsittelykustannusten avulla (Silvo ym. 2000, osa II s. 56). Jätteenkäsittelytoimintojen sijoittumisen viihtyvyysvaikutuksia voi lisäksi arvioida omaisuudenarvon muutosmenetelmän perusteella, mikäli yhteys voidaan tutkimuksin osoittaa. Maaperän pilaantumisen arvottamiseen suositeltiin kunnostuskustannuksia.

Melu

Meluhaittojen arviointiin soveltui parhaiten omaisuusarvojen muutoksia mittaava menetelmä (AVN-menetelmä, annual value of noise) (Silvo ym. 2000, osa II, s. 60).

Hajuhaitat

Vaikutuspolkumenetelmä ja haittojen arvottaminen ehdollisen arvottamisen (CV-menetelmä) perusteella olisi Silvon ym. (2000, osa II, s.63) mukaan suositeltavin tapa arvioida hajuhaittojen terveydellisiä vaikutuksia. Hajun aiheuttamien viihtyvyysvaikutusten arviointiin voidaan soveltaa omaisuusarvojen muutoksia mittaavaa menetelmää.

³⁹ [Silvo ym. 2000](#)

6 Hyvät käytännöt

Ympäristönsuojelulain 78 §:n mukaisten BAT-poikkeamien hakemiseen, harkintaan ja määräämiseen esitetään sovellettavaksi seuraavia hyviä käytäntöjä kustannustietojen sekä ympäristöhyötyjen laskentaan ja esittämiseen.

Kun BAT-päästötasoista halutaan poiketa, tulisi toiminnanharjoittajan esittää osana ympäristölupahakemusta ainakin seuraavat tiedot:

- mille päästölle poikkeamaa haetaan ja ehdotus päästöraja-arvoksi
- perustelut poikkeamalle
- kuvaus millä teknisellä ratkaisulla BAT-päästötasoon voitaisiin päästä. Yksityiskohdalliset perustelut, jos esitetään, että BAT-päästötasojen mukaista tekniikkaa ei ole saatavilla tai esimerkiksi tilanpuute estää tekniikan käyttöönottoa.
- arvio päästöjen vähentämisen kustannuksista
- arvio ympäristöhyödyistä, jotka poikkeamaa käytettäessä menetettäisiin
- päästöjen vähentämisen kustannusten ja menetettyjen ympäristöhyötyjen vertailu.

Lupapäätöksen ratkaisun perusteluissa tulisi lupaviranomaisen BAT-poikkeaman osalta todeta:

- perustelut poikkeaman myöntämiselle tai epäämiselle
 - kustannusten ja ympäristöhyötyjen vertailu kustannusten laskennan, ympäristövaikutusten arvioinnin ja arvottamisen epävarmuudet sekä tiedon puutteet huomioon ottaen
 - mahdolliset tilankäytölliset, tekniset tai muut esteet päästöjen vähentämisen-vestoinnin toteuttamiselle
- poikkeamaa koskevan päästön tai päästöjen raja-arvot sekä niiden voimassaoloaika.

Alla esitetyistä hyvistä käytännöistä kohdat A.1–A.6 ja B.1–B.6 koskevat toiminnanharjoittajia ja kohdat A.7, B.7 sekä C lupaviranomaista.

A. Päästöjen vähentämisen kustannusten laskenta

A.1 Kustannusten arvioiminen rahamääräisesti nykyarvoina. Kustannukset tulisi arvioida rahamääräisesti, mikäli mahdollista, ja täydentää tarvittaessa laadullisella arvioinnilla (kuvaus vaikutuksista muutoin kuin rahamääräisesti).

A.2 Pääoma- ja käyttökustannukset. BAT-päästötasojen noudattamisen kokonaiskustannusten tulisi sisältää sekä pääomakustannukset että käyttö- ja kunnossapitokustannukset.

A.3 Nettoarvokustannukset. BAT-päästötasojen noudattamisen kokonaiskustannusten tulisi olla nettoarvo, josta on vähennetty kaikki BAT:n soveltamisesta aiheutuvat taloudelliset hyödyt. Tämä saattaa esimerkiksi tarkoittaa lisätuloja (esim. tuhkan myynti materiaalien valmistukseen; lämmön tai sähkön myynti); vältettyjä kustannuksia (esim. raaka-aineiden, energian kulutuksen tai jätteiden läjittämisen säästöt); lisääntynyttä tuottavuutta; tai parempaa tuotteen laatua.

A.4 Diskonttaus. Kustannukset tulisi diskontata eli laskettava kustannusten nykyarvo. Valittu diskonttokorko tulee ilmoittaa ja perustella. Kustannusarvioissa tulisi tehdä herkkyystarkastelu valitulle diskonttokorolle muuttamalla laskennan diskonttokorkoa esimerkiksi 2 prosenttiyksiköllä ylös- ja alaspäin

(esim. käytetty 5 % diskonttokorkoa, jolloin herkkyytarkastelu tehdään myös 3 ja 7 % diskonttokoroille). Aikajaksona käytetään ensisijaisesti investoinnin pitoaikaa.

A.5 Kustannustietojen lähteet. Poikkeaman hakemuksessa tulisi selvästi kuvata kustannustietojen lähteet ja kustannusten laskennassa käytetyt menetelmät.

A.6 Kustannustietojen epävarmuus. Kustannustietojen epävarmuutta voidaan esittää niiden realistisella vaihteluvälillä.

A.7 Kustannusten luotettavuuden arviointi. Toiminnanharjoittajan tuottamien kustannustietojen luotettavuutta tulisi pyrkiä arvioimaan hakemusprosessissa. Tämä voi perustua tietoihin muista laitoksista, joissa vastaava BAT-tekniikka on äskettäin otettu käyttöön, tai ulkopuolisten asiantuntijoiden arvioihin.

Kustannusten laskentaa on kuvattu liitteissä 1 ja 7 sekä ECM-vertailuasiakirjassa⁴⁰ (European Commission 2006) s. 33–50, ja esimerkissä sivulla 154–156.

B. Ympäristöhyötyjen laskenta

B.1 Ympäristöhyötyjen arvottaminen. BAT-poikkeuksen myöntämisen arvioinnin tulee sisältää BAT-päästötasojen noudattamisesta aiheutuvat ympäristöhyödyt. Ympäristöhyödyt tulisi arvioida rahamääräisesti (arvottaa), mikäli se on mahdollista, ja täydentää arviointia tarvittaessa laadullisella arvioinnilla. Arvioinnissa tulisi käyttää vakiintuneita, luotettaviin tutkimuksiin perustuvia epäpuhtauksien haittakustannuksia, mikäli niitä on saatavilla.

B.2 Menetettyjen ympäristöhyötyjen korjaus perusvuoden arvoon. Tietyille vuodelle arvioidut ympäristöhyödyt tulisi korjata tarkasteltavan vuoden (perusvuoden) hintatasoon inflaatiokertoimella (kts. liite 1). Ympäristökustannusten laskennassa käytettyjen yksikkökustannusten perusteet ja laskenta tulisi lisäksi tarkistaa sopivin väliajoin esimerkiksi 5 – 10 vuoden välein. Mikäli ympäristökustannuksille tehdään diskonttaus, diskonttokoron tulisi olla hyvin alhainen (esim. 0,2–1,0 %).

B.3 Hyötyjen arvioinnin lähteet. Poikkeaman hakemuksessa tulisi selvästi kuvata ympäristöhyötyihin liittyvien tietojen lähteet sekä ympäristöhyötyjen arvioinnissa ja laskennassa käytetyt menetelmät.

B.4 Hyötyjen epävarmuudet. Ympäristöhyötyjen epävarmuutta voidaan esittää niiden vaihteluvälillä.

B.5 Ilmaan johdettavat päästöt. Ilmapäästöjen menetettyjen ympäristöhyötyjen arvioinnissa suositellaan käytettäväksi ensisijaisesti alueellisesti tarkennettua IHKU-mallia⁴¹, jonka mukaiset yksikkökustannukset löytyvät taulukosta 2 (kts. 4.2). Ympäristökustannusten arvioimiseksi IHKU-mallin antamia tuloksia (terveydelliset kustannukset) tulisi täydentää luontovaikutusten huomioon ottamisella. Ilman epäpuhtauspäästöjen aiheuttamia ekosysteemien monimuotoisuuden heikentymisen ympäristökustannuksia (€/päästötonni) on määritetty NEEDS-projektissa (Preiss ym. 2008).⁴² Suomen osalta NEEDS-projektissa määritettiin luonnon monimuotoisuuden ympäristökustannuksiksi rikinoksidien laskeumalle 400 €/t, typenoksidien laskeumalle 1 360 €/t ja ammoniakkilaskeumalle 1 430 €/t. Ympäristökustannukset ovat varovaisia (eli arvioitu todennäköisesti liian pieniksi) ja niihin sisältyy paljon epävarmuutta. Arvio ilmapäästöjen aiheuttamista haittakustannuksista luonnolle ja mahdollisesti rakennusmateriaaleille tulisi esittää erillään ilmapäästöjen terveydellisistä ympäristökustannuksista.

⁴⁰ [European Commission 2006](#)

⁴¹ [Savolahti ym. 2018](#)

⁴² [Preiss ym. 2018](#)

Niille ilman epäpuhtauksien päästöille, joille ei voida soveltaa IHKU-mallia, voidaan käyttää Euroopan ympäristökeskuksen (EEA 2014) julkaisemia ympäristökustannuksia (taulukko 2).⁴³

EEA:n ympäristökustannusten määrittelyssä on otettu huomioon vaikutukset terveyteen ja otsonin muodostuksen kautta aiheutuneet haitat satoihin, mutta ei vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen, tai rakennusmateriaaleihin.

Siltä osin kuin menetettyjä ympäristöhyötyjä ei kyetä arvioimaan euromääräisesti, tulisi niitä kuvata laadullisesti (esimerkiksi pölyn leviämismallinnukset, vaikutusten intensiteetti sekä ajallinen vaihtelu ja laajuus).

B.6 Vesiin johdettavat päästöt

Menetettyjen ympäristöhyötyjen arviointi voidaan tehdä kaksivaiheisena tarkasteluna siten, että ensimmäisessä vaiheessa verrataan BAT-päätelmän ja BAT-poikkeuksen mukaisten päästötasojen vesistövaikutuksia keskenään. Tässä vaiheessa tarkastelu keskittyy vertailtavien päästötasojen aiheuttamien vaikutusten suuruuteen ja vaikutusalueen laajuuteen. Tämän tarkastelun perusteella voi olla mahdollista todeta BAT-päätelmän ja BAT-poikkeuksen välillä oleva ero vesistövaikutuksissa niin pieneksi, ettei tarvetta yksityiskohtaisempaan menetettyjen ympäristöhyötyjen tarkasteluun BAT-poikkeuksen myöntämiseksi ole. Arvio menetetyistä ympäristöhyödyistä osoitetaan tällöin päästötasojen vesistövaikutuksina. Selostus vaikutuksista (voimakkuus, laajuus ja kesto) tehdään laadullisesti eli kuvataan muutokset vesien tilassa, esim. ravinnepitoisuudet ja rehevyystaso, happipitoisuudet, haitallisten aineiden pitoisuudet, COD-pitoisuudet, sameusarvot ja väriarvot, sekä niistä mahdollisesti aiheutuvat haitat ihmisille ja luonnolle.

Kriteerinä sille, pidetäänkö vesistövaikutuksia vähäistä suurempina, voidaan käyttää poikkeaman aiheuttaman pitoisuuslisän (ne muuttujat, joita käytetään ekologisessa luokittelussa, esim. chl-a, kok-P, kok-N) suhteellista osuutta jätevesiä vastaanottavan vesistön tyyppin ekologisten luokan luokittelumuuttujien arvojen vaihteluvälistä (ks. liitteen 7 esimerkki)⁴⁴. Vähäiseksi voidaan arvioida poikkeaman aiheuttama pitoisuuslisä, joka on enintään noin 10 prosenttia luokittelumuuttujien vaihteluvälistä ja kohdistuu alle 50 prosenttiin vesimuodostuman pinta-alasta alasta tai suurissa vesistöissä alueeseen, joka on alle 10–20 km². Tämä arviointikynnys on melko tiukka, jotta mahdollisesti merkittäviä ympäristöhaittoja aiheuttavat päästöt tulevat tarkemman ympäristöhaittojen tarkastelun piiriin.

Mikäli ero vesistövaikutuksissa on vähäistä suurempi, edetään arvioinnissa tarkempiin, mieluiten määrällisiin arvioihin menetetyistä ympäristöhyödyistä suhteessa BAT-päätelmän mukaisen päästötason aiheuttamiin kustannuksiin. Tällöin tarkastelussa tulisi tapauskohtaisesti hyödyntää esimerkiksi tässä raportissa esitettyjä arvottamismenetelmiä ja/tai niistä tuotettuja yksikköarvoja tulosten siirron avulla. Mikäli käytettävissä on tarkasteltavaan tapaukseen soveltuvia vesienhoidollisia kunnostuskustannuksia, tulisi ensisijaisesti käyttää niitä.

Tapauskohtaisesti on arvioitava millä menetelmällä saadaan edustava lopputulos. On myös hyväksyttävä, että kaikissa tapauksissa ei voida tehdä rahallista tai edes määrällistä arviota menetetyistä ympäristöhaitoista vaan kuvataan sanallisesti, taulukoin ja/tai kuvin vaikutusten luonne (esim. pitoisuusmuutoksien rehevöittävä, toksinen, terveyttä heikentävä, happea kuluttava, sameutta aiheuttava, hajua aiheuttava muutos), vaikutuksen laajuus ja kesto sekä arvioidaan sen merkittävyys (laadullinen tarkastelu).

B.7 Hyötyjen luotettavuuden arviointi. Toiminnanharjoittajan tuottamien ympäristöhyötytietojen luotettavuutta tulisi arvioida hakemusprosessissa.

⁴³ [European Environment Agency 2014](#)

⁴⁴ [Aroviita ym. 2012](#)

C. Kustannusten kohtuuttomuuden arviointi

Kustannusten kohtuuttomuuden arvioinnissa tulisi verrata BAT-päästötasojen saavuttamisen kustannuksia ympäristöhyötyihin. Jotta poikkeama voidaan myöntää, tulisi investoinnin kustannusten olla selvästi ympäristöhyötyjä suuremmat.

BAT-poikkeuksen käsittelyn kokonaisharkinnassa lupaviranomainen voi ottaa huomioon myös muita näkökohtia kuten vaikutukset viihtyisyyteen, aiemmat valitukset ja tasapuolisuus suhteessa muihin laitoksiin. Joissakin tapauksissa laadulliset arviot ja tapauskohtainen harkinta ovat tarkoituksenmukaisin lähestymistapa kokonaisarvion tekemiseksi.

Lähteet

- Ahtiainen, H. 2008. Järven tilan parantamisen hyödyt. Esimerkkinä Hiidenvesi. Suomen ympäristö 47/2008. Suomen ympäristökeskus.
- Ahtiainen H., Artell J., Kosenius A-K., Lehtoranta V. ja Seppälä E. 2013. Katsaus ympäristötaloudellisiin arvottamismenetelmiin. Vesitalous 1/2013. s. 5-8. <https://www.vesitalous.fi/vesitalous-lehdet/>
- Aroviita, J., Hellsten, S., Jyväsjärvi, J., Järvenpää, L., Järvinen, M., Karjalainen, S., Kauppila, P., Keto, A., Kuoppala, M., Manni, K., Mannio, J., Mitikka, S., Olin, M., Perus, J., Pilke, A., Rask, M., Riihimäki, J., Ruuskanen, A., Siimes, K., Sutela, T., Vehanen, T. ja Vuori, K-M. 2012. Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012–2013 – päivitetty arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2012. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/41788>
- Artell, J. 2011. Vedenlaadun vaikutus kesämökkitoimittien hintoihin. Julkaisussa: Lehtoranta, V., Ahtiainen, H., Artell, J. & Seppälä, E. (toim.). Taloudellinen arvottaminen. Talotekniikka-Julkaisut Oy, Helsinki. Vesitalous 2013(1): 27–29.
- Artell, J. 2013. Lots of value? A spatial hedonic approach to water quality valuation. Journal of Environmental Planning and Management 57:862–882 <https://doi.org/10.1080/09640568.2013.772504>
- Goedkoop, M., Spriensma, R. 2000. The Eco-indicator 99. A Damage Oriented Method for Life Cycle Impact Assessment: Methodology Report, Pre Consultants, Amersfoort 2000.
- Energiatoteellisuuden ympäristöpooli. 2016. Selvitys polttolaitosten savukaasupesureiden jätevesien ja lietteiden laadusta, hyötykäytöstä ja siihen liittyvästä luvituksesta. Raportti 20.12.2016. Pöyry Finland Oy. 31 s. https://energia.fi/files/1442/Savukaasupesurit_raportti_201216.pdf
- European Environment Agency. 2014. Costs of air pollution from European industrial facilities 2008–2012 – an updated assessment. Technical Report 20/2014. <https://www.eea.europa.eu/publications/costs-of-air-pollution-2008-2012>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY, annettu 23 päivänä lokakuuta 2000, yhteisön vesipolitiikan puitteista. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti 22.12.2000 (L 327): 1–72.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/105/EY, annettu 16 päivänä joulukuuta 2008, ympäristölaatuunormeista vesipolitiikan alalla, neuvoston direktiivien 82/176/ETY, 83/513/ETY, 84/156/ETY, 84/491/ETY ja 86/280/ETY muuttamisesta ja myöhemmästä kumoamisesta sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2000/60/EY muuttamisesta. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti 24.12.2008 (L 348): 84–97.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/75/EU, annettu 24 päivänä marraskuuta 2010, teollisuuden päästöistä (yhtenäistetty ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen). Euroopan unionin virallinen lehti 17.12.2010 (L 334): 17–119.
- European Commission. 1995 & 2009. Externalities of Energy (ExternE) -julkaisut. <https://op.europa.eu/fi/publication-detail/-/publication/8bf62940-c92f-11e6-ad7c-01aa75ed71a1>
- European Commission. 2006. Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Economics and Cross-Media Effects. <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/economics-and-cross-media-effects>
- European Commission. 2018. Application of IED Article 15(4) derogations. Amec Foster Wheeler Environment & Infrastructure UK Limited March 2018. http://environnement.wallonie.be/cgi/dgrme/aerw/ied/docs/IED_Article_15-4_Report.pdf
- Gynther L., Tervonen J., Hippinen I., Loven K., Salmi J., Soares J., Torkkeli S. & Tikka T. 2012 Liikenteen päästökustannukset, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 23/2012.
- Heo, J., Adams, P.J., Gao, H.O. 2016. Public Health Costs of Primary PM2.5 and Inorganic PM2.5 Precursor Emissions in the United States, Environmental Science & Technology, 50: 6051–6070.
- Hjerpe, T., Seppälä E. & Marttunen, M. 2013a. Tehokkuutta vesienhoitoon – uusia työkaluja suunnittelijoille. Vesitalous 4/2013: 36-40. <https://www.vesitalous.fi/vesitalous-lehdet/>
- Hjerpe, T., Seppälä, E., Väisänen, S. & Marttunen, M. 2013b. Vedenlaadun muutoksen rahamääräiset vaikutukset vesistön virkistyskäyttöön - VIRVA-mallin sovellus Läntisellä Pien-Saimaalla. Raportti. Suomen ympäristökeskus. 50 s. <https://www.syke.fi/download/noname/%7B42695935-5F59-464A-80F5-F2E6079846E3%7D/94431>
- Hjerpe, T. 2014. Rantakiinteistöjen virkistyskäyttöhyödyn arvioiminen vesienhoidon toisella suunnittelukaudella. Vesienhoidon suunnitteluopas. <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B6EA9AD69-F707-4080-AFF5-F7C0E8F000C4%7D/103982>. [Luettu 14.1.2019]
- Hjerpe, T. & Väisänen S. 2015. A practical tool for selecting cost-effective combinations of phosphorus loading mitigation measures in Finnish catchments. International Journal of River Basin Management:1–14.

- Hjerpe, T., Seppälä, E., Väisänen, S. & Marttunen, M. 2017. Monetary assessment of the recreational benefits of improved water quality – description of a new model and a case study, *Journal of Environmental Planning and Management* 60: 1944-1966. DOI: 10.1080/09640568.2016.1268108.
- Holland M. 2014. Cost-benefit analysis of final policy scenarios for the EU Clean Air Package, version 2. EMRC.
- Huhtala A. ja Lankia T. 2012. Valuation of trips to second homes: do environmental attributes matter? *Journal of Environmental Planning and Management* 55:733–752 doi: Doi 10.1080/09640568.2011.626523.
- Kangas, A. (toim.). 2018. Vesiympäristölle vaarallisia ja haitallisia aineita koskevan lainsäädännön soveltaminen. Kuvaus hyvästä menettelytavoista. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöministeriön raportteja 19/2018. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4807-1>
- Koellner, T. 2001. Land Use in Product Life Cycles and its Consequences for Ecosystem Quality, University of St. Gallen, ETH Zürich.
- Lankia, T. Hyvinvointia kirkaista uintivesistä. Julkaisussa: Lehtoranta, V., Ahtiainen, H., Artell, J. & Seppälä, E. (toim.). Taloudellinen arvottaminen. Talotekniikka-Julkaisut Oy, Helsinki. *Vesitalous* 2013(1): 24–26.
- Lehtoranta V., Hjerpe T., Kotanen J., Manninen P., Mäenpää M. & Väisänen S. 2016. Halukkuus osallistua pintavesien tilan parantamiseen Vuoksen vesienhoitoalueella. Suomen ympäristökeskus. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/167314>
- Lovett G., Tear T., Evers D., Findlay S., Cosby J., Dunscomb J., Driscoll C. & Weathers K. 2009. "Effects of air pollution on ecosystems and biological diversity in the eastern United States." *Annals of the New York Academy of Sciences* 1162.1 (2009): 99-135. Muller & Mendehlson.
- Marttunen M., Grönlund S., Hokkanen J., Jantunen J., Karjalainen T., Luodemäki S., Mustajoki J., Neste J., Saarikoski H., Valius E., Vartia M., Vehmas A. ja Vienonen S. 2015. Hyviä käytäntöjä ympäristövaikutusten arvioinnissa. IMPERIA-hankkeen yhteenveto. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 39/2015. Helsinki. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/159403>
- Muller N. & Mendehlson R. 2009. Efficient pollution regulation: getting the prices right, *The American economic review*, vol. 99, pp. 1714–1739.
- Novox Oy. 2018. Suurten polttolaitosten BAT 2017. Päätelmien soveltaminen, tekninen ohjeistus. 31.5.2018. <https://www.ym.fi/download/noname/%7BF9A16F3F-C79B-4760-90D5-0A270A495DDF%7D/137861>
- OECD. 2016. The economic consequences of outdoor air pollution. <https://dx.doi.org/10.1787/9789264257474-en>
- Parkkila K. 2005. Simojen lohen saalismäärän lisääntymisen taloudellinen arviointi contingent valuation -menetelmällä. Helsingin yliopisto, Helsinki. <https://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/talou/pg/parkkila/>
- Parkkila K., Haltia E. & Karjalainen T. 2011. Iijoen lohikannan palauttamistoimien hyödyt virkistyskalastajille – pilottitutkimus ehdollisen arvottamisen menetelmällä. Tutkimuksia ja selvityksiä 4/2011. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki 2011.
- Preiss P. Friedrich R. Klotz V. 2008. New Energy Externalities Developments for Sustainability. Deliverable n° 1.1 - RS 3a "Report on the procedure and data to generate averaged/aggregated data" <http://www.needs-project.org/>
- Savolahti, M., Kangas, L., Karppinen, A., Karvosenoja, N., Kukkonen, J., Lanki, T., Nurmi, V., Palamarchuk, Y., Paunu, V.-V., Sofiev, M. ja Tiittanen, P. 2018. Ilmansaasteiden haittakustannusmalli Suomelle (IHKU). Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 26/2018. Valtioneuvoston kanslia, Helsinki 27.3.2018. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-530-3>
- Seppälä E. & Kosenius A.-K. 2013. Ekosysteemihyötyjen rahamääräistäminen aluesuunnittelun tueksi. Julkaisussa: Lehtoranta, V., Ahtiainen, H., Artell, J. & Seppälä, E. (toim.). Taloudellinen arvottaminen. Talotekniikka-Julkaisut Oy, Helsinki. *Vesitalous* 2013(1): 21–23.
- Silvo K., Melanen M., Gynther L., Torkkeli S., Seppälä J., Kärmeniemi T. ja Pesari J. 2000. Yhtenäinen päästöjen ja ympäristövaikutusten arviointi. Lähestymistapoja ympäristölupaprosessin tueksi. Suomen ympäristö 373. Helsinki. <https://core.ac.uk/download/pdf/16390481.pdf>
- Unionin tuomioistuimen tuomio (suuri jaosto) 1 päivänä heinäkuuta 2015 asiassa C-461/13, jossa on kyse SEUT 267 artiklaan perustuvasta ennakkoratkaisupyyntöstä, jonka Bundesverwaltungsgericht (Saksa) on esittänyt 11.7.2013 tekemällään päätöksellä, joka on saapunut unionin tuomioistuimeen 22.8.2013. <http://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?jsessionid=5CA54AC1206E95FDC77121816925E5D8?text=&docid=165446&pageIndex=0&doclang=FI&mode=lst&dir=&occ=first&part=1&cid=856934>
- Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista. Suomen säädöskokoelma 1022/2006. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20061022>

- Vesterinen J, Pouta E, Huhtala A, Neuvonen M. 2010. Impacts of changes in water quality on recreation behavior and benefits in Finland. *Journal of Environmental Management* 91:984-994. <https://doi:10.1016/j.jenvman.2009.12.005>.
- Väisänen, S., M. Ekholm-Peltonen, H. Hentilä, J. Juvonen, V. Lehtoranta, R. Nikula, and K. Viinikka. 2017. Pohjavesien hyvän tilan turvaamisen tärkeys Kuusamon ja Taivalkosken asukkaiden näkökulmasta. Suomen ympäristökeskus, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, Kuusamon kaupunki, Kuusamon energia- ja vesiosuuskunta. <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B8C5F6CB0-7D42-4AC9-91FF-1879C9EB6499%7D/129426>
- Zglobisz N. 2016. Presentation on identification of methodologies and data sources in the IED Workshop on methodologies for estimating potential industrial emissions reductions and compliance costs of BAT conclusions adopted under the Industrial Emissions Directive, 15.9.2016, Bryssel. Background Paper Ricardo/ED61507/Issue Number 2.
- Ympäristöministeriö. 2017. Ohje suurten polttolaitosten (LCP) parhaita käyttökelpoisia tekniikoita (BAT) koskevien päätelmien soveltamisesta. Ympäristöministeriö 9.10.2017. <https://www.ym.fi/download/noname/%7BE66366C3-A482-4021-B6E6-5DB2FCAC1747%7D/131241>
- Ympäristöministeriö. 2014. Ympäristönsuojelulain toimeenpanoprojekti 5, BAT-pienryhmä. Ympäristönsuojelulain 78 §:n mukaisen poikkeaman soveltamisesta, muistio 7.10.2014. <http://www.ym.fi/download/noname/%7B9437088B-E9DE-46CA-A574-FF0D04AC5E37%7D/103929>
- Ympäristöministeriö. 2018. Vesiympäristölle vaarallisia ja haitallisia aineita koskevan lainsäädännön soveltaminen. Kuvaus hyvistä menettelytavoista. Kangas, A. (toim.). Ympäristöministeriön raportteja 19/2018. 169 s. <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/160990>

Liite 1

Laskentakaavat diskonttaukselle, kokonaisvuosikustannusten ja inflaatiokorjauksen laskemiselle

Diskonttaus

Nykyarvo lasketaan kaavalla:

$$PV = \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

PV = nykyarvo

C_n = investoinnin kustannukset n vuoden aikana

n = investoinnin pitoaika vuosina

r = diskonttokorko

Eri vuosien kustannukset voidaan ottaa huomioon summaamalla:

$$PV = \sum_{t=0}^n \left(\frac{C_t}{(1+r)^t} \right)$$

PV = nykyarvo

C_t = kustannukset vuonna t

t = aika vuodesta 0 vuoteen n

n = investoinnin käyttöaika

r = diskonttokorko

Nettonykyarvo lasketaan kaavalla:

$$NPV = -IE + \sum_{t=0}^n \left(\frac{NR_t}{(1+r)^t} \right)$$

NPV = nettonykyarvo

IE = investoinnin kustannukset

NR_t = nettotuotot ajanjaksolla t

t = aikajakso vuodesta 0 vuoteen n

n = investoinnin käyttöaika

r = diskonttokorko

Kokonaisvuosikustannusten laskeminen

Laskentatapa 1 – ottaa huomioon käyttö- ja ylläpidon kustannusten muutokset

$$TAC = \left[\sum_{t=0}^n \frac{(C_t + OC_t)}{(1+r)^t} \right] \left[\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right]$$

TAC = kokonaisvuosikustannukset (nykyarvo)

t = 0 tarkastelujakson perusvuosi

C_t = kokonaisinvestointikustannus aikajaksolla t (tyypillisesti 1 vuosi)

OC_t = kokonaisnettokäyttö- ja ylläpitokustannukset aikajaksolla t

r = aikajakson diskonttokorko

n = investoinnin arvioitu käyttöaika (vuotta)

Laskentatapa 2 – olettaa käyttö- ja ylläpitovuosikustannusten pysyvän samalla tasolla

$$TAC = C_0 \left[\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right] + OC_t$$

TAC = kokonaisvuosikustannukset (nykyarvo), pääomakustannukset x pääoman annuiteettitekijä (kuoletustekijä)

C₀ = kokonaisinvestointikustannus perusvuonna (vuosi 0)

OC_t = kokonaisnettokäyttö- ja ylläpitokustannukset (sama kullekin vuodelle)

r = aikajakson diskonttokorko

n = investoinnin arvioitu käyttöaika (vuotta)

Inflaatiokorjaus

Inflaatiokorjattu hinta tarkasteltavalle vuodelle (perusvuosi) voidaan laskea kaavalla:

$$C_p = k * C_x \quad , \text{ missä}$$

$$k = I_p / I_x$$

k = inflaatiokerroin (inflaatio vuoden x ja arvioinnissa käytetyn vuoden (perusvuosi) välisenä aikana)

I_p = perusvuoden hintaindeksi

I_x = sen vuoden x hintaindeksi, mihin kustannustiedot liittyvät

C_x = vuoden x hintatiedot

Euroalueen inflaatio halutulla aikavälillä saadaan Bureau of Statisticsin laskurilla <https://www.statbu-reau.org/en/eurozone/inflation-calculators> . Jos inflaatio on ollut esimerkiksi 22 %, inflaatiokerroin k = 1,22.

Liite 2

Komission (2018) suositukset menetettyjen ympäristöhyötyjen arviointiin sekä kustannusten ja ympäristöhyötyjen vertailuun⁴⁵

Ympäristöhyötyjen laskenta

- 1. Ympäristöhyödyt.** Poikkeuksen arvioinnin tulee sisältää BAT-päästötasojen noudattamisesta aiheutuvat ympäristöhyödyt.
- 2. Hyötyjen tyypit.** Ympäristöhyödyt tulisi arvioida rahamääräisesti, mikäli mahdollista, ja tukea arviointia tarvittaessa laadullisella arvioinnilla. Arvioinnissa tulisi käyttää vakiintuneita, luotettaviin tutkimuksiin perustuvia epäpuhtauksien haittakustannuksia, mikäli niitä on saatavilla
- 3. Diskonttaus.** Rahamääräiset ympäristöhyödyt tulisi diskontata samaan ajankohtaan. Käytetty diskonttokorko tulisi ilmoittaa ja perustella. On huomattava, että ympäristöhyötyjen laskennassa käytetty diskonttokorko on yleensä selvästi alhaisempi kuin liikeloudellisten investointien taloudellisessa laskennassa käytetty diskonttokorko.
- 4. Hyötyjen arvioinnin lähteet.** Poikkeaman hakemuksessa tulisi selvästi kuvata ympäristöhyötyihin liittyvien tietojen lähteet sekä ympäristöhyötyjen laskennassa käytetyt menetelmät.
- 5. Hyötyjen todentaminen.** Toiminnanharjoittajan tuottamat ympäristöhyötytiedot tulisi todentaa hakemusprosessissa. Todentamiseen voidaan käyttää asiantuntija-arviota tai tietoja muista laitoksista, joissa vastaava BAT-tekniikka on otettu käyttöön.
- 6. Hyötyjen epävarmuudet.** Ottaen huomioon BAT-päästötasojen saavuttamiseen liittyvien ympäristöhyötytietojen epävarmuudet, hyötyjen ja niiden skenaarioiden realistiset vaihteluvälit ovat hyvä lähtökohta hyötyjen epävarmuuksien arvioinnille.

Kustannusten kohtuuttomuuden arviointi

- 1. Kohtuuttomuus.** Kustannusten kohtuuttomuuden arvioinnissa tulisi verrata BAT-päästötasojen saavuttamisen kustannuksia ympäristöhyötyihin.
- 2. Arviointimenetelmät.** Kohtuuttomien kustannusten vertaamisessa ympäristöhyötyihin nähden tulisi käyttää ennalta sovittuja ja toistettavia menetelmiä. Tässä voidaan käyttää hyväksi myös laadullisia menetelmiä ja sovittuja raja-arvoja (esim. UK/Wales jos ympäristöhyödyt ovat alle kolme neljäsosaa investoinnin kustannuksista, poikkeama voidaan myöntää).
- 3. Epävarmuudet.** BAT-päästötasojen noudattamisen kohtuuttomuuden arvioinnin menetelmissä tulisi ottaa huomioon kustannuksiin ja ympäristöhyötyihin liittyvät epävarmuudet.
- 4. Luottamustaso.** Kustannusten tulisi olla epävarmuudet huomioon ottaen merkittävästi hyötyjä suuremmat.
- 5. Lisänäkökohdat.** Lisänäkökohdat (esim. toiminnanharjoittajan aiempi luvan mukainen toiminta) saattavat vaikuttaa toimivaltaisen viranomaisen päätökseen myöntää lupa poikkeukseen. Näitä näkökohtia ei kuitenkaan tule tarkastella poikkeuksen käsittelyn alkuvaiheessa.
- 6. Kesto.** Poikkeukselle myönnetyn jakson ei tulisi ulottua yli sen ajankohdan, jolloin kustannukset eivät enää ole kohtuuttomia hyötyihin nähden.

⁴⁵ [European Commission 2018](#)

Liite 3

Ilmansaasteiden haitallisten vaikutusten rahallinen arvottaminen

Ilmansaasteiden aiheuttamat moninaiset haitat aiheuttavat rahallisia kustannuksia ihmisille ja yhteiskunnalle. Kustannuksia voidaan jaotella karkeasti markkina- ja markkinattomiin kustannuksiin. Markkinattomiin kustannuksiin sisältyvät vahingot sellaisille asioille, joita ei vaihdeta taloudellisesti, kuten terveys, elämä tai luonnon monimuotoisuus. Markkinakustannuksia ovat kustannukset, jotka aiheutuvat vahingoista markkinoilla vaihdettaville hyödykkeille, kuten työvoima, sadot tai terveyspalveluiden kuormitus (OECD 2016).

Useita ilmansaasteiden haittavaikutuksia samanaikaisesti tarkastelevien tutkimusten mukaan negatiivisista terveysvaikutuksista syntyvät kustannukset ovat selvästi suurin haittakustannusten aiheuttaja. Terveyskustannusten osalta merkittävimmät kustannukset liittyvät kuolleisuuden kasvuun ja yksikkökustannuslaskelmissa ne muodostavat valtaosan kustannuksista. Tämä johtuu osittain myös siitä, että näille kustannuksille on olemassa vakiintuneet laskentamenetelmät, sillä kuolleisuuden altiste-vastesuhteita on arvioitu jo pitkään. Luonnon monimuotoisuuden kohdalla ongelmia liittyy erityisesti vaikutusten määrälliseen arviointiin ja arvottamiseen, vaikka vaikutuksista on jo paljon näyttöä (esim. Lovett ym. 2009).

Merkittävin haittakustannusten tasoon vaikuttava tekijä taloudellisten oletusten osalta on ennenaikeisten kuolemantapausten arvon määrittäminen. Yleisesti ottaen käytössä on kaksi menetelmää: elämän tilastollinen arvo (VSL, Value of Statistical life) tai elinvuoden tilastollinen arvo (VOLY, Value of a life year). Eurooppalaisissa tutkimuksissa (esim. Holland 2014, Gynther ym. 2012, Preiss, 2008) on käytetty pääosin elinvuosien arvottamista, kun taas yhdysvaltalaisissa tutkimuksissa (esim. Muller & Mendehlson 2009, Heo ym. 2016) on käytetty samaa arvoa jokaisen eri-ikäisen ihmisen kasvaneelle kuolemanriskille, eli VSL-menetelmää.

Tutkimuksissa käytetty elämän tilastollinen arvo (VSL) vaihtelee välillä 2 milj. € – 8,6 milj. €. Luku muodostuu siitä kompensatiosta, jota vastaan ihminen on valmis kasvattamaan ennenaikaisen kuolemansa riskiä. Esimerkiksi jos kymmenestuhannesosan (0,0001) riskin kasvu tietylle henkilölle vaatii 600 € korvauksen, on elämän tilastollinen arvo laskennallisesti luokkaa 6 M€ ($600 \text{ €} / 0,0001 = 6\,000\,000 \text{ €}$).

VOLY on useimmiten VSL:sta johdettu arvo, jossa oletetaan, että jäljellä olevat elinvuodet ovat keskimäärin yhtä arvokkaita. VOLY saadaan jakamalla VSL odotusarvolla jäljellä olevista elinvuosista. Myös VOLY vaihtelee tutkimusten välillä, mutta koska se on yleisesti ottaen samankaltaisista eurooppalaisista tutkimuksista (kuten NewExt tai Defra) saatu arvo, sen vaihteluväli tutkimuksissa on ollut huomattavasti pienempi, 40 000 €–74 700 € (vuonna 2000), kuin VSL:n.

NEEDS-hankkeen menetelmä luonnon monimuotoisuuden muutosten ympäristökustannusten arvioimiseksi

New Energy Externalities Developments for Sustainability (NEEDS) hankkeessa (Preiss ym. 2008) kehitettiin menetelmä, jolla arvotetaan rahallisesti energiatuotannon aiheuttamaa biodiversiteetin vähene- mistä. Menetelmä perustuu maankäytön muutosten ja ilmaperäisten päästöjen osalta Goedkoop ym. (2000) ja Koellner (2001) lähestymistapaan, missä lasketaan potentiaalisesti hävinnyt osa lajistosta (potentially disappeared fractions, PDF) tiettyjen maankäytön muutosten perusteella sekä SO_x, NO_x ja NH₃- laskeumien perusteella. Tämän jälkeen tulokseksi saadut PDF:t arvotetaan kunnostuskustannusten perusteella sekä muutetaan yksikkökustannuksiksi (ulkoiset kustannukset PDF-yksikkömuutosta sekä SO_x-

NO_x- ja NH₃-laskeuma-kg kohti). Laskeumien osalta kustannukset on arvioitu konservatiivisiksi (eli eivät kata kaikkia mahdollisia vaikutuksia).

Laskeuman aiheuttama haittakustannus on sitä suurempi, mitä enemmän alueella on kohtalaisen tai korkean biodiversiteetin omaavaa luontoa, ja mitä heikompi on maaperän kyky vastustaa happamoitumis- tai rehevöitymispainetta. Näiden syiden vuoksi, ja myös maan hintatason vaikutuksesta kunnostuskustannuksiin, SO_x ja NO_x -päästöjen yksikkökustannukset ovat Suomelle EU:n keskiarvoa korkeammat.

Taulukko. SO_x-, NO_x- ja NH₃-laskeumien aiheuttamat biodiversiteettimuutosten ympäristökustannukset, €/t (NEEDS).

Laskeuma	EU25	FI	Vaihteluväli
SO _x	150	400	0–460
NO _x	750	1 360	10–2 790
NH ₃	1 880	1 430	80–8 330

Liite 4

Ilmapäästöjen vaikutusten arvottamiseen soveltuvan tulostensiirtomenetelmän ja vaikutuspolkumenetelmän käytännön toteuttamiseen liittyviä työvaiheita ja lähtötietojen kokoamista

Käytännössä useissa tutkimuksissa on havaittu, että taloudellisesti merkittävimmät analysoitavat vaikutukset ovat terveysvaikutukset, ilmastonmuutoksen vaikutukset sekä vaikutukset rakennettuun ympäristöön. Vaikutukset luontoon, mukaan lukien metsä- ja satovauriot, muodostavat usein pienen osan ilman epäpuhtauksien taloudellisista haitoista.

Tulostensiirtomenetelmä

Tulostensiirrossa on kyse arviointimenetelmästä, jossa käytetään hyväksi muiden menetelmien aikaisemmissa tutkimuksissa antamia tuloksia (englanniksi benefit transfer method).

Tulostensiirto sisältää kuusi vaihetta, joita seuraa vielä epävarmuuksien tunnistaminen ja lähtötietojen ja olettamusten sekä tulosten raportointi:

1. Valitaan sopiva lähde- eli referenssitutkimus. Tällainen tutkimus voi olla esimerkiksi Suomessa toiselle samantyyppiselle laitokselle tai koko sektorille tehty tutkimus. Koska ilmapäästöjen leviäminen teollisuuslaitoksista on jossain määrin samanlaista kuin energiantuotantolaitoksista, saattaa olla mahdollista hyödyntää energiasektorilla tehtyjä selvityksiä teollisuuslaitokselle ja päinvastoin. On mahdollista käyttää myös ulkomaisia tutkimuksia, jos ne on tehty riittävässä määrin Suomea muistuttavissa olosuhteissa. Lähdetutkimus on parhaiten sovellettavissa, jos haitta-arviot on siinä esitetty muodossa €/päästötonni eri päästökomponenteille.
2. Tarkastetaan, miten päästöjen haittakertoimet (€/t) lähdetutkimuksessa muodostuvat eli miten kokonaisarvo jakautuu eri arvottamiskohteiden kuten terveys-, materiaali- ja luontovaikutusten kesken. Nämä tiedot ovat löydettävissä läpinäkyvästi raportoidusta lähdetutkimuksesta.
3. Arvioidaan lähdeselvityksessä käytettyjen altistus-vaikutusfunktioiden soveltuvuus tarkastelun kohteena olevan laitoksen vaikutuksiin. Olisi parasta, jos käytetyt funktiot olisi kehitetty samanlaisissa olosuhteissa. Kohtuullisen turvallinen valinta funktioiksi ovat myös monikansallisissa tutkimuksissa yleiseurooppalaiseen käyttöön suositellut altistus-vaikutusfunktioita.
4. Tarkastetaan lähdetutkimuksessa käytettyjen yksikköarvojen käyttökelpoisuus. Terveysvaikutuksia arvioidessa tulisi käyttää yksikköarvoja, jotka sisältävät sairauden hoidon kustannusten lisäksi työaika-menetykset ja yksilön subjektiivisen kärsimyksen (kipu ja särky) kustannukset. Terveysvaikutusten arviointiin soveltuvia yksikköarvoja ovat kansallisissa tutkimuksissa muodostetut yksikköarvot. Materiaalivaurioiden kustannusten arvioinnissa tulisi käyttää suomalaisia eri materiaalien huolto- ja vaihtokustannuksia, mikäli mahdollista. Viljatuotteilla on kansainväliset markkinat ja siksi yksikköarvoina tulisi käyttää esimerkiksi keskimääräisiä eurooppalaisia hintoja. Puuraaka-aineella on kansainväliset markkinat, mutta kotimaisten kantohintojen käyttö on perusteltua, sillä raaka-aine käytetään pääosin kotimaisessa puunjalostusteollisuudessa eikä hinnanmuodostus ole tukien vääristämää kuten esimerkiksi maataloudessa.
5. Seuraavaksi suoritetaan varsinainen tulostensiirto. Jos altistus-vaikutusfunktioita tai yksikköarvoja on tarpeen korjata, tehdään tämä ensin. Koska funktiot ovat useimmiten lineaarisia, tapahtuu tämä useimmiten yksinkertaisesti verrannolla. Seuraavaksi tulokset siirretään myös pääparametrien erojen suhteessa lähdetutkimuksesta tarkasteltavaan kohteeseen. Terveysvaikutusten arvioinnissa merkittävin parametri on väestötiheys, materiaali-vaikutusten kohdalla (usein väestötiheydestä riippuva) materiaalitiheys,

viljelyalat ja vuosisadot sekä metsien vuotuinen kasvu puulajeittain. Lähdetutkimuksessa tarkasteltavan maantieteellisen alueen tulisi olla suunnilleen samankokoinen tarkasteltavan kohteen vaikutusalueen kanssa, sillä tämä vaikuttaa esimerkiksi altistuvan väestön määrään.

6. Lopuksi eri vaikutuksille saadut haitta-arviot yhdistetään uudeksi haittakertoimeksi (e/t), jonka avulla haitta-arvio arvottamiskohteen päästöinventaarion (t/a) perusteella tehdään.

Vaikutuspolkumenetelmä

Euroopan komission rahoittamassa ExternE-tutkimuskokonaisuudessa⁴⁶ kehitetty nelivaiheinen (päästöt, pitoisuudet, vaikutukset, kustannukset) ympäristövaikutusten ja –kustannusten arviointimenetelmä (englanniksi impact pathway method).

Työvaiheet

Työ sisältää neljä vaihetta, joita seuraa vielä epävarmuuksien identifiointi ja lähtötietojen ja olettamusten sekä tulosten raportointi:

Päästömuutokset > Pitoisuusmuutokset > Vaikutus ympäristöön > Vaikutusten rahallinen arviointi.

Ensimmäisessä vaiheessa kerätään teollisuuslaitoksen päästötiedot, minkä jälkeen tehdään arvio päästöjen aiheuttamista pitoisuuksista laitoksen ympäristössä.

Vaikutuspoluksi kutsutaan jokaista päästön ja sen ympäristövaikutuksen yhdistelmää, jonka välinen yhteys on tunnettu vähintään laadullisesti. Vaikutuspoluista arvottamisessa soveltamiskelpoisia ovat ne, joille on olemassa joko altistus–vaikutusfunktio tai haittakerroin

Mikäli haittojen mittaamiseen käytetään altistus–vaikutusfunktioita (AVF), on pystyttävä arvioimaan päästön aiheuttama pitoisuus. Haittakertoimia (HK) käytettäessä riittää tieto päästömäärästä. Ilmansaasteiden vaikutuksia, joille ei ole olemassa riittävän luotettavia altistus–vaikutusfunktioita tai joita ei voida funktioin lainkaan arvioida, ovat mm. metsien virkistysarvo, vaikutukset vesistöihin ja kulttuurihistorialliset arvot.

Vaikutusten rahallinen arviointi tapahtuu erikseen kunkin vaikutuspolun loppuvaiheessa. Tämä tapahtuu käytännössä joko käyttämällä yksikköarvoina jonkin hyödykkeen markkinahintoja (esimerkiksi materiaali-, sato- ja metsävaurioiden osalta) tai CV-tutkimuksiin (contingent valuation, ehdollinen arvottaminen, joissa on yleensä kysytty maksuhalukkuutta) perustuvia yksikköarvoja (esimerkiksi terveysvaikutusten osalta).

Kaikkiin työvaiheisiin liittyy epävarmuutta. Pienin epävarmuus liittyy päästötietoihin. Pitoisuusarvioihin liittyvä epävarmuus on kohtalaisen pieni, jos ne on saatu käyttämällä leviämismallilaskelmia, mutta ilmassa muodostuvien aerosolien ja otsonin aiheuttamien pitoisuuksien haitta-arvioiden suorittaminen on huomattavasti epävarmempaa. Altistus–vaikutusfunktioihin liittyy epävarmuutta, jonka suuruus vaihtelee hyvin paljon. Muutamien vaikutusten kohdalla taloudellinen arvottaminen suoritetaan markkinahinnoin ja tällöin epävarmuus tässä työvaiheessa on varsin pientä. Suuremmat epävarmuudet liittyvät CV-tutkimuksilla saatuihin yksikköarvoihin.

Epävarmuuden suuruusluokkaa tulisi arvioida herkkyytarkastelulla varioimalla niiden lähtötietojen arvoja, joihin liittyy merkittävintä epävarmuutta. Täydellisimmillään herkkyyshanalyysi vaatii erilaisten menetelmien kuten Monte Carlo -analyysin käyttöä, mutta useinkaan tällaisten menetelmien käytön vaatimia lähtötietoja ei ole saatavilla ja analyysi vaatii kohtuullisen paljon resursseja.

Kaikkiin työvaiheisiin liittyy epävarmuutta. Pienin epävarmuus liittyy päästötietoihin. Pitoisuusarvioihin liittyvä epävarmuus on kohtalaisen pieni, jos ne on saatu käyttämällä leviämismallilaskelmia, mutta ilmassa muodostuvien aerosolien ja otsonin aiheuttamien pitoisuuksien haitta-arvioiden suorittaminen on huomattavasti epävarmempaa. Altistus–vaikutusfunktioihin liittyy epävarmuutta, jonka

⁴⁶ [European Commission 1995 & 2009](#)

suuruus vaihtelee hyvin paljon. Muutamien vaikutusten kohdalla taloudellinen arvottaminen suoritetaan markkinahinnoin ja tällöin epävarmuus tässä työvaiheessa on varsin pientä. Suuremmat epävarmuudet liittyvät CV-tutkimuksilla saatuihin yksikköarvoihin.

Suosittelavaa on esittää herkkyystartastelun tulokset siten, että todennäköisen arvon lisäksi esitetään korkea ja matala arvio.

Tietotarpeet ja tietojen saatavuus

Päästöt prosessista ja energiantuotannosta kerätään vuositason (tonnia/vuodessa) päästökomponeittain. Päästötiedot on hyvä raportoida erikseen sekä prosessin että energiantuotannon osalta ja yhteensä. Kiinnostavia päästökomponeetteja ovat rikkidioksidi, typen oksidit (typpidioksidina), hiukkaset (PM_{2.5}, PM₁₀ ja TSP eriteltynä), kasviuonekaasut (eriteltynä), raskasmetallit (eriteltynä), hiilivedyt (eriteltynä) ja hiilimonoksidi. Nämä tiedot saadaan hankkeen suunnittelutiedoista.

YVA-selostukseen tai lupahakemukseen on usein laitostyyppistä riippuen sisällytetty leviämismallilaskelmat rikki-, typpi- ja/tai hiukkaspäästöille. Tulokset esitetään useimmiten isokäyrinä, joissa karttapohjalle on kuvattu tarkastellun laitoksen aiheuttama muutos vallitsevassa pitoisuustasossa. Tämä on hyvä lähtökohta pitoisuusarvioille. Pitoisuustiedot vaativat kuitenkin yleensä hieman muokkaamista. Eri laskentapisteissä saadut tulokset on ryhmiteltävä keskimääräisiksi pitoisuuksiksi esimerkiksi kaupungin-osittain tai ruutuihin, joista on saatavissa altistuvat väestömäärät.

Rikki- ja typpidioksidin osalta leviämismallilaskelmien tulokset ovat suoraan käytettävissä arvioitaessa terveys- ja materiaalihaittoja. Hiukkaspäästöjen vaikutuksia arvoettaessa tarvitaan erikseen kohden aiheuttamat PM_{2.5}- ja PM₁₀-pitoisuudet.

Ongelmana hiukkasten kohdalla ovat laitoksen aiheuttamat aerosolipitoisuudet. Rikki- ja typpipäästöistä muodostuu sulfaattia ja nitraattia, joiden aiheuttamat haitat tulisi myös arvioida hiukkasille muodostetuista altistusvaikutusfunktioin. Käytännössä yksittäisen laitoksen aiheuttamia sulfaatti- ja nitraattipitoisuuksia on lähes mahdotonta tai tuskin ainakaan mielekästä arvioida. Tässä on järkevintä käyttää tulostensiirtoa. Kun saatu haitta-arvio jaetaan rikkidioksidipäästöjen määrällä vuodessa, saadaan karkea arvio sulfaatin aiheuttamista haitoista ilmaan päässyttä rikkidioksiditonnia kohden. Samoin voidaan menetellä nitraatin ja typen oksidien kohdalla.

Vaikutuksia arvioitaessa tarvitaan inventaario altistuvista kohteista eli reseptoreista. Näitä ovat ilman epäpuhtauksille altistuva väestö, materiaalit, metsät ja viljelyalueet. Väestötiedot tarvitaan yleensä eri ryhmiin jaettuna: kokonaisväestö, lapset, aikuiset, vanhuksat sekä astmaatit. Näitä tietoja on saatavilla sekä kaupunginosittain että tietyn kokoisiin ”karttaruutuihin” allokoituna. Vaikutusarvioita varten tarvitaan myös tietoa ulkoilmalle altistuvista eri materiaalien pinta-aloista sen mukaan, mille materiaaleille on käytettävissä altistusvaikutusfunktioita.

Suomessa ei ole inventoitu ulkoilmalle altistuvia eri materiaalien määriä kattavasti. Tämän vuoksi arviot joudutaan tekemään muualla, esimerkiksi Tukholmassa, tehtyihin arvioihin perustuen. Nämä tulokset voidaan siirtää Suomeen skaalaamalla materiaalimäärät asukaslukujen suhteella. Tämä toimenpide sisältää oletuksen samantyyppisestä rakennuskulttuurista. Metsävaroista tarvitaan tiedot eri puulajien määristä metsissä, vuotuisesta kasvusta ja hyödyntämistäasteesta. Maanviljelyksestä kerätään tiedot peltoaloista ja vuotuisesta sadosta niistä lajikkeista, joille on käytettävissä altistusvaikutusfunktio.

Usein juuri altistusvaikutusfunktioiden saatavuus, valinta ja käyttökelpoisuus on arvottamisessa kriittinen työvaihe. Päästölaskelmat ovat rutiininomaista suunnittelutyötä ja pitoisuuksia on mahdollista arvioida leviämismallilaskelmin. Lisäksi vaikutukset, jotka on mahdollista mitata, on yleensä mahdollista myös esittää euroissa tai vaikutuksille on ainakin mahdollista arvioida suuruusluokkaa, esimerkiksi kustannusten ala- tai yläraja. Sen sijaan kaikille altistusvaikutusyhteyksille ei ole vielä laadittu riittävän luotettavia altistusvaikutusfunktioita.

Altistusvaikutusfunktioita on laadittu paljon ja oikeiden funktioiden valitseminen käyttöön ei ole suoraviivainen toimenpide ja vaatii erityisalojen kuten epidemiologian, rakennustekniikan tai maa- ja metsätieteiden erityisasiantuntemusta. Esimerkiksi toisella maantieteellisellä alueella laaditut funktiot

eivät välttämättä sovellu toisenlaisiin sää-, kulttuuri- tai sosioekonomisiin olosuhteisiin. Tämän vuoksi onkin suositeltavaa käyttää funktioita, jotka on valmiiksi arvioitu alan asiantuntijoiden toimesta ja koottu suositeltujen funktioiden luetteloiksi.

Terveysvaikutusten arvioinnissa yksikköarvoina käytetään CV-tutkimuksissa muodostettuja maksuhalukkuuteen perustuvia eri sairauksien yksikköarvoja. Varsinaiset sairaskustannukset (cost of illness, COI) ilmaisevat vain terveysvaikutusten haittojen alarajan. Maksuhalukkuusperusteiset arvot ottavat huomioon myös yksilön subjektiivisen kärsimyksen arvon.

Materiaalien korroosion sekä metsä- ja satovaurioiden haittojen arvioinnissa voidaan käyttää markkinahintoja. Materiaalin korroosiovaurioiden kustannuksia arvioitaessa käytetään huolto- sekä vaihtokustannuksia (€/m²). Metsävaurioiden arvottamisessa voidaan käyttää eri puulajien kantohintoja. Sato-tappiot arvotetaan käyttämällä eri lajikkeiden maailmanmarkkinahintoja, joita käyttämällä saadaan tasoitettua kansallisten tukien vaikutusta hinnanmuodostukseen. Eräillä tuotteilla kuten rehuilla ei ole juurikaan kansainvälisiä markkinoita, jolloin on mahdollista käyttää tuotantokustannuksia.

Liite 5

Vesiin vaikuttavien hankkeiden ympäristöhyötyjen arvioinnissa käytettyjä lähestymistapoja ja työkaluja

Taulukko 1. Erityyppisiä arviointi- ja arvottamislähestymistapoja ja -menetelmiä.

Lähestymistapa/ Menetelmä	Tarkoitus	Periaate	Soveltamisalue	Esimerkkejä soveltamisesta
Monitavoite-arviointi	Olellaisten vaikutusten (kriteerien) tunnistaminen ja vaihtoehtojen järjestelmällinen arviointi niiden suhteen.	Yhdistetään tutkimustieto vaihtoehtojen vaikutuksista ja arvioijien subjektiiviset näkemykset vaikutuksista.	Soveltuu hyvin erityyppisiin tilanteisiin, joissa tarvetta arvioida vaikutuksien tai vaihtoehtojen suhteellisia eroja. Ei tuota absoluuttisia arvioita. Voidaan soveltaa sekä asiantuntijoiden toimesta tai vuorovaikutuksessa sidosryhmien kanssa.	Turvetuotantoalueiden vesistövaikutusriskin arviointi https://www.epliiitto.fi/imagenes/B_59_Etela-Pohjanmaan_turvetuotannon_vesistovaikutusten_arviointi_osa_2_vesistovaikutusriskin_monitavoitearviointi_2014.pdf
Taloudelliset arvottamismenetelmät	Politiikan / suunnitelman toteuttamisen yhteiskunnallisen kannattavuuden määrittäminen, hyötyjen rahamääräistäminen, nettohyödyt, hyöty-kustannus-kertoimet	Markkina-arvoihin pohjautuvat menetelmät (matkakustannus, hedoniset hinnat) Markkinattomiin arvoihin pohjautuvat (ehdollinen arvottaminen)	Soveltuu yleisen hyödyn määrittämiseen, kustannusten ja hyötyjen vertaamiseen Tuottaa yleensä edustavan aineiston ja tutkimusalueelle yleistettävät tulokset rahamääräisistä hyödyistä tarkoin määritellylle ympäristömuutokselle Voidaan soveltaa alkuperäinen arvottamistutkimus kyselyn tai hyödyntää aiempien arvottamistutkimusten tuloksia siirtämällä hyötyarvoja tai -funktioita	Järven säännöstelyn kannattavuus/rahamääräiset hyödyt Vesienhoidon kannattavuus/rahamääräiset hyödyt Tulvariskien hallinnan kannattavuus/rahamääräiset hyödyt
Vesienhoidon vaikuttavuusanalyysit	Vesienhoitosuunnitelman toimenpidevaihtoehtojen vaikutusten vertailu	Arvioidaan vedenlaatu ja kuormitusmallien sekä hyötykehikon ja toimenpiteiden kustannusten perusteella toimenpidevaihtoehtojen ympäristö-, talous- ja sosiaalisia vaikutuksia	Vesienhoitosuunnitelman toimenpidevaihtoehtojen ympäristö-, talous- ja sosiaalisia vaikutuksia	Vesienhoitosuunnitelmien SOVA vaihtoehtojen arviointi

Taulukko 2. Arviointi- ja arvottamismenetelmiin pohjautuvia työkaluja vaikuttavuuden arviointiin.

Työkalun nimi	Saatavilla? Missä muodossa?	Kenelle suunnattu?	Mihin soveltuu parhaiten?	Referenssi	Lähdeviite
ARVI-työkalu	Kyllä. Excel-pohjainen työkalu	Alun perin YVA-arviointien tukemiseksi, mutta myös muunlaiseen vaikutusten merkittävyyden arviointiin	Hankkeiden vaikutusten eri ulottuvuuksien tunnistamiseen ja arviointiin ja näiden pohjalta vaikutuksen merkittävyyden arviointiin	SYKE	https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/49495
VIRVA-malli	Kyllä. Excel	Vesienhoidon virkistyshyötyjen arviointiin, esim. vesienhoidon yleis- tai hankesuunnittelun tueksi	Vesimuodostumien euronääräisten virkistyskäyttöhyötyjen arviointiin kokonaisfosforipitoisuuden tai klorofyllipitoisuuden funktiona. Soveltuu kunnostushankkeen suunnitteluun, tilamuutoksella saavutettavien hyötyjen arviointiin	SYKE	DOI: 10.1080/09640568.2016.1268108
Funktiot hyötyjen siirrolle (benefit transfer)	Kyllä, vesien hyvän ekologisen tilan saavuttamisesta	Päätöksentekijät, rahoittajat		SYKE	
Vesienhoidon lisäkustannukset vesipolitiikan puitedirektiivin myötä	Kyllä. Vesienhoitoalueittain Suunnittelualueittain		Minimiarvio vesienhoidon toteuttamisen hyödyistä (perus- ja täydentävät toimenpiteet) Kustannusten kohtuuttomuuden arviointi		
Vesienhoidon hyötykehikko	Kyllä. Excel	ELYjen suunnittelijat	Vesienhoidon toimenpidevaihtoehtojen hyötyjen vertailu, sidosryhmäyhteistyö	SYKE	
KUTOVA-työkalu	Kyllä. Excel	Vesienhoidon suunnittelijoille ELY-keskuksissa	Kustannustehokkaiden vesienhoitomenetelmien valinta/priorisointi fosforikuormituksen suhteen, vertailukustannukset	SYKE	DOI: 10.1080/15715124.2015.1012516.
VEMALA-malli	Kyllä. Oma käyttöliittymä		Vesistökuormituksen ja vedenlaadun arviointiin. Voidaan muodostaa skenaarioita kuormituksen muutoksista. Myös excel-käyttöliittymä on tekeillä kunnostushankkeiden tms. käyttöön	SYKE	
Sektoreiden vedenkäytön ja vesistöjen kuormituksen määrä (vesitilinpito)	Excel		Sektoreiden veden käytön ja kuormituksen määrä: Suomi Maakunta Vesienhoito Varjohinnat	Jani Salminen, SYKE	

Suomessa tehtyjä, BAT-poikkeamien käsittelyyn tapauskohtaisesti sovellettavissa olevia vesiensuojellisia arvottamistutkimuksia

Kansallinen Vesiensuojelun taloudelliset hyödyt Suomessa -hanke (2013, MTT nyk. LUKE) selvitti lähivesissä virkistäytymisen arvoa usealla ympäristön arvottamismenetelmällä: vapaa-ajan asukkaiden vesiensuojelulle tai vedenlaadun paranemiselle antaman arvon perusteella (ehdollinen arvottaminen), kesämökkikäynnin arvon ja matkakustannusten (matkakustannusmenetelmä) sekä vapaa-ajan asuntotonttien hintaan sitoutuneen vedenlaadun arvon perusteella (hedonisten hintojen menetelmä). Tulosten perusteella käytetyn vesistön tilalla on merkitystä lähivesien ja vapaa-ajan asunnon vesien virkistyskäyttöön: lähivesissä virkistäytymisen arvo oli noin 6–19 euroa per päivämatka. Käyttökelpoisuusluokaltaan erinomainen vedenlaatu nosti rantatontin hintaa noin 20 prosenttia ja hyvä vedenlaatu noin yhdeksän prosenttia, kun vertailukohteena oli rantatontti tyydyttävän käyttökelpoisuusluokan alueelta (Artell 2014). Vapaa-ajan asunnolla käynnin arvo oli puolestaan noin 170–205 euroa per käynti. Mikäli sinilevät estivät vesistön virkistyskäytön, alensi se käyntikerran arvoa noin 40 % (Huhtala & Lankia 2012). Vapaa-ajan asunnon omistajat olivat valmiita maksamaan vesistön tilan paranemisesta erinomaiseen tilaan keskimäärin 117 euroa vuodessa kymmenen vuoden ajan. Vastaava maksuhalukkuus vesistön nykytilan säilyttämisestä oli noin 86 euroa vuodessa. Yllä olevien hyötyarvioiden perusteella voidaan tehdä karkea arvio vesistön mahdollisesta likaantumisen aiheutuneista rahamääräisistä vahingoista Suomessa. Tällöin vahingoista oletetaan aiheutuvan menetettyjä hyötyjä alueen virkistyskäytölle joko lähivesistöjen tai vapaa-ajan asunnon vesistöjen alueella. Menetelmällisesti on tällöin kyse tulostensiirtomenetelmästä.

Ympäristön arvottamismenetelmiä on sovellettu vesienhoidon näkökulmasta muutamissa tutkimuksissa Suomessa ja osa sovelluksista on hyvinkin läheisesti osana vesienhoidon suunnittelua.

Vuoksen vesienhoitoalueella asuvan aikuisväestön (420 000 henkilöä) kokema hyvinvoinnin muutos pintavesien ekologisen tilan paranemisesta hyvään toisella suunnittelukaudella on yhteensä noin 50,1–80,6 miljoonaa euroa 3,5 % korkokannalla laskettuna (Lehtoranta ym. 2016).

Esimerkiksi Taivalkosken kunnan ja Kuusamon kaupungin asukkaiden kokema hyötyä pohjavesien pilaantumisen riskin poistamisesta selvitettiin ehdollisen arvottamisen menetelmällä. Nykyarvoon ja 5 % korkokannalla laskettuna tämä hyöty oli yhteensä 416 000–1 370 000 euroa kuuden vuoden ajalta (Väisänen ym. 2017).

Ympäristön taloudellisten arvottamismenetelmien lisäksi ympäristöhallinnossa on kehitetty arviointitapa luonnonvesissä virkistäytymisen hyötyjen määrittämiseksi (liite 5 taulukko 2). VIRVA-mallilla voidaan määrittää mm. rantakiinteistöjen käyttäjien rahamääräiset virkistysyhyödyt. Mallissa tehdään oletus, että ranta-asukkaiden vesistöistä koitua virkistysyhyöty on sidottu rantakiinteistöjen virkistyksestä johtuvaan hintaan. Vedenlaadun (klorofylli- tai kokonaisfosforipitoisuus) parantuessa tai heikentyessä vesistön eri virkistyskäyttömuodoille, kuten uinnille, kalastukselle (ei sisällä saaliin arvoa) ja veneilylle, aiheutuu hyötyä tai haittaa. Eri käyttömuodot reagoivat hieman eri tavalla vedenlaadun muutoksiin ja siksi niille on muodostettu erilliset ns. arvofunktiot (arvo vaihtelee välillä 0-1) perustuen käyttäjien haastatteluihin ja kyselytutkimuksiin. Eri virkistyskäyttömuotojen merkitystä rantakiinteistöjen käyttäjille on selvitetty samoissa tutkimuksissa. VIRVA-mallin perusteella lasketut hyödyt yhden rantakiinteistöjen virkistyskäytölle vedenlaatuluokan paranemisesta tyydyttävästä ekologisesta tilasta hyvään ovat olleet 250–2 250 euroa vuodessa. Hyötyjen vaihteluvälit erityyppisillä vesistöillä on esitetty liitteessä 6. VIRVA-mallilla voidaan arvioida myös muille kuin ranta-asukkaille vesistöistä koituvia virkistysyhyötyjä. Nämä hyötyarviot ovat tuottaneet muille kuin ranta-asukkaille noin kymmenen kertaa pienemmät hyödyt rantakiinteistöjen asukkaiden kokemaan virkistyskäyttöarvoon verrattuna. (Hjerppe ym. 2013a)

Kalastukselle aiheutuvan haitan taloudellinen arvo voidaan arvioida kalastomuutosten ja saaliin markkinahintojen perusteella. Muut kalastukselle aiheutuvat haitat saadaan kasvaneiden tuotantokustannusten, mm. välineiden uusimisesta aiheutuvien kustannusten perusteella. Kyseiset menetelmät soveltuvat BAT-poikkeamien ympäristöhaittojen arviointiin, mikäli käytettävissä on riittävän ajantasaista ja

vertailukelpoista aineistoa yksikkökustannuksista. Kalakantojen arvoon liittyviä arvottamistutkimuksia on tehty muutamia Suomessa. Simojoen lohen saalismäärän kaksinkertaistumisen arvoksi saatiin ehdollisen arvottamisen menetelmällä noin 50–56 euroa lohen vapakalastusta harrastavaa ja kautta kohden (Parkkila 2005). Kalataloudellisia haittoja ei kuitenkaan tule tarkastella BAT-poikkeaman käsittelyn yhteydessä toistamiseen, jos ne on jo käsitelty ja kompensoitu muissa lupaprosesseissa.

Mikäli saatavilla ei ole tulostensiirtoon riittävän vertailukelpoisia selvityksiä, voidaan ympäristöhaittakustannuksia rehevöitymisen osalta arvioida laskemalla erilaisten vesikunnostusten kustannuksia vedestä poistettua fosforikiloa kohti. Tähän on ympäristöhallinnossa kehitetty Excel-pohjainen KUTOVA-työkalu (Hjerppe ja Väisänen 2015, ks. myös liite 5 taulukko 2). Fosforin hajakuormituksen vähentämisen kustannus kustannustehokkaimmilla vesiensuojelutoimenpiteillä on keskimäärin noin 50–300 €/P kg (ks. myös Taulukko 1 Hjerppe ym. 2013a). KUTOVA-työkalua ollaan kehittämässä myös tyyppivaikutusten arviointiin.

Vesienhoidon eli käytännössä vesistöalueiden toimenpideohjelmien kustannuksia, suunniteltuja ja toteutuneita, voidaan myös suuntaa-antavasti käyttää arvioitaessa hyötyjä vesistöjen ekologisen tilan muutoksesta. Nämä kustannukset kuvaavat saavutettavaa hyötyä siitä, että vesistöt saavuttavat hyvän ekologisen tilan suunnitellussa aikataulussa. Vesienhoidon täydentävät toimenpiteet ovat niitä toimenpiteitä, jotka perustoimenpiteiden lisäksi tarvitaan toimenpideohjelmissa mainittujen alueiden vesistöjen hyvään tilaan saattamiseksi. Esimerkiksi Vuoksen vesienhoitoalueella täydentävien toimenpiteiden arvioitu vuotuinen kustannus jaksolla 2016–2021 on noin 33,4 miljoonaa euroa vesienhoidon toisella suunnittelukaudella (2016–2021). Kyseinen vesienhoitoalue kattaa noin 58 200 km² maa- aluetta ja 283 kappaletta alle hyvän ekologisen tilan olevaa vesimuodostumaa. Suunnitellut yhteiskunnalliset vuotuis-kustannukset vesimuodostumien hyvään tilaan saattamiseksi ovat siten noin 630 €/km² kokonais-pinta-alasta (maa- ja vesialueet). Vaihteluväli viidellätoista suunnittelun osa-alueella oli 106–1 649 euroa per neliökilometri. Toisella tavalla ilmaistuna suunnitellut yhteiskunnalliset vuotuis-kustannukset olivat noin 134 000 euroa per vesimuodostuma alle hyvän ekologisen tilan (vaihteluväli suunnittelun osa-alueilla 65 400–250 200 euroa per vesimuodostuma alle hyvän tilan; Lehtoranta, julkaisematon).

Liite 6

Virkistyskäyttöhyöty ekologisen tilan muutoksesta rantakiinteistöä kohden vuosittain (VIRVA-malli).

Alue	Järvityyppi/rannikko	Välttävästä hyväksi	Tyydyttävästä hyväksi	Huonosta hyväksi	Hyöty pitoisuusmuutosta kohti
		€/vuosi/rantakiinteistö			
Etelä-Suomi	Runsasravinteiset järvet	2 900	1 500		58–86 €/P µg/l
	Humusjärvet	3 000	1 500		55–86 €/P µg/l
	Kirkasvetiset järvet	4 000	2200		104–176 €/P µg/l
Keski-Suomi	Runsasravinteiset järvet	1 400	1 000		28–57 €/P µg/l
	Humusjärvet	2 000	1 000		36–57 €/P µg/l
	Kirkasvetiset järvet	2 200	1 500		57–120 €/P µg/l
Pohjois-Suomi	Runsasravinteiset järvet	-	-		- €/P µg/l
	Humusjärvet	1 100	600		20–34 €/P µg/l
	Kirkasvetiset järvet	1 400	800		36–64 €/P µg/l
Rannikko	Rannikko	4 300	2 100	6 100	331–525 €/Chl-a µg/l

Taulukko perustuu rantakiinteistöjen virkistyskäyttöhyötyjen arviointiin vesienhoidon toisella suunnittelukaudella, 2016–2021 (Hjerpe 2014). Rantakiinteistön hinta on diskontattu käyttäen 20 v kuoletusaikaa ja 5 % korkoa.

Runsasravinteiset järvet ovat usein sameita. Etelä- ja lounaisrannikon savikkoalueilla ne ovat savisameita.

Humusjärvet ovat ekologisessa järviluokittelussa tyypiltään runsashumuksisia järviä.

Kirkasvetiset järvet ovat ekologisessa järviluokittelussa tyypiltään vähähumuksiset järvet.

Rannikolle on laskettu painotettu keskiarvo koko rannikolta lukuun ottamatta Perämeren pohjukkaa. Tuloksissa Etelä-Suomi painottuu, koska siellä on paljon enemmän rantakiinteistöjä kuin pohjoisempana.

Vaihtelua selittävät erot rantakiinteistöjen hinnoissa ja virkistysarvo-osuudessa (maantieteellinen vaihtelu) sekä arvofunktion muodossa (vesimuodostumatyyppien välinen vaihtelu).

Rakentamattomien rantatonttien hinnan muutos (%), kun vesistöjen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukainen tila vesistössä muuttuu (Artell 2014).

Nykytila	Tavoitetila			
	Huono	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä
Huono	0	36	50	64
Välttävä		0	10	20
Tyydyttävä			0	9
Hyvä				0

Ekologisen luokan muutokset riippuvat järvityypistä. Esim. humusjärvillä hyvä ekologinen tila vastaa tyydyttävää käyttökelpoisuusluokkaa ravinnepitoisuuden suhteen.

Liite 7

Ympäristönsuojelulain 78 §:n mukaisen poikkeuksen kustannusten ja ympäristöhyötyjen arviointi – esimerkkitarkastelu

Tässä esimerkissä sovelletaan luvussa 5 esitettyjä käytäntöjä ympäristönsuojelulain 78 §:n mukaisen BAT-poikkeuksen investointikustannusten ja ympäristökustannusten (eli menetettyjen ympäristöhyötyjen) arviointiin ja esittämiseen poikkeuksen hakemisessa. Esimerkissä kuvataan tältä osin vain keskeisiä tekijöitä ja esitettäviä asioita.

1. Laitoksen perustiedot

Kyseessä on ympäristönsuojelulain mukainen direktiivilaitos (prosessiteollisuus), joka sijaitsee noin 40 000 asukkaan kaupunkitaajamassa sisämaassa Etelä-Suomessa. Laitos purkaa jätevetensä suureen järveen.

Laitos hakee YSL:n 78 §:n mukaista poikkeusta BAT-päätelmien ylärajan mukaisesta tasosta typen oksidien ja hiukkasten ilmapäästöille sekä kokonaisfosfori- ja -typpipäästöille vesiin.

BAT-päätelmien mukaisten päästötasojen saavuttamiseksi vaadittaisiin merkittäviä investointeja sekä ilmapäästöjen että jätevesipäästöjen puhdistustekniikkaan.

2. Ilmapäästöjen tarkastelu

2.1 Kustannukset ilmapäästöjen vähentämiseksi BAT-päätelmien mukaiselle tasolle

Lasketaan ilmapäästöjen vähentämiseksi BAT-tasolle vaadittavan investoinnin kokonaisvuosikustannukset (nykyarvo) kaavalla:

$$TAC = C_0 \left[\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right] + OC$$

TAC = kokonaisvuosikustannukset (nykyarvo)

C₀ = investointikustannukset (perusvuonna)

r = diskonttokorko vuodessa

n = arvioitu investoinnin käyttöaika, n vuotta

OC = kokonaiskäyttö- ja kunnossapitokustannukset

Tarkasteltavassa tapauksessa ilmapäästöjen puhdistinteknologian investointikustannukset perusvuonna (2019) ovat 185 000 €. Investoinnin kokonaiskäyttö- ja kunnossapitokustannuksiksi on arvioitu 188 000 € vuodessa. Investoinnin käyttöajaksi on määritelty 25 vuotta. Lasketaan investoinnin kokonaisvuosikustannusten nykyarvo kolmella eri diskonttokorolla (3 %, 5 % ja 7 %) seuraavasti:

$$TAC = 185 \left[\frac{0,03(1+0,03)^{25}}{(1+0,03)^{25} - 1} \right] + 188 = 199, \text{ korko } 3 \%$$

$$TAC = 185 \left[\frac{0,05(1+0,05)^{25}}{(1+0,05)^{25} - 1} \right] + 188 = 201, \text{ korko } 5 \%$$

$$TAC = 185 \left[\frac{0,07(1+0,07)^{25}}{(1+0,07)^{25} - 1} \right] + 188 = 204, \text{ korko } 7 \%$$

TAC = kokonaisvuosikustannukset (nykyarvo), k€

C0 = investointikustannukset perusvuonna (2019), 185 k€
r = diskonttokorko vuodessa, 5 % sekä +/- 2 %-yksikköä
n = arvioitu investoinnin käyttöaika, 25 vuotta
OC = kokonaiskäyttö- ja kunnossapitokustannukset, 188 k€/a

Ilmapäästöjen vähentämisen BAT-tasolle vaatiman investoinnin kokonaisvuosikustannukseksi (nykyarvo) saadaan 199 000–204 000 €.

2.1 BAT-päätelmien mukaisten ilmapäästötasojen ympäristöhyötyjen arviointi

Arvioidaan haettavan typenoksidien ja hiukkasten päästötason sekä BAT-päätelmien mukaisen päästötason erotuksen vaikutusta ympäristöhyötyihin. BAT-päätelmien mukainen NO_x-päästötaso tarkasteltavalla laitoksella on 300 t NO_x/a. Toiminnanharjoittaja hakee päästötasoksi 700 t NO_x/a. Vastaavasti BAT-päätelmien mukainen hiukkaspäästötaso on 30 t PM/a. Toiminnanharjoittaja hakee päästötasoksi 100 t PM/a. Pienhiukkasten (PM_{2,5}) osuus laitoksen kokonaishiukkaspäästöistä on arvioitu olevan 40 %.

Haettavan typenoksidien ja hiukkasten päästötason sekä BAT-päätelmien mukaisen päästötason erotukseksi saadaan 700-300 = 400 t NO_x/a ja 100-30 = 70 t PM/a. 70 t PM/a vastaa pienhiukkaspäästönä 0,4*70 = 28 t PM_{2,5}/a.

Ympäristökustannukset (€/a) saadaan kertomalla ominaishaittakustannukset (€/päästötonni) päästö määrällä (t/a).

Ilmapäästöjen terveydelliset haittakustannukset (ks. taulukko 2) ovat seuraavat:

3 100–12 000 €/t PM _{2,5} * 28 t =	86 800–336 000 €/a
240–1 000 €/t NO _x * 400 t =	96 000–400 000 €/a
Yht.	182 800–736 000 €/a

Ilmapäästöjen (NO_x) haittakustannuksiksi luonnon monimuotoisuudelle (ks. taulukko 2) voidaan karkeasti arvioida

1 400 €/t NO_x vuodessa *400 t = 560 000 €/a

Ominaishaittakustannukset on määritetty vuoden 2017 hintatasossa ja NEEDS-hankeen tulokset vuoden 2008 hintatasossa. Euroalueen inflaatio jaksolla 2017–2019 on ollut noin 3 % ja 2008–2019 noin 14 %. Siten inflaatiokorjatut terveydelliset haittakustannukset ovat 188 300–758 100 €/a ja luonnon monimuotoisuudelle aiheutuvat haittakustannukset noin 638 400 €/a.

Kustannusten kohtuuttomuuden arviointi (ilmapäästöt)

Edellä esitetyn perusteella tarkasteltujen ilmapäästöjen (erotus haetun ja BAT-päästötason välillä) aiheuttamat ympäristökustannukset arvioidaan selvästi suuremmiksi kuin investoinnin kokonaisvuosikustannukset. Kustannukset ovat samaa suuruusluokkaa kuin terveyshaittojen alarajan (Value of a life year, VOLY) mukainen arvio. Siten investoinnin kustannuksia ei voida pitää kohtuuttomina.

3. Vesipäästöjen tarkastelu

3.1 Kustannukset vesipäästöjen vähentämiseksi BAT-päätelmien mukaiselle tasolle

Tarkasteltavassa tapauksessa jätevesien käsittelyn tehostamisen investointikustannukset perusvuonna (2019) ovat 1 200 000 €. Investoinnin kokonaiskäyttö- ja kunnossapitokustannuksiksi on arvioitu 150 000 € vuodessa. Investoinnin käyttöajaksi on määritelty 20 vuotta. Lasketaan investoinnin kokonaisvuosikustannusten nykyarvo kolmella eri diskonttokorolla (3 %, 5 % ja 7 %) seuraavasti:

$$TAC = 1200 \left[\frac{0,03(1+0,03)^{20}}{(1+0,03)^{20} - 1} \right] + 150 = 231, \text{ korko } 3 \%$$

$$TAC = 1200 \left[\frac{0,05(1+0,05)^{20}}{(1+0,05)^{20} - 1} \right] + 150 = 246, \text{ korko } 5 \%$$

$$TAC = 1200 \left[\frac{0,07(1+0,07)^{20}}{(1+0,07)^{20} - 1} \right] + 150 = 263, \text{ korko } 7 \%$$

TAC = kokonaisvuosikustannukset (nykyarvo), k€
C0 = investointikustannukset perusvuonna (2019), 1 200 k€
r = diskonttokorko vuodessa, 5 % sekä +/- 2 %-yksikköä
n = arvioitu investoinnin käyttöaika, 20 vuotta
OC = kokonaiskäyttö- ja kunnossapitokustannukset, 150 k€/a

Vesipäästöjen vähentämisen BAT-tasolle vaatiman investoinnin kokonaisvuosikustannukseksi (nykyarvo) saadaan 231 000–263 000 €/a.

3.2 BAT-päätelmien mukaisten vesipäästötasojen ympäristöhyötyjen arviointi

Arvioidaan haettavan kokonaisfosfori- ja -typpipäästötason sekä BAT-päätelmien mukaisen päästötason erotuksen vaikutusta ympäristöhyötyihin. BAT-päätelmien (AEL yläraja) mukainen kokonaisfosforipäästötaso tarkasteltavalla laitoksella on 5 000 kg kok-P/a. Vastaavasti BAT-päätelmien mukainen kokonaistypipäästötaso on 120 000 kg kok-N/a. Toiminnanharjoittaja hakee päästötasoksi 7 000 kg kok-P/a ja 150 000 kg kok-N/a, mikä vastaa laitoksen nykyistä kuormitustasoa. Haettavan kokonaisfosfori- ja -typpipäästötason sekä BAT-päätelmien mukaisen päästötason erotukseksi saadaan 7 000 – 5 000 = 2 000 kg kok-P/a ja 150 000 – 120 000 = 30 000 kg kok-N/a.

Vesistövaikutusten arviointi

Järven vertailutiedot (puhdas alue)

- suuri vähähumuksinen järvi (vesipuitedirektiivin mukainen tyypittely), pinta-ala 800 km²
- puhtaalla vertailualueella keskimääräiset pitoisuustasot: kok-P 5 µg/l, kok-N 400 µg/l ja chl-a 2 µg/l
- vertailualueen ekologinen tila erinomainen.

Lähivaikutusalue

- pinta-ala 10 km²
- keskimääräiset pitoisuudet nykykuormituksella (7 000 kg kok-P/a ja 150 000 kg kok-N/a) P 19 µg/l, N 500 µg/l ja chl-a 10 µg/l.
- ekologinen tila on tyydyttävä. Tyydyttävän ekologisen luokan luokittelukriteerit: kok-P (0-2 m, VI-IX) 18–35 µg/l, kok-N 600–900 µg/l, chl-a 7–14 µg/l
- BAT-päätelmien päästötasojen (AEL, yläraja) mukaisen kuormitusvähennyksen vaikutus keskimääräisiin pitoisuuksiin järvestä olisi kok-P - 4 µg/l, kok-N - 30 µg/l ja chl-a - 2 µg/l nykytilaan verrattuna (arvioitu mallintamalla)
- sameustaso nousee keskimäärin 0,1 FTU ja väriarvo 5 mg Pt/l 5 km² laajuisella alueella purkupisteen alapuolella
- kesämökkejä 50
- yleisiä uimarantoja 5, joissa 20 000 käyntikertaa vuodessa.

Kaukovaikutusalue

- pinta-ala 40 km²
- keskimääräiset pitoisuudet nykykuormituksella (7 000 kg kok-P/a ja 150 000 kg kok-N/a) P 16 µg/l, N 450 µg/l ja chl-a 6 µg/l
- ekologinen tila hyvä. Hyvän ekologisen luokan luokittelukriteerit: kok-P (0–2 m, VI-IX) 10–18 µg/l, kok-N 400–600 µg/l, chl-a 4–7 µg/l
- BAT-päätelmien päästötasojen (AEL, yläraja) mukaisen kuormitusvähennyksen vaikutus keskimääräisiin pitoisuuksiin järvestä olisi kok-P - 2 µg/l, kok-N - 20 µg/l ja chl-a - 1 µg/l nykytilaan verrattuna (arvioitu mallintamalla)
- kesämökkejä 200
- yleisiä uimarantoja 15, joissa 30 000 käyntikertaa vuodessa.

Kaksivaiheisen tarkastelun ensimmäinen vaihe

Lähivaikutusalueella BAT-poikkeaman aiheuttama muutos suhteessa ekologisen tilan luokittelukriteerien vaihteluväliin on kok-P-pitoisuuden osalta $4/(35-18) = 0,24$ eli 24 %, kok-N-pitoisuuden osalta $30/(900-600) = 0,10$ eli 10 % ja chl-a-pitoisuuden osalta $2/(14-7) = 0,29$ eli 29 %. Kaikkien muuttujien osalta muutos on sama tai yli 10 %.

Kaukovaikutusalueella BAT-poikkeaman aiheuttama muutos suhteessa ekologisen tilan luokittelukriteerien vaihteluväliin on kok-P-pitoisuuden osalta $2/(18-10) = 0,25$ eli 25 %, kok-N-pitoisuuden osalta $20/(600-400) = 0,10$ eli 10 % ja chl-a-pitoisuuden osalta $1/(7-4) = 0,33$ eli 33 %. kaikkien muuttujien osalta muutos on sama tai yli 10 %.

Jätevesiä vastaanottava vesistö on selvästi rehevyysvaikutusten osalta fosforirajoitteinen, joten BAT-poikkeaman aiheuttaman kokonaistyyppi-kuormituksen ei arvioida aiheuttavan vaikutusalueella ympäristöhaittaa.

Ensimmäisen vaiheen kartoituksen johtopäätöksenä esitetään, että BAT-poikkeaman aiheuttamat muutokset vastaanottavan vesimuodostuman ekologiseen tilaan ovat vähäistä suurempia, joten ympäristöhyödyt tulee arvottaa euromääräisesti.

Jatkotarkastelu, toinen vaihe

Tapa 1: Kunnostuskustannukset ja muut ympäristönsuojelutoimenpiteiden kustannukset

Fosforin hajakuormituksen vähentämisen kustannus kustannustehokkaimmilla vesiensuojelutoimenpiteillä on keskimäärin noin 50–300 €/P kg (Liite 5).

BAT-poikkeaman vaikutus 2000 P kg/a. Vastaavan kuormitusvähennyksen tuottaminen kustannustehokkailla hajakuormituksen toimenpiteillä maksaisi: min = 2 000 P kg * 50 €/P kg = 100 000 €/a, max = 2 000 P kg * 300 €/P kg = 600 000 €/a.

BAT-poikkeamaa vastaavan päästövähennyksen saaminen hajakuormitusta vähentämällä maksaisi 100 000–600 000 €/a. Johtopäätös: Vaihteluväli on suuri ja BAT-kustannukset ovat vaihteluvälin sisällä, joten suositellaan arviomaan hyötyperusteisella tavalla menetettyjä hyötyjä.

Tapa 2: Hyötyjen siirto (rantakiinteistöt ja uintikerrat)

Jos toteutetaan BAT-päästötasot ilman poikkeamaa, kok-P-pitoisuuden muutos lähialueella on 19 → 15 µg/l, → ekologisen tilan muutos tyydyttävästä hyvään, kiinteistöjä 50.

Jos toteutetaan BAT-päästötasot ilman poikkeamaa, kok-P-pitoisuuden muutos kaukoalueella on 16 → 14 µg/l, → ekologinen tila säilyy edelleen hyvänä (ei muutu erinomaiseksi), kiinteistöjä 200.

VIRVA-mallilla arvioituna hyöty yhtä kok-P µg/l muutosta kohden on 104 -176 €/rantakiinteistö/vuosi (Liite 6).

Lähialueen rantakiinteistöjen hyöty: min = 50*104*4 €/a = 20 800 €/a, max = 50*176*4 €/a = 35 200 €/a.

Kaukoalueen rantakiinteistöjen hyöty: min = 200*104*2 €/a = 41 600 €/a, max = 200*176*2 €/a = 70 400 €/a.

Rantakiinteistöjen hyödyksi lähi- ja kaukoalueella saadaan yhteensä 62 400–105 600 €/a.

Nykytilassa lähialueella on 20 000 uimakertaa vuodessa ja kaukoalueella 30 000 uimakertaa vuodessa (6–19 €/käyntikerta, Vesterinen ym. 2010). BAT-päätelmien mukaisessa tilassa uimakertojen määrä kasvaa karkeasti/varovasti arvioiden 5–10 % sekä lähialueella että kaukoalueella (Hjerpe ym. 2013b). Saavutetuksi ympäristöhyödyksi 2 500–5 000 lisäkäynnistä saadaan tällöin 15 000–95 000 € vuodessa.

BAT-päätelmien mukaisen tilan ympäristöhyödyiksi on rantakiinteistöjen ja uintikertojen avulla keskimäärin arvioitu yhteensä noin 77 400–200 600 € vuodessa (vuoden 2011 kuluttajahintaindeksin mukainen arvo). Muutettuna perusvuoteen (2018) vuotuiset kokonaishyödyt ovat 83 221–215 685 €.

Laadullinen arviointi sameuden ja värin muutoksesta

BAT-poikkeaman aiheuttama sameustason ja veden värin lisäyksen (keskimäärin 0,1 FTU ja väriarvo 5 mg Pt/l 5 km² laajuisella alueella purkupisteen alapuolella) arvioidaan lievästi heikentävän kuormitettumman vesialueen virkistyskäytöllistä laatua, mutta sen rahamääräistä arvoa ei pystytty määrittämään.

Kustannusten kohtuuttomuuden arviointi (vesipäästöt)

Edellä esitetyn perusteella vesipäästöjen vähentämiseksi tarvittavan investoinnin kokonaisvuosikustannusten nykyarvo (231 000–263 000 €/a) arvioidaan hieman suuremmaksi kuin menetetty virkistyskäytöllinen ympäristöhyöty (83 000–216 000 €/a). Kun otetaan huomioon myös muut ympäristöhyödyt kuin virkistyskäytölliset hyödyt (sameustason ja veden värin pieneneminen lähivaikutusalueella, alhaisemman rehevyystason hyödyt eliöstölle. Näitä ei kuitenkaan pystytty rahamääräistämään),

ympäristöhyödyt kokonaisuutena ovat samalla tasolla kuin investoinnin kokonaiskustannukset, joten kustannuksia ei voida pitää kohtuuttomina.



ISBN 978-952-11-5128-6 (PDF)

ISBN 978-952-11-5127-9 (nid.)

ISSN 1796-1726 (verkkosivut)

ISSN 1796-1718 (pain.)