

# Kriteereistä selkeyttä uusien hankkeiden ympäristövaikutusten mallintamiseen

Riikka Puntila-Dodd, Niina Kotamäki, Janne Juntunen, Mikko Tolkkinen,  
Harri Kuosa, Riku Varjopuro, Hannu Lauri, Kaisa Vähänen, Fanny Suominen,  
Jussi Airaksinen, Mari Saario, Niko Soininen, Suvi-Tuuli Puharinen ja Antti Belinskij

VALTIONEUVOSTON SELVITYS- JA  
TUTKIMUSTOIMINNAN JULKAISUSARJA 2022:13

[tietokayttoon.fi](https://tietokayttoon.fi)

# Kriteereistä selkeyttä uusien hankkeiden ympäristövaikutusten mallintamiseen

Riikka Puntila-Dodd, Niina Kotamäki, Janne Juntunen,  
Mikko Tolkkinen, Harri Kuosa, Riku Varjopuro, Hannu Lauri,  
Kaisa Vähänen, Fanny Suominen, Jussi Airaksinen, Mari Saario,  
Niko Soininen, Suvi-Tuuli Puharinen ja Antti Belinskij

**Julkaisujen jakelu**

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston  
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-  
arkivet Valto

[julkaisut.valtioneuvosto.fi](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi)

**Julkaisumyynti**

Beställningar av publikationer

**Valtioneuvoston  
verkkokirjakauppa**

Statsrådets  
nätbokhandel

[vnjulkaisumyynti.fi](http://vnjulkaisumyynti.fi)

Valtioneuvoston kanslia

This publication is copyrighted. You may download, display and print it for Your own personal use. Commercial use is prohibited.

ISBN pdf: 978-952-383-221-3

ISSN pdf: 2342-6799

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2022

## Kriteereistä selkeyttä uusien hankkeiden ympäristövaikutusten mallintamiseen VESIMALLIT-hankkeen loppuraportti

### Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:13

**Julkaisija** Valtioneuvoston kanslia

**Tekijä/t** Riikka Puntila-Dodd, Niina Kotamäki, Janne Juntunen, Mikko Tolkkinen, Harri Kuosa, Riku Varjopuro, (SYKE), Hannu Lauri, Kaisa Vähänen, (AFRY) Fanny Suominen, Jussi Airaksinen, Mari Saario (GAIA consulting), Niko Soininen, Suvi-Tuuli Puharinen ja Antti Belinskij (Itä-Suomen yliopisto)

**Kieli** suomi **Sivumäärä** 67

#### Tiivistelmä

Ympäristönsuojelulain mukaisessa ympäristölupaprosessissa erilaisille ympäristövaikutusten ennakkoselvitysmenetelmille on suuri tarve. Vaikutusten arvioinnissa on käytetty monia menetelmiä, ml. mallinnusta, mutta toistaiseksi mallinnukselle ei ole Suomessa ollut laatukriteeristöä. Vesienhoidon ympäristötavoitteiden oikeudellisen sitovuuden myötä vaatimukset arvioida hankkeiden vesistövaikutukset lupaprosessissa riittävän luotettavasti ovat kasvaneet. Hankkeiden vesistövaikutusten arvioiden luotettavuus ja mallinnukseen liittyvät epävarmuudet ovat nousseet esiin näissä prosesseissa. Kriteeristö hyvälle mallinnukselle helpottaa lupaprosessia sekä hakijan että viranomaisen näkökulmasta.

Raportissa käsitellään myös sopeutuvan hallinnan keinoja mallinnukseen ja ennakkoarvioiteihin väistämättä liittyvien epävarmuuksien hallintaan. Koska kaikkia ympäristössä tapahtuvia muutoksia ei voida ennalta tietää tai ottaa mallinnuksissa huomioon, reagoiminen mahdollisiin muutoksiin edellyttää riittävää seurantaa ja mahdollisuuksia sopeuttaa toimintoja. Näitä keinoja pohditaan myös lainsäädännön näkökulmasta.

VESIMALLIT-hankkeen tarkoituksena oli 1) kartoittaa mallien käytön nykytilaa ympäristölupahakemuksissa osana ennakkoarvioiteja, 2) pohtia puutteita mallinnustyökaluissa, 3) tehdä ehdotus mallinnuksen kehittämistarpeisiin luvituksen näkökulmasta sekä 4) luoda kriteerit hyvälle mallinnukselle arvioitaessa uusien hankkeiden vaikutuksia vesi- ja meriympäristöön. Mallinnuksen roolia arvioitiin sekä tieteen että oikeuden kannalta.

**Klausuuli** Tämä julkaisu on toteutettu osana valtioneuvoston selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa. (tietokayttoon.fi) Julkaisun sisällöstä vastaavat tiedon tuottajat, eikä tekstisisältö välttämättä edusta valtioneuvoston näkemystä.

**Asiasanat** tutkimus, tutkimustoiminta, mallit, mallinnus, ympäristölupa, vesienhoito, merenhoito

**ISBN PDF** 978-952-383-221-3

**ISSN PDF** 2342-6799

**Julkaisun osoite** <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-221-3>

## Kriterier ger klarhet för modelleringsprocessen i miljökonsekvensbeskrivningar Slutraport av VESIMALLIT – projekt

### Publikationsserie för statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet 2022:13

**Utgivare** Statsrådets kansli

**Författare** Riikka Punttila-Dodd, Niina Kotamäki, Janne Juntunen, Mikko Tolkkinen, Harri Kuosa, Riku Varjopuro, (SYKE), Hannu Lauri, Kaisa Vähänen, (AFRY) Fanny Suominen, Jussi Airaksinen, Mari Saario (GAIA consulting), Niko Soininen, Suvi-Tuuli Puharinen och Antti Belinskij (Itä-Suomen yliopisto)

**Språk** finska

**Sidantal**

67

#### Referat

När nya projekts påverkan på vattenförekomster bedöms enligt miljöskyddslagen (YSL 527/2014) finns ett växande behov av tillförlitliga metoder. En mängd olika metoder, inklusive modeller, används redan, men hittills saknar metoderna kvalitetskriterier. Eftersom målen för vattenvården är bindande finns det ett kännbart ökande behov av att utvärdera potentiella effekter inom tillståndsprocessen. Särskilt tillförlitligheten hos modeller och projekt och osäkerheten i modelleringsresultat har lyfts fram i tillståndsprocessen. Gemensamma kriterier för modellering förenklar tillståndsprocessen både ur sökandens och myndigheternas synvinkel.

I rapporten diskuterar vi också användningen av adaptiva förvaltningsåtgärder som ett verktyg för modellering och förhandsutvärderingar utan att förbise hanteringen av osäkerhet. Eftersom alla förändringar som sker i miljön inte känns till på förhand eller kan beaktas i modelleringen förutsätts verktyg för att identifiera, reagera på och åtgärda potentiella förändringar i miljön. Dessa verktyg diskuteras också ur lagstiftningssynpunkt.

Syftet med VESIMALLIT-projektet var att 1) granska den nuvarande statusen för modellering i tillståndsprocessen och som en del av förhandsgranskningen, 2) överväga brister i nuvarande modelleringsverktyg, 3) föreslå förbättringar av modelleringsmetoder i tillståndsprocessen och 4) skapa kriterier för god modelleringspraxis för bedömningen av nya projekts konsekvenser för akvatiska och marina miljöer. Både själva modelleringen och modelleringens roll ur ett lagstiftningsperspektiv togs upp.

**Klausul** Den här publikation är en del i genomförandet av statsrådets utrednings- och forskningsplan. (tietokayttoon.fi) De som producerar informationen ansvarar för innehållet i publikationen. Textinnehållet återspeglar inte nödvändigtvis statsrådets ståndpunkt

**Nyckelord** forskning, forskningsverksamhet, modeller, modellering, miljö tillstånd, vattenvård, havsvård

**ISBN PDF** 978-952-383-221-3

**ISSN PDF**

2342-6799

**URN-adress** <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-221-3>

## Criteria to clarify the modelling process in environmental impact assessments VESIMALLIT – Final Report

### Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 2022:13

<b>Publisher</b>	Prime Minister's Office		
<b>Author(s)</b>	Riikka Punttila-Dodd, Niina Kotamäki, Janne Juntunen, Mikko Tolkkinen, Harri Kuosa, Riku Varjopuro, (SYKE), Hannu Lauri, Kaisa Vähänen, (AFRY) Fanny Suominen, Jussi Airaksinen, Mari Saario (GAIA consulting), Niko Soininen, Suvi-Tuuli Puharinen and Antti Belinskij (University of Eastern Finland)		
<b>Language</b>	Finnish	<b>Pages</b>	67

#### Abstract

When the impacts of new installations on water bodies are assessed in accordance with the Environmental Protection Act (YSL 527/2014), there is a growing need for reliable methods. A variety of methods, including models, are already in use, but until now the methods had no quality criteria. Since the aims of Water Resources Management have been considered binding, there has been a significantly increasing need to evaluate potential impacts within the permitting process. In particular, the reliability and uncertainty of modelling results have been discussed in the permitting process. Common criteria for modelling will aid in smoothing complications in the permitting process both from the applicants and from the authorities' point of view.

In the report we also discuss the use of adaptive management measures as a tool to prepare for inherent uncertainties in modelling. Since many changes in the environment cannot be accounted for in the modelling in advance, it is important that there are tools to identify, react to and address potential changes in the environment. These tools are also discussed from a legislative point of view.

The aims of VESIMALLIT-project were to 1) review the current status of modelling in the permitting process, 2) address the shortcomings of current modelling tools, 3) propose improvements to modelling practices in permitting process and 4) create criteria for good modelling practice. The role of modelling was addressed also from the legislative point of view.

<b>Provision</b>	This publication is part of the implementation of the Government Plan for Analysis, Assessment and Research. (tietokayttoon.fi) The content is the responsibility of the producers of the information and does not necessarily represent the view of the Government.		
<b>Keywords</b>	research, research activities, models, modelling, environmental permitting, water resources management, marine environment management		

<b>ISBN PDF</b>	978-952-383-221-3	<b>ISSN PDF</b>	2342-6799
<b>URN address</b>	<a href="https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-221-3">https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-221-3</a>		

# Sisältö

<b>VESIMALLIT-raportin lukijalle</b> .....	8
<b>1 Johdanto</b> .....	9
1.1 Tutkimuksen tarve ja tutkimuskysymykset .....	10
1.2 Hankkeessa tehty työ .....	10
1.3 Raportin pääviestit.....	13
<b>2 Nykytila</b> .....	14
2.1 Mallit ympäristövaikutusten arvioinnissa .....	14
2.2 Erilaiset mallit erilaisiin tarpeisiin .....	16
2.3 Tarve mallinnuksen kriteereille .....	17
2.4 Epävarmuuden hallinta .....	18
2.4.1 Päätöksentekoon liittyvät epävarmuudet.....	18
2.4.2 Mallinnukseen liittyvät epävarmuudet.....	19
2.5 Ympäristövaikutusten arviointi kirjavaa.....	21
2.6 Mallinnuksen oikeudellinen kehys .....	23
2.6.1 Mallinnuksen korostuminen ympäristöoikeudessa .....	23
2.6.2 Hallinto-oikeudellinen virallisperiaate ja luvanhakijan selvitysvelvollisuus.....	25
2.6.3 Selvitysten riittävyys lupalaeissa .....	26
2.7 Sopeutuvan hallinnan keinot ja mallinnus.....	31
2.7.1 Mallinnus osana sopeutuvaa hallintaa .....	31
2.7.2 Sopeutuva hallinta ja ennakoarvioinnit .....	31
2.7.3 Epävarmuuksien hallinnan oikeudelliset keinot .....	32
2.8 Haasteet mallinnuksen käytölle ennakkoselvityksissä .....	34
2.9 Luvitusprosessiin liittyvä työkuorma – nykytilanne .....	35
<b>3 Kehitystarpeet ja kehitysehdotukset</b> .....	39
3.1 Yhtenäisyyttä ympäristövaikutusten arviointiin.....	39
3.2 Hyvän mallinnuksen kriteerit.....	43
3.3 Mallien kehitystarpeet.....	46
3.4 Miten viranomaiskäytäntöjä tulisi kehittää?.....	47
3.5 Sopeutuvan hallinnan keinot käyttöön mallinnuksessa ja mallinnus käyttöön sopeutuvassa hallinnassa .....	48
3.6 Sääntelyn kehittäminen .....	49
3.6.1 Nykyisen sääntelyn kipupisteet .....	49
3.6.2 Sääntelyn kehittämisehdot.....	51
3.7 Ehdotusten vaikutukset lupaprosessin työmäärään .....	56

3.8	Hankkeen ehdotusten vaikutukset.....	60
<b>4</b>	<b>Päätelmät ja suositukset</b> .....	<b>61</b>
4.1	Suosituksia viranomaisille ja suosituksia ja ohjeita luvanhakijoille .....	61
4.2	Suosituksset sääntelyyn.....	61
4.3	Mitä seuraavaksi?.....	62
	<b>Liitteet</b> .....	<b>63</b>
	Liite 1 Esimerkkejä luvituskäytössä olevista malleista .....	63
	Liite 2 Hyvän mallinnuksen kriteerit .....	63
	<b>Lähteet</b> .....	<b>66</b>



## VESIMALLIT-RAPORTIN LUKIJALLE

Uusien hankkeiden vaikutusten arviointi suhteessa vesien- ja merenhoidon tilatavoitteisiin – työkalujen nykytila ja kehittämistarpeet (VESIMALLIT) -hanke toteutettiin Valtioneuvoston kanslian VN TEAS rahoituksella (Hanke VN/23773/2020) 1.2.2021–30.12.2021. Hankkeen ohjausryhmässä olivat Timo Halonen (MMM, pj), Saara Bäck ja Juhani Gustafsson (YM), Mika Honkanen (TEM). Ohjausryhmän kokouksiin ovat osallistuneet edustajat hankeryhmästä eli hankkeen vastuullinen johtaja Riikka Puntila-Dodd (Syke), Mari Saario ja myöhemmin Jussi Airaksinen ja Fanny Suominen (Gaia consulting), Kaisa Vähänen (Afy) ja Antti Belinskij (Itä-Suomen yliopisto). Hankkeen ohjausryhmä kokoontui kuusi kertaa.

VESIMALLIT-hankkeen taustalla on toiminnanharjoittajien ja viranomaisten yhteinen huomio siitä, että mallinnusta käytetään hankkeiden vaikutusarvioinneissa enenevästi, mutta tulosten luotettavuutta ja merkittävyyttä on ollut vaikea arvioida. Lisäksi viimeaikaiset tuomioistuinpäätökset ovat korostaneet ennakoarviointien tärkeyttä ja mallinnukseen kiinteästi liittyvä epävarmuus on noussut niissä merkittävään rooliin. Hanketta on taustoitettu tämän raportin luvussa 1 ja mallinnuksen käyttöä vaikutusarvioinneissa sekä lainsäädännön nykytilannetta luvussa 2.

Hankkeessa keskityttiin luomaan mallinnukselle prosessina yleiset hyvät toimintatavat, hyvän mallinnuksen kriteerit, joita noudattamalla toiminnanharjoittaja voi arvioida mallinnuksen laatua ja viranomaisen varmistua siitä, että mallinnus on tehty asianmukaisella tavalla. Hyvän mallinnuksen kriteerit on esitelty luvussa 3.2. Hankkeessa myös arvioitiin mallinnuksen roolia lainsäädännössä ja tehtiin ehdotuksia sääntelyn kehittämiseksi. Kehitysehdotukset on esitelty luvussa 4 ja niitä on taustoitettu luvussa 3.

Tekijät  
Helmikuu 2022

# 1 Johdanto

Vesien hyvän tilan saavuttaminen ja ylläpito sisävesi- ja meriympäristössä edellyttää vesien tilan seuraamista, tilan arviointia, suojelutoimenpiteiden toteuttamista ja toimintojen vaikutusten arviointia. Osa vaikutusarvioinneista, kuten lupaa edellyttävien uusien hankkeiden ympäristövaikutusten arviointi, on lakisääteisiä. Vaikutusarviointien tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten selvittämistä ja huomioon ottamista sekä kansalaisten ja muiden tahojen tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia.

Kun ympäristönsuojelulain (YSL 527/2014) mukaisessa ympäristölupaprosessissa arvioidaan hankkeiden vesistövaikutuksia, erilaisille selvitysmenetelmille on suuri tarve. Vaikutusten arvioinnissa on käytetty monia menetelmiä, mukaan lukien mallinnusta, mutta tois- taiseksi mallinnukselle ei ole Suomessa laatukriteeristöä. Ennen 2000-lukua lupahakemuks- ten vaikutusarvioinneille ei välttämättä asetettu pitkälle meneviä vaatimuksia, ja luvitet- tavan hankkeen vaikutuksia arvioitiin pääasiassa muiden samankaltaisten hankkeiden veloiteseurannan ja asiantuntija-arvioinnin perusteella.

Viime vuosina tilanne on muuttunut. Vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä anne- tun lain (VMJL 1299/2004) 21 §:ssä tarkoitettujen vesienhoidon ympäristötavoittei- den oikeudellisen sitovuuden myötä vaatimukset arvioida hankkeiden vesistövaikutuk- set lupaprosessissa riittävän luotettavasti ovat merkittävästi kasvaneet. Tällä on ollut vai- kutuksia arvioinnin työkalujen valintaan, arviointitulosten tulkintaan ja lupa- sekä tuo- mioistuinpäätöksiin. Ympäristölupaprosessit myös kestävät pitkään, ja niiden lopputulos voi olla vaikeasti ennakoitava (Attila ym 2020), mikä on ongelma sekä hallinnolle että toiminnanharjoittajille.

Yhteinen kriteeristö käytettäville malleille ja mallinnusprosessille voi helpottaa lupaproses- sia sekä hakijan että viranomaisen näkökulmasta. Mallinnusprosessin nykyistä selkeämpi kuvaus osana ympäristölupaa auttaa selkeyttämään mallituloksiin liittyviä epävarmuuksia ja niiden merkitystä mallinnustuloksiin.

## 1.1 Tutkimuksen tarve ja tutkimuskysymykset

Jotta mallinnus voi vastata päätöksenteon tietotarpeisiin, tarvitaan mallikehitystä, mallien kriteerien tarkempaa määrittelyä ja mallinnustulosten raportoinnin yhtenäistämistä. Lisäksi mallinnuksen rooli vaatii selvennystä oikeuden ja käytäntöjen näkökulmasta. Mallien tehokas ja asianmukainen käyttö vaatii myös keskustelua viranomaisten ja luvanhakijoiden välillä, minkä vuoksi mallinnusmenetelmien käytön koulutus on tarpeellista.

Tämän VESIMALLIT-hankkeen tarkoituksena oli 1) kartoittaa mallien käytön nykytilaa ympäristölupahakemuksissa ja osana ennakoarviointeja, 2) pohtia puutteita nykyisissä mallinnustyökaluissa, 3) tehdä ehdotus mallinnuksen kehittämistarpeisiin luvituksen näkökulmasta sekä 4) luoda kriteerit hyvälle mallinnukselle arvioitaessa uusien hankkeiden vaikutuksia vesi- ja meriympäristöön. Mallinnuksen roolia arvioitiin niin itse mallinnuksen kuin oikeuden kannalta.

## 1.2 Hankkeessa tehty työ

Hankkeessa selvitettiin mallien käytön nykytilaa luvituksessa sekä mallityökalujen saatavuutta eri vesialueille ja eri paineiden vaikutusten mallintamiseen. Hankkeessa tehtiin ehdotus hyvän mallinnuksen kriteereistä ja arvioitiin mallinnuksen roolia oikeuden näkökulmasta. Hankkeessa myös pohdittiin sopeutuvan hallinnan keinoja ja mallinnuksen käyttöä osana sopeutuvaa hallintaa. Lisäksi hankkeessa kartoitettiin mallinnuksen kriteerien vaikutusta luvitukseen liittyvään työtaakkaan. Hankkeessa luodun mallinnuksen kriteeristön toivotaan kirittävän mallikehitystä ja parantavan luvitukseen soveltuvien mallityökalujen saatavuutta.

Hankkeessa tehtiin selvitystyötä ja käytiin keskustelua hanke- ja työkokouksissa. Hanke-ryhmässä oli mukana useita mallinnuksen ja oikeustieteen asiantuntijoita. Sidosryhmäyhteistyötä tehtiin työpajoissa ja kyselyjen avulla.

### Luparatkaisujen analyysi

Vaikutusarviointien nykyistä tasoa kartoitettiin tarkastelemalla sellaisten hankkeiden ympäristölupahakemuksia ja -päätöksiä, joilla on arvioitu olevan vaikutuksia pintavesiin. Työvaiheessa tehtiin systemaattinen otanta ympäristöluparatkaisuihin kolmen vuoden ajalta. Analysoitavaksi valittiin kalankasvatukseen, kaivoksiin ja yhdyskuntajätevedenpuhdistamoihin liittyvät luparatkaisut vuosilta 2018–2020. Näiden toimialojen päästöihin liittyy erilaisia vesistöpaineita ja kultakin toimialalta on saatavilla kohtuullisen runsaasti keskenään vertailukelpoisia ratkaisuja. Aineisto luokiteltiin aluehallintoviraston päätöksestä saatavien tietojen perusteella, eikä muutoksenhakuvaiheen ratkaisuja tarkasteltu erikseen.

Kalankasvatuksesta aiheutuviksi vesistöpaineksi tunnistettiin ravinteet ja biologinen hapenkulutus. Aineistosta yksilöitiin laitostyyppi, tuotantosuunta, sijainti merialueella tai sisävesistöissä sekä haettu ja myönnetty lisäkasvua. Aineistoon sisältyi 24 luparatkaisua.

Kaivoksilta aiheutuviksi vesistöpaineksi tunnistettiin ravinteet, sulfaatit ja kloridit, haitalliset aineet, hapenkulutus, kiintoaine, happamoituminen ja lämpökuorma. Aineistoon sisällytettiin ne lupapäätökset, joiden perusteluissa viitattiin vesistön tilaluokitukseen. Aineistosta yksilöitiin hakemuksen tyyppi ja sen yhteydessä tunnistetut vesistöpainet. Aineistoon sisältyi 17 luparatkaisua.

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoista aiheuvat vesistöpainet ovat ravinteet ja biologinen hapenkulutus. Aineistosta yksilöitiin laitosten kokoluokka, hakemuksen tyyppi, purkupaikan kohdevesimuodostuman tilaluokka, hankkeelle määrätty puhdistusteho ja jäännöspitoisuuksia koskevat lupaehdot sekä tieto mahdollisista kiristyneistä lupaehdoista aiempaan lupaan verrattuna. Aineistoon sisältyi 31 luparatkaisua.

Aineiston luokittelukriteerit luotiin kullekin toimialalle erikseen. Jokaisesta ratkaisusta tarkasteltiin, onko niissä tehty vesistömallinnuksia ja millaisia menetelmiä siihen on käytetty. Lupahakemuksista ja -päätöksistä poimittiin tietoja liittyen vaikutusarvioinnissa tehtyihin laskelmiin ja mallinnuksiin sekä arvioihin hankkeen vaikutuksista vesimuodostumien tilaan. Lisäksi hankkeista arvioitiin ennakkoselvitysten tasoa vahvuuksineen ja heikkouksineen. Esitettyjen tietojen riittävyttä hankkeen vaikutusten selvittämiseen pohdittiin asiantuntijoiden avulla.

### **Mallinnuksen kriteerien määrittely**

Hankkeen asiantuntijat määrittivät kirjallisuuden perusteella yleiset periaatteet ja kriteerit ennakkoselvityksissä käytettävälle mallinnukselle. Mallien käyttö on riippuvaista tapauskohtaisesta kontekstista, minkä vuoksi yksittäisille malleille ei voida asettaa tarkkoja kriteerejä. Osa hyvän mallinnuksen kriteereistä, kuten tulosten epävarmuuden arviointi, asettaa rajoitteita malleille. Nykyisin Suomessa käytössä olevia malleja ja niiden ominaisuuksia esitellään esimerkin omaisesti raportin liitteessä 1.

Hyvän mallinnuksen kriteeristöä ja mallien roolista osana ympäristövaikutusten arviointia tuotettiin yksinkertaiset prosessikuvaukset. Hankkeessa tehtiin myös yhteenveto muualla maailmassa käytössä olevista ennakkoselvityksiin liittyvistä käytännöistä ja kriteereistä sekä käytössä olevista mallityökaluista.

## Mallien merkitys ympäristöoikeuden näkökulmasta

Hankkeen oikeudellisessa osiossa tarkasteltiin, minkälaisia selvityksiä lupanhakijan tulee liittää lupahakemukseen hankkeen vesistövaikutuksista. Tarkastelu pohjautui lainsäädäntöön, sen valmistelutöihin, oikeuskäytäntöön ja oikeuskirjallisuuteen. Osiossa käsiteltiin seuraavia kysymyksiä:

1. Miksi ympäristöselvitysten ja -mallinnuksen rooli on korostunut lupamenettelyissä?
2. Miten ympäristötiedon tuottamisvastuut jakautuvat lupanhakijan ja viranomaisten välillä?
3. Millaista ympäristötiedon epävarmuutta lupaharkinnassa voidaan sietää?
4. Kenen vahingoksi tietopohjan epävarmuudet tulkitaan?

Oikeudellisessa osiossa pohdittiin myös, miten sääntelyä voidaan kehittää siten, että hyvän mallinnuksen kriteerit selventyisivät.

## Mallit osana sopeutuvaa hallintaa

Mallien käyttöä osana sopeutuvaa hallintaa pohdittiin hankkeessa sekä käytännön että oikeuden näkökulmasta. Sopeutuvassa hallinnassa on kyse erityisesti lupapäätöksiin ja myös mallinnukseen sisältyvien epävarmuuksien hallinnasta. Sopeutuvan hallinnan työkaluja sisällytettiin hankkeenkehittämisehdotuksiin.

## Sidosryhmätyöpajat

Hankkeen vaikuttavuuden lisäämiseksi ehdotukset mallinnuksen kriteeristöiksi ja mallinnuksen käytön selkeyttämiseksi valmisteltiin yhteistyössä sidosryhmien kanssa työpajoissa. Työpajoissa avattiin keskustelua lupanhakijoiden ja viranomaisten välillä ja kartoitettiin mallinnuksen kriteerien vaikutusta lupaprosessin kustannuksiin.

Hanke järjesti kaksi sidosryhmätyöpajaa kesäkuussa 2021. Työpajat pidettiin Teams-yhteydellä ja osallistujat dokumentoivat työskentelyään Howspace-alustalla. Molempiin työpajoihin kutsuttiin samat osallistujat. Kummassakin työpajassa oli 30 osallistujaa. Kutsut lähetettiin aluehallintovirastoille, ELY-keskuksille, mallinnuksia laativille yrityksille ja tutkimuslaitoksille, ympäristölupakonsulteille ja sellaisille toimialajärjestöille, joiden jäsenyritykset laativat mallinnuksia. Ensimmäisessä työpajassa viranomaisten osuus oli noin 40 % osallistujista ja jälkimmäisessä 50 % (mukaan luettuna SYKE:n edustajat).

Ensimmäisessä työpajassa pidettiin ensin alustus hankkeen tavoitteista. Tämän jälkeen osallistujat jaettiin pienryhmiin, jotka vuorollaan pohtivat mallinnuksiin liittyviä haasteita lupanhakijan, luvittajan ja valvontaviranomaisen näkökulmasta. Sidosryhmiä kuultiin

myös lupaprosessiin liittyvistä kustannuksista. Tämän jälkeen esille tulleista näkökohdista tehtiin yhteenvetoja.

Toisessa työpajassa käytiin ensin läpi ensimmäisessä työpajassa esille nostettuja haasteita ja keskusteltiin niiden ratkaisuista. Tämän jälkeen pohdittiin mallinnuksen roolia vaikutusten arvioinnissa.

### Kysely luvituksen liittyvästä työmäärästä

Sidosryhmiä pyydettiin vastaamaan kyselyyn työajasta liittyen ennakkoselvityksiin ja kriteerien selkeyttämään tilanteeseen. Kysely lähetettiin sidosryhmätyöpajoihin osallistuneille joulukuussa 2021. Kyselyn ensimmäiset kaksi kysymystä olivat suunnattu toiminnanharjoittajille ja konsulteille, kysymykset 3–4 viranomaisille ja viimeiset kysymykset 5–7 kaikille. Kyselyn jaettuihin osioihin vastasi kumpaankin viisi henkilöä ja viimeisiin kaikille suunnattuihin kysymyksiin saatiin kahdeksan vastausta.

## 1.3 Raportin pääviestit

Tässä raportissa esitetään yleiset suuntaviivat mallinnuksen kehittämiseen ympäristöllisiä lupamenettelyjä varten. Keskeistä on, että mallinnus tausta-aineistoineen ja rajoitteineen kuvataan lupahakemuksessa selkeästi. Mallinnuksen perusteella viranomaisen tulee pystyä varmistumaan hankkeen vesistövaikutusten arvioinnin riittävydestä lainsäädännössä edellytetyllä tavalla.

Raporttiin sisältyy kriteeristö hyvälle mallinnukselle. Tämän kriteeristön perusteella voidaan arvioida, mitä tietoja malleista tulee esittää ja miten mallituloksista tulee raportoida lupahakemuksessa. Jotta viranomaiset voivat arvioida mallinnuksen luotettavuutta, lupahakemuksessa tulee esittää läpinäkyvästi mallien perus- ja taustatietojen lisäksi erityyppisten ennusteiden epävarmuudet. Hyvän mallinnuksen kriteerit selventävät sekä lupahakijalle että viranomaiselle, minkälaiset mallinnusmenetelmät täyttävät lainsäädännön mukaiset selvitysvaatimukset.

Ennakkoselvityksissä väistämättä sisältyviin epävarmuuksiin voidaan varautua oikea-aikaisen ja riittävän seurannan sekä sopeutuvan hallinnan keinoilla. Raportissa on ehdotuksia näiden toimenpiteiden käytöstä ympäristölupaehdoissa.

Mallinnuksen suuntaviivojen vahvistamiseksi ja siihen liittyvien epävarmuuksien hallitsemiseksi voidaan tehdä tarkistuksia lainsäädäntöön. Raportti sisältää vaihtoehtoja sääntelyn kehittämiseksi.

## 2 Nykytila

### 2.1 Mallit ympäristövaikutusten arvioinnissa

#### ***Mallinnussanastoa***

***Mallinnus*** on yksittäistä mallia laajempi käsite. ***Mallinnus*** on prosessi, jossa valitaan tarkasteltavan tilanteen ratkaisemiseksi soveltuva malli, käytetään sitä ja raportoidaan tulokset ja tehdyt havainnot.

***Malli*** on matemaattinen kuvaus jostain tapahtuvasta prosessista tai usean osa-prosessin kytkennöistä. Malli on päätöksenteon apuväline, työkalu, jonka avulla voidaan numeerisesti simuloida mm. eri toteutusvaihtoehtojen vaikutusta vesistöön.

***Konseptuaalinen malli*** kuvaa prosessit ja kytkennät lähinnä käsitteellisellä tasolla ja usein graafisesti.

***Prosessipohjainen (eli mekanistinen) malli*** perustuu tunnettuihin luonnontieteen lainalaisuuksiin ja teorioihin.

***Tilastollinen malli*** kuvaa havaintoaineiston muuttujien välisiä riippuvuussuhteita ja etsii säännönmukaisuuksia havaintoaineistosta (korrelaatiot, trendit). Tilastolliset mallit perustuvat todennäköisyyksiin, joten ne tuottavat epävarmuusarvion (esim. tuloksen vaihteluväli) suoraan.

***Hybridimallinnus*** yhdistää erityyppisiä malleja esimerkiksi siten, että prosessipohjaisen mallin parametripävarmuus voidaan kuvata tilastollisen jakauman avulla.

***Dataperustainen malli*** (esim. koneoppiminen) käyttää usein suuria data-aineistoja, joiden pohjalta voidaan tehdä johtopäätöksiä aineiston rakenteesta ja muuttujien yhteyksistä. Toisin kuin tilastollisessa mallinnuksessa, dataperusteisissa malleissa ei ole ennakko-oletuksia, vaan "datan annetaan puhua".

**Dynaaminen malli** on ajasta riippuvainen: seuraavan aika-askelen tilan arvo riippuu edellisen aika-askelen tilasta. Prosessipohjaiset mallit ovat usein dynaamisia. Myös tilastolliset mallit voivat olla dynaamisia.

**Parametri** on mallissa oleva tekijä, joka kuvaa systeemin tai systeemin osan jotakin ominaisuutta. Parametri voi olla tulkittavissa kiinteäksi kuten gravitaatiovakion arvo tai vapaaksi, jolloin sen arvoa voi muuttaa. Parametrejä ovat esimerkiksi virtausmallinnuksessa erilaiset kertoimet tai tilastollisissa mallissa muuttujan keskiarvo tai varianssi.

**Verifiointi** tarkoittaa mallirakenteen toimivuuden varmistamista, eli että malli tekee, mitä sen on tarkoitus tehdä, ja toistaa systeemin dynamiikan loogisesti. Mallin verifiointi tehdään ennen kalibrointia ja validointia.

**Kalibrointi** tarkoittaa mallin sovittamista paikallisiin olosuhteisiin. Kalibroinnissa mallin vapaita parametreja säädetään siten, että mallin tuottamat tulokset vastaavat mahdollisimman hyvin tarkastelupaikalta mitattuja arvoja.

**Validointi** on mallin testaamista riippumattomissa olosuhteissa tai uudella datalla. Validoinnin avulla pyritään varmistamaan mallin toimivuus, käyttökelpoisuus ja riittävä tarkkuus.

**Herkkyyshanalyysin** avulla arvioidaan, miten herkkä mallin tulos (ja sen epävarmuus) on muuttuville lähtötiedoille ja/tai osalle parametriarvoista. Herkkyystarkastelun avulla voidaan tunnistaa ne mallin osiot, jotka tulisi arvioida suuremmalla tarkkuudella.

Mallilla tarkoitetaan jonkin systeemin toiminnan matemaattista kuvausta. Luonto on monimutkainen kokonaisuus, jonka yksityiskohtainen mallintaminen kokonaisuutena on usein mahdotonta. Ympäristöä/luontoa mallintaessa tarvitaan siis yksinkertaistusta todellisesta ilmiöstä. Mallin tavoitteena on kuvata systeemin käyttäytyminen riittävällä tarkkuudella jonkin tavoitteen suhteen, jolloin systeemin käyttäytymistä voidaan arvioida reaalisysteemin sijaan laskennallisesti. Osa mallinussuomenetelmistä mahdollistaa myös skenaariotarkastelut nykyhetken sijaan useilla vaihtoehtoisille tilanteille. Kun kyseessä on toiminnan vesistövaikutusten arviointi, on vesistöä kuvaavan mallin käyttö usein ainut tapa arvioida ympäristövaikutuksia etukäteen sekä vertailla hankkeiden erilaisia toteutusvaihtoehtoja.



Mallinnuksen tarkoitus on vähentää toiminnan vaikutuksiin ja siten myös päätöksenteon seurauksiin liittyviä riskejä tuottamalla numeerinen arvio mallinnettavien ympäristövaikutusten suuruudesta. Arviot voivat liittyä esimerkiksi siihen, mikä on suunnitellun laitoksen sijaintipaikan ja tuotannon määrän suhde sen ympäristövaikutusten merkittävyyteen tai mikä on laitoksen päästön vaikutusalue eri ympäristöolosuhteissa.

Vesistövaikutusten arvioinnissa yhdistettyjä virtaus- ja vedenlaatumalleja on käytetty Suomessa jo 90-luvulta lähtien. Vesistöjen mallinnus onkin tätä nykyä tasolla, jossa vähintään virtaamat ja yksittäisen päästön leviäminen on mahdollista laskea varsin luotettavasti sekä sisävesistöissä että rannikkoalueilla. Ympäristömallinnus on kuitenkin kehittyvä ala, ja saatavilla olevat ohjelmistot ja käytettävissä oleva laskentateho paranevat jatkuvasti. Mallinnusmenetelmien kehittyessä myös erilaisten ekosysteemien tilaa ja toimintaa kuvaavien mallien käyttö muun muassa meren- ja vesienhoidossa on yleistymässä.

Suomessa malleja on käytetty ympäristövaikutusten arvioinnin tukena ja niitä tarvitaan myös merialuesuunnittelussa sekä erilaisten suojelualueiden ja toimintojen yhteen sovittamisessa. Ympäristöluvituksessa mallien avulla voidaan arvioida yksittäisen hankkeen ja sen toteutusvaihtoehtojen vaikutuksia ja ympäristön tilaan liittyviä syy-seuraussuhteita. Lisäksi mallinnusta voidaan käyttää osana jälkivalvontaa.

## 2.2 Erilaiset mallit erilaisiin tarpeisiin

Mallin valinta riippuu suunnitellusta hankkeesta ja siitä aiheutuvista ympäristöpaineista. Valitun mallin tulee soveltua kyseessä olevaan systeemiin ja pystyä mallintamaan tarpeen mukaan tiettyä painetta ja sen vaikutuksia. Myös mallin monimutkaisuus pitää määrittellä tilanteen mukaan: liian monimutkaisen ja tarkan mallin käyttö voi heikentää mallinnettujen tulosten ymmärrettävyyttä ja lisätä epävarmuuksia, mutta liian yksinkertainen ja helposti ymmärrettävä malli ei välttämättä riitä kuvamaan kohteen käyttäytymistä riittävän hyvin.

Nykyisin esimerkiksi haitta-aineiden kulkeutuminen pystytään laskemaan mallinnuksessa kohtalaisen tarkasti, jos päästölähteet ja niistä tuleva kuormitus ovat tiedossa riittävällä tarkkuudella. Tiedonhankinta haitta-aineiden vaikutuksesta eliöstöön on kuitenkin vielä painottunut kokeelliseen tutkimukseen ja mallinnustyökalujen saatavuus tähän tarkoitukseen on rajallista. Ekosysteemivaikutusten arviointia haittaa usein se, että vaikka haitallisten aineiden leviäminen ja käyttäytyminen vesiympäristössä olisi hyvin tiedossa, tiedon hyödyntäminen mallinnuksessa on vaikeaa, koska keskeisiä mittaus- tai luontokartoitustietoja ei aina ole saatavilla.

Rehevöitymisen vaikutuksiin liittyvien mallityökalujen tilanne on vastaava. Virtausten ja ravinnepäästöjen leviämisen laskentaan ja niiden vaikutusten arviointiin klorofyllin tai kasviplanktonin osalta on olemassa työkaluja (esim. FICOS, Lignell ym. 2018). Ekosysteemi-mallit, joilla voidaan arvioida ravinnepäästöjen vaikutuksia koko ekosysteemiin, ovat kuitenkin edelleen pääosin tutkimusvaiheessa. Usein ekosysteemimallit ovat lisäksi paikallisia ja kuvaavat vain yhtä havaintoaluetta, varsinkin jos niiden toimintaa ei ole kytketty virtausmalliin. Erityisesti sisävesillä ekosysteemimalleja on käytettävissä vähän tai ei ollenkaan. Yksittäinen malli ei useinkaan anna ennusteita kaikista luvitusta varten tarvittavista vaikutuksista. Siten vaikutusten arviointiin voidaan tarvita malliyhdistelmiä (esimerkiksi valuma-aluemalli, virtausmalli, ravintoverkkomalli jne.) ja myös erityyppisiä malleja, kuten prosessipohjaisia ja dataan perustuvia malleja. Prosessipohjaiset, dynaamiset mallit pyrkivät kuvaamaan prosessin tai koko ekosysteemin tärkeimmät prosessit, usein yksinkertaistusti, mahdollistaen eri skenaarioiden vertailun. Dataan perustuvat mallit pystyvät kuvaamaan vain ne ilmiöt ja prosessit, joista niillä on dataa. Toisin sanoen dataan perustuvat mallit tarvitsevat runsaasti mittaustietoja, kun taas prosessipohjaiset mallit saa useinkin validoitua vähäisemmälläkin mittausmäärällä.

Dataperusteiset mallit voidaan jakaa vielä tilastollisiin ja puhtaasti dataan perustuviin malleihin. Tilastollisen ja dataperusteisen lähestymistapojen ero on siinä, ettei puhtaasti dataan perustuva lähestymistapa tarvitse oletuksia toimintansa tueksi toisin kuin tilastollisen lähestymistapa.

Kaikilla menetelmillä on omat vahvuutensa ja käyttötarkoituksensa, mutta niitä käytetään usein myös yhdessä (ns. hybridimallinnus). Eri mallien ominaisuuksia ja käytettävyyttä arvioidaan parhaillaan Malliopas-hankkeessa (2021–2022), johon osallistuu tutkijoita SYKEstä ja GTKsta sekä konsultteja.

Jotta malleja voidaan käyttää, ne pitää kalibroida kohdeympäristöön ja testata niistä saatavien tulosten todenmukaisuus (validaatio). Lisäksi tarvitaan käsitys mallin antamiin tuloksiin liittyvistä epävarmuuksista. Tämä pohjatyö voi viedä jopa vuosia, mikä on yksi syy siihen, että kaikkiin ympäristöihin tai arviointitarpeisiin ei vielä ole soveltuvia mallityökaluja. Puutteet mallityökalujen saatavuudessa rajoittavat usein mallien käyttöä lupahakemusten ennakkoselvityksissä. Ennakkoselvityksiä on voitava tehdä myös ilman malleja, mutta käytettäville menetelmille pitää olla minimikriteerit.

## 2.3 Tarve mallinnuksen kriteereille

Vesistömallinnusten ja hankkeiden vesistövaikutusten arvioiden luotettavuus ovat nousseet esiin erilaisissa ympäristön käyttöön liittyvissä lupaprosesseissa. Epävarmuudet ovat yleensä liittyneet mallinnuksen menetelmällisiin lähtökohtiin, tuloksiin

tai tulosten tulkintaan. Keskeisenä kysymyksenä on ollut, miten voimakkaasti ja millä todennäköisyydellä luvittava hanke vaikuttaa vesimuodostuman tilaluokkaan tai sen yksittäisiin laatutekijöihin.

Peruseriaatteina ovat, että mallien tulee olla i) uskottavia, eli niiden tieteellinen perusta tulee olla varmistettu, ii) relevantteja, eli niiden tulee soveltua päätöksenteon tarpeisiin, sekä iii) legitimejä, eli eri osapuolten hyväksymiä ja puolueettomia (Cash et al., 2003; White et al., 2010). Mallitulosten uskottavuuden varmistamiseksi pitää olla käsitys myös mallin tuottamien ennusteiden epävarmuudesta.

Näiden hyvän mallinnuksen periaatteiden toteutumisen varmistamiseksi mallinnuksen käytölle luvituksessa on syytä luoda yhteiset kriteerit. Tämä mahdollistaa osaltaan mallien nykyistä laajemman käytön luvituksen tukena.

## 2.4 Epävarmuuden hallinta

### 2.4.1 Päätöksentekoon liittyvät epävarmuudet

Lupamenettelyssä arvioidaan hankkeen vaikutusta ympäristöön. Ympäristövaikutukset muodostuvat kolmesta elementistä: vaikutuslähteestä (tekijästä), vaikutusreitistä ja vaikutuksen kohteesta. Vaikutuslähde on fyysikaalinen tai kemiallinen tekijä, esimerkiksi ravinnepäästö. Tämä tekijä voi vaikuttaa eri reittejä (esimerkiksi sekä ilman että veden kautta) ja useaan kohteeseen (esimerkiksi suoraan vesistöön ja välillisesti eliöihin).

Ympäristövaikutus tarkoittaa muutosta kohteessa, esimerkiksi kohdevesistön ravinnetaso kasvaa, millä voi edelleen olla vaikutuksia vesiekosysteemin muihin fyysikaalis-kemiallisiin tekijöihin ja eliöihin. Ympäristölupahakemuksen ennakkoselvityksessä tulee pystyä tunnistamaan ympäristövaikutusten elementit ja määrittelemään vaikutusalue.

Ympäristövaikutusten arviointiin päätöksentekoa varten liittyy merkittäviä epävarmuuksia. Vaikka usein onkin selvää, miten vaikutuslähde vaikuttaa kohteeseen, ei vaikutuksen suuruus ole useinkaan helposti arvioitavissa. Ympäristömallien olemassaolon tarkoitus onkin pyrkiä vähentämään päätöksentekoon liittyvää epävarmuutta antamalla numeerinen arvio vaikutuksen suuruudelle. Myös mallinnukseen liittyy epävarmuutta, mutta mallien käyttöä puoltaa se, että mallinnuksen tuloksiin liittyvien epävarmuuksien suuruus on pienempi tai paremmin arvioitavissa, kuin tapauksessa missä mallintamista ei tehdä. Mallinnukseen liittyviä epävarmuuksia tarkastellaan tarkemmin seuraavassa luvussa.

Hankkeen kaikkien ympäristövaikutusten arviointi ennalta on haastavaa ja sisältää tyypillisesti paljon yleisiä mallinnuksesta johtumattomia epävarmuuksia. Epävarmuudet voivat

liittyä esimerkiksi hankkeen arvioituihin ympäristöpaineisiin tai vesimuodostuman tilan kehittymiseen tulevaisuudessa hankkeesta riippumatta. Mallien käytöllä pyritään vähentämään näitä epävarmuuksia. Epävarmuuksien hallintaan tarvitaan em. asioista johtuen myös ympäristövaikutusten oikea-aikaista seuranta ja mahdollisuuksia sopeuttaa sääntelyä ja lupia seurannan ja mahdollisesti päivitettyjen mallien tuottamiin tuloksiin.

### **Riski, epävarmuus ja todennäköisyys**

**Riskillä** tarkoitetaan tunnettua epävarmuutta siten, että tapahtumaan liittyvä todennäköisyysjakauma on tiedossa.

**Epävarmuudella** tarkoitetaan tuntemattomia epävarmuuksia, eli tapahtumaan liittyvä todennäköisyysjakauma ei ole tiedossa. Voidaan ilmaista luottamusväleillä tms.

**Todennäköisyys** on ilmiön tapahtumisen yleisyys. Klassinen todennäköisyys määritellään tapahtumaan liittyvien suotuisien tapauksien lukumäärän suhteena kaikkien mahdollisten tapauksien lukumäärään, mikäli tapahtumat ovat yhtä yleisiä.

## **2.4.2 Mallinnukseen liittyvät epävarmuudet**

Arviointi- ja lupa-asioissa mallien soveltamisen päätarkoitus on vähentää päätöksentekoon liittyvää epävarmuutta tuomalla kvantitatiivista tietoa päätöksenteon pohjaksi. Mallinnus ei siis poista epävarmuuksia, sillä myös mallinnukseen sisältyy aina omat epävarmuutensa. Mallinnus on menetelmä, jota oikein sovellettaessa päätöksentekoon sisältyviä epävarmuuksia on mahdollista vähentää.

Mallien epävarmuuksien lähteet liittyvät suoraan mallinnuksessa käytettäviin lähtötietoihin ja mallinnusmenetelmiin. Mallinnuksen epävarmuudet aiheutuvat mallinnettavan systeemin rajauksesta, mallin rakenteesta, syöttötietojen laadusta, parametriarvojen valinnasta, numeerisista approksimaatioista sekä erilaisista oletuksista, joita mallinnuksessa on väistämättä tehtävä. Mallinnus on aina kompromissien tekemistä käytännöllisyyden ja asetetun mallinustavoitteen välillä eikä epävarmuudesta voida päästä täysin eroon.

Eri mallityypeistä ehkäpä eniten mahdollisia epävarmuuden lähteitä sisältyy dynaamisten prosessipohjaisten simulointimallien soveltamiseen. Kyseisessä mallityypissä yhdistetään kohdealueelta mitattua tietoa, tieteellisellä menetelmällä toteutetuissa tutkimuksissa

todettuja yleisiä säännönmukaisuuksia ja yleisiä fysiikan lainalaisuuksia. Lopputuloksena saadaan vain yhtä tietolähdettä tai menetelmää tarkempi tieto tarkasteltavan muutoksen vaikutuksesta koko systeemissä. Dynaamiset mallit ovat parhaimmillaan eri skenaarioiden vertailussa tai syy-seuraussuhteiden kartoittamisessa.

Periaatteessa ja usein myös käytännössä useiden tietolähteiden ja prosessitietämyksen yhdistäminen yhteen mallin vähentää epävarmuuksia. Prosessipohjaisen mallin tuloksiin voi päätyä kuitenkin epävarmuuksia useista lähteistä, esimerkiksi reunaehdoista, mallissa käytettävistä säätiedoista, mallin aluerajauksesta, mallinnettävien prosessien rajauksesta, mallin laskentamenetelmän valinnasta, mallin spatiaalisesta tarkkuudesta ja mallin parametrien valinnasta. Millainen ja miten suuri vaikutus näillä epävarmuuksilla on mallin tuotamiin tuloksiin saattaa jäädä epäselväksi.

Mallinnukseen liittyviä epävarmuuksia voi arvioida epävarmuusanalyysin avulla, jossa johonkin tiettyyn mallisovellukseen tai sovellustyyppiin liittyvät epävarmuudet tunnistetaan ja luokitellaan (Refsgaard et al., 2007; Warmink et al., 2010). Osalle tunnistetuista epävarmuuksista on mahdollista antaa numeerinen arvo tai arvio suuruusluokasta eri menetelmiä käyttäen. Tällaisia menetelmiä ovat vähän laskenta-aikaa vaativien mallien tapauksessa esim. Monte Carlo-analyysi ja herkkyysanalyysi. Paljon laskenta-aikaa vaativien prosessipohjaisten mallien epävarmuuksien suuruuden arvioinnissa voidaan käyttää asiantuntija-arvioita, herkkyysanalyysiä, tai jopa useampaa eri mallia (Uusitalo et al., 2015).

Mallinnuksessa epävarmuuksien olemassaolon huomioiminen mallinnusprosessin alusta lähtien edistää mallin epävarmuuksien tunnistamista ja niiden vähentämistä. Tässä raportissa esitetyn hyvän mallinnustavan yksi keskeisistä päämääristä on tunnistaa ja vähentää mallinnukseen liittyviä epävarmuuksia. Ympäristömallien osalta yksi parhaista menetelmistä mallin epävarmuuksien vähentämisessä on käyttää riittävän tarkkoja lähtötietoja sekä varmistaa mallin toimivuus vertaamalla mallituloksia mitattuihin arvoihin. Molemmissa tavoissa tarvitaan mittausdataa. Tästä johtuen on hyvä varmistaa jo ennen mallinnusprojektin aloittamista, että mallinnukseen on käytettävissä määrällisesti riittävät ja riittävän tarkat lähtötiedot.

Mallin tuloksiin jää joka tapauksessa aina epävarmuutta. Viimeisin vaihe mallinnukseen liittyvien epävarmuuksien käsittelyssä onkin se, miten löydetyt mallin epävarmuudet ja niiden tason saa kommunikoitua riittävän selkeästi mallin tuloksia käyttäville tahoille (Wardekker et al., 2008; EFSA (European Food Safety Authority) et al., 2019).

Suomessa ei ole päätöksenteon tukena oleville malleille yleisiä laatuksiteerejä, mikä vaikeuttaa mallien valintaa ja niiden tulosten tulkintaa. TOIMI-hankkeessa mallityökaluja tarkasteltiin vesien- ja merenhoidon näkökulmasta (Tattari & Puustinen, 2017), mutta lupamenettelyä varten vastaavaa tarkastelua ei ole tehty.

Lupaprosesseissa mallien odotetaan antavat riittävän tarkkoja arvioita hankkeen aiheuttaman kuormituksen vesistövaikutuksista. Mallinnuksen tulosten epävarmuus tai puutteellinen käsitys mallinnuksen epävarmuuksien tasosta voi vaikuttaa lupaehtoihin tai jopa luvan myöntämiseen (Paloniitty & Kotamäki, 2020, 2021).

## 2.5 Ympäristövaikutusten arviointi kirjavaa

Hankkeen mallinnusasiantuntijat kävivät läpi kerättyjä ympäristölupia ja tarkastelivat, miten pintavesiin liittyviä ympäristövaikutuksia on käsitelty lupahakemuksista ja -päätöksissä (ks aineistosta raportin luku 1.2).

Ympäristövaikutuksia oli arvioitu tarkastelluissa lupamenettelyissä hyvin vaihtelevasti. Yhdeksässä tapauksessa oli käytetty mallinnusta, suurimmassa osassa malliyhdistelmiä. Suurin osa arvioista oli kuitenkin tehty sanallisesti ja monista puuttui arvio veden virtauksista ja sitä myöten hankkeen todellisesta vaikutusalueesta (erityisesti merialueilla). Hankkeesta aiheutuvaa kuormitusta ja ympäristöpainetta oli harvassa hakemuksessa arvioitu suhteessa vaikutusalueen muihin paineisiin ainakaan kvantitatiivisesti, vaikka tietoa olisi ollut saatavilla.

Monessa lupahakemuksessa oli tarkat selvitykset hankkeen teknisistä yksityiskohdista, mutta hankkeen vaikutuksia vesiympäristöön saatettiin arvioida vain pinnallisesti. Osassa tapauksista rajoituksia oli annettu tuotantolaitoksen sisäisiin prosesseihin, mutta ei välttämättä päästöihin liittyen. Hankkeiden aiheuttamien paineiden vaikutuksia ympäristöön oli arvioitu hyvin kirjavasti.

Osassa tapauksia mallinnusta oli käytetty hakemuksessa esitettyjen lukujen tuottamiseen ilman, että hakemuksessa oli ilmoitettu lisätietoja käytetystä mallista tai lukujen lähteestä. Mallin tietojen ja skenaarioiden taustatiedot ovat kuitenkin tulosten tulkinnassa hyvin tärkeitä. Esimerkiksi hydrologiassa pinnankorkeuksien toistuvuusanalyysissä on tärkeä raportoida tieto siitä, onko kerran x:ssä vuodessa tapahtuvan ilmiön laskelmissa oletettu taustalla olevan prosessin olevan stationaarinen (prosessia kuvaavat parametrit ovat ajasta riippumattomia) vai ei. Myös ilmastonmuutoksen on huomattu johtavan jossain paikoissa siihen, että prosessia ei voi kuvata staattisena. Jos mallin taustaoletukset ovat vääriä, voi esimerkiksi tulva toistua todellisuudessa paljon arvioitua tiheämmin aikavälein ja muuttaa mallinnuksen tuloksia olennaisesti.

### Käytössä olevat vesistömallinnustyökalut ja kriteeristöt

Vesistömallinnusta on kehitetty maailmanlaajuisesti usein juuri erilaisten hankkeiden vaikutusarviointia varten (Saloranta et al., 2003). Eri hankkeiden YVA- ja luvitus selvityksissä

on Suomessa käytetty monentyyppisiä malleja tilastollisista regressiomalleista aina dynaamisiin 3d-virtaus- ja vedenlaatumalleihin. Malleista moni on käytössä myös muissa maissa. Dynaamisten mallien käyttö on tyypillisintä merkittäviä ympäristövaikutuksia sisältävissä hankkeissa, kuten teollisuuden, energiantuotannon ja kaivosten ympäristövaikutusten arvioinnissa ja luvituksessa. Esimerkkejä Suomessa tällä hetkellä käytössä olevista työkaluista on esitelty liitteessä 1.

Osa Suomessa YVA-arvioinneissa ja luvituksessa käytössä olevista mallityökaluista on kehitetty muualla ja sovellettu Suomeen. Esimerkiksi erityisesti sisävesillä käytössä oleva eurooppalaisella yhteistyöllä kehitetty Coherens-mallityökalu (<https://odnature.naturalsciences.be/coherens/>) on maailmanlaajuisesti käytössä. Kaupallisella puolella useissa kotimaan sovelluksissa käytetty Delft3D-malli on kotoisin Hollannista ja myös laajasti käytössä. Näiden työkalujen lisäksi maailmalta löytyy useita malleja, joita voitaisiin todennäköisesti soveltaa myös Suomeen, esimerkiksi Ruotsin rannikkoalueille kehitetty mallijärjestelmä SCM (Edman & Sahlberg, 2020). Mallityökalujen lisäksi Euroopasta löytyy useita kansainvälisesti vesistöjen mallinnusta tekeviä suunnittelutoimistoja. Tähän asti ei-kotimaisten tekijöiden käyttäminen mallinnuksessa on kuitenkin ollut YVA- ja vesilupahankkeissa varsin vähäistä, osin koska mallinnuksessa korostuu asiantuntemus paikallisista olosuhteista.

Suomessa monen kansallisen mallinnustyökalun kehittäminen on lähtenyt vesienhoidon suunnitteluun liittyvästä tietotarpeesta (esim. vesistövaikutusarviomallit LLR ja CLR, Malve, 2007; Kotamäki et al., 2015). Ympäristöhallinnon rahoituksella on kehitetty rannikkoalueille FICOS mallijärjestelmä (Lignell et al., 2018) erityisesti merenhoidon tarpeita varten. Vesien- ja merenhoidon kuormitusvaikutusten arviointiin tarkoitettuja malleja voidaan käyttää ja on käytetty myös luvituksessa yksittäisten hankkeiden ympäristövaikutusten arviointiin.

Joissakin maissa on määritelty vesien- ja merenhoidossa tai lupaprosesseissa käytettäville malleille kriteeristöjä. Esimerkiksi USA:ssa NOAA on luonut kriteerit, joita vaaditaan merialueen lupaprosesseissa käytettäviltä malleilta (Murawski & Matlock, 2006). Skotlanti on puolestaan määritellyt kriteerit kalankasvattamojen ympäristövaikutusten (SEPA, 2019) ja Wales yleisemmin ympäristövaikutusten mallintamiselle (Pye & Blott, 2017). Eri maiden mallinnuksen kriteereissä korostetaan muun muassa sitä, että päätöksenteon tukena oleville malleille on tärkeää pystyä tuottamaan arvio tulosten epävarmuudesta.

## 2.6 Mallinnuksen oikeudellinen kehys

### 2.6.1 Mallinnuksen korostuminen ympäristöoikeudessa

#### Vesien- ja merenhoidon tavoitteet

Vesien- ja merenhoidon tavoitteena on vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetun lain mukaan suojella, parantaa ja ennallistaa pinta- ja pohjavesiä ja Itämeren tilaa, että niiden tila on vähintään hyvä ja että se ei heikkene. Vesimuodostumien hyvä tila tuli saavuttaa vuonna 2015 (VMJL 21 §). Tätä määräaika voidaan pidentää enintään vuoteen 2027 tai edelleen niin pitkään, kuin luonnonolot mahdollistavat vesimuodostuman tilan paranemisen (VMJL 25 §). Meriympäristön hyvä tila tuli saavuttaa vuoteen 2020 mennessä, mutta tästäkin aikataulusta voidaan poiketa perustellusta syystä (VMJL 26 e §).

Vesien- ja merenhoitolain taustalla ovat EU:n vesipuitedirektiivi (VPD 2000/60/EY) ja meristrategiadirektiivi (MSFD 2008/56/EY). Meren tilaan liittyvät myös HELCOMin Itämeren suojelun toimintaohjelman (BSAP) maakohtaiset tavoitteet, joihin Suomi on sitoutunut.

#### Vesistövaikutukset lupaharkinnassa

Suomessa hankkeiden vesistövaikutuksia pyritään hallitsemaan erityisesti ympäristönsuojelulain ja vesilain (VL 587/2011) lupajärjestelmien avulla. Ympäristönsuojelulaissa edellytetään, että luvitettavasta hankkeesta ei saa aiheutua ympäristön merkittävää pilaantumista (YSL 49 §). Vesilain intressivertailusäännöksen nojalla lupa voidaan myöntää, jos hankkeesta yleisille tai yksityisille eduille saatava hyöty on huomattava verrattuna siitä niille koituviin menetyksiin. Hanke ei kuitenkaan saa aiheuttaa huomattavia vahingollisia muutoksia ympäristön luonnonsuhteissa tai vesiluonnossa ja sen toiminnassa (VL 3:4).

Molempien lakien mukaisessa lupaharkinnassa on otettava huomioon, mitä vesienhoitosuunnitelmassa ja merenhoitosuunnitelmassa esitetään hankkeen vaikutusalueen vesien tilaan ja käyttöön liittyvistä seikoista (YSL 51 §, VL 3:6).

Unionin tuomioistuimen vuonna 2015 antaman Weser-tuomion (C-461/13) perusteella vesipuitedirektiivin 4 artiklan mukaiset heikentämiskielto ja hyvän tilan tavoite (Suomessa VMJL 21 §) ovat oikeudellisesti sitovia hankkeiden lupaharkinnassa. Weser-tuomion mukaan hankkeelle ei saa myöntää lupaa ilman poikkeusta, jos se heikentää vesimuodostuman tilaa tai vaarantaa hyvän tilan saavuttamisen. Tilan heikentymistä on jo yhden tilatekijän heikkeneminen, vaikka vesimuodostuman kokonaistila ei alenisi.

Vesienhoidon ympäristötavoitteista poikkeamisen edellytykset uuden hankkeen takia ovat puolestaan vaativia (VMJL 23 §). Pilaantumisaikutusten yhteydessä niiden käyttöalana ovat ainoastaan tilanteet, joissa tila laskee erinomaisesta hyvään (ks. Belinskij ym. 2018).



Suomessa korkein hallinto-oikeus on vahvistanut Weser-tuomion linjauksen vesienhoidon ympäristötavoitteiden sitovuudesta kahdessa vuosikirjapäätöksessä (KHO 2017:87 ja KHO 2019:166). Niistä ensimmäinen koski Kemijokeen rakennettavaa Sierilän vesivoimalaitosta ja toinen Kallaveden rannalle sijoitettavaa Finnpulpin biotuotetehdasta.

### Mallinnuksen rooli

VMJL 21 §:ssä tarkoitetut vesienhoidon ympäristötavoitteet (vesimuodostuman tilan heikentämiskielto ja hyvän tilan saavuttaminen) ja niitä tarkentava oikeuskäytäntö ovat korostaneet mallinnuksen roolia ympäristöluvituksessa. Hankkeen vaikutukset vastaanottavan vesimuodostuman (resipientin) tila ja siihen kohdistuvien vaikutusten arviointi voivat nykyisin olla ratkaisevia hankkeen sallittavuuden ja sille asetettavien lupamääräysten kannalta.<sup>1</sup> Lupaharkinnassa on pystyttävä varmistumaan, millä tavoin hanke tulee vaikuttamaan vesien tilaan yhdessä muiden paineiden kanssa.

Mallinnuksen roolia korostaa varovaisuusperiaatteen soveltaminen. Ympäristönsuojelulaissa varovaisuusperiaatteella tarkoitetaan menettelyä toiminnan laadun edellyttämättä varovaisuudella ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi (YSL 20 §). Hankkeesta ei saa aiheutua ympäristönsuojelulaissa kielletyn merkittävän pilaantumisen vaaraa koko sen elinkaaren aikana (ks. KHO 2019:166). Jos mallinnukseen liittyy paljon epävarmuutta hankkeen vaikutuksista vesienhoidon ympäristötavoitteisiin, voi luvan myöntäminen estyä hankkeelle varovaisuusperiaatteen perusteella. Tämä lisää tarvetta kehittää malleja, joiden avulla voidaan arvioida hankkeen eri toteutusvaihtoehtojen mahdollisia vesistövaikutuksia koko sen elinkaaren ajalta ja toisaalta keinoja tarvittaessa puuttua havaittuihin vaikutuksiin (ks. Mallien kehitystarpeet, kappale 3.3).

Mallinnuksen roolia korostaa myös se, että ympäristöllisten lupien muuttaminen jälkikäteen on haastavaa. Korkein hallinto-oikeus on arvioinut, ettei ympäristönsuojelulaki välttämättä mahdollista sellaisten lupamääräysten muuttamista, jotka eivät ole riittävän tehokkaita ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi (KHO 2019:166; ks. Belinskij – Soininen 2019). Vesienhoidon ympäristötavoitteita ei myöskään mainita erikseen ympäristöluvan muuttamisen perusteena (YSL 89 §). Vesilain järjestelmässä (VL 3:21) pääsääntönä on, että lupamääräysten muuttaminen ei saa sanottavasti vähentää hankkeesta saatavaa hyötyä ja että muuttamisesta luvanhaltijalle aiheutuvat muut kuin vähäiset edunmenetykset tulee korvata (ks. Belinskij et al., 2019).

<sup>1</sup> Suomessa vesilain ja sittemmin ympäristönsuojelulain mukaiseen lupaharkintaan on jo vanhastaan sisällynyt resipienttiperiaatteen mukainen vastaanottavan vesistön ekologisen sietokyvyn arviointi (Hollo 1976; Kumpula 2013). Merkittävän pilaantumisen kriteeristö on kuitenkin ollut tieteellisesti täsmentymätön.

Vesien tilan ja hankkeiden vesistövaikutusten arvoimiseksi tarvitaan entistä täsmällisempää tieteellistä tietoa. Viime vuosina luvanhakijan selvitysvelvollisuuteen ja selvitysmenetelmien luotettavuuteen onkin alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota (ks. esim. KHO 14.2.2018 t. 608). Mallinnuksen käyttö vaikutusten arvioinnissa on noussut keskusteluun, mutta toistaiseksi siihen ei ole otettu laajasti kantaa oikeuskäytännössä (Paloniitty & Kotamäki, 2021; ks. KHO 2019:166).

## 2.6.2 Hallinto-oikeudellinen virallisperiaate ja luvanhakijan selvitysvelvollisuus

Asioiden selvittämisen tarve ympäristöllisissä lupamenettelyissä pohjautuu hallinto-oikeudelliseen virallisperiaatteeseen.<sup>2</sup> Se ilmaistaan hallintolain (HL 434/2003) 31 §:ssä siten, että viranomaisen on huolehdittava asian riittävästä ja asianmukaisesta selvittämisestä hankkimalla asian ratkaisemiseksi tarpeelliset tiedot sekä selitykset.

Virallisperiaatteen vastaparina on asianosaisen, kuten luvanhakijan, selvitysvelvollisuus. Hallintolain nojalla asianosaisen on esitettävä selvitystä vaatimuksensa perusteista ja muutenkin myötävaikutettava vireille panemansa asian selvittämiseen (31 §).<sup>3</sup>

Virallisperiaatteen perusteella viranomaisella tai hallintotuomioistuimella on päävastuu asian selvittämisestä ja aineellisen totuuden saavuttamisesta. Asianosaisella on puolestaan velvollisuus esittää vaatimuksiaan tukevaa selvitystä. Ympäristöasioissa luvanhakijan selvitysvelvollisuus on korostunut, koska kyse on luvanhakijan vireille panemasta asiasta ja tälle edun suovasta päätöksestä.<sup>4</sup>

Luvanhakijan selvitysvelvollisuus vesistövaikutuksista liittyy kiinteästi viranomaisen velvollisuuteen tuottaa yleistä ympäristötietoa vesien tilasta. Laissa elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskuksista (897/2009) ympäristötiedon tuottaminen määritetään ELY-keskuksen tehtäväksi (3 §). Vesienhoitolainsäädännön perusteella ELY-keskus vastaa vesien tilan arvioinnista ja luokittelusta (VMJL 8 §, VHA 11 §). Ympäristönsuojelulaissa todetaan erikseen, että vesien- ja merenhoitoon liittyvästä pinta- ja pohjavesien sekä Itämereen tilan seurannasta säädetään vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetussa laissa ja sen nojalla (YSL 143 §).

<sup>2</sup> Ks. Hallituksen esitys Eduskunnalle hallintolaiksi ja laiksi hallintolainkäyttölain muuttamisesta (HE 72/2002 vp), s. 92–94.

<sup>3</sup> Ks. Hallituksen esitys Eduskunnalle hallintolaiksi ja laiksi hallintolainkäyttölain muuttamisesta (HE 72/2002 vp), s. 92–94.

<sup>4</sup> HE 72/2002 vp, s. 92–93. Ks. myös Mäenpää 2021, III.7.

Korkein hallinto-oikeus on linjannut yleisen ympäristötiedon tuottamisen ja lupahakemukseen liitettävien selvitysten suhdetta vuosikirjaratkaisussa KHO 2013:74. Ratkaisun perusteella asianosaisen tulee esittää riittävä selvitys kulloisenkin hankkeen vaikutuksista, mutta yleisen ympäristötiedon tuottaminen ei kuulu lupa-asiaan. Kyse oli kallioaineksen louhinnan ja murskauksen vaikutuksesta harvinaisiin hämähäkkieläinlajeihin, joiden yleinen tutkiminen ei kuulunut esillä olleeseen lupa-asiaan.

Tieto vesien tilasta ja niiden käyttöön liittyvistä seikoista muodostaa perustan luvanhakijan selvityksille hankkeen vesistövaikutuksista. Haasteena tässä on se, että kaikkien Suomen pintavesimuodostumien ekologisesta tilasta ei ole kattavia seurantatietoja. Vesimuodostumien laskennallisen tilaluokan ohella luokittelu perustuu asiantuntija-arvioihin.<sup>5</sup> Luokittelutietoja ei ylipäänsä ole tarkoitettu suoraan lupaharkintaa vaan nimenomaan luokittelua varten.

Ei ole oikeudellista estettä sille, että arviota vesimuodostuman tilasta tarkennetaan lupamenettelyssä. Esimerkiksi päätöksestä KHO 22.6.2021 t. 372 käy ilmi, että korkeimmalle hallinto-oikeudelle on esitetty täydentävää selvitystä vesimuodostumien tilan tarkastelusta. Viranomaisille kuuluvaa vesien tilan arvioinnin tehtävää ei kuitenkaan voida säilyttää luvanhakijalle.

## 2.6.3 Selvitysten riittävyys lupalaeissa

### Lupien myöntämisedellytykset

Lupamenettelyssä esitettävien selvitysten riittävä taso on sidoksissa lupien myöntämisedellytyksiin. Vesien tilaan liittyen keskeisiä lupamenettelyjä ovat ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaiset menettelyt.

Ympäristönsuojelulain (527/2014, YSL) tavoitteena on ehkäistä ja rajoittaa ympäristön pilaantumista. Ympäristölupaa edellytetään lain liitteessä 1 listatuilta toiminnoilta ja lisäksi vaikutusperusteisesti toiminnoilta, joista saattaa aiheutua esimerkiksi vesistön pilaantumista (YSL 27 §). Ympäristöluvan myöntäminen edellyttää YSL 49.1 §:n mukaan, että toiminnasta ei asetettavat lupamääräykset ja sen sijaintipaikka huomioon ottaen aiheudu yksin tai yhdessä muiden toimintojen kanssa merkittävää ympäristön pilaantumista tai muita säännöksessä lueteltuja kiellettyjä seurauksia.

Vesilain (587/2011, VL) ja sen nojalla myönnettävien vesitalouslupien tarkoituksena on ehkäistä ja vähentää vesien käytöstä yleisille ja yksityisille eduille aiheutuvia haitallisia

<sup>5</sup> Belinskij ym. 2018 (VesiPoke), s. 9.

vaikutuksia. Vesitaloushankkeissa on tavallisesti kyse vesiympäristön fyysisestä muokkaamisesta, vesirakentamisesta tai veden ottamisesta. Vesitaloushankkeiden luvanvaraisuudesta ja lupaharkinnan perusteista säädetään vesilain 3 luvussa. Vesitalouslupaharkinta perustuu tavallisesti intressivertailuun, jossa verrataan keskenään hankkeen hyötyjä ja menetyksiä. Lupa on myönnettävä, mikäli hankkeesta yleisille tai yksityisille eduille saatava hyöty on huomattava verrattuna siitä niille koituviin menetyksiin (VL 3:4.1).

### Luvanhakijan selvitysvelvollisuudet

Ympäristönsuojelulain ja vesilain perusteella luvanhakijan tulee toimittaa lupaviranomaiselle lupaharkinnan kannalta tarpeellinen selvitys hankkeen ympäristövaikutuksista. Tähän kuuluu myös mahdollinen ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (YVAL 252/2017) mukainen ympäristövaikutusten arviointi (YSL 39.2 §, VL 11:3). Lupahakemuksiin sisällytettävistä tiedoista säädetään tarkemmin ympäristönsuojeluasetuksen (713/2014) 2 luvussa ja vesitalousasetuksen (1560/2011) 1–16 §:ssä. Luvanhakijalla on velvollisuus osoittaa selvitysten perusteella, että luvanmyöntämisedellytykset ovat käsillä (ks. KHO 2005:57; KHO 2010:82).

Ympäristövaikutusten mallinnus voi olla luvanmyöntämisedellytysten täyttymisen osoittamisessa keskeinen työkalu. Ympäristönsuojelulaissa säädetään erikseen, että ympäristölupahakemuksesta on käytävä tarvittaessa ilmi, mihin aineistoon ja laskenta-, tutkimus- tai arviointimenetelmään annetut tiedot perustuvat (YSL 39.3 §). Samantapaisesti ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun asetuksen (YVAA 277/2017) perusteella ympäristövaikutusten arviointiselostukseen tulee sisältyä muun muassa kuvaus menetelmistä, joita on käytetty merkittävien ympäristövaikutusten tunnistamisessa, ennustamisessa ja arvioinnissa (4 §).

#### *Tarpeellinen selvitys*

Ympäristönsuojelulaissa tai vesilaissa ei ole tarkkoja säännöksiä siitä, millainen selvitys ja varmuus hankkeen vaikutuksista ovat riittäviä luvan myöntämistä varten. Luvanhakijan selvitysvelvollisuudet liittyvät ympäristöoikeudessa kiinteästi epävarmuuksien hallintaan. Selvitysten riittävydessä on kyse riskienhallinnasta. Riskiin sisältyy niin ei-toivotun tapahtuman todennäköisyys kuin sen seuraukset. Luvanhakijan selvitysvelvollisuuden laajuus määräytyy osittain sen mukaan, minkälainen selvitys on riittävä lupaedlytysten täyttymisen kannalta.<sup>6</sup>

Korkein hallinto-oikeus on ympäristönsuojelulain mukaisessa ratkaisukäytännössään linjannut yleisesti, että luvanhakijan on esitettävä uuden toiminnan lupahakemuksessa

<sup>6</sup> Ks. Mäenpää 2021, III.7

riittävän yksilöidyt arviot toiminnan keskeisistä ympäristövaikutuksista. Mitä tärkeämpi jokin tieto on luvan myöntämisen edellytysten ja lupamääräysten asettamisen kannalta, sitä tarkempia selvitysten on oltava (KHO 14.2.2018 t. 608).

Hankkeen vesistövaikutusten todennäköisyys ja seuraukset liittyvät erityisesti siihen, voiko hanke vaarantaa vesienhoidon ympäristötavoitteiden saavuttamisen. Hankkeen ohella tässä arviossa on otettava huomioon myös muut vesistövaikutusten lähteet, kuten maataloudesta aiheutuva hajakuormitus. Jos hankkeen toteuttamisen seurauksena voi olla vesienhoidon ympäristötavoitteiden vaarantuminen, on lupanhakijan velvollisuutena osoittaa, että näin ei tapahdu.<sup>7</sup>

Varovaisuusperiaate vaikuttaa selvitystarpeiden mitoittamiseen. Varovaisuusperiaate pohjautuu Euroopan unionin toiminnasta tehdyssä sopimuksessa tarkoitettuun ennalta varautumisen periaatteeseen, joka Unionin tuomioistuimen mukaan merkitsee sitä, että ympäristölliset epävarmuudet on pystyttävä rajoittamaan riittävän vähäisiksi objektiivisten seikkojen perusteella (C-127/02, kohdat 43–45). Ympäristönsuojelulain mukaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavassa toiminnassa on meneteltävä toiminnan laadun edellyttämällä huolellisuudella ja varovaisuudella ja otettava tässä yhteydessä huomioon toiminnan aiheuttaman pilaantumisen vaaran todennäköisyys, onnettomuusriski sekä mahdollisuudet onnettomuuksien estämiseen ja niiden vaikutusten rajoittamiseen (20 §).

## Oikeuskäytäntö

### *Ympäristölupaharkinta*

Korkein hallinto-oikeus on käsitellyt ympäristölupaharkinnan kannalta tarpeellisia selvityksiä muutamassa oikeustapauksessa yksityiskohtaisesti. Se on ottanut kantaa myös varovaisuusperiaatteen soveltamiseen. Periaatteen mukaan pilaantumista tulee ehkäistä jo ennen kuin on ehdottoman varmasti todistettu toiminnan ja ympäristöhaittojen välistä syy-yhteyttä.<sup>8</sup>

Tapauksessa KHO 14.2.2018 t. 608 korkein hallinto-oikeus palautti uuden turvetuotantohankkeen ympäristölupa-asian lupaviranomaisen uudelleen käsiteltäväksi hankkeen vesistövaikutusten arviointien puutteellisuuden vuoksi:

Turvetuotannon vaikutusalueen vesimuodostumat oli vuosien 2015–2021 vesienhoitosuunnitelmaa koskevassa tilanarviossa luokiteltu välttäväksi ja tyydyttäväksi. Vesien tila-arvio oli perustunut suppeaan ekologiseen aineistoon eikä käytettävissä

<sup>7</sup> Ks. Kuusiniemi ym. 2021, I.1 Virallisperiaate

<sup>8</sup> HE 84/1999 vp, s. 42–43.

ollut yksityiskohtaisia tietoja siitä, missä tilassa vesimuodostumien tilan yksittäiset laadulliset tekijät olivat. Lisäksi korkein hallinto-oikeus katsoi, että hakemusasiakirjoissa ei ollut arvioitu luotettavasti toiminnasta aiheutuvia vesistö päästöjä eikä esitetty yksityiskohtaisia selvityksiä vesiensuojelurakenteiden riittävydestä ja toimivuudesta.

Korkein hallinto-oikeus palautti asian käsittelyn lupaviranomaiselle ja edellytti hakemuksen täydentämistä muun muassa tarkemmilla arvioilla päästöistä ja vesiensuojelurakenteista sekä tiedoilla hankkeen vaikutukset vastaanottavan joen veden tilasta eri vuodenaikoina ja kuormituksen vaikutuksesta veden laatuun.

Tapauksen valossa viranomaisen ja luvan hakijan työnjako vesien tilan ja tilan laadullisten tekijöiden selvittämisessä ei ole selväpiirteinen. Korkein hallinto-oikeus edellytti luvan hakijan täydentävän lupahakemusta muun muassa tiedoilla hankkeen vaikutukset vastaanottavan joen veden tilasta eri vuodenaikoina. Vesien tilatiedot liittyvät kiinteästi siihen, kuinka luotettavasti luvanhakija voi arvioida toiminnasta aiheutuvia vesistö päästöjä.

Finnpulp Oy:n biotuotetehtaan ympäristölupa-asiassa KHO 2019:166 korkein hallinto-oikeus hylkäsi lupahakemuksen hankkeen vesistövaikutuksiin liittyneiden epävarmuuksien takia. Tähän päätökseen vaikutti olennaisesti vesistövaikutusmallien puutteellisuus:

Finnpulpin tapauksessa biotuotetehtaan vaikutukset kohdistuivat Kallaveteen, joka oli luokiteltu hyvään ekologiseen tilaan. Kasviplankton-laatutekijä oli kuitenkin trendinomaisesti heikkenemässä ja Kallaveden ekologinen tila vaarassa heikentyä tyydyttävälle tasolle rehevöitymisen vuoksi. Näin oli erityisesti, jos vesistöön kohdistuva kuormitus lisääntyy.

Korkein hallinto-oikeus katsoi vesistövaikutusmallien ja niistä saatavien selvitysten olleen asiassa puutteellisia. Vesistövaikutusarviointiin oli jäänyt merkittävää epävarmuutta varsinkin päästöjen pitkäaikais- ja yhteisvaikutuksista. Arvioinneista ei korkeimman hallinto-oikeuden mukaan käynyt selvästi ja yksiselitteisesti ilmi, miten tehtaan toiminta vaikuttaa Kallaveden ekologiseen tilaan koko sen elinkaaren eli useita vuosikymmeniä kestävästä lisäkuormituksen aikana.

Koska ympäristönsuojelulaki ei korkeimman hallinto-oikeuden mukaan myöskään sisältänyt riittäviä keinoja epävarmuuksien hallitsemiseen puuttamalla toimintaan jälkikäteen, ei asiassa voitu riittävästi vakuuttua siitä, että toiminnasta ei koko sen elinkaaren aikana aiheutunut YSL 49.2 §:ssä kiellettyä merkittävää pilaantumista EU-oikeuden velvoitteiden ja varovaisuusperiaatteen mukaisesti tulkittuna.

Yleisesti ottaen hankkeiden elinkaariaikaisten päästöjen vaikutusten mallintaminen etukäteen on haastavaa. Ensinnäkin tällaiseen mallinnukseen tarvittavia luotettavia tietoja tulevista vaikutuksista ei ole olemassa. Toiseksi vesimuodostuman luokittelu, joka perustuu sisävesillä referenssijärvien vertailuun, on suhteellinen, ja järvien numeerinen tilaluokka voi muuttua.

#### *Vesilupaharkinta*

Vesilain mukaisessa oikeuskäytännössä epävarmuudet hankkeen haitallisista vaikutuksista esimerkiksi luontoympäristöön ja pinta- tai pohjavesiin eivät ole välttämättä estäneet luvan myöntämistä intressivertailun perusteella. Ne ovat kuitenkin voineet vaikuttaa siihen, että lupa on myönnetty määräaikaisena ja että siihen on sisällytetty lupamääräyksiä epävarmuuksien hallitsemiseksi.

Ratkaisussa KHO 2005:57 oli kyse pohjaveden ottamishankkeesta, jonka vaikutusalueella oli vanhan vesilain (VVL 264/1961) 1:17 a:n nojalla suojattuja luonnontilaisia lähteitä sekä järviä ja Natura 2000 -alue. Korkein hallinto-oikeus totesi, että lupahakemukseen liitetyt selvitykset olivat monelta osin puutteelliset ja lupaharkintaan jäi merkittäviä epävarmuuksia sekä pohjavesioloista että hankkeen vaikutuksista alueen luonnonarvoihin, lähteisiin ja pintavesiin. Epävarmuuksien takia lupa voitiin myöntää vain määräaikaisena. Lupaun sisällytettiin myös määräys siitä, että jos vedenoton havaitaan vaarantavan lähteiden luonnontilaa, vedenottoa ei saa jatkaa ilman VVL 1:17.2 a §:ssä tarkoitettua poikkeusta. Lisäksi otettava vesimääriä oli supistettava, jos järven vedenkorkeus alittaa tietyn tason.

Vesienhoidon ympäristötavoitteet olivat vahvasti esillä korkeimman hallinto-oikeuden päätöksessä KHO 2017:87 Sierilän vesivoimalaitoksesta. Hankkeen vaikutukset vastaanotavan vesimuodostuman suppea luokitteluaineisto tai erityisen selvityksen puuttuminen hankkeen vaikutuksesta vesimuodostuman laadulliseen tilaan eivät estäneet luvan myöntämistä hankkeelle. Asiassa ei ollut tullut ilmi, että Sierilän voimalaitoksen rakentaminen vaarantaisi Keski-Kemijoen voimakkaasti muutetun vesimuodostuman hyvän saavutettavissa olevan tilan tai että se heikentäisi jokivesistön ekologisen tilan osatekijöitä.

Vaikuttaa kaikkiaan siltä, että vesitalousasioissa hankkeen vaikutusten epävarmuudet eivät ole johtaneet yhtä helposti luvan epäämiseen tai sen palauttamiseen lupaviranomaisen käsiteltäväksi kuin ympäristölupa-asioissa. Epävarmuuden hallinnan keinoina ovat korostuneet vesitalouslupan lupamääräykset, luvan määräaikaisuus sekä jälkikäteiset keinot toimintaan puuttumiseksi.

## 2.7 Sopeutuvan hallinnan keinot ja mallinnus

### 2.7.1 Mallinnus osana sopeutuvaa hallintaa

Ympäristövaikutusten mallinnus ja mallien päivittäminen voi vaikutusten seurannan ohella olla sellainen työkalu, jolla voidaan vastata lupaharkinnassa esiin tuleviin epävarmuuksiin. Luvan myöntämisen jälkeen hankkeen ollessa käynnissä mallinnusta voidaan soveltaa muun muassa pitkäaikaisvaikutusten ja erilaisten syy-seuraussuhteiden selvittämisessä (esimerkiksi vahinkopäästöt tai poikkeavat olosuhteet).

Oleennaista mallien käytössä hankkeen toiminnan aikana on kohdealueen mallin päivittäminen ajantasaisilla tiedoilla, mutta myös käytetyn mallin toiminnan ajantasaistaminen. Mahdollinen seurannan kohde voi olla se, miten hyvin lupahakemuksen yhteydessä tehty mallinnus on pystynyt arvioimaan hankkeen toiminnanaikaisia vaikutuksia.

Mallinnus soveltuu sopeutuvan hallinnan keinojen suunnitteluun osana lupaprosessia ja niiden toteutukseen lupaprosessin jälkeen. Sopeutuvan hallinnan keinoja voivat olla esimerkiksi määräaikaiset luvat, vaikutusarvioiden päivitys ja seurantavelvoitteet. Esimerkiksi luvan keston sitominen vesienhoidon suunnittelukausiin tai vesien tilan arvioinnin aikatauluun voi mahdollistaa hankkeen uudelleenarvioinnin vesimuodostuman ekologisen tilan kehityksen ja vaikutusten seurannan perusteella.

Sopeutuvan hallinnan keinojen kautta mallinnukseen olennaisena osana kuuluva jatkuva oppiminen voi tulla osaksi lupaprosesseja lisäten järjestelmän joustavuutta ja mukautuvuutta. Sopeutuvan hallinnan keinoja ei ole laajasti hyödynnetty ympäristöllisissä luvissa.

Sopeutuvan hallinnan tarve nousee erityisesti kahdesta asiasta. Ensinnäkin yhteiskunnassa ja luonnossa tapahtuu jatkuvaa muutosta, jonka nopeutta tai vaikutusta on vaikea ennustaa. Toisekseen luonnon ekosysteemit sekä niiden vasteet ihmisen toimintaan ovat lähtökohtaisesti hyvin monimutkaisia. Nämä dynaamisuus ja kompleksisuus aiheuttavat väistämättä vaikutusarvioiden tekemiseen suurta epävarmuutta, jota voidaan vähentää käyttämällä malleja.

### 2.7.2 Sopeutuva hallinta ja ennakoarvioinnit

Sopeutuvalla hallinnalla pyritään lisäämään yhteiskunnan kykyä sopeutua epävarmuuksiin ja muuttuviin olosuhteisiin. Lupaharkinnassa tämä tarkoittaa oikeudellisia ja ympäristötiedon tuottamiseen liittyviä keinoja epävarmuuden hallintaan. Ennakollisten vesistövaikutusten arvioiden epävarmuuksiin voidaan varautua esimerkiksi oikea-aikaisen ja riittävän seurannan avulla. On myös tärkeää, että mallinnukseen liittyvät epävarmuudet ymmärretään ja niitä pyritään vähentämään.



Ennakolliseen tiedontuotantoon liittyy kaksi tasoa:

- 1) Tila-arvio ja luokittelu → luokittelujärjestelmä tarkentuu ja tieto vesien tilasta lisääntyy jokaisella vesienhoitokaudella. Tämä lisää mahdollisuuksia hyödyntää luokittelutietoa lupaharkinnassa, mutta edelleen on otettava huomioon, että luokittelua varten kerättyä tietoa voi olla tarpeen tarkentaa hankkeen ennakoarvioinnissa.
- 2) Hankkeiden vaikutusarviot (esim. malleilla) à mallinnuksen avulla pystytään tuottamaan entistä tarkempaa tietoa eri hankkeiden vesistövaikutuksista. Samalla on otettava huomioon mallinnukseen sisältyvät epävarmuudet ja harkittava sopeutuvan hallinnan keinoja, joihin kuuluvat lupien määräaikaisuus, seurantatiedon kerääminen ja mallien päivitys.

### 2.7.3 Epävarmuuksien hallinnan oikeudelliset keinot

Kuten edellä on tullut ilmi, on mallinnukseen jäävien epävarmuuksien hallintaan tiettyjä oikeudellisia keinoja. Näihin kuuluvat erityisesti lupien myöntäminen määräaikaisena ja lupamääräysten tarkastaminen. Lupien määräykset hankkeiden vaikutusten tarkkailusta voivat tukea lupamääräysten tarkistamista.

#### Määräaikaiset luvat

Sekä ympäristönsuojelulain että vesilain perusteella lupa voidaan myöntää määräaikaisena. YSL 87.1 §:n mukaan ympäristölupa voidaan myöntää määräaikaisena painavasta syystä, joka voi liittyä esimerkiksi toiminnan haitallisten vaikutusten arvioinnin vaikeuteen. VL 3:8.1:n mukaan lupa myönnetään toistaiseksi tai erityisestä syystä määräaikaiseksi. Eriyisenä syynä voi olla esimerkiksi se, että luvan myöntämiselle toistaiseksi voimassa olevana ei ole edellytyksiä hankkeen vaikutusten epävarmuuden vuoksi.<sup>9</sup>

Vesien tilaan kohdistuvien vaikutusten epävarmuutta on voitu pitää ainakin osaperusteena luvan määräaikaaisuudelle. Kalankasvatusasioissa ympäristölupia on usein myönnetty määräaikaisina, ja vesienhoidon ympäristötavoitteet ovat vaikuttaneet lupien määräaikaistamiseen (ks. KHO 26.4.2018 t. 1947–1953). Päätöksissä on voitu tuoda esille, että määräajan jälkeen mahdolliseen uuteen lupahakemukseen tulee liittää selvitys toiminnan sijoittamisesta.

<sup>9</sup> HE 277/2009 vp, s. 57; KHO 2005:57; KHO 13.4.2017 t. 1711.

Vesilain mukaisessa vedenottoasiassa KHO 13.4.2017 t. 1711 luvan määräaikaisuuden avulla pyrittiin niin ikään hallitsemaan vesienhoidon ympäristötavoitteisiin liittyviä epävarmuuksia. Vedenoton ja muiden joen tilaan vaikuttavien toimintojen yhteisvaikutusten arviointiin liittyi pitkällä aikavälillä epävarmuutta, minkä vuoksi korkein hallinto-oikeus piti luvan määräaikaaisuutta (10 vuotta) perusteltuna.

### Lupamääräysten muuttaminen

Sekä ympäristönsuojelulaissa että vesilaissa säädetään lupamääräysten muuttamisesta. Sääntelyn suhde vesienhoidon ympäristötavoitteisiin ei ole selväpiirteinen. Kummassakaan laissa ei mainita vesienhoidon ympäristötavoitteita luvan muuttamisen perusteena (YSL 89 §, VL 3:21–22)

Ympäristölupaa voidaan sen voimassaoloaikana tarkistaa YSL 89 §:n nojalla esimerkiksi, jos toiminnasta aiheutuva pilaantuminen tai sen vaara poikkeaa olennaisesti ennalta arvioidusta tai jos toiminnan ulkopuoliset olosuhteet ovat luvan myöntämisen jälkeen olennaisesti muuttuneet.

Aikaisemmin ympäristönsuojelulakiin sisältyi erityinen säännös (71 §), jonka nojalla ympäristöluvassa voitiin määrätä lupamääräykset tarkistettavaksi määrättynä ajankohtana. Lupien määräaikaudesta tarkistamisesta luovuttiin vuonna 2015 (YSL:n muutos 423/2015).

Vesilain mukaisille luvulle on perinteisesti ollut ominaista niiden pysyvyys ja rajoitetut mahdollisuudet puuttua lupiin jälkikäteen.<sup>10</sup> Vesilaki sisältää kuitenkin tiettyjä keinoja vesitalousluvan lupamääräysten muuttamiseen.

Ensinnäkin VL 3:20.1:n mukaan toistaiseksi voimassa olevassa luvassa voidaan määrätä vesiympäristöä ja sen käyttöä koskevat lupamääräykset tarkistettaviksi määräajassa, jos tämä on tarpeen hankkeesta aiheutuvien merkittävien haittojen välttämiseksi.<sup>11</sup> Toiseksi vesitalousluvan lupamääräyksiä voidaan tarkistaa myös ilman nimenomaista määräystä VL 3:21 (yleissäännökset tarkistamisesta) VL 3:22 (kalatalousmääräykset) ja VL 19:7–8:ssä (säännöstely ja vedenjuoksu vanhoissa hankkeissa).

Vesilain säännökset lupien muuttamisesta ovat osin sekavia ja vaikeatulkintaisia. Merkittävän rajoitteen vanhojen lupien muuttamiselle VL 3:21:n nojalla muodostaa se, että muutos ei saa sanottavasti vähentää hankkeesta saatavaa hyötyä ja muutoksen hakijan on korvattava siitä aiheutuvat muut kuin vähäiset edunmenetykset (VL 3:21.3).

<sup>10</sup> HE 277/2009 vp, s. 65.

<sup>11</sup> Ks. HE 277/2009 vp, s. 73.

Kuten edellä on tullut ilmi, lainsäädäntö ei tällä hetkellä mahdollista parhaalla mahdollisella tavalla lupien jälkikäteistä muuttamista. Erityyppisillä hankkeilla on myös erilaiset mahdollisuudet vastata mahdollisiin päästömääräysten tiukennuksiin. Osa toiminnoista on esimerkiksi sidottu tiettyyn sijoituspaikkaan (kiinteät rakenteet, vesialueiden omistus ym.) ja mahdollisuudet teknisten prosessien kehittämiseen vaihtelevat.

## 2.8 Haasteet mallinnuksen käytölle ennakkoselvityksissä

Kuten edellä on tullut ilmi, tietyt haasteet hankaloittavat hankkeiden vesiympäristövaikutusten arviointia ja mallien hyödyntämistä lupaprosesseissa. Näistä ilmeisimmät ovat perustiedon saatavuus ja riittävyys, vesien tilan luokittelun perustuminen osittain asiantuntija-arvioihin (esim. mittaustiedon puuttuessa) ja mallityökalujen saatavuuteen liittyvät ongelmat. Haastena on myös se, että dynaamisista mallinuksista saatuja mallinnustuloksia esitetään välillä staattisina ja yksinkertaisina kuvina ja lukuarvoina.

### Ympäristötiedon saatavuus

Korkein hallinto-oikeus on edellä mainitussa tapauksessa KHO 2013:74 linjannut, että luvanhakijaa ei voida velvoittaa keräämään perustietoa, vaan tietoa hankkeen vaikutuksista. Vesienhoitolainsäädännön perusteella vesien tilan arviointi, luokittelu ja yleinen seuranta kuuluvat viranomaisille, mutta toiminnanharjoittajalla kuuluvat hankkeen vaikutusten ennakoarviointi ja tarkkailu ovat kiinteästi sidoksissa tähän pohjatietoon.

Tieto vesien tilasta ja niiden käyttöön liittyvistä seikoista muodostaa perustan luvan hakijan selvityksille hankkeen vesistövaikutuksista. Haasteena asiassa on se, että kaikkien Suomen pintavesimuodostumien ekologisesta tilasta ei ole kattavia seurantatietoja. Vesimuodostumien laskennallisen tilaluokan ohella luokittelu perustuu asiantuntija-arvioihin.

Kattava ympäristötieto on ennakoarviointien perusta ja mallinnus perustuu pitkälti ympäristön pitkäaikaisseurannan tietoihin. Sinänsä toiminnanharjoittajan keräämän lisätiedon hankintaan ja käyttöön lupaharkinnassa ei ole rajoitteita. Myös mallien kehittäminen ja niiden käyttö jälkiseurannassa nojaa velvoitetarkkailun lisäksi seurantatietoon.

### Mallit ja seuranta liittyvät kiinteästi toisiinsa

Mallit eivät korvaa vesistöjen seurantaa. Päinvastoin mallit joko perustuvat seuranta-aineistoon tai hyödyntävät havaintoja mallin sovituksessa alueelle (kalibrointi) ja toimivuuden arvioinnissa (validointi). Mittauksia käytetään malleissa myös alku- ja reunaehtoina. Mallien luotettavuus kärsii, mikäli käytettävissä ei ole pohjatietoa mallin kalibrointiin ja

validointiin kohdealueelle – mallityökalujen luotettavuus on usein suoraan riippuvainen seuranta-aineiston laadusta ja määrästä.

Lisäksi vaikka mallityökaluja ei käytettäisikään, vaikutusarviointia voi olla mahdollista tehdä luotettavasti alueilla, joista ei ole seuranta-aineistoa. Seuranta-aineistoa tarvitaan, jotta hankkeen vaikutuksia voitaisiin arvioida ja suhteuttaa nykytilaan.

### Luokitteluun liittyvät seikat

Kuten edellä on tullut ilmi, ELY-keskuksilla on keskeinen rooli vesimuodostumien tilan arvioinnissa ja tilaluokitusehdotuksissa. Ei kuitenkaan ole oikeudellista estettä sille, että arviota vesimuodostuman tilasta tarkennetaan lupamenettelyssä. Esimerkiksi päätöksestä KHO 22.6.2021 t. 372 käy ilmi, että korkeimmalle hallinto-oikeudelle on esitetty täydentävää selvitystä vesimuodostumien tilan tarkastelusta.

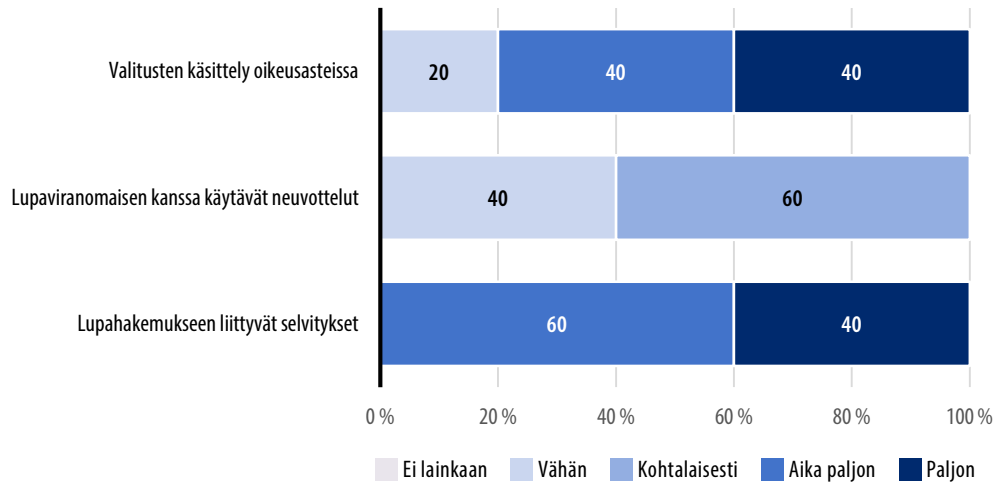
### Mallityökalujen saatavuus

Nykyisin malleja on käytössä hyvin virtausmallinnukseen, kulkeutumismallinnukseen, sekä rehevöitymisen mallinnukseen rannikolla. Mallien saatavuus aineiden kulkeutumisen laskemiseen vesistöissä on yleisesti parempi kuin biologisten prosessien arviointiin.

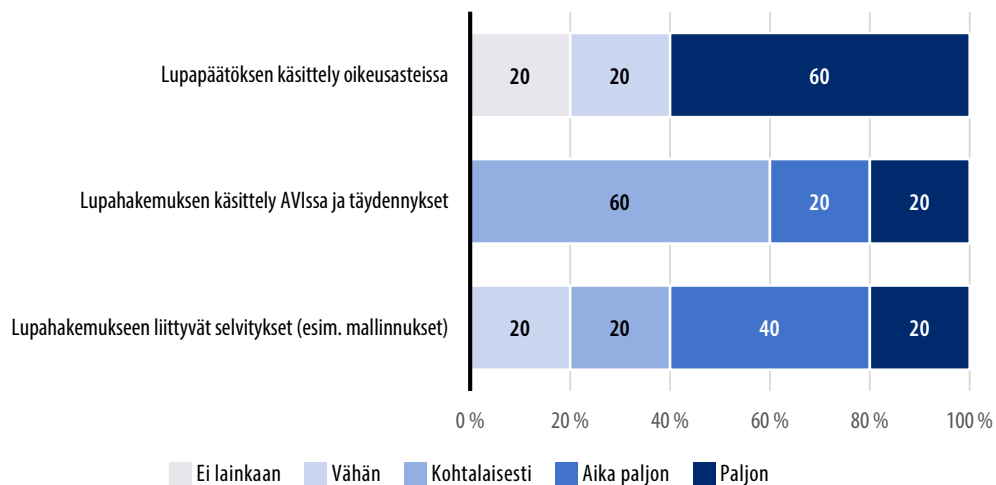
Sellaisille malleille, millä voidaan arvioida hankkeen eri toteutusvaihtoehtojen mahdollisia vesistövaikutuksia koko sen elinkaaren ajalta on suuri tarve (ks. Mallinnuksen rooli, s. 24), mutta niitä ei vielä juurikaan ole käytössä. Mallityökalujen saatavuuteen liittyviä ehdotuksia on tehty kappaleessa 3.3.

## 2.9 Luvitusprosessiin liittyvä työkuorma – nykytilanne

Luvitukseen liittyvää työkuormaa kartoitettiin kyselyn avulla. Toiminnanharjoittajille ja konsulteille suunnattu osio keräsi viisi vastausta. Ensimmäinen kysymys käsitteli työläimpiä vaiheita luvituksessa (Kuva 1). Vastausvaihtoehdoissa oli mukana myös ei lainkaan -vaihtoehto, jota kukaan vastaajista ei kuitenkaan valinnut. Työläimpinä vaiheina nähtiin valistusten käsittely oikeusasteissa sekä lupahakemukseen liittyvät selvitykset. Lupaviranomaisten kanssa käytävät neuvottelut työllistävät vähän tai kohtalaisesti.

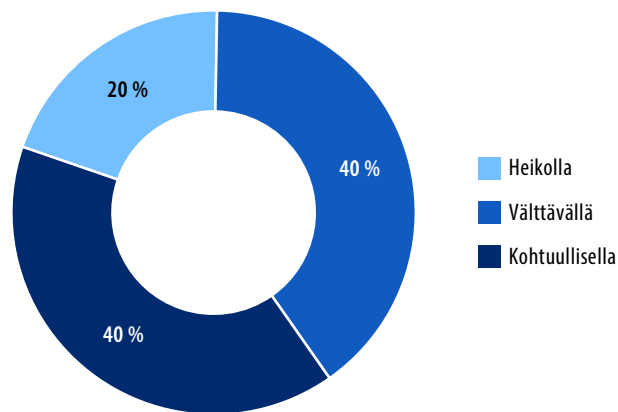
**Kuva 1.** Työläimmät vaiheet ympäristöluvituksessa

Vastaajilta tiedusteltiin kuinka paljon heidän yhtiönsä lupamenettelyyn käyttämä työaika vähenisi lupamenettelyn vaiheita sujuvoittamalla (Kuva 2). Lupapäätösten käsittely oikeusasteissa jakoi vastaajia. Toisaalta koettiin, että työaika vähenisi vähän tai ei lainkaan ja toisaalta, että työaika vähenisi paljon. Lupahakemuksen käsittely AVI:ssa ja täydennysten teon sujuvoittaminen koettiin vaikuttavan kohtalaisesti tai aika paljon tai paljon työaikaan. Lupahakemukseen liittyvät selvitysten sujuvoittaminen koettiin vaikuttavan aika paljon tai paljon työajan vähentymiseen. Toisaalta myös muutama vastaaja koki, että selvitysten sujuvoittaminen vaikuttaa vain vähän tai kohtalaisesti työaikaan.

**Kuva 2.** Työajan vähentyminen kyseisiä vaiheita sujuvoittamalla.

Viranomaisille suunnatuille kysymyksiin kertyi myös viisi vastausta. Viranomaisten osaaminen mallinnusten edustavuuden tai käyttökelpoisuuden arvioimiseksi koettiin olevan kohtuullisella, välttävällä tai heikolla tasolla (Kuva 3). Vastausvaihtoehtoihin hyvällä tai erinomaisella tasolla ei tullut vastauksia.

**Kuva 3.** Viranomaisten osaamisen taso mallinnusten edustavuuden/käyttökelpoisuuden arvioimiseksi.



Vastaajilta kysyttiin lisäksi, miten viranomaisten osaamista tulisi kehittää. Avoimissa vastauksissa ehdotettiin oppaan laatimista, koulutusten järjestämistä, joissa olisi todellisia kohteina esimerkkeinä ja yleisen tiedon jakamisesta mallinnuksesta. Avoimet vastaukset on esitetty alla kursivoilla.

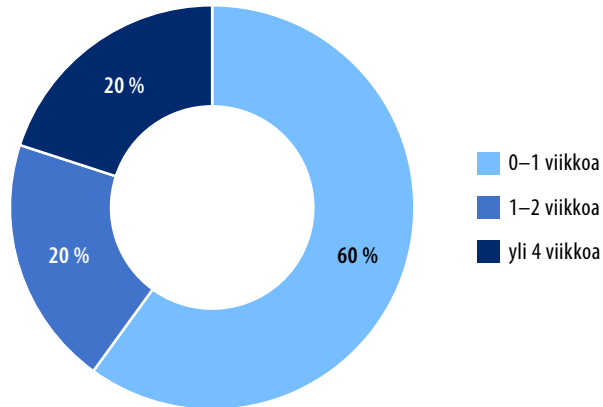
***”Oppaan laatiminen. Lisäksi hakemuksessa tulisi esittää, mitä mallilla on tarkoitus selvittää, tulokset, epävarmuudet ja johtopäätökset.”***

***”Tulisi olla selkeä ohjeistus ja koulutusta mallien tulosten tulkinnasta, niihin liittyvistä virhelähteistä ja epävarmuuksista. Hyvä olisi myös jakaa yleisesti tietoa mallinnuksesta.”***

***”Keskimäärin heikolla tasolla, sillä ei ole juurikaan olemassa ymmärrystä, miten malleilla saatuja tuloksia pitäisi tulkita. Esimerkkinä kalankasvatus, jossa milloin käytössä olevalla virtaus- ja vedenlaatumallilla ei käytännössä saada mitään vesistövaikutuksia näkyviin.”***

Kyselyn perusteella vastaajilla kuluu keskimääräisesti viikko tai alle aikaa hankkeen vesistömallinnuksen käyttökelpoisuuden tai edustavuuden arviointiin (Kuva 4). Vastausvaihtoehdot 1–2 viikkoa sekä yli 4 viikkoa saivat myös yhden vastauksen.

**Kuva 4.** Keskimääräinen aika hankkeen vesistömallinnuksen käyttökelpoisuuden tai edustavuuden arviointiin.



Vastaajilta kysyttiin, mikä mallinnusten arvioinnissa työllistää erityisesti. Avoimet vastaukset on esitelty kursiivilla.

*“Hakemuksessa tulee esittää, mitä mallilla yritetään selvittää, tulokset, sekä käytettyjen menetelmien käyttökelpoisuus ja epävarmuudet. Hakemus on kokonaisuus, johon kuuluu selvityksiä, esimerkiksi mallinnusraportti. Työllistävää on, jos malliraportti on joltain osin riittämätön ja joudutaan pyytämään selvityksiä. Silloin kaikki osapuolet työllistyvät.”*

*“itselläni ei ole ollut isoja hakemuksia lausunnoilla. perehdyminen tapauskohtaiseen materiaaliin ja käytäntöihin.”*

*“Käytetyn mallin ymmärtäminen, tulosten tulkinta, epävarmuuksien merkityksen arviointi.”*

*“Tulosten tulkinta ja soveltaminen.”*

## 3 Kehitystarpeet ja kehitysehdotukset

### 3.1 Yhtenäisyyttä ympäristövaikutusten arviointiin

#### Vaikutusarvioinnin pääperiaatteet

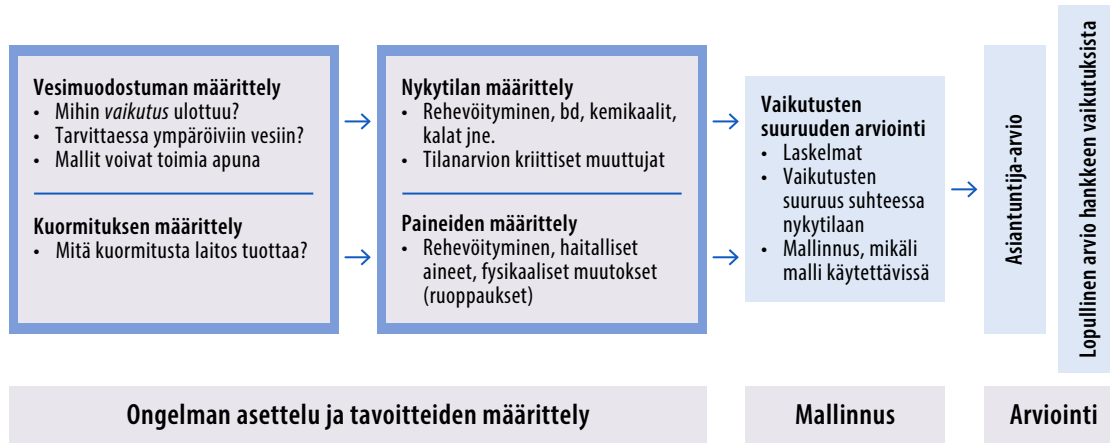
Mallinnus tai laskelmat ovat yksi osa-alue hankkeiden vaikutusten arvioinnissa. Vaikutusarvioinnin ensimmäinen askel on käsiteltävän ongelman asettelu ja tavoitteiden määrittely (Kuva 5). Samassa yhteydessä on hyvä tarkastella myös aineistojen riittävyttä suhteessa käsiteltävään ongelmaan, millä on vaikutuksia myös mahdollisesti valittavaan malliin. Ongelman asettelun yhteydessä voi myös olla tarpeen luoda konseptuaalinen malli, minkä avulla määritellään pääkysymykset.

Perusvaatimuksena vaikutusarvioinnille tulisi olla, että arvioitavan hankkeen kohdevesimuodostuma, kuormitusta aiheuttavat ympäristöpaineet, kohdevesimuodostuman nykytila ja muut vesimuodostumaan paineita aiheuttavat tekijät on määritelty tarkasti. Vaikutusarvioinnin tuloksista tulisi käydä selkeästi ilmi, miten hankkeen vaikutusta on arvioitu (laskelmilla, mallinnuksella tai niiden yhdistelmällä) ja miten hankkeesta aiheutuva kuormitus suhteutuu vesimuodostuman tilaan ottaen huomioon veden liikkuminen (vaikka ei käytettäisikään malleja kuormituksen laskennassa) (Kuva 5).

On myös otettava huomioon, että mallinnus- tai laskelmatulokset ovat vain osa hankkeen vaikutusarviointia. Pääosassa vaikutusarviointia on asiantuntija-arvio mallien tai laskentojen tulosten tulkinnasta sekä tulosten tarkastelu suhteessa vesialueen nykytilaan ja muihin ympäristöpaineisiin.



**Kuva 5.** Ympäristövaikutusten määrittelyn yleinen prosessi



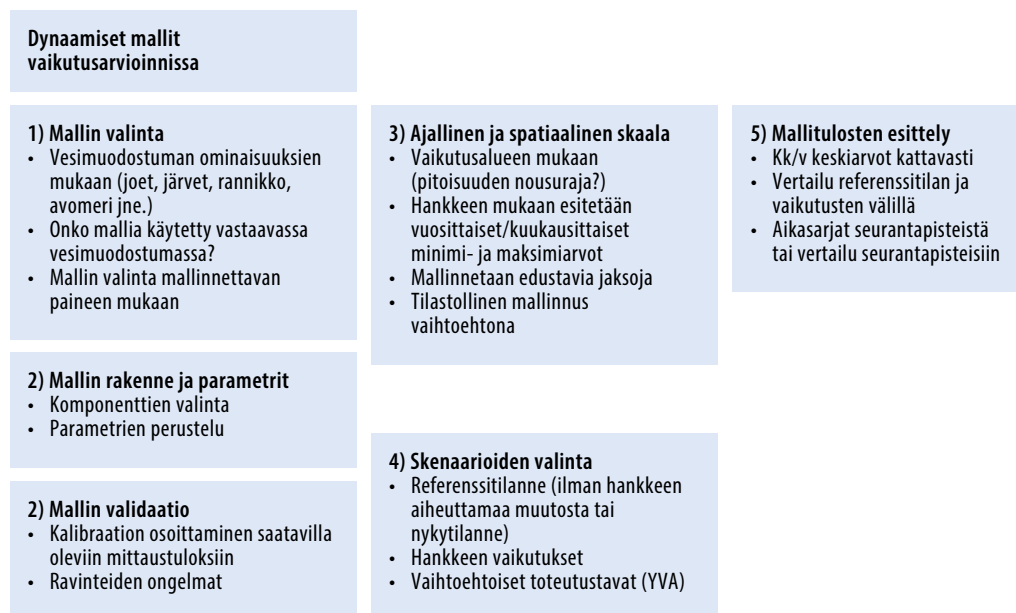
### Työkalun valinta – mallit, laskelmat vai molemmat?

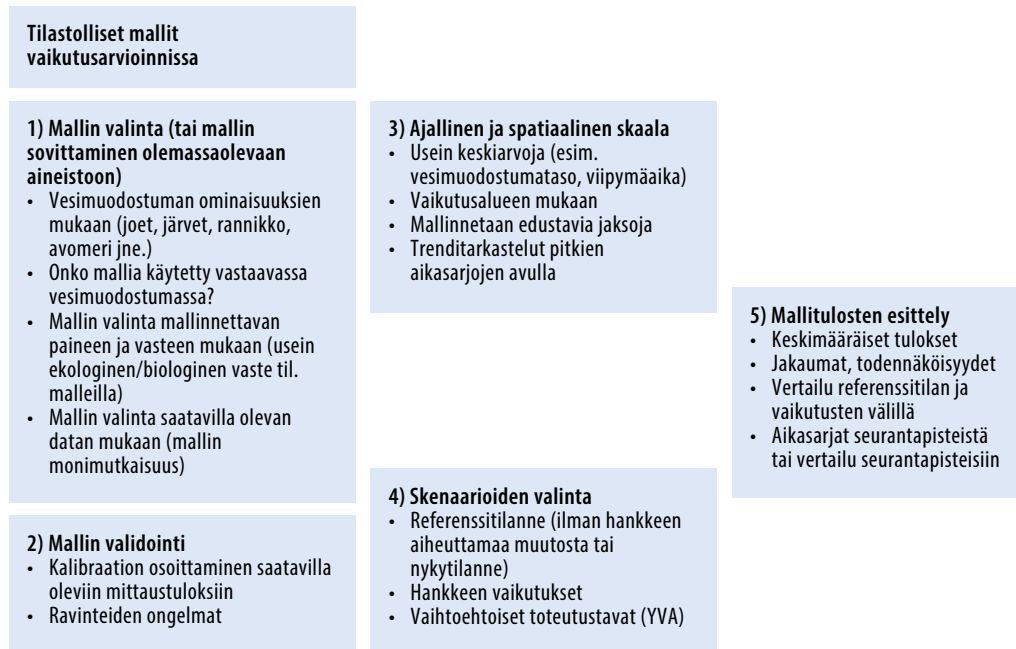
Lopullinen päätös siitä, käytetäänkö mallityökaluja vai tehdäänkö arviointi muilla tavoin, on tapauskohtaista. Se riippuu paitsi suunnitellun hankkeen koosta ja vaikutusalueesta, myös saatavilla olevista työkaluista, tausta-aineistoista (Kuva 6). Monissa tilanteissa voi olla tarpeen käyttää useita malleja ja laskelmia tai näiden yhdistelmiä. Valitusta menetelmästä riippumatta minimivaatimuksena tulisi olla, että 1) vaikutusalue on määritelty veden vaihtuvuuden perusteella 2) vaikutusalueen nykytila ja siihen vaikuttavat tekijät on määritelty ja 3) kuormituslaskelmat on tehty suhteessa vaikutusalueen nykytilaan.



ei tunneta tarkasti tai kun prosessipohjainen malli ei ongelmaan sovellu tai sellaista ei ole olemassa (Kuva 8). Esimerkkisi Suomen sisävesillä käytetyt ekologiset mallit perustuvat tilastolliseen mallinnukseen. Näistä mainittakoon esimerkkinä RIVPACS-tyyppinen malli, jolla lasketaan lajiston esiintymistodennäköisyyksiä. RIVPACS mallia käytetään tällä hetkellä pääsääntöisesti referenssitilan määrittämiseen, ei niinkään vaikutusten mallintamiseen. RIVPACS tyyppisen tilastollisen mallin soveltamista myös vaikutusten mallintamiseen on tutkittu pienvesien osalta.

**Kuva 7.** Dynaamisen mallin käyttö vaikutusarvioinneissa.



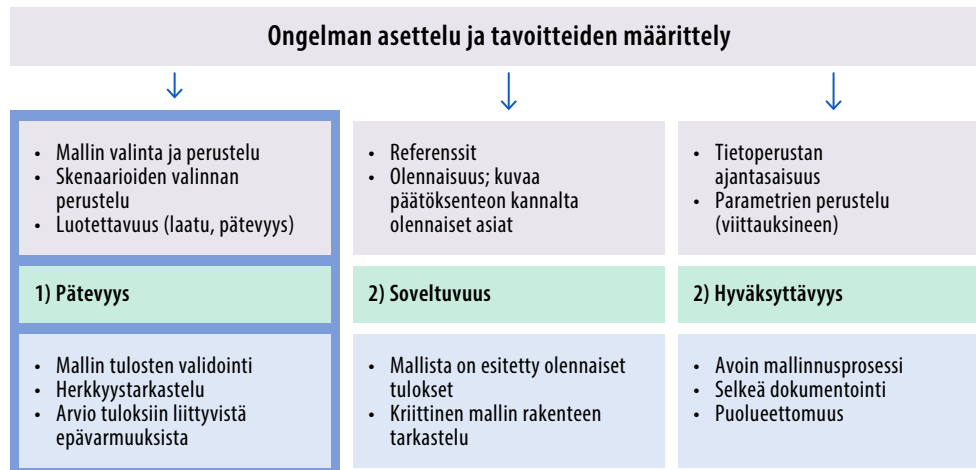
**Kuva 8.** Tilastollisen mallin käyttö vaikutusarvioinneissa.

### 3.2 Hyvän mallinnuksen kriteerit

Hyvä mallinnus on prosessi joka koostuu useasta alatekijästä; mallit ja itse mallinnus on vain yksi näistä tekijöistä. Vaatimukset malleille voidaan luokitella kolmen yleisen peruseriaatteen alle. Mallien tulee olla päteviä eli niillä tulee olla vahva tieteellinen perusta, niiden tulee olla tarkoitukseen soveltuvia, eli tässä tapauksessa soveltua luvituksen käyttötärpeeseen, sekä olla hyväksytyjä, eli eri osapuolten hyväksymiä ja puolueettomia (Cash ym. 2003, White ym. 2010)(kuva 9). Hyväksyttävyyden kriteerit ovat usein tapauskohtaisia ja liittyvät lupaprosesseissa mallinnuksen ulkopuolisiin seikkoihin, kuten kommunikaatioon ja luottamukseen osapuolten välillä. Hanke keskittyi tieteelliseen pätevyyteen liittyviin seikkoihin ja mallien hyväksyttävyyttä ja soveltuvuutta käsiteltiin tässä työssä vain yleisellä tasolla. Näihin vaikuttavien seikkojen selvittäminen voisi kuitenkin olla erillisen hankkeen aihe.

Tieteelliseen pätevyyteen liittyvät kriteerit sen sijaan voidaan määritellä yksityiskohtaisemmin. Ne perustuvat mallinnusyhteisön yhteisiin näkemyksiin mallinnusprosessista ja muualla maailmassa käytössä oleviin mallinnuksen kriteeristöihin (esim. Murawski & Matlock, 2006; SEPA, 2019; Pye et al. 2018). Mallin tieteellinen pätevyys heijastuu myös muihin mallinnuksen kriteereihin: tieteellisesti pätevistä mallista on olemassa referenssejä sen käytöstä vastaavissa tilanteissa ja tieteellisesti pätevää mallia todennäköisesti pidetään hyväksyttävänä.

### Kuva 9. Hyvän mallinnuksen yleiset periaatteet



### Mallinnuksen dokumentointi

Jotta mallinnuksen ja käytetyn mallin tieteellistä pohjaa voidaan arvioida, mallinnusprosessi pitää kuvata riittävällä tarkkuudella. Mallinnukseen ja sen dokumentointiin tulee sisällyttää seuraavat osiot: 1) Mallin valinta ja lähtötiedot, 2) Mallinnuksen laadunvarmistus ja 3) Tulokset ja niiden tarkastelu. Kriteerien toteutumista voidaan tarkastella liitettä 2 käyttäen.

**Mallin valinta ja lähtötiedot** osiosta pitää löytyä: 1) Mallinnuksen tavoitteiden määrittely, 2) Mallinnettavan alueen ja sen ominaispiirteiden kuvaus, 3) Mallin valinta, 4) Mallisovelluksen kuvaus sekä 5) Lähtötietojen kuvaus.

Mallinnuksen tavoitteiden määrittely sisältää ongelman esittelyn ja mallilla tuotettavien tietojen määrittelyn. Mallinnettavan alueen ja sen ominaispiirteiden kuvauksessa kerrotaan kohdealueen rajaus ja siihen johtaneet laskelmat ja mallit, alueen ominaispiirteet, mallinnettavat asiat ja keskeisimmät tuloksiin vaikuttavat prosessit (esim. vedenvaihto, nykytilaan vaikuttavat tekijät, turbulenssi)

Mallin valinnan yhteydessä pitää perustella mallityypin ja mallin valinta, mikä voi riippua lähtötiedoista. Lisäksi valittu malli (tai mallit) tulee kuvata yleisellä tasolla sekä sisällyttää asiakirjoihin viite mallin täydelliseen kuvaukseen.

Mallisovelluksen kuvaukseen sisältyy mallin rajaus ja mallin sovelluskohtaisten asetusten kuvaus, kuten mallihila, reunaehdot ja alkutilanne (soveltuvien osien).

Olosuhteiden ja nykytilan laskennassa käytettävien lähtötietojen kuvaus sisältää mallinnusjaksojen valinnan, kalibrointi/verifiointijakson kuvauksen sekä nykytilan kuvauksen ja skenaarioiden perustelut. Lisäksi osioon pitää sisällyttää vaikutusalueen olosuhteiden analyysi (esim. olosuhteiden vaihteluväli, erilaiset vuodet) sekä kalibroinnissa ja validoinnissa tarvittavien lähtötietojen kuvaus (soveltuvin osin). Näiden perusteella osiosta pitäisi ilmetä, että mallinnuksessa on otettu huomioon normaalitilanteen lisäksi esimerkiksi poikkeukselliset säätilanteet.

**Mallinnuksen laadunvarmistusosiossa** kuvataan 1) mallin kalibrointi- ja validointiprosessit, 2) herkkyyshanalyysi ja 3) mallin antamien tulosten epävarmuuden arviointi. Mallinnuksen laadunvarmistus tehdään yleensä vasta mallinnuksen aikana tai sen jälkeen, mutta laadunvarmistukseen liittyviä seikat vaikuttavat mallin valintaan. Näihin kuuluvat esimerkiksi se, tuottaako valittu malli arvioita tuloksiin liittyvistä epävarmuuksista ja onko mallilla mahdollista tehdä herkkyystarkastelu.

Mallin kalibroinnista pitää kuvata saatavilla oleva ja mallinnuksessa käytetty mittausaineisto, kalibroittavat parametrit ja kalibrointimenetelmä (soveltuvin osin) sekä kalibroinnin tulokset (soveltuvin osin).

Mallin validoinnilla tarkoitetaan mallin antamien tulosten vertailua alueen mittaustuloksiin. Validointiosiossa on esitettävä mallin antamat tulokset ja seurantadata, minkä perusteella voidaan todeta mallin toimivuus.

Mallille on tulee tehdä myös herkkyyshanalyysi. Herkkyyshanalyysi on usein mallikohtainen, mutta tarkoittaa erilaisia skenaariolaskentoja, joilla arvioidaan lähtötietojen vaihtelun vaikutus tuloksiin (kalibrointijaksolla) tai joilla arvioidaan eri parametrien vaikutus tuloksiin (kalibrointijaksolla).

Lisäksi osana laadunvarmistusta mallin tuloksiin liittyviä epävarmuuksia pitää arvioida. Epävarmuudet voivat liittyä joko lähtötietoihin tai kalibraatioon (esim. valittujen aikasarjojen edustavuuteen). Lisäksi valitun mallinnustavan aiheuttamat yleiset epävarmuudet on raportoitava.

Laadunvarmistusosioissa pitää vähintään sanallisesti arvioida lähtötietojen riittävyys ja lähtötietoihin liittyvät epätarkkuudet (herkkyyshanalyysin perusteella) sekä antaa mallin kalibroinnin ja validoinnin perusteella arvio mallin tuottamien tulosten tarkkuudesta. Lisäksi arvioihin pitää sisällyttää arvio epävarmuustasosta keskeisten mallinnettavien suureiden ja prosessien osalta. Osa mallinustusmenetelmistä antaa myös kvantitatiivisen arvion parametreihin tai tuloksiin liittyvästä epävarmuudesta.

**Tulososiossa** pitää esitellä mallin antamat tulokset epävarmuuksineen sekä arvioida tulosten käytettävyyttä. Osiossa pitää olla laskettavien skenaarioiden esittely, kuvaus nykytilasta (kontrolli), sekä mahdolliset muut laskettavat skenaariot. Lisäksi mallin antamat tulokset pitää esitellä skenaarioittain kuvina ja tunnuslukuina. Tuloksia pitää myös vertailla nykytilaan (soveltuvin osin). Tärkeää on myös arvioida luotettavuutta ja malliin liittyvien epävarmuuksien vaikutuksesta tuloksiin pitää antaa vähintään sanallinen arvio.

### 3.3 Mallien kehitystarpeet

#### Ympäristötiedon saatavuus ja mallinnus

Mallinnuksen laatu riippuu ympäristön seurantatiedoista ja seuranta-aineistojen rajallisuus on usein mallien käytön esteenä. Tietojen puuttuminen tai vähäisyys johtuu seurantaverkoston laajuuden lisäksi monesta seikasta. Kaikki vesistöistä kerätty tieto ei ole päätynyt tietokantoihin (esim. hankkeissa tehdyt näytteenotot ja vanhempi velvoitetarkkailu-aineisto). Velvoitetarkkailuohjelma perustuu lupaan ja sen pohjalla laadittuun ohjelmaan ja tarkkailun perusteena on toiminnan päästöjen ja vaikutusten toteaminen. Monesti tarkkailu ei ole kohdentunut parhaalla mahdollisella tavalla mallinnuksen kannalta: näytteitä saatetaan ottaa liian harvoin, ja seurantapisteen sijainti ei välttämättä mahdollista myöhempiä mallien kehittämistä. Tietokantojen ja velvoitetarkkailujen kehittäminen palvelee siis suoraan mallinnusta.

Joskus tietoa jää puuttumaan liikesalaisuuksien vuoksi. Esimerkiksi Talvivaara I -tapauksessa (KHO 2014:187) yhtiön vesistövaikutusmallinnuksia ei suostuttu paljastamaan, vaan ne pidettiin liikesalaisuutena.

Uudet seurantamenetelmät eivät korvaa pitkiä seuranta-aikasarjoja, mutta tuovat paljon mahdollisuuksia seurannan laajentamiseen uusille alueille. eDNA-menetelmiä on kehitetty maailmanlaajuisesti muun muassa lajistokartoituksissa ja menetelmän käyttö on osoittautunut nopeammaksi, herkemäksi ja edullisemmaksi kuin perinteiset näytteenotto- ja lajintunnistusmenetelmät. Kaukokartoituksen satelliittihavaintojen avulla seurataan jo nyt Itämeren pintaläväkukintoja sekä Itämeren ja Suomen suurimpien järvien pintalämpötilaa, sameutta, a-klorofyllipitoisuutta, näkösyvyyttä ja humuspitoisuutta. Lisäksi erilaiset jatkuvatoimiset mittarit tarjoavat mahdollisuuksia tarkkaan seurantaan.

Seurannan kustannuksia arvioitaessa olisi hyvä tunnistaa tiedon arvo, eli huomioida, että laadukasta seuranta-aineistoa voidaan käyttää sekä ympäristöseurannassa ja vaikutusten arvioinnissa että myöhemmässä mallikehityksessä. Seurantatiedolla on siis arvoa tuleville lupaprosesseille ja tulevien mallien laadulle, ja auttaa parhaimmillaan parantamaan ympäristön tilaa.

## Mallityökalut

Malleja puuttuu nykyisin erityisesti 1) sisävesillä ekologisen tilan muuttujien arviointiin, 2) haitallisten aineiden vaikutusten arviointiin, 3) ekosysteemitason vaikutusten arviointiin sekä 4) ilmastonmuutoksen vaikutusten arviointiin.

Tulevaisuusskenaarioiden mallintamiselle on suuri tarve. Näissä malleissa on luonnollisesti enemmän mahdollisia virhelähteitä ja mallien tulosten epävarmuuksia ja ne vaativat syötötietoja esim. sää- ja ilmastonmuutosmalleista. Lisäksi sisävesien suhteellinen luokittelu voi aiheuttaa hankaluuksia, koska tuleva tilaluokka perustuu referenssivesimuodostumien tulevaan vertailuun.

Kaikki nykyisin käytössä olevat mallityökalut eivät tuota arviota tulosten epävarmuudesta. Tulevassa mallikehityksessä ja mallien valinnassa epävarmuusarvioiden tuottamiseen tulisi kiinnittää huomiota.

Mallit vaativat paljon pitkäjänteistä kehitystyötä, mitä on tehty pääosin projektirahoituksella. Myös valmiiden mallien soveltaminen uuteen ympäristöön vaatii resursseja, seurantatietoa sekä kalibroinnin kohdeympäristöön. Mallinnuksen ja mallikehityksen tehostamiseen Suomessa kannattaa panostaa parantamalla resursseja, mutta myös panostamalla mallintajien yhteistyöhön sekä kansallisella että kansainvälisellä tasolla.

Operatiivisten mallijärjestelmien (esim. VEMALA, FICOS) päivitys, ylläpito ja käyttöliittymien parantaminen toimivat taustana monille mallinnoille. Riittävien resurssin turvaaminen perusjärjestelmille mahdollistaa myös niiden päälle rakentuvan mallien kehitystyön.

## 3.4 Miten viranomaiskäytäntöjä tulisi kehittää?

### Mallinnusten vertaisarviointi

Kansainvälisissä ympäristöluvuissa käytäntönä on ollut vertaisarviointi (United Nations, 1991). Samankaltaista prosessia voitaisiin käyttää myös kansallisessa luvituksessa varsinkin, jos ennakkoselvityksissä on käytetty mallinnusta. Vertaisarvointien avulla viranomaiset saisivat riippumattoman arvion käytetyn mallinnuksen laadusta jokaisessa hankkeessa tapauskohtaisesti.

Vertaisarvioinnin toteuttamista varten saattaa olla tarpeenmukaista ylläpitää asiantuntijarekisteriä niistä tahoista, jotka voivat toimia lupiin liittyvien mallinnusten vertaisarvioitsijoina. Vertaisarviointiprosessia, mukaan lukien siihen liittyvää rahoitusta, on suunniteltava tarkemmin myöhemmissä hankkeissa.



### Tukea mallinnukseen

Sidosryhmäkeskusteluissa tuli ilmi luvanhakijoiden kaipaama lisätuki mallinnustyökalujen valintaan. Luvanhakijan ja viranomaisen välisessä ennakkoneuvottelussa olisi usein tarpeen keskustella siitä, millainen mallinnusmenetelmä on hyväksyttävissä juuri kyseisen hankkeen vaikutusten arvioimiseksi ja mitä kriteerejä sen käyttämiselle asetetaan. Tällöin lupahakemusta varten tehtävät mallit ja mallinnukset palvelisivat hankkeen ympäristövaikutusten tunnistamista ja voitaisiin välttyä merkittäviltä investoinneilta epätarkoituksenmukaisiin mallinnoihin ja muihin selvityksiin.

Viranomaisten ja luvanhakijan yhteisen näkemyksen saavuttaminen ennakkoneuvottelussa vesistömallinnuksille asetettavista vaatimuksista sujuvoittaisi luvitusprosesseja. Se vähentäisi myöhempiä lisäselvitystarpeita ja tarvetta muutoksenhakuun. Ennakkoneuvottelujen tärkeää roolia luvituksessa on korostettu muun muassa Attila ym. 2020 selvityksessä.

### Mallinnusosaamisen kehittämisen tarpeet

Lupa- ja muilla viranomaisilla ei välttämättä ole riittävän hyvää ymmärrystä mallinnuksesta prosessina ja työkaluna. Mallinnus- ja mallitulosten tulkinnan osaamiseen pitääkin panostaa. Osin tähän puutteeseen vastaa hankkeessa laadittu hyvän mallinnuksen kriteeristö, mutta myös koulutustilaisuuksien järjestäminen on tarpeen. Käynnissä oleva Malliopas-hanke vastaa osaltaan koulutuksen tarpeeseen.

Lupaprosesseissa olisi hyvä siirtyä digitaalisiin järjestelmiin, mikä mahdollistaisi tulostiedostojen monipuolisemman tarkastelun sekä erilaisten visualisointien käytön mallitulosten esittelyssä. Interaktiiviset työkalut auttavat myös mallitulosten ymmärtämisessä.

Yksittäisillä mallintajilla ei myöskään välttämättä ole riittävää ymmärrystä mallinnettavasta kokonaisuudesta ja prosesseista, jotka ekosysteemiin voivat vaikuttaa (esim. ekologia, biologia). Mallintajien välinen yhteistyö kansallisella ja kansainvälisellä tasolla edistäisi mallikehitystä ja ymmärrystä mallinnuskokonaisuuksista.

## 3.5 Sopeutuvan hallinnan keinot käyttöön mallinnuksessa ja mallinnus käyttöön sopeutuvassa hallinnassa

Malleista on yhtäältä apua sopeutuvan hallinnan suunnittelussa ja toisaalta sopeutuvan hallinnan toimet auttavat hallitsemaan ennakoarviointiin (ml. mallitulokset) liittyviä epävarmuuksia. Mallinnusten jatkaminen hankkeen aikana "velvoitemallinnuksena" voisi toimia myös mallinnuksen jälkikäteisenä laadunvarmistuksena. Luvitettavan hankkeen

toteutuksen aikana voidaan saada uutta tietoa monesta lähteestä. Lisäksi tieto hankkeen vaikutuksista voi tarkentua ja vaikutusympäristö muuttua myös hankkeesta riippumattomista syistä (esim. hajakuormitus kasvaa/vähenee). Lisäksi mallin toimintaa voitaisiin testata hankkeen aikana ja velvoitetarkkailussa ottaa mallinnus paremmin huomioon. Velvoitemallinnus parantaa myös mallin toimintaa ja ennusteiden luotettavuutta pitkällä tähtäimellä. Esimerkkejä velvoitemallinnuksen käyttämisestä on muutamia ja mallipäivitykset ovat jo käytössä. Lokan ja Porttipahdan velvoitetarkkailun osana on ollut mallipäivitys 5 vuoden välein. Myös Äänekosken Metsä Fibre tehtaan lupamääräyksissä on velvoite mallin päivittämiseen.

Vesienhoito on vaiheittainen ja muuttuva prosessi, jossa vesienhoidon tila-arvioita sekä seuranta- ja toimenpideohjelmiä tarkistetaan joka 6. vuosi. Samankaltainen määräaikainen tarkastelu voisi kytkeytyä lupaprosessiin. Tämän mukaisesti lupia tulisi tarkastella ja tarvittaessa tarkistaa 6 vuoden välein vesienhoitokausien mukaisesti ja arvioida tarvittaessa vesienhoidon ympäristötavoitteista poikkeamisen edellytykset. Jo lupavaiheessa voisi olla syytä pohtia mallinnuksen tulosten perusteella keinot tarvittaessa puuttua toiminnan aiheuttamaan kuormitukseen. Näin hankkeen vaikutuksiin olisi mahdollista puuttua sopeutuvan hallinnan keinoin.

## 3.6 Sääntelyn kehittäminen

### 3.6.1 Nykyisen sääntelyn kipupisteet

#### Selvitysvastuun jakautuminen

Oikeudellisesti on epäselvää, miten viranomaisten ja luvanhakijan vastuut tarkasti ottaen jakautuvat, kun on tarpeen selvittää luvitettavan hankkeen vaikutukset vastaanottavan vesimuodostuman tilaa ja ympäristöolosuhteita. Korkeimman hallinto-oikeuden oikeuskäytännön valossa luvanhakijalla on velvollisuus selvittää hankkeen vaikutukset, mutta ei tuottaa yleistä ympäristötietoa. Kuitenkin luvanhakijalta on oikeuskäytännössä voitu edellyttää pitkälle meneviä selvityksiä vesien tilasta, jos hankkeen vaikutuksiin liittyy epävarmuuksia. Selvää on, että hakijalta vaadittavilla selvityksillä pitää olla välitön yhteys hankkeen vaikutuksiin.

Luvanvaraisen hankkeen vesistövaikutusten arvioinnissa haasteena on, että vesimuodostumien tilan arviointi perustuu osittain asiantuntija-arvioihin ja laskennallinen tilaluokka voi muuttua asiantuntija-arvion perusteella. Kun kaikkien vesimuodostuman laadullisten tekijöiden tilasta ei tavallisesti ole kattavia seurantatietoa, on myös haasteellista arvioida hankkeen vaikutuksia niihin.

Käytännössä tilanne voi olla se, että luvan hakijan tulee luvanhakutilanteessa täydentää vesimuodostuman tilatietoja, jotta lupaharkinnan epävarmuuksia voidaan vähentää. Tämä voi olla haasteellista sekä selvitystarpeiden ennakkoinnin että luvanhakijan selvitysvelvollisuuksien ulottuvuuden kannalta. Käytännössä luvan saanti voi edellyttää luvanhakijalta yleisen ympäristötiedon tuottamista.

### Selvitysten riittävyys

Selvitysten riittävyys palautuu siihen, kuinka suuria epävarmuuksia lupaharkinnassa on lupaedellytysten täyttymisestä ja miten näitä epävarmuuksia voidaan hallita jälkikäteen.

Käytännössä tilanne voi olla sellainen, että vaikka luvanhakija selvittäisi hankkeen kaikki kohtuullisesti selvitettävissä olevat vaikutukset, voi lupa jäädä saamatta vaikutuksiin liittyvien epävarmuuksien takia.

Korkeimman hallinto-oikeuden oikeuskäytännön perusteella vaikuttaa siltä, että luvanhakijan selvitysvelvollisuudet ovat ympäristölupa-asiassa astetta ankarammat kuin vesilain lupajärjestelmässä. Ympäristönsuojelulain järjestelmässä on asetettu korkea kynnyks ympäristön pilaantumiseen liittyvien epävarmuuksien hallinnalle ennakkoselvitysten avulla, kun taas vesitalouslupia on saatettu myöntää, vaikka vaikutuksiin olisi jäänyt runsaasti epäselvyyksiä. Selvitysvelvollisuuksien aste-erot näyttävät liittyvän osittain siihen, että vesitalouslupiin on voitu tarvittaessa myöntää määräaikaikaisina ja lisätä niihin tarkistamismääräyksiä.

### Mallien valinta

Vesistövaikutusten arviointiin käytettävistä arviointimenetelmistä säädetään vain yleispiirteisesti. Lainsäädännössä ei ohjata lainkaan vesistövaikutusten arviointiin käytettävien mallien valintaa. Mallien valinnasta ei myöskään ole juuri oikeuskäytäntöä.

Kysymys toiminnan vaikutusten arvioimiseen käytettävän mallin valinnasta liittyy kiinteästi kysymykseen selvitysten riittävydestä lupaharkinnan kannalta. Oikeudellisesti on epäselvää, milloin mallinnusta tarvitaan ja minkälainen malli lupahakemukseen liitettävien selvitysten tuottamiseksi on valittava. Tämä on ongelmallista lupaharkinnan ennakoitavuuden ja luvanhakijan aseman kannalta.

### Epävarmuuden hallinta

Vesien ekologisen tilan luokitteluun ja hankkeen vaikutusten arviointiin sisältyy tyypillisesti tieteellistä epävarmuutta yleisen ympäristötiedon puutteista ja vesiekologian monimutkaisuudesta johtuen.

Se millaista epävarmuutta hankkeen vesistövaikutuksista voidaan ympäristöllisessä lupamenettelyssä sietää, riippuu ensiksi siitä, millaisia mahdollisuuksia lainsäädännössä annetaan luvan muuttamiseen ja peruuttamiseen. Ympäristönsuojelulain sääntely luvan muuttamisesta ei välttämättä sisällä riittäviä mahdollisuuksia lupamääräysten uudelleenarviointiin jälkikäteen (Belinskij & Soininen, 2020).

Toinen epävarmuuden sietoon vaikuttava seikka on se, millaisesta hankkeesta on kyse. Esimerkiksi kaivoshankkeet edellyttävät massiivisia investointeja ja hankkeiden ja niiden merkittävä muuttaminen voi olla vaikeaa tai mahdotonta hankkeen elinkaaren aikana. Tällöin luvituksessa tulee voida varmistua etukäteen siitä, että hanke ei vaaranna vesienhoidon ympäristötavoitteiden saavuttamista. Asteikon toisessa päässä ovat siirrettäviin tuotantorakenteisiin perustuvat hankkeet, kuten verkkoallastekniikkaan perustuva kalankasvatus, joille voidaan myöntää lupia määräaikaisina ja joiden muuttaminen on teknis-taloudellisesti mahdollista.

Kolmanneksi kyse on siitä, kuinka suuren osan yksittäisen vesimuodostuman kuormituksesta luvittava hanke muodostaa. Mitä suurempi hankkeen osuus on sellaisesta vesimuodostuman kokonaiskuormituksesta, joka saattaa vaarantaa vesienhoidon ympäristötavoitteiden saavuttamisen, sitä kriittisemmin epävarmuuteen on suhtauduttava. Biotuotetehtaan osuus vesimuodostuman kokonaiskuormituksesta voi olla kymmenen prosentin luokkaa, kun taas kalankasvatushankkeen osuus verraten pieni maataloudesta peräisin olevaan ravinnekuormitukseen verrattuna. Lopulta asia palautuu siihen, kuinka todennäköistä on, että juuri lupaharkinnan kohteena oleva hanke vaarantaa vesienhoidon ympäristötavoitteiden saavuttamisen.

Varovaisuusperiaatteen mukaisesti lupapäätöksen tietopohjan epävarmuudet tulkitaan pääsäännön mukaan luvanhakijan vahingoksi. Vesienhoidon ympäristötavoitteiden puitteiden edirektiivin ja Weser-ratkaisun valossa luvanhakijan tulee pystyä riittävästi osoittamaan, että vesimuodostuman tila ei heikkene ja että vesien tilatavoitteet eivät vaarannu myös vesimuodostumaan kohdistuva muut paineet huomioon ottaen.

### 3.6.2 Sääntelyn kehittämismuutokset

#### 1. 0-vaihtoehto eli nykytila

##### *Kuvaus*

Vaihtoehtoon mukaan lupaharkintaan liittyvien selvitysvastuiden, selvitysten ulottuvuuden ja vesistömallien käyttöä ei selvennetä lainsäädännössä tai ohjeistuksen avulla. Kysymykset tiedontuottamisvastuista sekä mallien ja parametrien valinnasta jätetään oikeus- ja hallintokäytännön linjattaviksi.

Korkeimman hallinto-oikeuden ratkaisukäytäntö todennäköisesti tarkentaa ajastaan viranomaisen ja luvanhakijan työnjakoa ympäristötiedon tuottamisessa, vesien tilaan ja hankkeen vaikutuksiin liittyviä selvitysvelvollisuuksia ja selvitysten riittävyyttä. Edelleen oikeuskäytännössä voidaan ottaa yksityiskohtaisemmin kantaa mallien valintaan ja mallinnuksen riittävään tasoon. Hallintokäytännössä voi syntyä nykyistä tarkempia toimintamalleja viranomaisten ja luvanhakijoiden yhteistyölle lupamenettelyssä.

#### *Arviointia*

- + selvitysvelvollisuuksia linjattu tähänkin asti KHO:n käytännössä, tulkintakäytännön jatkuvuus
- + oikeuskäytäntö ja hallintokäytäntö ovat dynaamisia lainsäädäntöön verrattuna, mahdollistaa sopeutumisen mallien kehittymiseen, tiedon lisääntymiseen ja olosuhteiden muutokseen
- + mahdollistaa tilannekohtaisen arvioinnin, sopivin malli kuhunkin tilanteeseen
- KHO:n ratkaisukäytäntöä voidaan joutua odottamaan pitkään, epävarmuuden tila jatkuu
- KHO ei ole välttämättä myöskään oikea taho linjaamaan mallien käyttöä, oikeuskäytännön kehittyminen aiheesta on myös sattumanvaraista
- ratkaisujen tilannekohtaisuus, lupaharkinnan ennakoitavuus ja oikeusturva eivät välttämättä parane
- mallien käyttöä ei ole tähän mennessä pystytty linjaamaan oikeuskäytännössä
- ei luo toimintamalleja, joilla voitaisiin kehittää tiedontuotannon jatkuvuutta YVA:sta lupapäätökseen

## **2. Viranomaisohje**

### *Kuvaus*

Vaihtoehtona on viranomaisohjeistuksen (esim. Ympäristöhallinto, 2020) tarkentaminen ympäristöllisten lupamenettelyjen selvitysvastuiden jakaantumisesta, selvitysten riittävydestä, tiedontuotantoprosessien kulusta sekä mallien tuottamisesta ja valinnasta. Ohjeessa voitaisiin esittää toimintamalleja viranomaisten ja luvanhakijoiden yhteistyöhön selvitysten tuottamisessa ja antaa yleisiä ohjeita esimerkiksi selvitysten riittävydestä ja epävarmuuksien arvioimisesta. Käytännössä kyse voisi olla Ympäristöhallinnon ohjeesta.

Ohjeeseen voitaisiin sisällyttää myös hanketyyppi- ja vaikutuskohtaista ohjeistusta siitä, minkä tyyppiset mallit soveltuvat erityyppisten hankkeiden ja vaikutusten arviointiin. Mallien soveltuvuutta tulisi peilata myös ympäristönsuojelulaissa ja vesilaisissa tarkoitettuihin luvanmyöntämisedellytyksiin. Viranomaiset voisivat tarjota myös ohjeistusta siitä, mitä malleja on kehitetty vesien- ja merenhoitoa varten.

*Arviointia*

- + mahdollisuus selventää selvitysvelvollisuuksia ja mallien valintaa nopeammin kuin oikeuskäytännön pohjalta
- + kevyt menettely lainsäädäntömuutoksiin verrattuna, helpompi muuttaa tarvittaessa
- + ohjeita ja toimintamalleja voidaan kehittää yhteistyössä mallintajien, tiedontuottajien, toiminnanharjoittajien ja viranomaisten kesken
- ohje on oikeudellisesti sitomatonta soft law:ta, ei sitovaa vaikutusta esimerkiksi tuomioistuinten ratkaisuihin; tuomioistuimet voisivat ratkaista selvityksiä ja malleja koskevat kysymykset eri tavalla kuin ohjeessa
- myöskään ohjeen liian kaavamainen noudattaminen viranomais- ja tuomioistuinikäytännössä ei välttämättä edesauta mallinnuksen ja mallien kehittymistä
- ohje voi käytännössä sitoa viranomaiskäytäntöä ilman selvää institutionaalista tukea ja demokraattista mandaattia; selvitysten riittävyyteen liittyvät kysymykset kuuluvat viime kädessä lainsäädännön piiriin

**3. Selvittämisvelvollisuuksien tarkentava sääntely asetuksessa***Kuvaus*

Vaihtoehdon mukaan selvitysvastuista ja selvitysten riittävyydestä sekä mallien tuottamisesta ja valinnasta annetaan tarkentavaa sääntelyä ympäristönsuojeluasetuksessa ja vesitalousasetuksessa. Asetuksissa annetaan suuntaviivat esimerkiksi viranomaisen tuottaman ympäristötiedon ja hakijan selvitysten suhteesta, mallien käytön tarpeellisuudesta ja siitä, minkälaista tietoa malleille tulee tuottaa.

Asetuksissa voidaan esimerkiksi edellyttää, että jos hankkeella arvioidaan olevan merkittäviä vaikutuksia vesimuodostuman tilaan, on lupahakemukseen liitettävä mallinnukseen perustuva riittävä selvitys hankkeen vaikutuksista vesimuodostuman hydrologisiin, fysikaalis-kemiallisiin ja biologisiin tekijöihin. Lupahakemuksen yhteydessä on esitettävä selvitys käytetystä mallista ja sen soveltuvuudesta hankkeen vaikutusten arviointiin.

Asetuksissa on mahdollista säätää eräänlaisesta malli-BAT:sta. Sääntelyyn voidaan sisällyttää periaate, jonka mukaan hankkeen vaikutusten selvittämisen on perustuttava parhaaseen käyttökelpoiseen malliin. Tätä voidaan tukea eri hanketyyppien BREF-tyyppisillä vertailuasiakirjoilla, joissa esitetään hanketyyppikohtaisesti parhaat käytettävissä olevat selvitysmenetelmät. Lisäksi sääntelyssä on mahdollista eritellä nykyistä tarkemmin, mikä on luvan myöntämisen kannalta hyväksyttävä epävarmuuden taso varovaisuusperiaate ja selvitysvaatimusten kohtuullisuus huomioon ottaen.

*Arviointia*

- + selvitysten ja mallinnuksen riittävydelle nykyistä selvemmat suuntaviivat lainsäädännössä
- + selkeys ja ennakoitavuus, laki velvoittaa niin viranomaisia kuin tuomioistuimia
- + parhaan käyttökelpoisen mallin periaate ja "malli-BREF:t" luovat selvyyttä ja ennakoitavuutta selvitysvaatimuksiin, pystyvät myös ottamaan mallien kehityksen tarvittaessa huomioon joustavasti
- + "malli-BREF:t" voidaan valmistella yhteistyössä viranomaisten, mallintajien, tiedontuottajien ja toiminnanharjoittajien kesken
- on haastavaa muotoilla yleisiä normeja ja periaatteita selvitysvelvollisuuksista ja mallinnuksesta, erityisesti siitä, milloin mallinnusta tulisi käyttää (hankkeen ja vaikutusalueen ominaisuudet vaihtelevat paljon), ja selvitysten riittävydestä ja hyväksyttävän epävarmuuden tasosta. Tämä pätee erityisesti erikokoisten hankkeiden vaatimuksiin.
- lainsäädännössä tai "vertailuasiakirjoissa" ei voida edellyttää tietyn mallin tai tietyn tuottajan mallin käyttöä
- vertailuasiakirjat eivät välttämättä seuraa mallinnuksen kehitystä riittävän nopeasti

**4. Jälkivalvonnan kehittäminen***Kuvaus*

Vaihtoehto tarkoittaa ympäristönsuojelulain ja vesilain jälkivalvontakeinojen kehittämistä siten, että hankkeiden vaikutuksiin liittyvää epävarmuutta voidaan hallita lupien muuttamisen avulla. Kyse on tiedontuotannon ja epävarmuuksien hallinnan painopisteen siirtämisestä ennakkolisesta lupaharkinnasta tasaisemmin koko toiminnan elinkaaren ajalle. Tällöin mallinnuksen vaatimuksia voi olla mahdollista keventää, kun toiminnan epävarmuuksia hallitaan seurantatiedon pohjalta ja lupamääräyksiin tehtävin muutoksin.

Ympäristöllinen lupamenettely edellyttää luvanhakijalta mittavaa tiedontuotantoa. Lupaharkinnassa tulee varmistua lupaedellytysten täyttymisestä saavuttamalla riittävä varmuus pitkälle tulevaisuuteen kohdistuvista vaikutuksista. Mallinnus ei välttämättä sulje pois hankkeen vaikutuksiin liittyviä epävarmuuksia luonnontieteellisten tietojen ja käytettävissä olevien mallien puutteellisuuden takia.

Epävarmuuksien nykyistä parempi hallinta luvan myöntämisen jälkeen vastaa vesipuite-direktiivin mukaista sopeutuvan hallinnan ideaa. Vesienhoidossa tuotetaan vesien tilasta ja niihin vaikuttavista paineista tietoa syklisesti vesienhoitosuunnitelmien joka kuudes vuosi tapahtuvan päivittämisen kautta. Lupien tarkistamisen kytkemistä vesienhoitokausiin voisi pitää perusteltuna.

Ympäristönsuojelulain mukaan toiminnanharjoittaja voidaan määrätä jo nykyisin tuottamaan erillinen selvitys hankkeen sellaisista vaikutuksista, joiden arviointiin liittyy lupaharkinnassa epävarmuuksia. Selvityksen perusteella luvassa voidaan jälkikäteen määrätä toiminnan tarvittavista ehdoista. Erillisen selvityksen käyttöala on kuitenkin kapea.

Yksi mahdollisuus kehittää hankkeen vaikutuksiin liittyvän epävarmuuden hallintaa ympäristönsuojelulaissa on palauttaa lakiin säännös lupien määräaikaisesta tarkistamisesta. Tämä voi helpottaa epävarmuuksien hallintaa ja vähentää luvanhakuvaiheeseen liittyvää selvitystaakkaa. Määräaikaisessa tarkistamisessa luvanhaltijan tulee laittaa prosessi vireille ja tuottaa tarvittavat selvitykset, kun taas YSL 89 §:ssä tarkoitettu ympäristöluvan muuttaminen edellyttää tyypillisesti aktiivisuutta ja runsaasti resurssien käyttöä valvontaviranomaiselta.

Vesilain perusteella vesitalouslupien vaikutusten epävarmuuksia hallitaan lupien määräaikaisuuden ja tarkistamismääräysten avulla. Esimerkiksi vedenottolupia on myönnetty tarvittaessa määräaikaisina. Määräaikainen lupa ei kuitenkaan sovellu kaikkiin hanketyyppeihin, esimerkiksi vesivoimalaitoksen tai sillan rakentaminen ja käyttö ei voi perustua määräajaltaan lyhyeen lupaan hankkeisiin tarvittavien investointien takia. Vesitalousluvassa voidaan määrätä tietyt lupamääräykset määräajassa tarkistettaviksi ja edellyttää tässä suhteessa sellaisten vaikutusten tarkkailua, joista on luvanmyöntämishetkellä epävarmuutta.

Vesilaissa kipupisteenä on vanhojen lupien muuttaminen tilanteessa, jossa toistaiseksi voimassa olevaan lupaan ei ole liitetty tarkistamismääräyksiä. Jos kymmenen vuoden aikaraja luvan tarkistamiselle on umpeutunut voidaan lupaan tehdä eräitä poikkeuksia lukuun ottamatta vain sellaisia muutoksia, jotka eivät sanottavasti vähennä hankkeesta saatavaa hyötyä. Luvan muuttamista hakevalla on lisäksi korvausvelvollisuus muutoksista aiheutuvista muista kuin vähäisistä edunmenetyksistä. Vesienhoidon ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi ja hankkeiden vesistövaikutusten hallitsemiseksi on syytä harkita, että luvan muuttamisen sääntelyä joustavoitetaan.

#### *Arviointia*

- + epävarmuuksia pystytään hallitsemaan paremmin toiminnan elinkaaren ajan; seurantatieto toiminnan vaikutuksista on varmempaa kuin mallinnukseen perustuvat etukäteisarviot
- + luvanhakijan ennakkolisten selvitysvelvollisuuksien ja mallinnuksen vaatimusten keventyminen
- + voidaan yhdistää muihin sääntelyvaihtoehtoihin, joiden avulla selvennetään myös luvanhakijan selvitysvelvollisuuksia ja mallinnusta
- hallinnollinen taakka: hankkeen uusi lupaharkinta luvan määräajan umpeutumisen jälkeen ja lupamääräysten muuttaminen tai luvan



peruminen ovat erillisiä viranomaisprosesseja, lisäksi voi olla tarpeen käyttää hallintopakkeinoja

- taakka toiminnanharjoittajalle: säilyttämällä vastuu lupamuutosten hakemisesta ja selvitysten tekemisestä luvanhaltijalle voidaan toisaalta keventää hallinnollista taakkaa
- ei poista täysin selvitysvelvollisuuksiin ja mallinnukseen liittyviä ongelmia: edelleen lupaa ei voida myöntää hankkeelle, jossa riskinä on vesimuodostuman tilan heikentyminen ja jossa tätä riskiä ei voida riittävästi hallita luvan muuttamisen avulla
- ei sovellu sellaisiin hanketyyppeihin, joiden vaikutuksia ei voida juurikaan hallita jälkikäteen (esimerkiksi silta, ojitus, turvetuotantoalueen käyttöönotto)

### 3.7 Ehdotusten vaikutukset lupaprosessin työmäärään

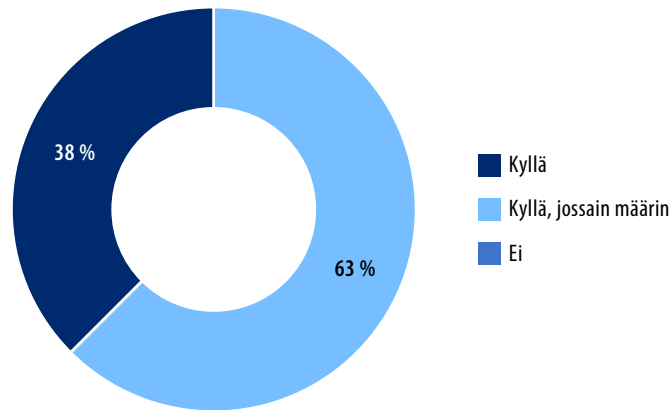
#### Hyvän mallinnuksen kriteerien vaikutus työmäärään

Kyselyn vastausten perusteella projektissa laadittujen hyvän mallinnuksen kriteerien koettiin tukevan viranomaisen työtä (kuva 10). Kaksi vastaajaa kuitenkin täsmensivät miltä osin kriteerit eivät ole riittäviä:

*“Esim. kalankasvatustilastien ns. keskittämishankkeissa ja jäteveden purkupaikan siirtoasioissa tulisi kuvata tilanne myös ilman nykytilassa merialueella olevia laitoksia/jäteveden kuormitusta.”*

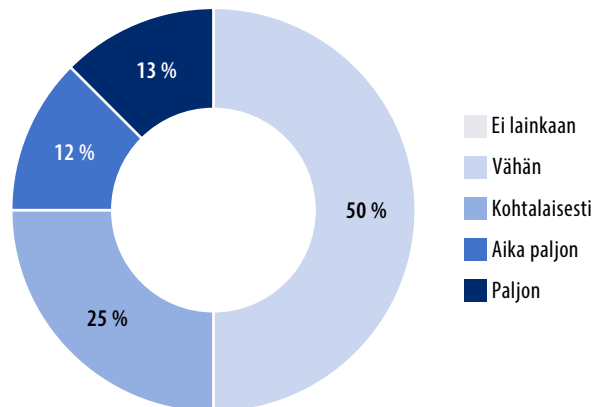
*“Tulosten tarkastelussa pitää pystyä arvioimaan mihin mallin tuloksia voidaan käyttää. Esimerkiksi voidaanko hetkellisten ravinnepitoisuuslisäysten perusteella päätellä vaarantuuko vesimuodostuman hyvän ekologisen tilan tavoite. Mielestäni ei ja silloin tulee vastaan kysymys: mihin tällaisia malleja voidaan käyttää?”*

**Kuva 10.** Projektissa laadittujen hyvän mallinnuksen kriteerien riittävyys tukemaan viranomaisen työtä.



Vastaajat kokivat, että kriteerit ja niiden käyttöönotto vaikuttavat lupiin liittyvään työkuormaan vähän tai kohtalaisesti (Kuva 11). Muutamit vastaajat kokivat niiden vaikuttavan paljon tai aika paljon.

**Kuva 11.** Lupiin liittyvän työkuorman muuttuminen hyvän mallinnuksen kriteerien ja niiden käytäntöön ottamisen myötä



### Sääntelyn ratkaisuehdotusten vaikutus työmäärään

Vastaajille esiteltiin Itä-Suomen yliopiston ratkaisuesitykset mallinnusten säätelemiseksi ja heiltä kysyttiin kuinka tarkoituksenomaisia esitetyt ratkaisupolut ovat vastaajien mielestä. Vastaukset hajaantuivat epävarmuuden hallintaa kehitetään jälkivalvonnan keinoin -ratkaisuehdotuksen osalta ja jokainen vastaus sai yhden tai kaksi vastausta Kuva 7). Avoimia vastauksia jätettiin ratkaisuehdotukseen kaksi.

***”Valvojilla on jo mahdollisuus tehdä aloite luvan tarkistamiseksi. Tarvittaessa lisää resursseja valvontaan.”***

***”Epävarmuus pitää saada hallintaan jo ennen luvan myöntämistä. Muuten maa on täynnä kokeiluhankkeita.”***

Niin ikään vastaukset hajaantuivat seuraavan ratkaisuehdotuksen osalta: luvanhakijan selvittämisvelvollisuuden tarkentamisesta säädetään asetuksessa (esim. malli-BAT). Puolet vastaajista koki, että ratkaisuehdotus kovin tarkoituksenomainen. Kuitenkin muutama vastaaja koki, että ratkaisuehdotus olisi hyvin tai todella tarkoituksenomainen. Kolme vastaajaa jätti kommentin ratkaisuehdotukseen.

***”Ei lupamenettelyä jäykistävää sääntelyä! Tällaisen asetuksen säätäminen lisää tolkkottomasti työmäärää, kun täytyy pohtia, onko asetuksen vaatimukset täytetty. Voi lisäksi olla kilpailua rajoittava säännös. Hakemukseen vaadittavista selvityksistä on riittävät pykälät vesi- ja ympä. asetuksessa. Mallia ei aina tarvita ollenkaan ja jos hakija valitsee sellaista käyttöä, se on yksi selvitys muiden joukossa. Kaikkia selvityksiä tarkastellaan asiasta päätettäessä.”***

***”On huomioitava että aina mallintaminen ei ole ratkaisu. Jos mallintamisesta tulee pakollista, tulee määrätä toiminnanharjoittajalle pakolliseksi myös riittävien lähtötietojen selvittäminen, jotta mallinnus olisi ylipäätään mahdollista. Varsinkin uusissa hankkeissa lähtötietoja esimerkiksi vesistöjen tai prosessien tarkkojen päästöjen osalta on niukasti. Tämä voi johtaa siihen, että mallin epävarmuus on niin suuri, että se ei ole hyödyntämiskelpoinen. Toiminnanharjoittajan vastuulla tulee olla valita vaikutusten arviointiin parhaiten soveltuvat työkalut, eikä sitä tulisi rajoittaa tai liiaksi ohjata viranomaisen toimesta.”***

***”Luvan hakija ilmoittaa vain mieleisensä tulkinnan. En ole koskaan nähnyt lupahakemusta, jossa sanottaisiin, että hanke vaarantaa vesimuodostuman hyvän ekologisen saavuttamisen.”***

Viranomaisohjeistuksen laadinta koettiin hyvänä tai todella hyvänä ratkaisuehdotuksena yli puolesta vastaajista. Muutama vastaaja koki ohjeen vähän tai kohtuullisen tarkoituksenomaisena.

***”Opas voisi olla parempi termi. Oppaassa kerrottaisiin, mitä eri tyyppisillä malleilla on mahdollista kuvata.”***

***”Tulosten tulkintaa ei voida ohjeistaa.”***

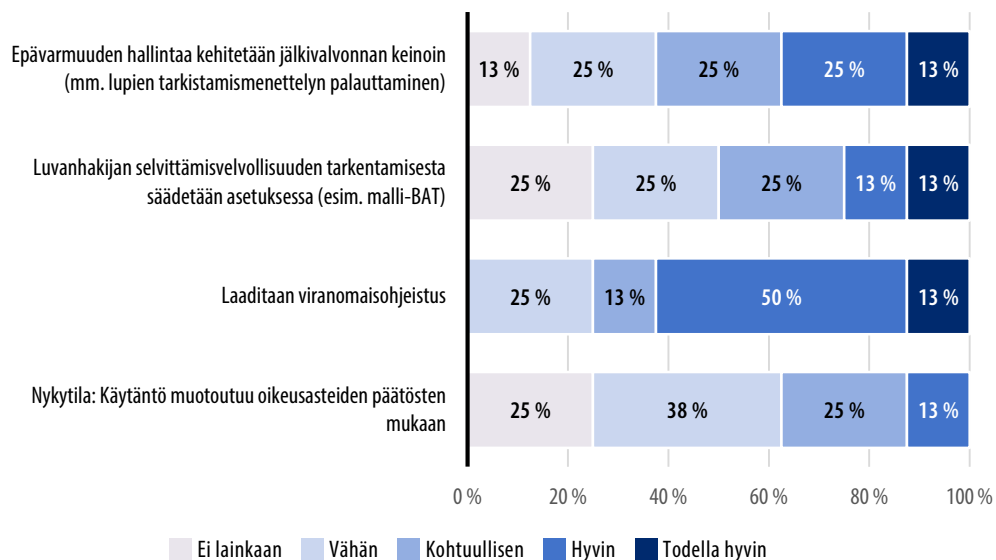
Yksi ratkaisuehdotuksista on nykytila, eli käytäntö muotoutuu oikeusasteiden päätösten mukaan. Nykytila ei koettu kovin tarkoituksenomaiselta enemmistön vastaajien mielestä (kuva 12). Kuitenkin hajontaa esiintyi vastaajien kesken ja muutama vastasi, että nykytila on kohtuullisen tai hyvin tarkoituksenomainen.

**“Oikeusasteet eivät voi tehdä kilpailua rajoittavia päätöksiä. Ei pidä tulkita päätöksiä väärällä tavalla. Jos mallilla ei ole jossain asiassa saatu selvitettyä jotain kysymystä, vika voi olla muuallakin kuin mallissa. Päätös koski kyseistä yksittäistapausta eikä pidä yleistää liian laajasti. Päätös koski asiaa eikä mallia.”**

**“On tärkeää, että muu taho kuin valvontaviranomainen tai lupaviranomainen määrää tason, jota tulee noudattaa.”**

**“Ei taida olla muuta vaihtoehtoa.”**

**Kuva 12.** Itä-Suomen yliopiston ratkaisuesitykset mallinnusten säätelymiseksi ja niiden tarkoituksenomaisuus



## 3.8 Hankkeen ehdotusten vaikutukset

### Edistysaskeleet mallinnuksessa

Hyvän mallinnuksen kriteerit eivät suoraan vaikuta käytettäviin malleihin. Sen sijaan ne ohjaavat käyttämään nykyisin käytössä olevia malleja tehokkaammin ja raportoimaan niistä paremmin. Epäsuorasti kriteerit kuitenkin vaikuttanevat mallien kehitykseen. Erityisesti mallien tulosten epävarmuuksien raportointi sekä erilaisten laadunvarmistusmenetelmien (kalibrointi, herkkyysanalyysi) korostaminen todennäköisesti vaikuttaa mallien kehitykseen.

### Työmäärä vähenee kriteerien selkiytyessä

Kyselyn perusteella hyvän mallinnuksen kriteerien käyttööotto vähentäisi työkuormaa, mutta kriteerit ovat vain ensimmäinen askel mallinnuskäytäntöjen kehittämisessä. Lisäksi kyselyn vastausten perusteella tarvitaan myös muita toimenpiteitä.

Sääntelyehdotuksista tärkeimmiksi työtaakkaa vähentäväksi toimenpiteeksi nousi viranomaisohjeistuksen laatiminen. Lisäksi sääntelyn nykytilaa pidettiin kaikkein työläimpänä; sääntelyn kehittäminen on siis tärkeää myös työtaakan vähentämisen näkökulmasta.

### Hyvän mallinnuksen hyödyt ja kustannukset laajemmin

Hyvän mallinnuksen kriteerit selventävät mallinnusprosessin kannalta keskeisiä asioita toiminnaharjoittajalle, mallintajalle ja viranomaiselle. Kriteerien tarkoitus on helpottaa mallinnuksen tilaamista, mallinnuksen raportointia ja mallinnustulosten tulkintaa.

Hyvällä mallinnuksella voidaan myös välttää ympäristöprosessin pitkittyminen, investointien viivästyminen tai estyminen, millä on hankkeesta riippuen paikallisia, kansallisia tai kansainvälisiä taloudellisia seurauksia. Erityisesti hyvällä mallinnuksella voidaan ennakoida mahdollisia haittavaikutuksia ympäristölle ja vaikutuksia varten voidaan varautua sopeutuvan hallinnan mukaisesti suunnittelemalla toimenpiteitä ennakolta.

## 4 Päätelmät ja suositukset

Mallinnuksen tehokkaampaan käyttöön ympäristöluvituksessa on mahdollista päästä raportissa mainituin keinoin. Suurimmaksi osaksi kyse on olemassa olevien käytäntöjen muuttamisesta ympäristölupaprosessissa sekä panostuksista seurantaan ja mallinnukseen. Tärkeää on vaatia hyvän mallinnuksen kriteerien mukaista mallinnusta sekä panostaa epävarmuuksien hallintaan sopeutuvan hallinnan keinoin. Mallinnusten laadunvarmentamiseen ehdotetaan vertaisarviointiprosessia ja mallinnusten suunnittelussa korostetaan ennakkoneuvottelujen tärkeyttä. Lisäksi sääntelyä tulisi kehittää selkeyttämään tiedon tuotannon vastuita, mallinnuksen roolia sekä kattamaan sopeutuvan hallinnan keinoja.

### 4.1 Suosituksia viranomaisille ja suosituksia ja ohjeita luvanhakijoille

- Parannetaan aineistojen päätymistä tietokantoihin
- Täydennetään seurantaa
- Panostetaan mallikehitykseen
- Hyvän mallinnuksen kriteerit käyttöön
- Aloitetaan mallinnusten vertaisarviointi osana ympäristölupaprosessia
- Suunnitellaan mallinnusta ennakkoneuvottelussa
- Parannetaan ympäristölupaohjetta toiminnanharjoittajille malleihin liittyen.
- Varaudutaan mallinnuksen epävarmuuksiin lupamääräyksissä

### 4.2 Suositukset sääntelyyn

- Lupaharkintaan liittyviä selvitysvastuita selvennetään
- Mallinnuksen käyttöä luvituksessa selvennetään
- Kehitetään ympäristönsuojelulain ja vesilain jälkivalvontakeinoja
- Harkitaan lupien määräaikaisuuden palauttamista

### 4.3 Mitä seuraavaksi?

VESIMALLIT-hankeessa tunnistettiin eri vaiheissa työtä myös tulevaisuuden tutkimus- ja kehittämiskohteita. Kehitettävää on niin mallinnusosaamisessa, mallityökaluissa kuin mal-  
leihin liittyvässä lainsäädännössä. Jatkoselvitystä kaivataan erityisesti siihen, miten hank-  
keen ehdottama mallinnusten vertaisarviointi tai asiantuntija-apu toteutettaisiin käytän-  
nössä. Lisäksi lainsäädännön muutosten valmistelu voi edellyttää tarkempia lisäselvityksiä.

# Liitteet

## Liite 1 Esimerkkejä luvituskäytössä olevista malleista

Liite on tallennettu omana tiedostonaan osoitteeseen <https://urn.fi/>

URN:ISBN:978-952-383-221-3

## Liite 2 Hyvän mallinnuksen kriteerit

Hyvä mallinnus koostuu useasta alatekijästä, mitkä voidaan luokitella kolmen yleisen konseptin alle. Mallin tulee olla i) pätevä, eli sillä on vahva tieteellinen perusta ja se osoitetusti kuvaa keskeisiä mallinnettavia prosesseja oikein (kalibrointi), ii) tarkoitukseen soveltuva, eli malli soveltuu käytettyyn tarkoitukseen, sekä iii) hyväksytty, eli mallin tuloksia päätöksenteossa käyttävien osapuolten hyväksymä.

Jotta mallinnuksen tieteellistä pätevyyttä voidaan arvioida, mallinnusprosessi pitää kuvata riittävällä tarkkuudella. Mallinnus on raportoitava ja raportin tulee sisältää seuraavat osiot 1) Mallin valinta ja lähtötiedot, 2) Mallinnuksen laadunvarmistus, 3) Tulokset ja niiden tarkastelu. Alla on kuvattu hyvästä mallinnusraportista löytyvät osiot yksityiskohtaisemmin; tätä listausta voidaan käyttää arvioitaessa hyvän mallinnuksen kriteerien täyttymistä.

### 1. Mallin valinta ja lähtötiedot

#### **Mallinnuksen tavoitteiden määrittely**

- Ongelma ja mallinnuksen tavoite on esitelty
- Mallinnettavat prosessit ja mallilla tuotettavat tiedot (parametrit) on määritetty esim. konseptuaalisen mallin avulla

#### **Mallinnettavan alueen ja sen ominaispiirteiden kuvaus**

- Kohdealue on rajattu ja rajaus on perusteltu
- Alueen ominaispiirteet on kuvattu
- Kohdealueen keskeiset tuloksiin vaikuttavat prosessit on tunnistettu (esim. vedenvaihto, liukoisten ravinteiden pitoisuudet)



**Mallin valinta**

- Mallityypin ja mallin valinta on perusteltu (voi riippua lähtötiedoista)
- Valittu malli (tai mallien) on kuvattu yleisellä tasolla ja kuvauksessa on viittaus mallin täydelliseen kuvaukseen TAI malli on kuvattu kokonaisuudessaan liitteenä (uusi malli)

**Mallisovelluksen kuvaus (miten mallia käytetään kyseisessä tapauksessa)**

- Mallin rajausta kyseisessä tapauksessa on kuvattu
- Mallin sovelluskohtaiset asetukset on kuvattu; esim. mallihila, reunaehdot, alkutilanne (soveltuvin osin)

**Olosuhteiden ja nykytilan laskennassa käytettävien lähtötietojen kuvaus**

- Mallinnsjaksojen valinta, kalibrointi/validointijakso, nykytila ja skenaariot on perusteltu ja kuvattu
- Vaihtelu nykyolosuhteissa on kuvattu ja analysoitu (esim. olosuhteiden vaihteluväli, erilaiset vuodet)
- Kalibroinnissa ja validoinnissa tarvittavat lähtötiedot on kuvattu (soveltuvin osin)

**2. Mallinnuksen laadunvarmistus****Mallin kalibrointi ja validointi**

- Saatavilla oleva mittausaineisto on kuvattu (esim. seurantatiedot, tietojen lähteet)
- Kalibroittavat parametrit ja kalibrointimenetelmä on kuvattu (soveltuvin osin)
- Kalibroinnin tulokset on kuvattu (soveltuvin osin)
- Malli on validoitu eli mallin antamia tuloksia on verrattu seurantatietoon

**Herkkyysanalyysi**

- Mallilla on tehty skenaariolaskentoja, joilla arvioidaan lähtötietojen vaihtelun vaikutus tuloksiin (kalibrointijaksolle)
- Mallilla on tehty skenaariolaskentoja, joilla arvioidaan eri parametrien vaikutus tuloksiin (kalibrointijaksolle)

**Mallin epävarmuuksien arviointi lähtötietojen ja validoinnin osalta**

- Valitun mallinnustavan aiheuttamat epävarmuudet on kuvattu
- Lähtötietojen riittävyys ja lähtötietoihin liittyvät epätarkkuudet on kuvattu (herkkyysanalyysin perusteella)
- Mallin validoinnin perusteella on tehty arvio mallin tuottamien tulosten epävarmuudesta

- Mallin tuottamien tulosten epävarmuustaso on määritelty vähintään sanallisesti keskeisten saatujen tulosten osalta (arvioinnissa voidaan käyttää asteikkoa)

### 3. Tulokset ja niiden tarkastelu

#### Laskettujen skenaarioiden esittely

- Nykytila ja siihen liittyvät oletukset ja vaihtelu (ns. kontrollitilanne)
- Muiden laskettujen skenaarioiden esittely (esim. eri toteutusvaihtoehdot)

#### Skenaarioiden tulokset

- Tulokset on esitelty kuvina (tai animaatioina) ja tunnuslukuina (soveltuvin osin)
- Skenaarioiden tuloksia on vertailtu nykytilaan (soveltuvin osin)

#### Tulosten käytettävyyden arviointi

- Mallin epävarmuuksien vaikutus skenaarioiden lopputuloksiin on arvioitu vähintään sanallisesti (arvioinnissa voidaan käyttää asteikkoa)
- Raportissa on tehty arvio mallin tulosten käytettävyydestä mallinnuksen tavoitteisiin verrattuna
- Johtopäätösten perustelu on esitetty raportissa selkeästi perustuen mittausaineistoon ja mallituloksiin

## LÄHTEET

- Belinskij, A., M. Hepola, E. Hollo, & J. Kauppila, 2019. Ympäristöllisten lupien muuttaminen vesienhoidon ympäristötavoitteiden perusteella. Suomen Ympäristökeskuksen Raportteja.
- Belinskij, A., & N. Soininen, 2020. KHO:n Finnulp-päätös (KHO 2019:166) ohjaa sopeutuvampaan lupien muuttamiseen ja yhteisvaikutusten hallintaan. EdiLEX 2.
- Cash, D. W., W. C. Clark, F. Alcock, & N. M. Dickson, 2003. Knowledge systems for sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 100: 8086–8091.
- Edman, M., & J. Sahlberg, 2020. The Swedish Coastal zone Model (SCM). *OCEANOGRAFI* Nr 128: 2020.
- EFSA (European Food Safety Authority), A. Hart, L. Maxim, M. Siegrist, N. Von Goetz, C. Cruz, C. Merten, O. Mosbach-schulz, M. Lahaniatis, A. Smith, & A. Hardy, 2019. Guidance on Communication of Uncertainty in Scientific Assessments. *EFSA Journal* 17: 5520.
- Kotamäki, N., A. Pätynen, A. Taskinen, T. Huttula, & O. Malve, 2015. Statistical Dimensioning of Nutrient Loading Reduction : LLR Assessment Tool for Lake Managers. *Environmental management* 56: 480–491.
- Lignell, R., E. Miettunen, L. Tuomi, J. Ropponen, H. Kuosa, J. Attila, & I. Puttonen, 2018. Rannikon (Suomenlahti, Saaristomeri, Selkämeri) kokonaiskuormitusmalli: ravinnepäästöjen vaikutus veden tilaan. Kehityshankkeen loppuraportti (XI 2015 – VI 2016).
- Malve, O., 2007. Water quality prediction for river basin management. Aalto university.
- Murawski, S. A., & G. C. Matlock, 2006. Ecosystem Science Capabilities Required to Support NOAA's Mission in the Year 2020. NOAA Technical Memorandum 100.
- Paloniitty, T., & N. Kotamäki, 2020. Ympäristömallit, oikeuden lähteet ja normatiivisuuden jatkumon ongelma. *Lakimies* 7–8: 1104–1125.
- Paloniitty, T., & N. Kotamäki, 2021. Scientific and Legal Mechanisms for Addressing Model Uncertainties: Negotiating the Right Balance in Finnish Judicial Review?. *Journal of Environmental Law* 33: 283–308.
- Pye, K., & S. J. Blott, 2017. Advice to Inform Development of Guidance on Marine , Coastal and Estuarine Physical Processes Numerical Modelling Assessments. NRW Evidence Report. Cardiff.
- Refsgaard, J. C., J. P. van der Sluijs, A. L. Højberg, & P. A. Vanrolleghem, 2007. Uncertainty in the environmental modelling process – A framework and guidance. *Environmental Modelling & Software* 22: 1543–1556.
- Saloranta, T. M., J. Kämäri, S. Rekolainen, & O. Malve, 2003. Benchmark Criteria: A Tool for Selecting Appropriate Models in the Field of Water Management. *Environmental management* 32: 322–333.

- SEPA, 2019. Aquaculture modelling: Regulatory Modelling Guidance For The Aquaculture Sector.
- Tattari, S., & M. Puustinen, 2017. Toimivimmat mallityökalut vesistö- vaikutusten ja ravinteiden kierrätyksen kustannustehokkaaseen hallintaan. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 70/2017: 87.
- United Nations, 1991. Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context. Espoo, Finland, 25 February 1991. 309.
- Uusitalo, L., A. Lehtikoinen, I. Helle, & K. Myrberg, 2015. An overview of methods to evaluate uncertainty of deterministic models in decision support. Environmental Modelling and Software Elsevier Ltd 63: 24–31.
- Wardekker, J. A., J. P. van der Sluijs, P. H. M. Janssen, P. Klopogge, & A. C. Petersen, 2008. Uncertainty communication in environmental assessments: views from the Dutch science-policy interface. Environmental Science and Policy Elsevier Ltd 11: 627–641.
- Warmink, J. J., J. A. E. B. Janssen, M. J. Booij, & M. S. Krol, 2010. Identification and classification of uncertainties in the application of environmental models. Environmental Modelling and Software 25: 1518–1527.
- White, D. D., A. Wutich, K. L. Larson, P. Gober, T. Lant, & C. Senneville, 2010. Credibility, salience, and legitimacy of boundary objects: water managers' assessment of a simulation model in an immersive decision theater. Science & Public Policy 37: 219–232.
- Ympäristöhallinto, 2020. Miten ympäristölupaa haetaan? – ohjeet ja lomakkeet., [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/asiointi\\_luvat\\_ja\\_ymparistovaikutusten\\_arviointi/luvat\\_ilmoitukset\\_ja\\_rekisterointi/ymparistolupa/Miten\\_ymparistolupa\\_haetaan\\_\\_ohjeet\\_ja\\_lomakkeet](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/ymparistolupa/Miten_ymparistolupa_haetaan__ohjeet_ja_lomakkeet).

tietokayttoon.fi

---

ISBN PDF 978-952-383-221-3  
ISSN PDF 2342-6799