

## LISA 3

### D5C5.1. Süvavee hapnikuvõlg

#### 1. Indikaatori nimetus

Süvavee hapnikuvõlg

*Oxygen debt in deep waters*

#### 2. Indikaatori kood

BALEED5C5.1

#### 3. Autorid

HELCOM, käesoleva töö autorid (Stella-Theresa Stoicescu, Inga Lips ja Urmas Lips)

#### 4. Indikaatori päritolu

HELCOM, Läänemere tegevuskava, Merestrateegia Raamdirektiiv

#### 5. Indikaatori eesmärk

Eesmärgiks on hinnata eutrofeerumise kaudset mõju merekeskkonnale.

#### 6. Indikaatori kirjeldus

Indikaator kirjeldab süvavee hapnikutingimusi, mis iseloomustavad eutrofeerumise kaudset mõju merekeskkonnale. Süvavee hapnikuvõla (puudujäägi) indikaator iseloomustab hapnikutingimusi halokliini aluses piirkonnas, mis on seotud sügavamatesse kihtidesse langenud orgaanilise materjali lagunemisega. Suurenenud toitainete sissekanne maismaalt (jõgede, punktallikate ja õhu kaudu) suurendab bioloogilist produktsiooni, mille tulemusena langeb rohkem orgaanilist materjali veesambas allapoole, kus selle lagundamiseks kasutatakse vees lahustunud hapnikku, mille vähenedes võib tekkida hüpoksia (hapnikuvaegus) või isegi anoksia (hapnikupuudus). Hapnikuvaeguse/puuduse korral hakkab põhjasetetest vabanema fosforit, mis uuesti ringlusesse paisatuna suurendab bioloogilist produktsiooni näiteks N<sub>2</sub> fikseerivate tsüanobakterite vohamise näol. Antud indikaatorit saab kasutada sügavamatel meredel, kus moodustub püsiv halokliin, st kus sügavus mereala teatud ulatuses on suurem kui 80 m.

## 7. Hindamisüksus

Seisundit hinnatakse avamere hindamisüksustes (vastavalt HELCOM jaotusele), kus indikaatorit saab kasutada (kujuneb halokliin, veesügavus >80 m: Soome laht - GOF, Läänemere avaosa põhjabassein - NBP, Ida-Gotlandi bassein - EGB; vt. punkt 23). Erinevalt HELCOMist antakse hinnang igale avamereosale eraldi.

## 8. Hea keskkonnaseisundi komponent

HKS tunnus 5 (eutrofeerumine); kriteerium D5C5 (Lahustunud hapniku kontsentratsioon - *Concentration of dissolved oxygen*).

## 9. Seotud HKS sihid

Kvalitatiivne siht: Toitainete kogused merevees ei põhjusta märkimisväärsed kõrvalekaldeid liikide loomulikust levikumustrist ega negatiivseid muutusi põhjalähedase kihi hapnikurežiimis.

MSRD primaarsete hindamiskriteeriumite ja HELCOM tuumindikaatorite osas on kogu mereala kohta andmetega kaetud.

Kvantitatiivne siht: Eesti inimtekkelise toitainete koormuse vähendamine vastavalt HELCOMis kokulepitule. 1) N-koormuse vähenemine 1800 t võrra (võrreldes baasperioodi koormusega 27 684 t N-üld/a), 2) P-koormuse vähenemine 320 t võrra (võrreldes baasperioodi koormusega 804 t P-üld/a) aastaks 2021.

## 10. Teemavaldkond

Veesammas elupaigana.

## 11. Muu elupaik

Merepõhja elupaigad.

## 12. Seose dokumentatsioon indikaatori ja surveteguri vahel

Veesamba sügavamate kihtide hapnikukontsentratsioonid on seotud sinna langeva orgaanilise materjali hulgaga, mille lagundamiseks kasutatakse hapnikku.

Orgaanilise materjali hulk vees on otseselt sõltuv toitainete kontsentratsioonidest, mis omakorda sõltuvad maalt ja õhust pärinevast antropogeensest koormusest (fosfori puhul võivad olla allikaks ka põhjasetted) (Pyhälä et al, 2014).

### 13. Teemavaldkonna hindamise element

Hapnik – vees lahustunud hapniku sisaldus.

### 14. Hinnatava elemendi kood

### 15. Indikaatoris kasutatavad parameetrid

CONC-W *Concentration in water: O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S*

### 16. Indikaatori usaldusväärsus

Eutrofeerumise hinnangu usaldusväärsuse määramine põhineb HELCOMis väljatöötatud põhimõtetest, mida kasutatakse BEAT hinnangu tööriista puhul. Usaldusväärsuse hinnang antakse igale indikaatorite nulli ja ühe piires ja arvesse võetakse andmete ajalist, ruumilist, tulemuse täpsuse ja meetodilist usaldusväärsust.

Kõrge ajaline usaldusväärsus antakse indikaatorile, kui mõõdetud andmeid on >15 iga hinnanguperioodi aasta kohta. Keskmise usaldusväärsus antakse kui andmeid on ≥5 kas või ühel aastal. Madal usaldusväärsus antakse kui näiteks ühel aastal koguti andmeid <5 kirjet.

Ruumiline usaldusväärsus määratakse kõrge kui hinnanguperioodi kestel on kasutatud andmeid ≥3 jaamast, keskmine kui andmeid on vähemalt kahest jaamast ja madal kui andmeid on ainult ühest jaamast.

Leitud indikaatori tulemuse täpsuse usaldusväärsust hinnatakse jagades indikaatori tulemuse ja seatud HKS piiri vahet hinnanguks kasutatavate andmete standardveaga. Kõrge usaldusväärsuse saab indikaator, mille leitud vahe jagatis on ≥2, keskmise taseme saab kui jagatis on <2 ja ≥1, ning madala, kui tulemus on <1.

Kõrge meetodiline usaldusväärsus antakse indikaatorile, mille andmete kvaliteet on tagatud, st seire ja analüüsid on läbi viidud vastavalt HELCOMi või teistele Eestis või rahvusvaheliselt kinnitatud juhenditele. Keskmise usaldusväärsus määratakse, kui andmete kvaliteet, st seire ja analüüsid vastavad osaliselt HELCOMi või teistele Eestis või rahvusvaheliselt kinnitatud juhenditele. Madal usaldusväärsus antakse, kui seire ei ole läbi viidud vastavalt HELCOMi või teistele Eestis või rahvusvaheliselt kinnitatud juhenditele.

Iga usaldusväärsuse element on hinnatud kolmeastmelisel skaalal, mille saab ümber teisendada kõrge – 1; keskmine – 0,5 ja madal – 0. Igale indikaatorile leitud nelja usaldusväärsuse keskmine annab indikaatori usaldusväärsuse.

Vastavalt meetodikale hinnatud indikaatori usaldusväärsus on kõrge (vt punkt 24).

#### 17. Indikaatori väärtuste arvutamise metoodika

Süvavee (>80 m) hapniku puudujäägi hindamiseks on vajalik vees lahustunud hapniku sisalduse, temperatuuri ja soolsuse vertikaalsete profiilide registreerimine ja halokliinist kuni põhjani kihiti kogutud veeproovidest väävelvesiniku sisalduse määramine. Väävelvesiniku kontsentratsioonid lisatakse hapniku kontsentratsioonile negatiivse hapnikuna (korrutades väävelvesiniku kontsentratsiooni -2-ga). Profileerimisi tuleks teha terve aasta jooksul (kõikides seirereisides). Halokliin määratakse sügavusvahemikuna, kus soolsuse gradient on  $\geq 0.07 \text{ g kg}^{-1} \text{ m}^{-1}$  vastavalt Liblik & Lips (2011) (soolsuse gradient leitakse 2.5 m sammuga silutud profiilide põhjal).

Hapniku puudujääk iga mõõtmise jaoks on lahustunud hapniku küllastumise kontsentratsiooni (mis leitakse samas mõõdetud temperatuuri ja soolsuse abil) ja mõõdetud hapniku sisalduse vahe. Halokliini aluse veekihi ruumala keskmise hapniku puudujäägi arvutamiseks leitakse esiteks igale sügavusele vastav hapniku puudujäägi keskmine väärtus. Igale sügavuse keskmisele puudujäägi väärtusele määratakse hinnatava mereala hüpsograafilise kõvera ja profiili vertikaalse sammu abil sellele väärtusele vastav ruumala. Liites kokku hapniku puudujäägi ja vastavate ruumalade korrutised ning jagades selle tulemuse koguruumalaga, saadakse keskmine hapniku puudujääk halokliini aluses veekihis. Hinnangu aluseks olev väärtus on iga hindamisüksuse puhul aastane aritmeetiline keskmine hapniku puudujääk halokliini aluses veekihis (HELCOM 2018).

#### 18. Indikaatori hindamisühik

mg/l (mgO<sub>2</sub>/l)

#### 19. Taustauuringute määramise metoodika

Taustatingimused avamere piirkondade jaoks on kokku lepitud HELCOM koostöö raames Läänemere Tegevuskava ja eutrofeerumise indikaatorite väljatöötamise käigus. HELCOM TARGREV projekti raames on modelleeritud taustatingimusi aastal 1900, kasutades kolme erinevat matemaatilist mudelit ja läviväärtuseks on võetud 95-protsentiil enne 1940. a keskmisest hapniku puudujäägi väärtusest.

#### 20. Hea keskkonnaseisundi taseme määramise metoodika

HELCOM TARGREV projektis töötati välja taustaväärtused, toetudes ajaloolistele andmetele ja modelleerimisele. HKS väärtused saadakse 50% lubatud kõrvalekalde arvestamisega taustaväärtusest.

#### 21. Hea keskkonnaseisundi taseme väärtus

HKS taseme väärtusena kasutatakse HELCOMi poolt välja töötatud väärtusi HELCOM alambasseinidele. Need on esitatud tabelis punkti 23 all ühikutes mg/l vastavalt veekogumile.

## 22. Hea keskkonnaseisundi taseme väärtuse allikas

HELCOM tuumindikaator <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/oxygen-debt/>

Põhjendused on toodud dokumendis: *HELCOM HOD 39/2012, Document 2/7/Rev1. HELCOM eutrophication status targets.*

## 23. Indikaatori Süvavee hapnikuvõlg väärtus Eesti mereala jaoks (2020.a hetkeseis)

| Veekogum | Läviväärtus (mg/l) | Perioodi 2019-2020 aritmeetiline keskmine väärtus (mg/l) | ER     | Seisundihinnang       |
|----------|--------------------|----------------------------------------------------------|--------|-----------------------|
| GOF      | 8,66               | 10,57                                                    | 1.22   | HKS ei ole saavutatud |
| NBP      | 8,66               | 10,79                                                    | 1.25   | HKS ei ole saavutatud |
| EGB      | 8,66               | Puudub                                                   | Puudub | Puudub                |

## 24. Illustratsioonid ja toetavad materjalid

Indikaatori arvutustulemused eraldi 2019. ja 2020. a kohta

|          | Hapniku puudujääk (mg/l) | ER   | Usaldusväärsus |
|----------|--------------------------|------|----------------|
| GOF 2019 | 11.10                    | 1.28 | Kõrge          |
| GOF 2020 | 10.04                    | 1.16 | Kõrge          |
| NBP 2019 | 11.03                    | 1.27 | Kõrge          |
| NBP 2020 | 10.54                    | 1.22 | Kõrge          |

## 25. Indikaatori viide

HELCOM 2018. "Oxygen Debt. HELCOM Core Indicator Report. Online." 2018. <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/Oxygen-debt-HELCOM-core-indicator-2018.pdf>.

Pyhälä M, Fleming-Lehtinen V, Laamanen M, Łysiak-Pastuszek E, Carstens M, Leppänen J-M, Leujak W, Nausch G, Carstensen, J. 2014. Oxygen debt - HELCOM Core Indicator Report. Online. [11.01.2017], <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/oxygen-debt/>

## 26. Kasutatud kirjandus

- Euroopa Parlament ja Nõukogu. (2000). Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2000/60/EÜ, 23. oktoober 2000, millega kehtestatakse ühenduse veepoliitika alane tegevusraamistik.
- Euroopa Parlament ja Nõukogu. (2008). Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2008/56/EÜ, 17. juuni 2008, millega kehtestatakse ühenduse merekeskkonnapoliitika-alane tegevusraamistik (merestrategie raamdirektiiv).
- HELCOM. (2007). HELCOM Baltic Sea Action Plan.
- HELCOM. (2013). Approaches and methods for eutrophication target setting in the Baltic Sea. BSEP, No 133.
- HELCOM 2018. "Oxygen Debt. HELCOM Core Indicator Report. Online." 2018. <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/Oxygen-debt-HELCOM-core-indicator-2018.pdf>.
- HELCOM HOD 39/2012, Document 2/7/Rev1. HELCOM eutrophication status targets.
- Liblik, T. and U. Lips. 2011. "Characteristics and Variability of the Vertical Thermohaline Structure in the Gulf of Finland in Summer." Boreal.Environ.Res 16A: 73–83.
- Pyhälä, M., Fleming-Lehtinen, V., Laamanen, M., Łysiak-Pastuszek, E., Carstens, M., Leppänen, J.-M., Leujak, W., Nausch, G. and J. Carstensen. (2014). Oxygen debt - HELCOM Core Indicator Report. Online. [11.01.2017], <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/oxygen-debt/>