



Läänemere tulevikule mõeldes

Teabematerjal



EUROPEAN
REGIONAL
DEVELOPMENT
FUND

EUROPEAN UNION

VillageWaters



VillageWaters

FINDING THE BEST FITTING SOLUTIONS FOR
WASTEWATER MANAGEMENT IN VILLAGES

www.villagewaters.eu



Alates 1900.-ndatest aastatest on Läänemeri muutunud oligotroofsest puhtaveelisest merest eutroofseks merekeskkonnaks.

1. Läänemerest lühidalt

Läänemeri on üks maailma suurimatest **riimveekogudest**. Meri on väga madal, keskmine sügavus on vaid 54 meetrit. Rohkem kui üks kolmandik Läänemerest on madalam kui 30 meetrit. Seetõttu on kogu vee kogus mere pindalaga võrreldes väga väike.

Läänemere ainus ühendus Atlandi ookeaniga on Taani väinade kaudu. Veevahetus ookeaniga on väga aeglane, kuid magevee sissevool kõrge. Seega määravad vee soolsuse taseme peamiselt sissevoolavad jõed. Läänemere keskmine soolsus on vaid viiendik Atlandi ookeani vee soolsusest. Läänemere eripära seisneb selles, et magevee sissevoolust tekkinud riimvett eraldab soolasematest süvaveekihtidest **halokliin**. Läänemere sügavus ja soolsus erinevad rannikuriikide mereveteti.

1.1. Eesti rannikuala iseloomustus

Rannikuveed on osa Soome ja Riia lahtedest ning Läänemerest. Eesti ranniku pikkus on 3794 km, millest 1242 km on mandril ja 2552 km on saarte vahel jagatud. Merekeskkond erineb rannikualadel oluliselt. Lääne-Eesti saarestiku mere hüdroloogiline režiim määratleb mitmesuguseid põhjatuüpe; nii on Soome lahe ja Läänemere keskosas merepõhi kõvem, kuid Riia lahes aga pehmem. Soolsus varieerub Soome lahes 6,5-7,2 ‰ kuni 0,5-2,00 ‰ suuremate jõesuublate läheduses. Lisaks suurematele linnadele (Tallinn, Pärnu, Kuressaare) on Eesti rannikuvööndile iseloomulik hulk väiksemaid asulaid ja hajaasustusega piirkondi.

Läänemere arvudes

- Keskmine sügavus – 52 m.
- Ruumala – 21 700 km³.
- Pindala – 415 200 km².
- Valgala suurem kui 1 700 000 km².
- Rahvaarv – ligikaudu 85 miljonit elanikku.
- Asustustihedus alates <1 inimest/km² põhja- ja kirdepiirkondades kuni >100 inimest/km² lõuna- ja läänepiirkondades.

Halokliin ehk soolsushüppekiht

on veekiht, mis eraldab pinnalähedasemaid veekihte süvaveekihtidest. Vee erinev soolsus tähendab ka erinevusi vee tiheduses. Vee soolsuse suuremine 1 kg/m³ võrra suurendab merevee tihendust 0,7 kg/m³ võrra.

Riimvesi sisaldab 0,5 kuni 30 grammi soola liitri kohta – sageli väljendatud kui 0,5 kuni 30 osa tuhandes osas segus (ppt, ‰). Seega on termin „riimvesi“ kasutusel teatava soolsusvahemikuga vee puhul ning pole seetõttu üheselt kasutatav.

Läänemeri on jagatud mitmeks alamvesikonnaks - Botnia laht, Botnia meri, Saaristomeri, Soome laht, Riia laht, Läänemere keskosa - ning üleminekuala Põhjamerre - Belti meri ja Kattegat. Läänemere valgala suurus on üle 1 700 000 km².



Joonis 1. Läänemere valgala, selle alamvesikonnad ja sügavus (Allikas: HELCOM, 2006. Development of tools for assessment of eutrophication in the Baltic Sea, Baltic Sea Environ. Proc. No. 104)

Läänemere suur probleem on eutrofeerumine. Peamine ökoloogiline eesmärk on vähendada toitainete koormust, et saavutada Läänemeres vetikate õitsengute looduslik tase

2. Mis on eutrofeerumine?

Möödunud sajandi jooksul on mitmesugused inimtegevused - põllumajanduse intensiivistamine, reovee ärajuhtimine ja rannikualade areng - oluliselt suurendanud **toitainete** heidet keskkonda. Veekeskkonnas soodustavad toitained vetikate, tsüanobakterite (sinivetikate) ja veetaimed kasvu. Kui toitainete kontsentratsioon on liiga kõrge, muutub see kasv üleliigseks, mis viib **eutrofeerumiseni**.

Mõiste "eutrofeerumine" pärineb kreeka keelest, kus "eu" tähendab "hästi" ja "trofos" - "toitumine". Veekeskkonnas tähendab "hästi toidetud" kõrget toitainete kontsentratsiooni.

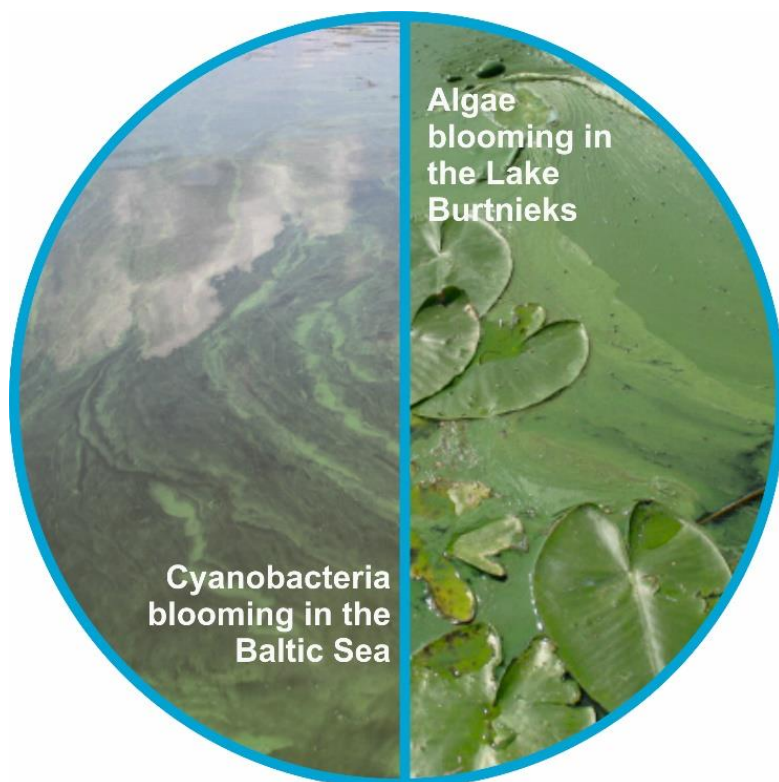
Looduslikes tingimustes kasutatakse toitaineid **esmaseks orgaanilise aine tootmiseks** ning see moodustab merekeskkonna toiduahela aluse. See annab ka suurema osa hapnikust atmosfääris. Esmase tootmiseta toimiksid protsessid Maal teistsugusemalt.

Kui toitainete kontsentratsioonid vees on ebaloomulikult kõrged, hakkavad vetikad ja tsüanobakterid (sinivetikad) vees vohama. See väljendub **õitsemisena**, millele viitab nende pigmentidest põhjustatud värvimuutus vees.

Toitained on keemilised ühendid, täpsemalt lämmastik (N) ja fosfor (P), mis on taimekasvuks hädavajalikud. Vetikad ja veetaimed kasutavad lämmastikku nitriti (NO_2^-), nitraadi (NO_3^-) või ammoniaagi ionide (NH_4^+) kujul ning fosforit fostaatioonidena (PO_4^{3-}).

Eutrofeerumine on vee rikastumine toitainetega, eriti lämmastiku ja/või fosforiga, põhjustades vetikate ja veetaimed kiiret kasvu.

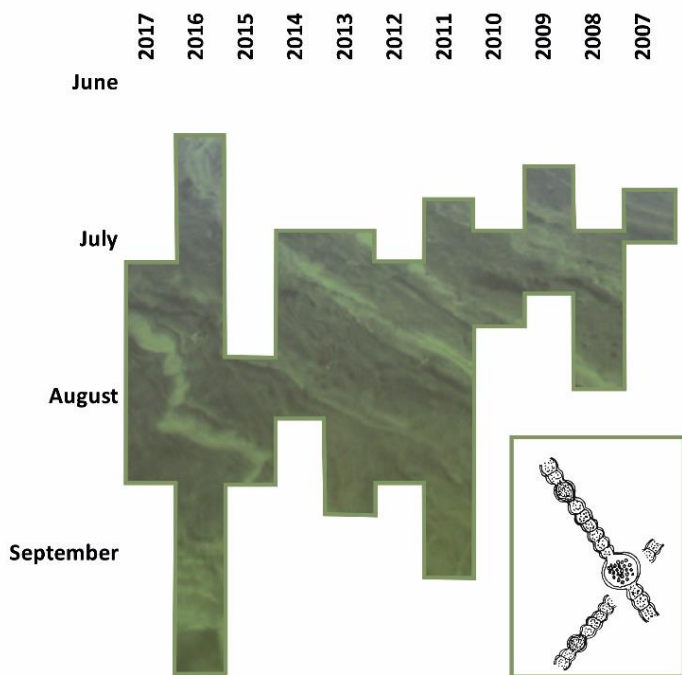
Esmase tootmine on orgaaniliste ühendite tekitamine fotosünteesi käigus. Esmatootmisega tegelevad organismid on tuntud kui esmatootjad ja moodustavad toiduahela aluse. Veekeskkonnas on nendeks vetikad, tsüanobakterid ja soontaimed.



Joonis 2. Toitainete rikastes vetes muutub vetikate või tsüanobakterite tihedus nii kõrgeks, et vesi värvub sinakasrohelisteks. Foto: A.V.Urtans.

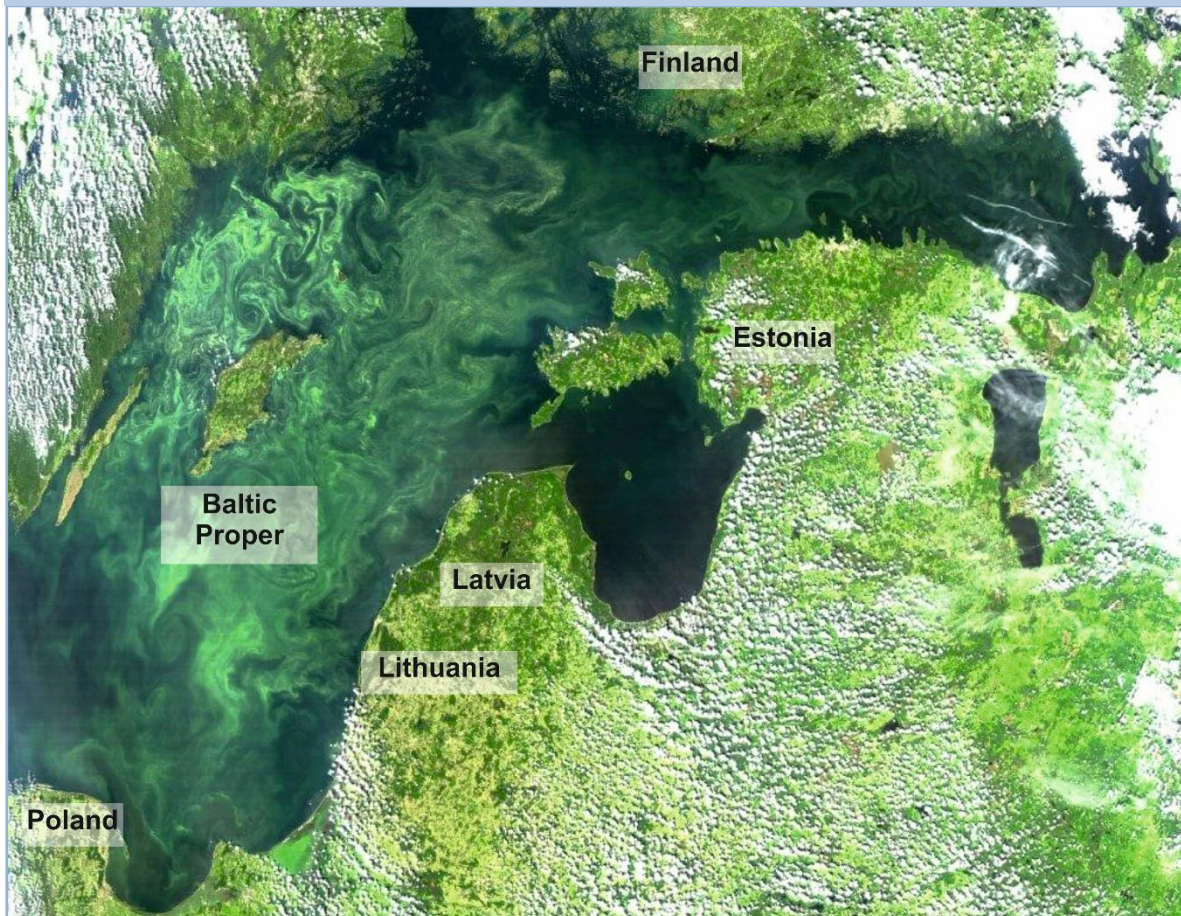
Õitsemised on Läänemere ökosüsteemis loomulikud nähtused. Viimastel aastakümnetel toimub Läänemere õitsemine kaks korda aastas - kord kevadel ja kord hilissuvel. Suve lõpus domineerivad õitsengutel lämmastikku siduvad organismid - tsüanobakterid. HELCOMi andmetel toimuvad eutrofeerumise tõttu sagedasemad ja ulatuslikumad õitsengud, eriti tsüanobakterite õitsemine.

Vee õitsemine on seisund, kui vetikate või tsüanobakterite tihedus vees on väga kõrge ja see avaldub sinakas-rohelise värvusena. Vetikarakkude arv ühe liitri vee kohta võib olla vahemikus 1000 kuni 60 miljonit.



Joonis 3. Tsüanobakterite ulatusliku õitsemise perioodid. Fotod: A.V.Urtāns, L.Urtāne (Allikas: HELCOM)

Vetikate ja tsüanobakterite õitsenguid tuvastatakse satelliidipõhiste seadmetega MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) ja VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite).



Joonis 4. Satelliidipilt tsüanobakterite õitsengust. Foto: NASA.

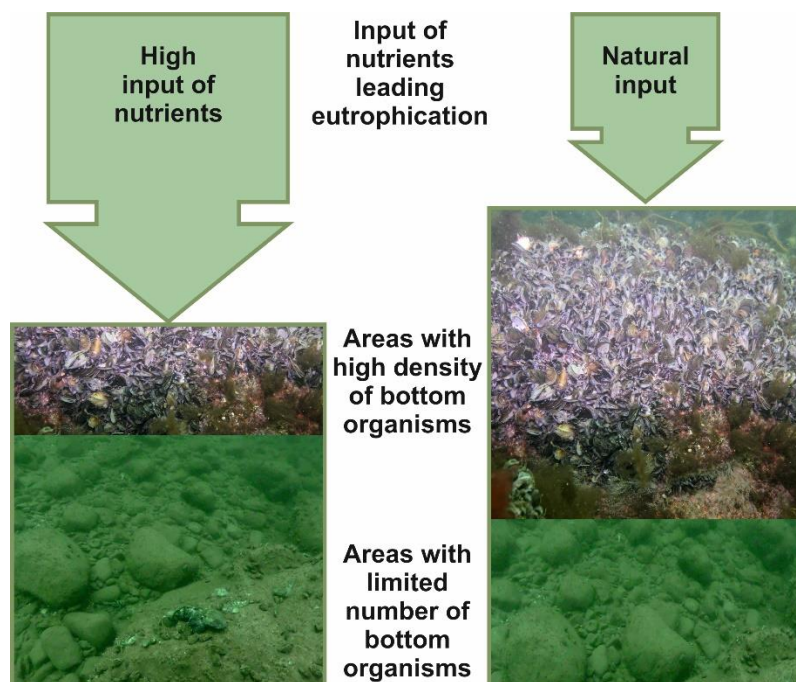
Läänemeri on looduslike tingimuste tõttu - aeglane veevahetus, vee tugev kihistumine ja väike vee maht ning jõgede äravoolud - ja inimtegevuse suurtest mõjudest väga tundlik toitainete rikastumise ja eutrofeerumise suhtes.

3. Millised on eutrofeerumise tagajärjed?

Vetikatest algab merekeskkonna **toiduahel**. Nad toetavad kõrgemate troofiliste tasemetel - zooplanktoni, kalade, imetajate - liikide arengut ja tagavad toitainete ressursid ka mikroorganismidele. Planktoni suurem tootmine võib põhjustada muutusi toiduahelas ja vee jaotumises nii Läänemere madalates kui ka sügavates osades (Cloern, 2001).

Toiduahel näitab, kuidas organismid on teineteisega seotud toidu kaudu, mida nad söövad. See on lineaarne võrgustik toiduainete ahelas, mis algab esmatootjatega ja lõpeb tarbijate, detritofaagide või lagundajatega.

Vetikate ja tsüanobakterite õitsemise suurenenud intensiivsus ja sagedus põhjustavad tavaliselt vee hägusust ja sademe rohkust, mis omakorda suurendab hapniku tarbimist merepõhja lähedal ja võib põhjustada isegi hapnikukadu. Need tingimused piiravad veelgi veetaimestiku - makrovetikate ja veetaimede levikut - ja vähendavad vee kvaliteeti merepõhja lähedal.



Joonis 5. Toitainete voo mõju põhjaelustiku tihedusele. Fotod: L. Urtāne, S. Strāķe.

Läänemere madalamas osas on põhjaelustiku tihendus umbes 2000 iga m² kohta.

Põhjaelustik on kalade ja lindude peamine toiduallikas.

Põhjaelustik lagundab merepõhja vajunud orgaanilist ainet.

Oma elutegevusega soodustab bentos setete lagundamist.



Rannakarbid on looduslikud veetöötled; nii näiteks võrdub siniste rannakarpide poolt filtritud vesi kogu merevee mahuga.

Põhjaelustik moodustab olulise elupaiga teistele liikidele: vetikad ja meretaimed on kaladele vajalik keskkond nende sigimise jätkamiseks.



Toitainete rohkus mõjutab mitmeid Läänemeres elavaid liike. Näiteks mõjutab eutrofeerumisest põhjustatud hapnikukadu mere põhjaelustikku, mis kandub toiduahela kaudu edasi zooplanktonini ja võib lõppkokkuvõttes mõjutada ka kalade, veelindude ja mereimetajate toidu kättesaadavust.

Joonis 6. Läänemere põhjaelustiku roll ja seisund.

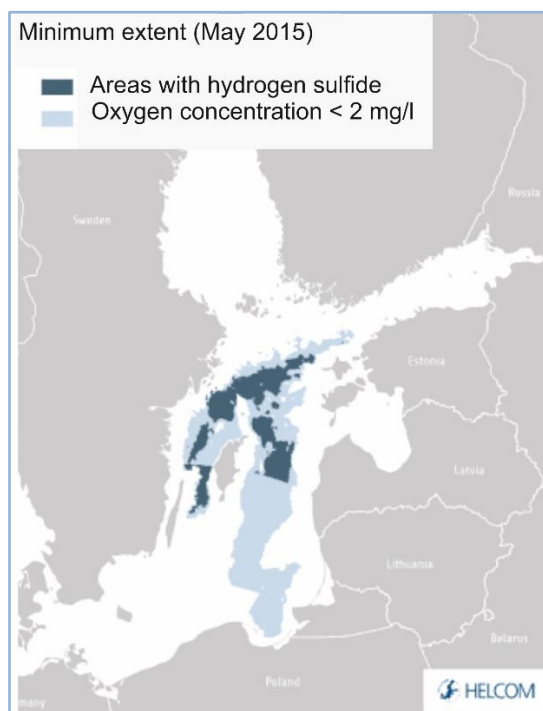
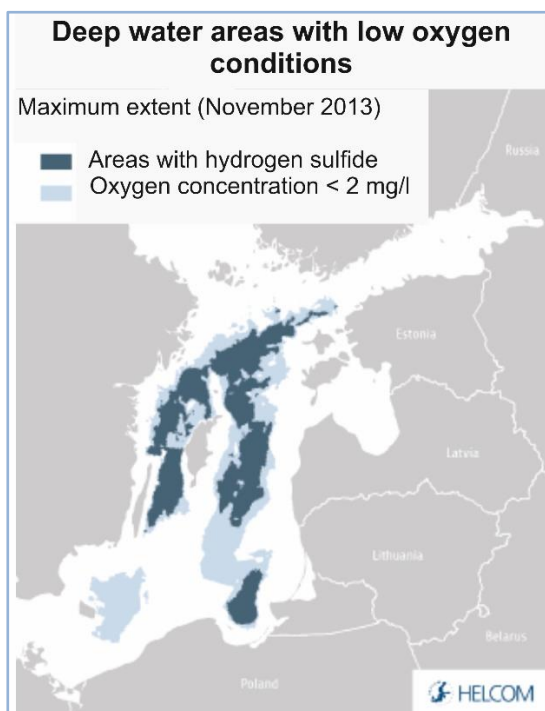
Perioodil 1970 kuni 2009 on suurenenud nii esmase orgaanilise aine tootmine kui ka hapniku tarbimine; viimane suureneb siiani (Stigebrandt & Kalén, 2013). Viimastel aastatel on vetikate sagenenud õitsemine Läänemeres toonud kaasa “surnud tsoonide” regulaarse esinemise mere sügavaimates kohtades. **Surnud tsoonid** tekivad kui mereorganismid tarbivad hapnikku kiiremini kui seda toodetakse ja tekib **väävelvesinik** (H₂S).

Eutrofeerumine põhjustab vetikate teket, kes aga lagunemisel tarbivad hapnikku ning seega kasutatakse hapnikku rohkem kui on selle varusid. Selle tõttu on elusorganismideta merepõhja ala 2018. a suve andmetel suurenenud hüppeliselt umbes 5 000 km² juurest 70 000 km² peale¹, mis moodustab 16,9% Läänemere pindalast.

Surnud tsoonid on madala hapnikusaldusega (kontsentratsioon < 2 mg/l) alad merepõhjas ja selle lähedal, mis on tekkinud inimtegevusest tuleneva toitainete saaste tagajärjel.

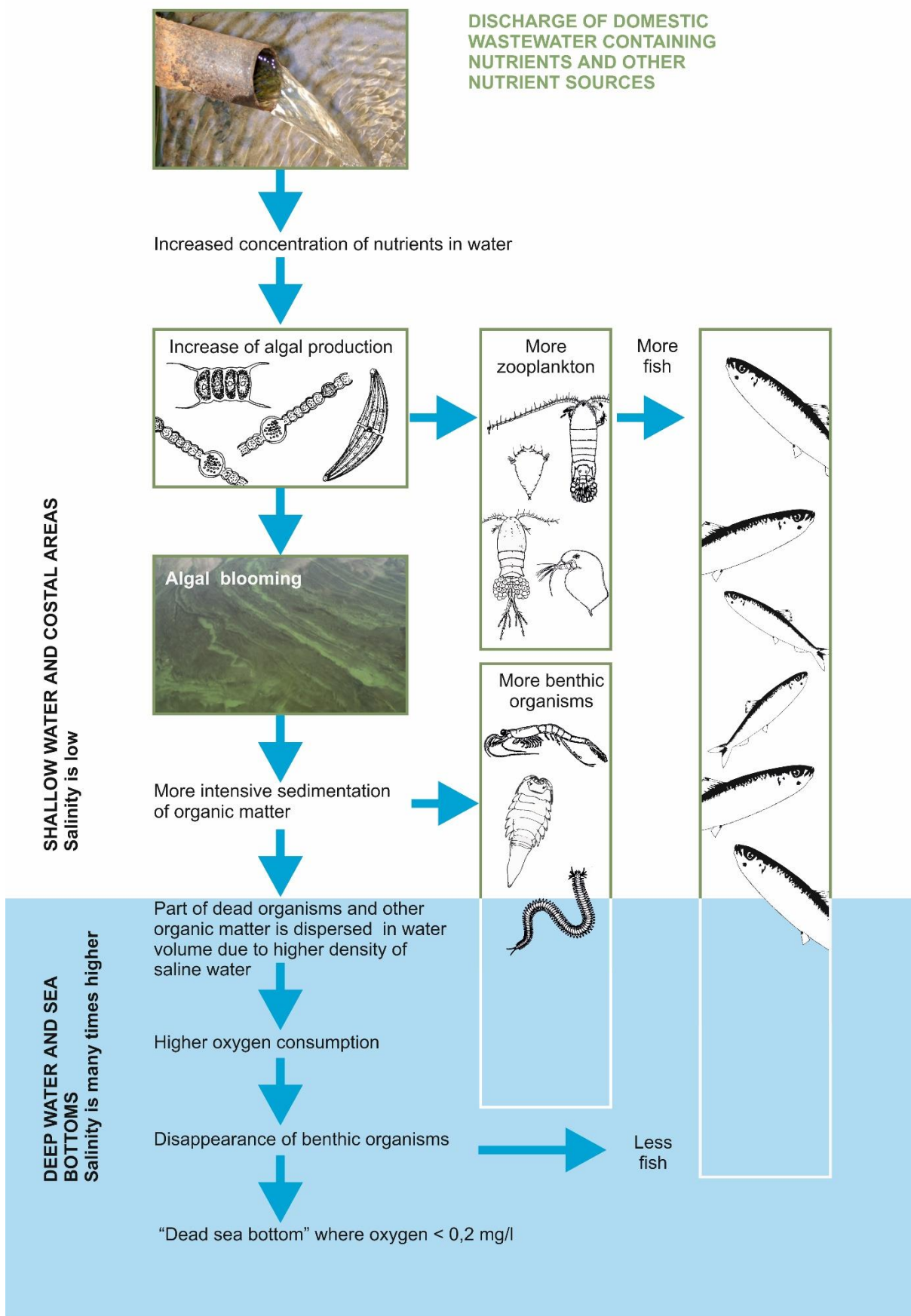
Väävelvesinik on keemiline ühend valemiga H₂S. See on värvitu kalkogeen-hüdriidgaas, millele on iseloomulik ebameeldiv mädamuna lõhn. Väävelvesinik tekib sageli orgaanilise aine mikroobsel lagundamisel hapnikuvabas keskkonnas.

Läänemere kaitses pööratakse palju tähelepanu madala hapnikusaldusega või hapnikuta süvavee piirkondadele, mis takistavad merepõhjas asuvate taimede ja loomade elutegevust.



Joonis 7. Läänemere süvavee “surnud tsoonid” (Allikas: HELCOM (2018): State of the Baltic Sea – Second HELCOM holistic assessment 2011-2016. Baltic Sea Environment Proceedings 155).

¹ Soome Turu ülikooli teadlaste andmete põhjal



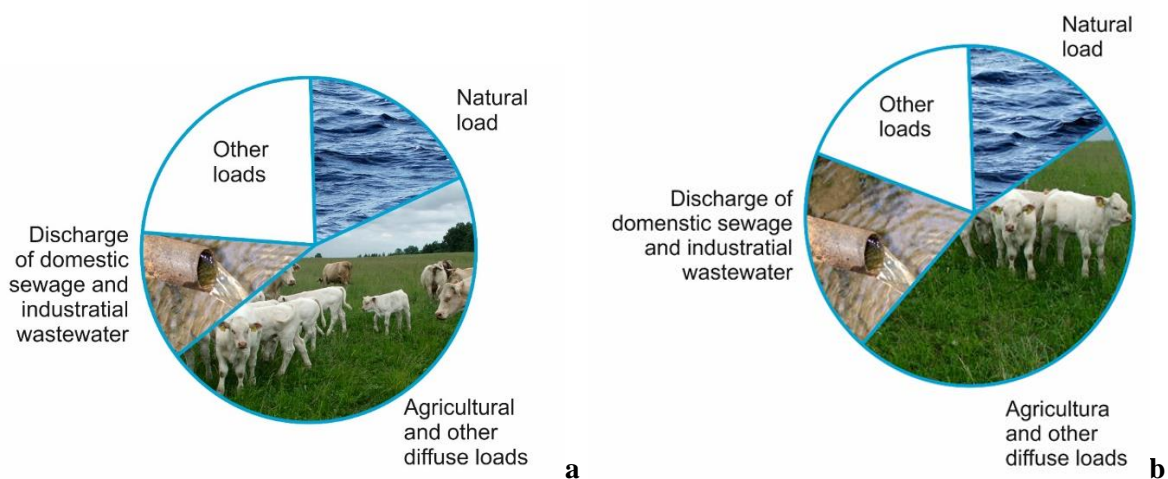
Joonis 7. Eutrofeerumine ja selle tagajärjed Läänemerele. Fotod: L. Urtäne, A.V. Urtäns. (Allikas: Monitor 1988. Sweden's marine environment – ecosystems under pressure)

Surnud tsoonid on Läänemere veesaaste probleemi lahendamise väljakutsed, kuid järjepideva tegevusega on neid võimalik taastada

4. Millised on Läänemere peamised saasteallikad?

Lämmastiku ja fosfori heited Läänemerre on suurenenud pikema aja jooksul, peamiselt 1950.-ndate ja 1980. aastate lõpul², põhjustades eutrofeerumist ja vee kvaliteedi halvenemist³. 2011.-2016. aasta eutrofeerumise mõju hinnang näitab, et Läänemeri on sellest siiani väga mõjutatud⁴. Vähemalt 97% avamerepiirkonnast on endiselt eutrofeerunud ja umbes 12% piirkonnast hinnatakse olevat väga halvas seisus.

Ligikaudu 5% lämmastiku saastekoormusest satub Läänemerre otse punktreaustusallikatest, ülejäänud aga jõgede kaudu⁵. Fosfori puhul moodustab punktreaustusest tulenev saaste 8%. 2006. aastal lisandus Läänemere lämmastikukoormusele 196 000 tonni õhusaastest⁶, fosfori otsest õhust tulenevat saastet loetakse aga madalaks.



Joonis 8. Erinevate allikate osakaal (%) Läänemere (a) lämmastiku- ja (b) fosforikoormusele 2006. aastal. Foto: L. Urtāne. (Allikas: PLC-5).

² Gustafsson et al. 2012

³ Larsson et al. 1985; Bonsdorf et al. 1997; Andersen et al. 2017

⁴ HELCOM (2018): State of the Baltic Sea – Second HELCOM holistic assessment 2011-2016. Baltic Sea Environment Proceedings 155.

⁵ Helsinki Commission Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-5), 2011

⁶ Bartnicki et al. 2008

Alates 1980.-ndate lõpust on toitainete sissevool Läänemere vähenenud tänu **HELCOMi Läänemere tegevuskavale**. Praegused näitajad on 1960.-ndate algusaastate tasemel. Vähenenud toitainete koormus on saavutatud tänu kanalisatsiooni juhitud reovee töötlemisele ning nii vähenenud õhusaaste emissioonidele kui ka vähenenud hajareostusele põllumajandusest ja metsandusest.

Sellest hoolimata ületavad fosfori- ja lämmastikukoormused mere enda looduslikku võimet ökosüsteemi tasakaalu taastada. Läänemere aeglane veevahetus põhjustab jätkuvalt fosfori vabanemist põhjasetetest ja lämmastikku siduvate tsüanobakterite õitsenguid alamvesikondades ning seetõttu on eutrofeerumisest taastumine aeglane⁷.

Kanalisatsiooni juhitava reovee töötlemine oli efektiivne sekundaarse, nn biotöötluste ja täiustatud töötluste rakendamisel. **Sellegipoolest püsib hajaasustusest pärinev saastekoormus kõrge ning see on ka kolmas suurim toitainete sissevoolu allikas Läänemere⁸.**

HELCOM – Läänemere merekeskkonna kaitse komisjon on valitsustevaheline komisjon, mis töötab eesmärgiga parandada Läänemere merekeskkonna seisundit.

Läänemere tegevuskava on HELCOMi programm, mille eesmärgiks on aastaks 2021 taastada Läänemere hea ökoloogiline seisund.

VillageWaters projektis osalevate riikide asulareovee kogumise ja töötlemise süsteemidega mitteseotud elanike osakaal on:

- 19 % (252 000 elanikku) Eestis,
- 19 % (900 000 elanikku) Soomes,
- 29 % (645 000 elanikku) Lätis,
- 38 % (975 000 elanikku) Leedus;
- 38 % (14,7 mln elanikku) Poolas, ja
- 13 % (1 mln elanikku) Rootsis.

⁷ HELCOM 2014a

⁸ Helsinki Commission Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-5), 2011