

Pikaajaliste hüdrobioloogiliste andmete analüüs Võrtsjärve zooplanktoni andmete põhjal

Marina Haldna ja Juta Haberman
EMÜ Limnoloogiakeskus

Ettekanne Eesti Statistikeseltsi 24.konverentsil
Tartu 2012

Ettekande sisu

- Lühike ülevaade Võrtsjärve uurimisest
- probleemi püstitus bioloogi seisukohast
- materjal - zooplanktoni andmed, nende kogumine
- meetodid - ülevaade andmetest, indikaatorliigid, zooplanktoni näitajate seos järve seisundiga
- tulemused, järeldused

Võrtsjärve uurimise ajalugu

Esimesed uuringud algasid üle 100 aasta tagasi.
Alates 1947.aastast Zooloogia ja Botaanika Instituut.
Alates 1959.aastast Limnoloogiajaam.

Selle aja jooksul on koostatud mitu monograafiat,
kirjutatud tuhandeid teaduslikke ja populaarteaduslikke
artikleid .

Võib väita, et **enim uuritud järv Eestis.**

Vaatamata uuritusele on järv muutunud eutroofsemaks
ehk toiteainete rikkamaks ning põhjustanud arutelu kuni
teemani, kas peaks hakkama tema veetaset
reguleerima.



Fotod Elmo Riis

<http://avalik.vortskalandus.ee/>

Mis on järve hea seisund?

Tasakaalus peavad olema:

1. toitelisus ehk troofsus (lämmastik, fosfor), keemiline koostis
2. fütoplankton
3. zooplankton
4. kalad

Energia normaalne ringlus toiduahelas on kõige olulisem.

Märkus. Toiteainetest puhas vesi ei ole loodusliku veekogu hea seisundi näitajaks.

Probleemi püstitus bioloogi seisukohast

Toitudes vetikatest ja olles ise toiduks kaladele on zooplankton veekogu toiduahela keskne lüli

- Urida, kas zooplankton on järve ökoloogilise seisundi näitaja?
- liikide tasemel
- perekondade tasemel
- rühmade tasemel
- kogu zooplanktoni arvukuse, biomassi ja kaalu tasemel

Andmete kogumine



Igakuiste seireandmete kogumisel saadakse veeproovist spetsiaalse planktonivõrgu abil võetud zooplanktoni proov, millest loendatakse mikroskoobi all **iga liigi arvukus** ja hinnatakse tema pikkus. Pikkuse kaudu arvutatakse isendi **kaal** ja selle ning arvukuse abil **biomass**.

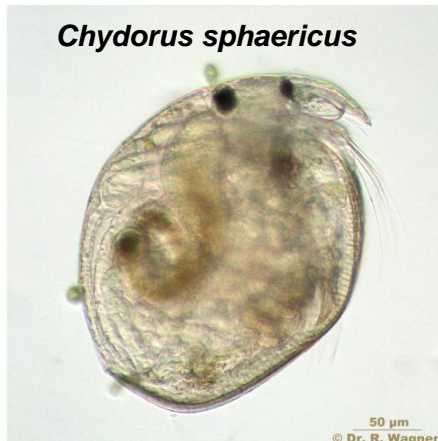
Vesikirbulised

Leptodora kindti



Kalade lemmikud,
esinevad vees
põhiliselt
vegetatsiooniperioodil

Chydorus sphaericus



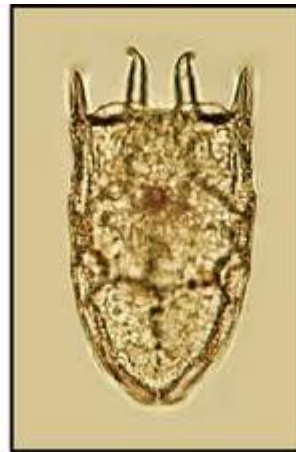
Eutroofsuse
indikaatorliigid,
domineerinud
Võrtsjärves
kogu vaatlusperioodi
jooksul.

Keriloomad

Kõige väiksemad zooplankterid üldse, esinevad vees ka talvel, kiire arenguga, kalad neid tavaliselt ei söö. Eutroofse vee indikaatorid.



Trichocerca rousseleti



Keratella tecta



Conochilus unicornis



Kellicottia longispina

Puhtama vee indikaatorliigid

Aerjalgsed



Mesocyclops leukarti



Eudiaptomus gracilis

Täiskasvanud isendid on röövvormid, söövad teisi zooplanktereid, olles ise toiduks kaladele. Järved domineerivad noorvormid.

Hüpoteesid

- Võrtsjärv on alates kogu vaatlusperioodi jooksul olnud eutroofne, alates 1980ndatest on järve seisund halvenenud
- zooplankton peegeldab hästi järve seisundit
- zooplankton on otseselt seotud toiteainete sisaldusega järve vees

Andmete ettevalmistamine

Võrtsjärve zooplanktoni igakuised (väikeste eranditega) andmed on olemas alates 1964. aastast kuni tänaseni, so 48 aasta kohta.

Fosfori ja lämmastiku, kui toitainete näitajate, andmed on alates 1985.aastast, varasemast ajast saime kasutada lahustuvaid vorme.

Zooplanktoni arvukus – perioodi jooksul on vahetunud võrgud, ehk siis andmete ühtlustamiseks on vaja kasutada erinevaid, spetsialistide poolt väljapakutud koefitsiente. Andmebaasi on kantud arvukused kuupmeetri kohta.

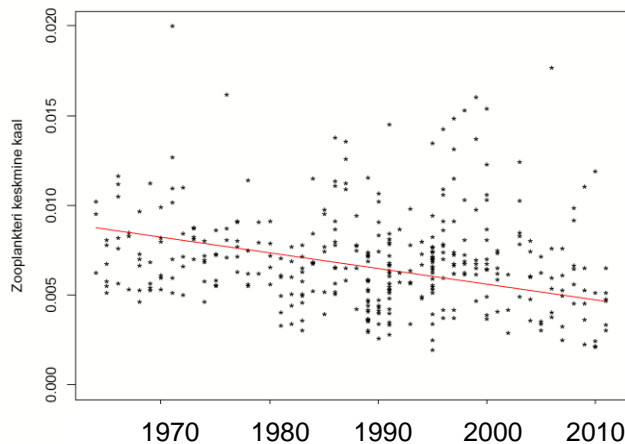
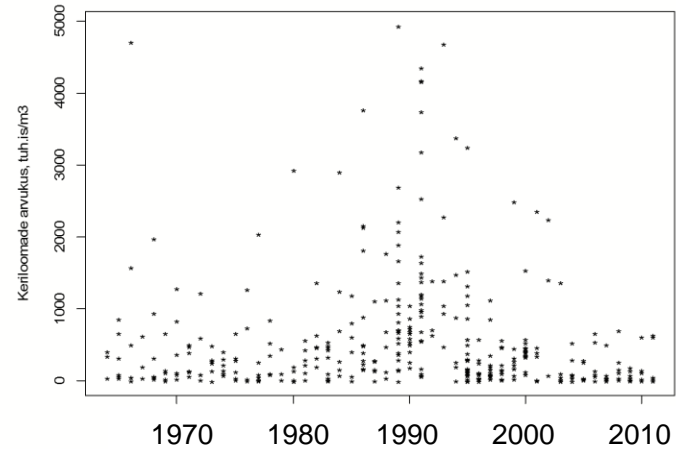
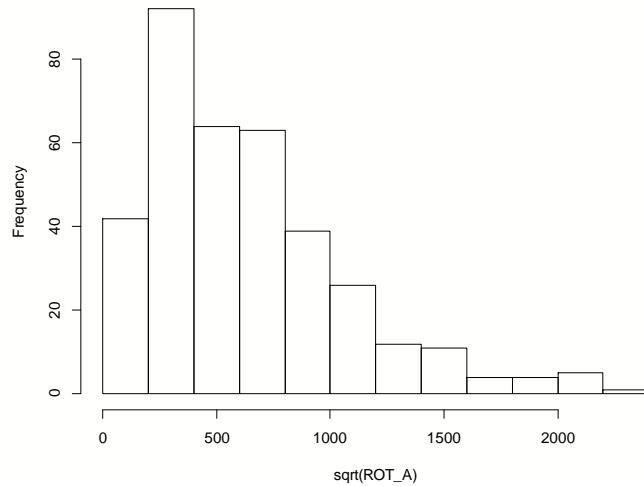
Jaotused – enamuse paremale „pika sabaga“. Arvukuste jaoks sobiks teooria poolest Poissoni, negatiivne binoomjaotus.

Toitainete sisaldused, zooplanktoni üldarvukus ja biomass ning plankteri keskmine kaal on normaaljaotusega lähendatavad.

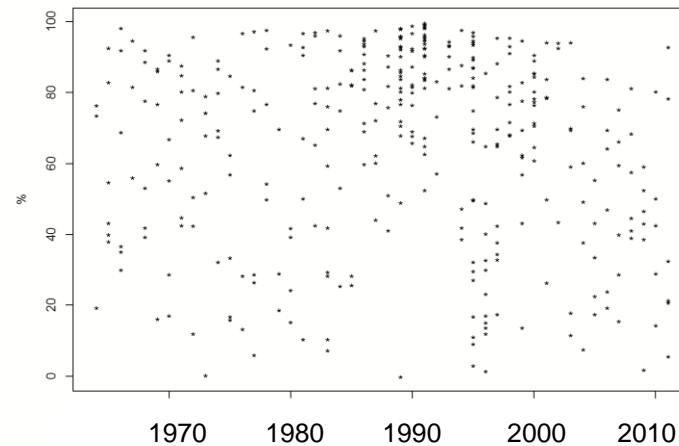
Teisendused – ruutjuur ja logaritmine

Andmete varieeruvus

Keriloomade arvukuse jaotus, tuh.is/m³



Keriloomade arvukuse % kogu zooplanktonist



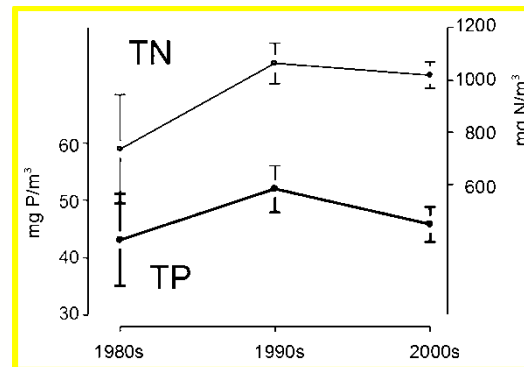
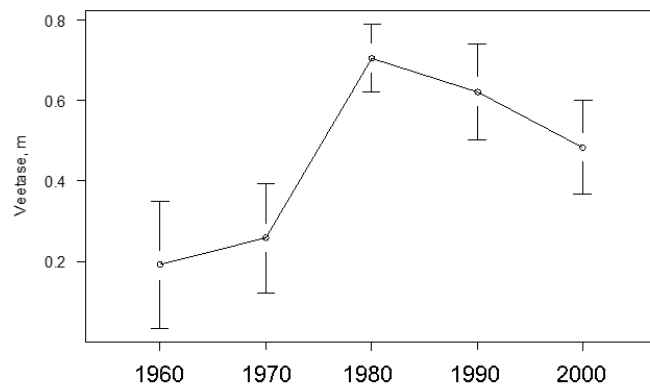
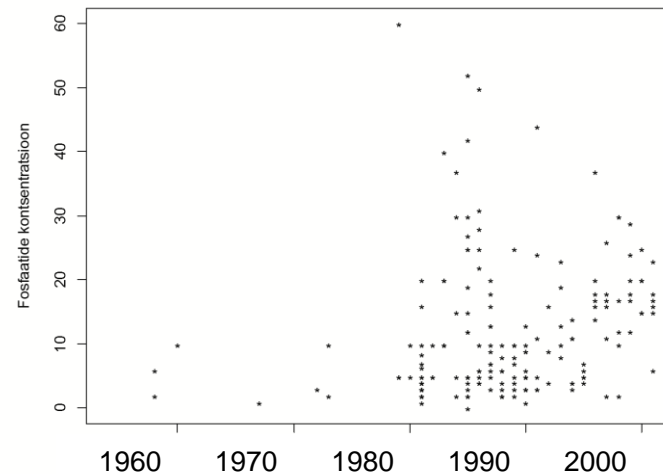
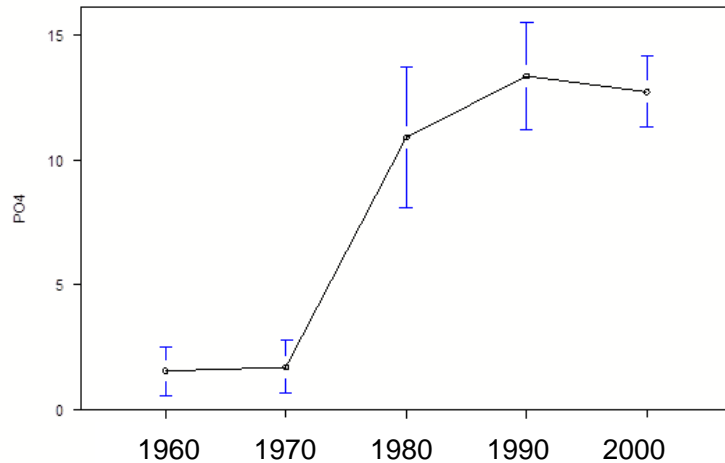
Varieeruvuse põhjusi on võimalik testida modelleerimise abil

Faktorite kirjeldamine

Faktorid – sesoonsus, veetase, veetemperatuur.

Aasta mõjuna lisaksin võrgu silma suuruse, kuigi kasutatud sai koefitsiente.

Varasemate tulemuste publikatsioonid järve seisundi kohta ja toiteainete kontsentratsioonide algul hüppeline ja hilisem ühtlane suurenemine kuni 2003. aastani võimaldasid jagada kogu vaatlusperioodi kümnenditeks.



Indikaatorliikide analüüs

- R protseduuri *indicspecies* funktsioon *multipatt* selgitas välja iga aastakümne indikatiivsed liigid.
- Tulemused näitasid, et 1960-1970ndatel olid indikatiivsed meso-oligotroofsust iseloomustavad liigid. **toiduahela mõttes parim seisund**
- Alates 1980ndatest on välja ilmunud sellised eutroofsete vete liigid, mida varasemalt pole järves esinenud ja mis on järk-järgult oma tähtsust suurendanud.
- Läbi kogu uurimisperoodi on olnud domineerivad eutroofsetele järvedele iseloomulikud liigid.
- Mitmed bioloogilise mitmekesisuse indeksid näitasid olulist erinevust varasema aja ja 1980ndatest alanud vaatlusperioodide vahel

Mitmemõõtmeline koosluse analüüs

- Mitteparameetrilise ordinatsioonimeetodiga* leitud koosluse (moodustatud zooplanktoni liikide arvukuste põhjal) ja toiteainete sisalduse vahel (andmed alates 1985.aastast) olulisi seoseid ei õnnestunud tõestada. Põhjuseks arvatavasti see, et järv ei ole sellest ajast alates oluliselt muutunud.
- Seosed lahustuva fosfori ja lämmastikuga tulid aga olulised, tõenäoliselt 1970ndatel toimunud suurte muutuste tõttu toitainete koormuses.

* R *vegan* funktsioon *metaMSD*

Perekondade ja rühmade arvukuste seosed erinevate troofsuse näitajatega

Kasutasime erinevaid mudeleid, et teha kindlaks pikaajaliste muutuste dünaamika.

- Rühmade arvukuste andmed teisendasime kuupmeetrit tagasi võrgu isendite arvule, kuna teooria poolest võiks selline tunnus olla kas Poissoni või negatiivse binoomjaotusega.
- Seejärel testisime üldistatud lineaarseid mudeleid, millesse lülitasime sisse aasta ja päeva numbri aastas (ruutpolünoomina) ning nende koosmõjud.

Modelleerimistulemused interpoleerimismeetoditega

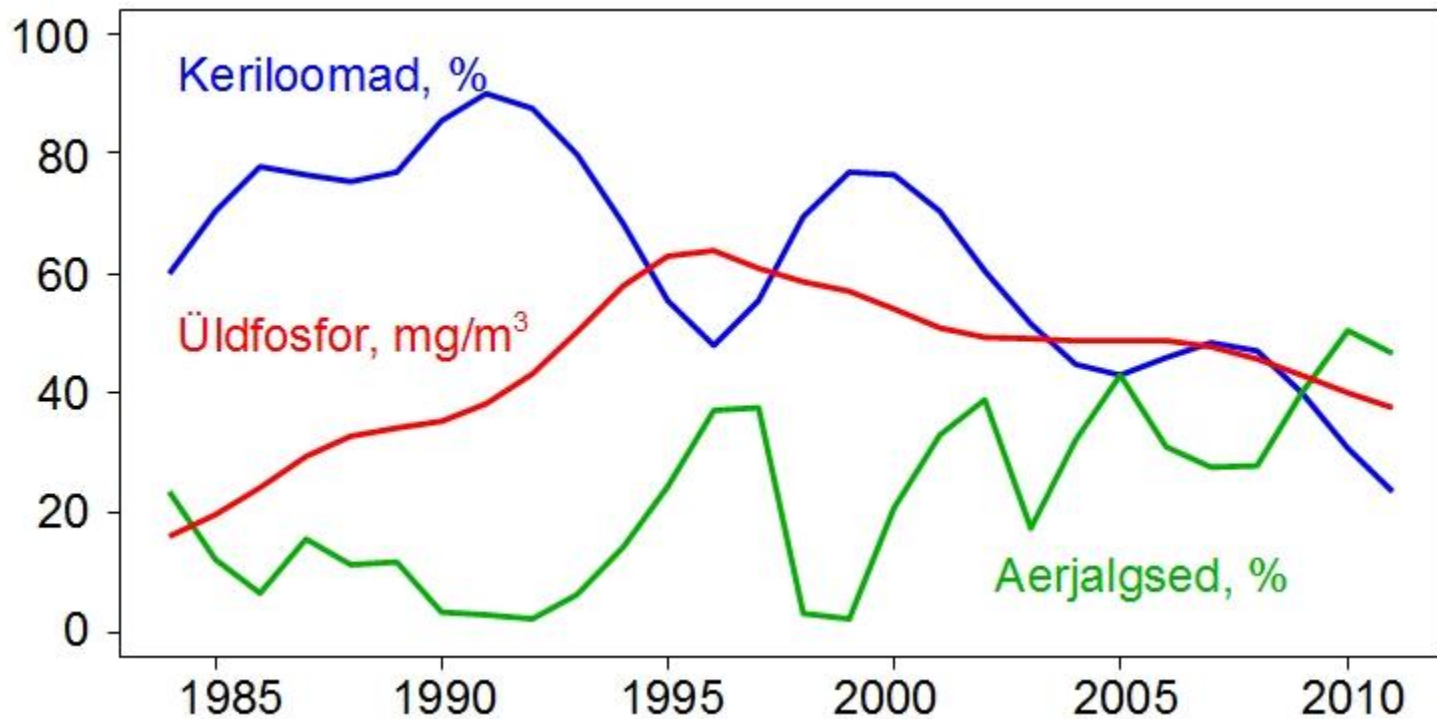
Parimad prognoosid saime zooplanktoni rühmade arvukuse modelleerimisel interpoleerimise protseduure kasutades (R *splines*, SAS TPSPLINE).

Rühmadest peetakse järve troofsuse kõige paremaks indikaatoriks keriloomi, paraku statistiline analüüs seda ei tõestanud. Bioloogide seletuste põhjal võib see olla seotud järves toimunud väikeste muutustega viimastel perioodidel.

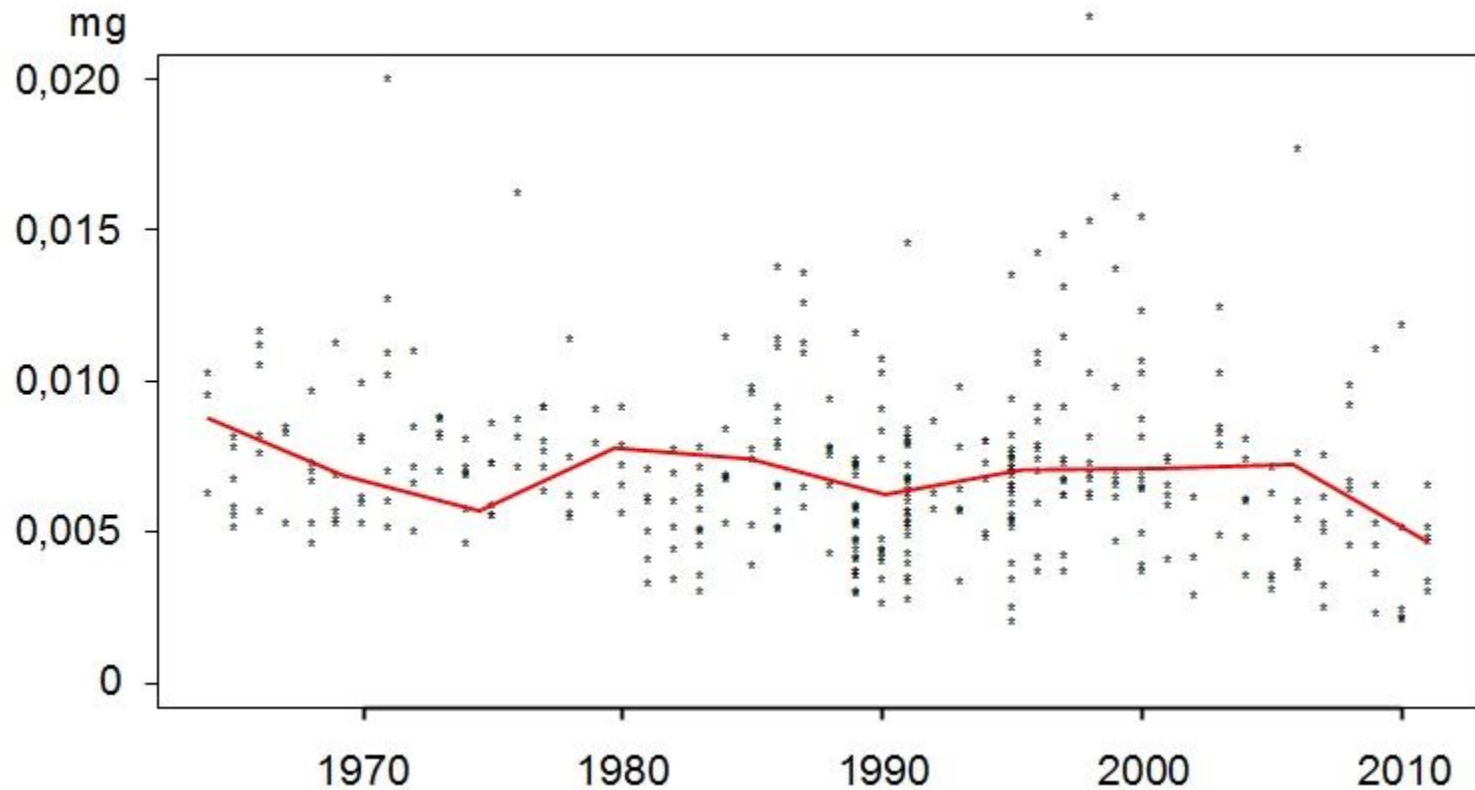
Rühmade arvukuste ja protsentide seosed eri sesoonidel on erinevad (prognoosidevaheliste korrelatsioonide põhjal). Suvekuude andmetel näiteks kirjeldab aerjalgsete muutus sama trendi, kui on fosfori oma.

Veel saime tõestada olulise langustrendi plankteri keskmise kaalu jaoks, mis langeb kokku toiteainete tõusutrendiga piki uuritud aastaid.

Prognoosid suve jaoks



Zooplankteri keskmine kaal



Järeldused

- püstitatud hüpoteesidest sai tõestatud liikidesse ja nende kooslusesse puutuvad
- liikide ilmumine ja kadumine annab hea ülevaate järve seisundist
- liikide mitmekesisus on samuti hea troofsuse indikaator
- rühmade arvukuse ja nende protsendi kohta üldarvukusest seda senitehtud analüüside ja Võrtsjärve andmete põhjal ei saa väita, et nad on statistiliselt seotud toiteainete sisaldusega.

Kokkuvõte

- Matemaatikud ei saa alati tõestada seda, mida teise eriala spetsialistid ilmseks peavad, küll aga saame juhtida tähelepanu andmete kvaliteedile, kõikide faktorite korrektsele kirjapanekule jmt.
- Statistiliste meetodite baas on mitmekesine, võimalusi valikuks jätkub, oleks ainult aega.
- Tihe koostöö bioloogi ja statistilise analüüsi tegija vahel on väga oluline.
- Võrtsjärve kohta võib antud andmete põhjal väita, et olukord on stabiilne ja kontrolli all.

Täname tähelepanu eest!

