

Iltindholdet i vandløb har afgørende betydning for ørreden



For ørred er iltindholdet og temperaturen i vandet af afgørende betydning for fiskenes trivsel. For høj temperatur i kombination med selv moderat dårlige iltforhold fører til nedsat fødeoptagelse og vækst. Dårlige iltforhold i vandløb opstår især nedenfor dambrug og dårlige rensningsanlæg.

Under overskriften "Fiskens Rolle i Økosystemet" blev der i perioden 1999-2001 iværksat et forskningsprogram, som skulle bidrage med viden til at optimere fiskeplejen i vandløb, søer og kystnære områder. Indtægter fra fiske- og fritidsfiskertegnet bidrog til finansiering af denne forskning.

På www.fiskepleje.dk vil vi fortsætte med at bringe en række af de resultater som er udsprunget af dette forskningsprogram. Tidligere har der været bragt resultater fra forskning som kan bidrage til en større overlevelse hos mundingsudsatte ørredsmolt.

I mange danske vandløb vil der i en sommersituation herske forhold, hvor ørreden vokser dårligt. For hele bestanden af ørreder fører dette til en bækørredbestand med en meget lille slutstørrelse og en havørredbestand med for lille smoltproduktion. I forsøg er det vist at selv iltniveauer over de vejledende grænseværdier kan føre til denne situation. Ved ændring af vandløbet gennem restaurering eller kanalisering ændres iltforholdene. Dette kan føre til ændret vækst af fiskene og bør derfor indgå som en vigtig designparameter i projektet.

Iltindholdets betydning for fisk

I vand er ilt en mangelvare, fordi der kan opløses så lidt af den og fordi vand er et dårligere medium for udveksling af ilt end luft. Vanddyr har derfor i modsætning til landdyr næsten altid problemer med at skaffe ilt nok.

For alle fisk er iltindholdet i vandet derfor af afgørende betydning for deres daglige trivsel. Iltindhold, temperatur og fødemængde er ofte de vigtigste faktorer for fiskenes vækst og overlevelse.

Nogle fisk lever til daglig i omgivelser præget af lavt iltindhold. Disse arter er tilpasset dette og kan optage ilt fra vandet selvom indholdet er lavt. Ofte har de også et meget lavt forbrug. Andre fisk er meget aktive med et højt iltforbrug og kræver iltrige omgivelser for at kunne trives.

På samme måde er de forskellige fiskearter tilpasset forskellige temperaturer. Nogle lever normalt i tropiske omgivelser og trives bedst ved høje temperaturer mellem 20° og 30°. Andre lever under mere tempererede forhold og trives ved temperaturer mellem 10° og 20°. Alt andet lige vil fiskene være mere og mere aktive jo længere mod tropiske farvande vi bevæger os. Da fisks temperatur er den samme som omgivelserne vil den højere temperatur øge mulighed for aktivitet, hvis fisken er tilpasset til det. Det er jo ikke helt uden grund at de ensvarme dyr, der selv kan styre temperaturen oftest har en legemstemperatur på mellem 30° og 40°.

I vanddyr er der et vigtigt samspil mellem temperatur og iltindhold fordi vand indeholder mindre og mindre ilt jo varmere det er. Dette skal ses i sammenhæng med det stærkt øgede iltforbrug i fiskene ved højere temperaturer. Resultatet bliver, at behovet hos den enkelte fiskeart for et højt iltindhold i vandet øges med stigende temperatur.

Vores hjemlige ørred (*Salmo trutta* L.) er en meget alsidig fisk. Dels findes den i flere forskellige økotyper (havørred, søørred og bækørred), der lever i meget forskellige omgivelser. Og dels udsættes ørreden på vores breddegrader for betydelige årstidssvingninger i temperatur og iltindhold.

Alligevel må man betegne ørreden som en aktiv fiskeart med relativt store krav til vandets temperatur og iltindhold. Ørreden trives bedst ved en temperatur mellem 9° og 18° og ved et højt iltindhold.

I lavvandede havområder, i søer og i vandløb vil der om sommeren herske temperaturer der ligger langt over dette. Ofte er det kombineret med lavt iltindhold i vandet.

Ørredens normal reaktion på disse dårlige forhold i omgivelserne er at flytte til bedre steder. I havet flytter den væk fra kysten og i søerne søger den ned i det kølige bundvand. Dette kan imidlertid ikke lade sig gøre i vandløb, fordi alt vandet på den samme strækning har samme temperatur og samme iltindhold.

Resultatet er, at ørreder i mange vandløb trives dårligt om sommeren. De nedsætter deres fødeoptagelse og får derfor en langt ringere vækst end ellers.

Denne undersøgelse har forsøgt at vise, om kombinationen af høje temperaturer og lavt indhold i vandløb har afgørende betydning for fiskenes vækst om sommeren.

Den har også forsøgt at vise om menneskelige påvirkninger i form af kanalisering eller restaurering vil kunne øge denne påvirkning.

Iltsvingninger i vandløb

I vandløb er iltindholdet resultatet af en række processer, der producerer ilt, og en række processer, der bruger ilt. Planternes fotosyntese er den vigtigste iltgivende proces, medens bakteriernes nedbrydning af organisk materiale i bunden normalt er den vigtigste iltforbrugende proces. Samtidig er der en udveksling af ilt mellem vand og luft, således at der afgives ilt til luften, når der er overskud i vandet og optages ilt fra luften, når der er underskud.

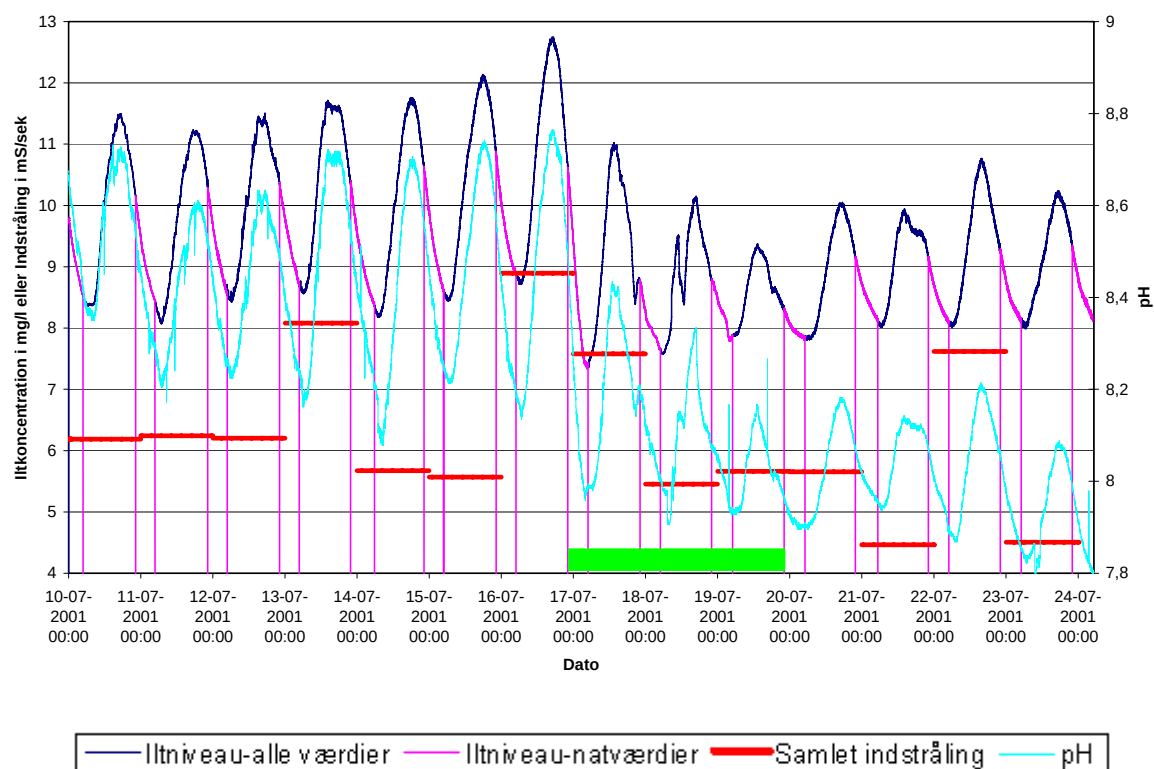
I denne sammenhæng er planternes iltproduktion speciel fordi den kræver lys, og derfor kun kan foregå om dagen. Om natten forbruger planterne ilt ligesom de fleste andre levende organismer.

Dette betyder at der opstår store variationer i vandets iltindhold mellem nat og dag. Om dagen tilføres overskuddet fra planternes iltproduktion og iltindholdet stiger. Om natten er der rent forbrug af ilt, og iltindholdet faldet (figur 1).

På samme måde svinger temperaturen på døgnbasis på grund af solens påvirkning om dagen. Normalt har vi de højeste temperaturer i vandet sidst på eftermiddagen og de laveste lige omkring solopgang (figur 1).

Vandets pH værdi er ofte et direkte resultat af planternes fotosyntese, fordi processen forbruger kuldioxid, og derved gør vandet mere basisk (højere pH). På figur 1 giver det sig udtryk ved en pH kurve, der meget nøje følger iltkurven. Man kan således meget direkte på figuren se, hvordan både iltindhold og pH er direkte afhængig af fotosyntesen. På figuren er også vist en periode med grødeskæring. Efter grødeskæringen kan man se, hvordan iltsvingningerne er blevet mindre og pH værdierne er blevet lavere.

For ørrederne i vandløbet er det heldigt at temperaturen er højest om aftenen, medens iltindholdet er lavest lige før solopgang. På den måde undgås et sammenfald mellem den højeste temperatur og det laveste iltindhold. Alligevel vil der i mange vandløb forekomme kombinationer mellem lavt indhold og høj temperatur, der har betydelig indflydelse på ørreden.

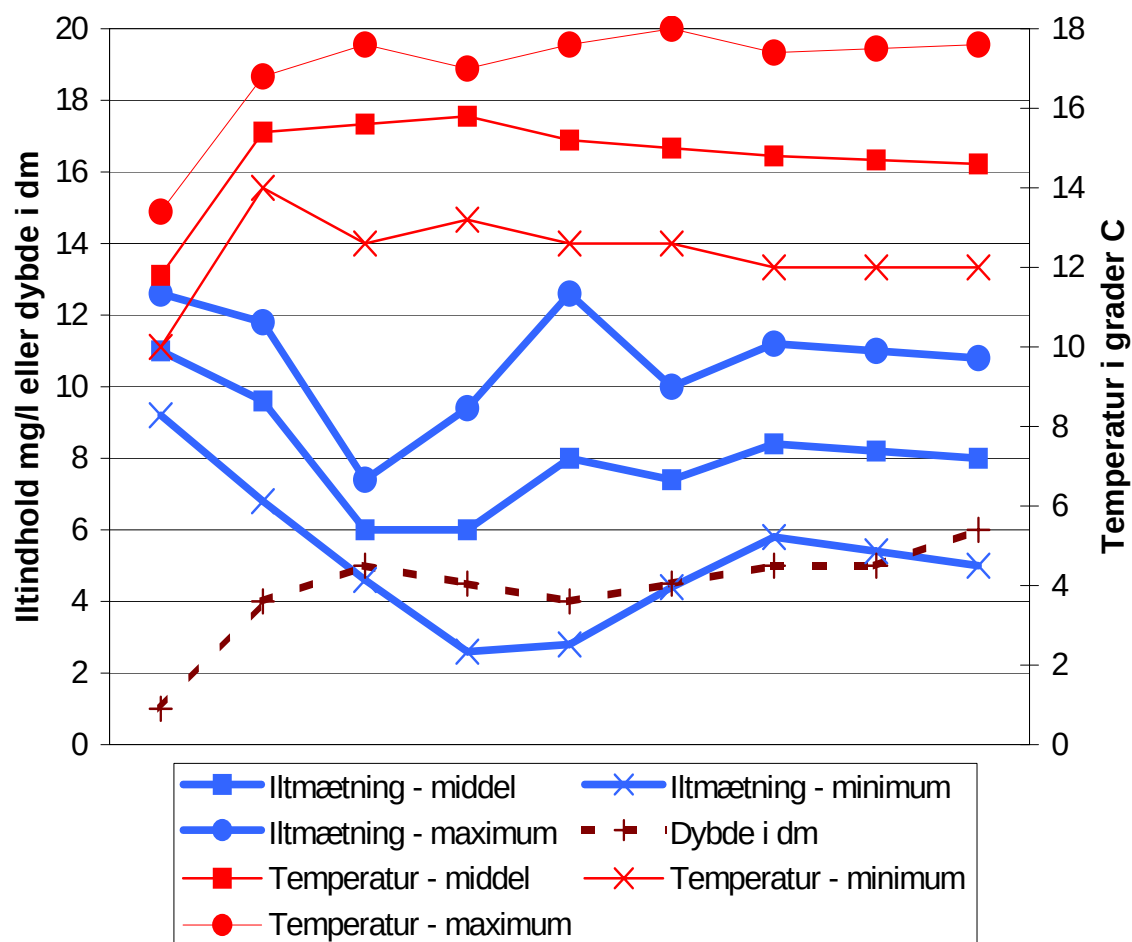


Figur 1. Simested Å ved Ettrup Bro. Måleresultater for iltindhold, temperatur, pH og lysindstråling gennem en sommerperiode. De lodrette lyserøde streger skiller dag og nat. Den vandrette grønne kasse i bunden af billedet markerer en periode med grødeslagning. Lysintensiteten er for oversigtens skyld angivet som daglige gennemsnit, i virkeligheden varierer de selvfølgelig meget.

Forurening påvirker iltindholdet

Forurening med organisk stof påvirker iltindholdet negativt. Organisk stof kommer i store mængde fra især dambrug og overløb fra rensningsanlæg. Det organiske stof ender ofte på vandløbsbunden, hvor det nedbrydes af bakterier under iltforbrug. På figur 2 kan man se, hvordan forbedringen af forureningssituationen i Simested Å fra 1976 til 2000 har forbedret iltssituationen i åen.

Man skal lægge mærke til på figuren, hvordan dårlige iltforhold på en strækning hænger sammen med en lille bundhældning og deraf følgende lave vandhastigheder. Dette skyldes dels at udvekslingen af ilt mellem vand og luft er større i hurtigt løbende åer, og dels at det organiske stof lægger sig på bunden, hvor strømmen er langsom.



Figur 2. Simested Å, udspring til Aalestrup. Målinger af iltindhold og temperatur på 9 stationer. Resultaterne er angivet som daglig min., max. og middel. Data fra Nordjyllands Amt.

Vandløbsrestaurering og kanalisering påvirker iltindholdet

Hvis man ændrer på vandløbets fysiske skikkelse ved kanalisering eller restaurering ændrer man ofte på forholdet mellem overfladeareal og dybde. Hvis vandløbets gøres bredere vil dybden ofte falde. Hvis vandløbet gøres smallere vil dybden ofte øges. Mange forskellige faktorer påvirker dog dette forhold. Specielt vil samtidige ændringer af bundhældning have en betydelig indflydelse.

Hvis man restaurerer et vandløb ved simpelthen at genslynge det uden at ændre på bundhældningen, vil vandløbet blive dybere pga. vandets forøgede friktion mod bredderne. Dette vil betyde dårligere iltforhold i vandet fordi den ilt der tilføres gennem overfladen skal fordeles over en større dybde.

For nogle vil dette være lettere at forstå ved at kigge på ligningen for iltbalancen i vandløbet:

$$dC / dt = P - R + \frac{K_L}{D} (C_m - C)$$

Som siger at ændringer i vandets iltforhold over tid (venstre side) er lig fotosyntese minus respiration plus geniltningen fra luften. Geniltningsleddet, der står sidst består så af absorptionskoefficienten mellem luft og vand divideret med **dybden** gange med forskellen mellem iltkoncentrationen i iltmættet vand og den aktuelle iltkoncentration. Det som umiddelbart falder i øjnene er selvfølgelig som fortalt ovenfor, at en forøget dybde vil medføre mindre geniltning og derved dårligere iltforhold.

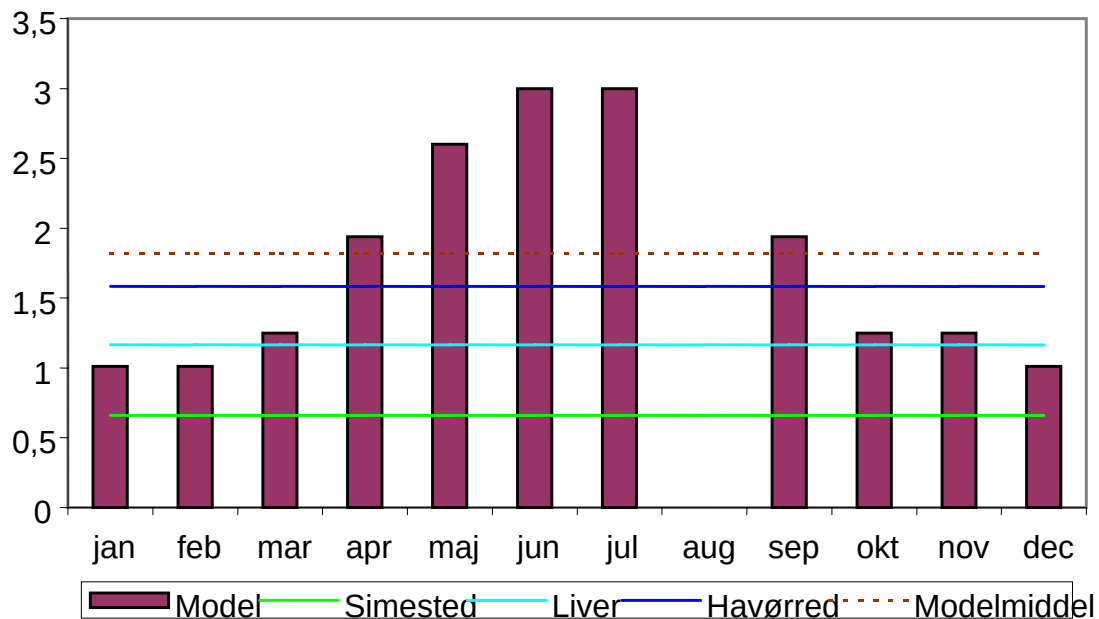
Konklusionen er derfor meget klart, at vandløbsrestaureringen bør tage hensyn til mulige ændringer i iltindholdet. Helt klart bør det tilstræbes, at den gennemsnitlige vanddybde ikke stiger. I tilfælde, hvor det er muligt, gennem fjernelse af styrt eller lignende, bør det tilstræbes at udnytte denne mulighed for øget bundhældning til at skabe større hastighed og eventuelt mindre vanddybde. På denne måde ville man kunne skabe bedre iltforhold alene gennem ændring af de fysiske forhold i vandløbet.

Variation i vækst mellem ørredbestande

Vækst af ørred måles mest hensigtsmæssigt som tilvækst i længde over tid. Det skyldes at ørreder af forskellig størrelse har den samme tilvækst i cm uanset deres egen størrelse. Bækørred i Simsted Å vil f.eks. typisk vokse 8 cm om året uanset om det er fra 3 til 11 cm (0+) eller fra 19 til 27 cm (2+). Væksten målt som % (længde eller vægt) vil aftage med størrelsen og den absolutte vækst målt i gr. vil tiltage med størrelsen.

Hvis man holder ørreder i bassiner i ferskvand og tilbyder dem optimale forhold vokser de ca. 3 cm om måneden eller ca. 24 cm om året. Hvis man i bassinet varierer temperaturen over året ligesom i et vandløb, får vi den vækst, der er vist på figur 4. Her er også vist den gennemsnitlige vækst for havørreder i Danmark og væksten af bækørreder i Simsted Å og i Liver Å.

På figuren kan man tydeligt se den store forskel der er i vækst mellem ørreder på forskellige lokaliteter. Vi er vant til at betragte denne forskel som et resultat af saltvandet som havørreden vandrer ud i. Dette er dog en meget overfladisk betragtning og vi ved vel alle at søørreder, der lever hele deres liv i ferskvand, kan vokse lige så hurtigt og blive lige så store som havørreder. Det er også værd at lægge mærke til den store forskel, der er mellem de to bækørredbestande. I Liver Å vokser ørrederne mere end 50% hurtigere end i Simsted Å.



Figur 3. Oversigt over målte vækstrater fra forskellige ørredbestande sammenlignet med modelberegnete maximale vækstrater for ørred. De målte vækstrater er fra upublicerede skælbaserede data, medens de modelberegnete er kalibreret mod forsøg fra nærværende projekt. Y-aksen angiver cm pr måned.

Hvordan påvirkes ørredbestanden af iltmangel

Som nævnt ovenfor påvirkes den enkelte ørred af iltindholdet i vandet. Når fiskene mangler ilt må de nedsætte deres aktivitet og deres fødeoptagelse. Der er simpelthen ikke ilt nok til forbrænding af føden og det virker videre på deres appetit og stopper fødeoptagelsen.

Hvis denne iltmangel varer i længere tid påvirkes fiskenes vækst negativt.

For havørredbestanden i et vandløb betyder nedsat vækst, at det tager længere tid for et bestemt kuld ørreder, at blive store nok til at udvandre til havet som smolt. I stedet for en bestand der overvejende udvandrer som 1 års fisk får vi en bestand, der udvandrer som 2 års fisk.

Dette betyder at vandløbet skal rumme to kuld samtidigt, hvoraf fiskene i det ene oven i købet er væsentligt større end i det andet. Herved nedsættes den samlede produktion af smolt fra vandløbet til mindre end det halve.

For bækørrederne i vandløbene gyder ofte allerede som 2+ fisk. Det betyder at de afsætter en væsentlig del af energi til produktion af kønsprodukter (op til 40%). Denne energi kan så ikke anvendes til vækst og fiskene begynder at vokse væsentligt langsommere. Bækørreden opnår så sin maximalstørrelse når energi til produktion af kønsprodukter er af samme størrelse som den energi, der skulle have været brugt til vækst. I vandløb med dårlig vækst og lille fødeoptagelse får

fiskene derfor en lille maximalstørrelse og en lille gennemsnitsstørrelse, medens fiskene i vandløb med bedre forhold bliver væsentlig større.

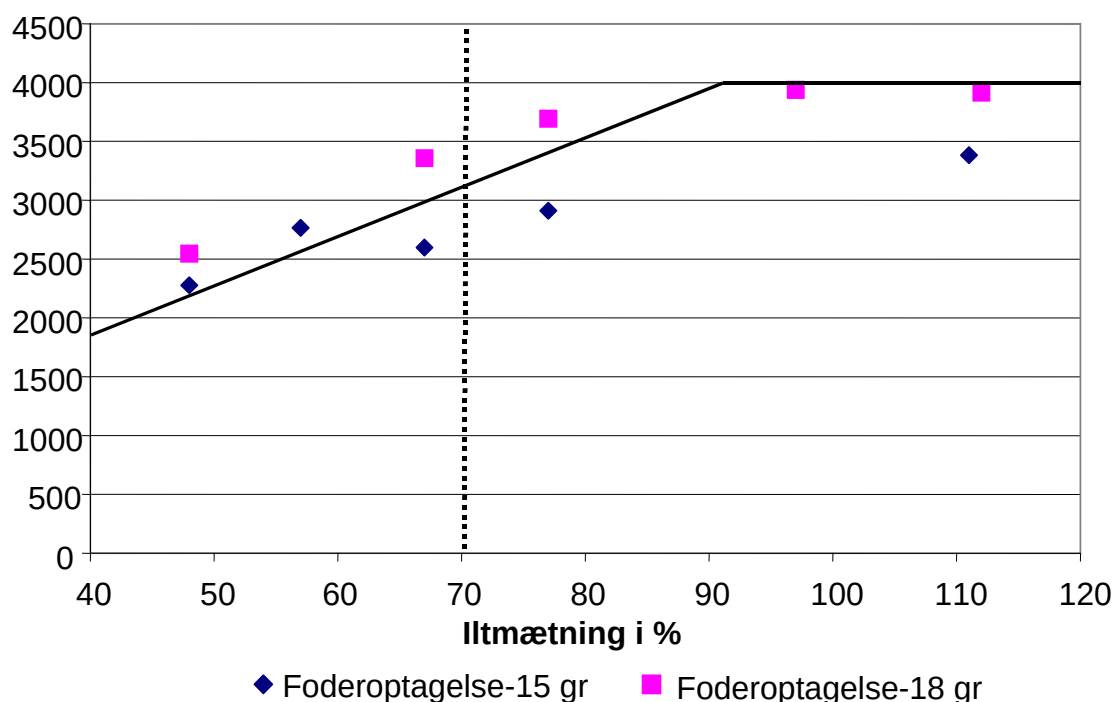
Forsøg med ørreder og iltindhold

Vi har gennemført en række forsøg med det formål at finde ud af om almindeligt forekommende sommerværdier af ilt og temperatur kunne påvirke væksten af ørreder.

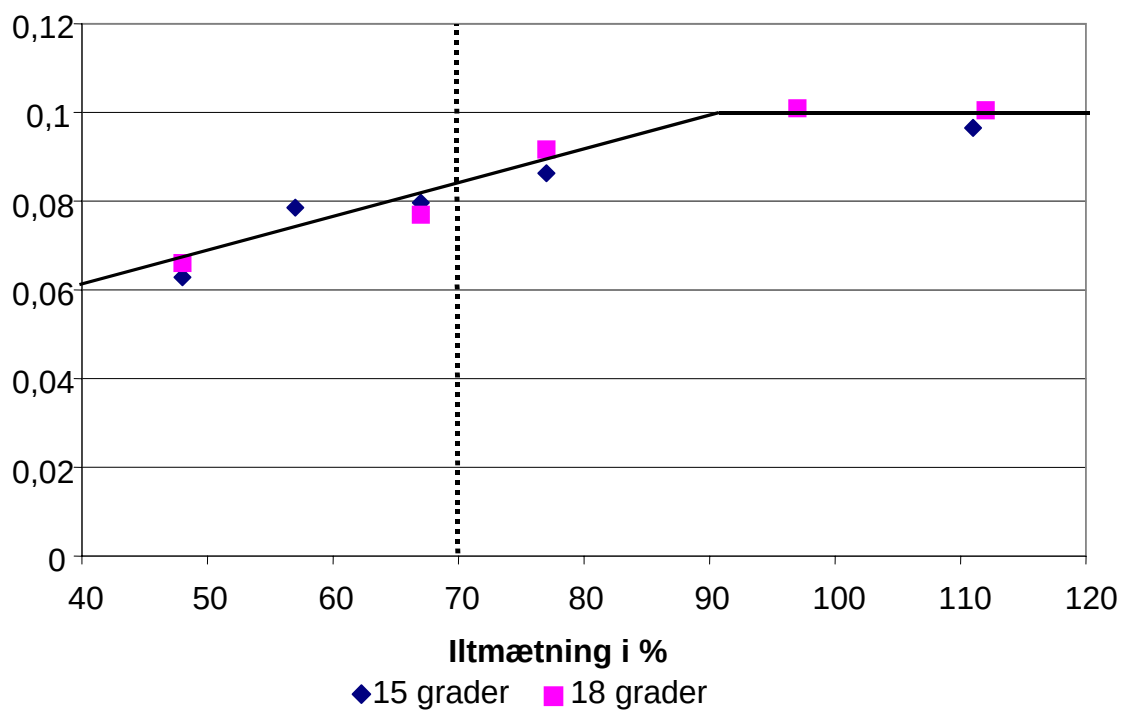
Uden at gå i detaljer med selve forsøgsopstillingen kan jeg kort skitsere, at den består af 12 bassiner med 6 ilt niveauer og to temperaturer svarende til almindeligt forekommende sommerværdier i vandløb. I bassinerne målte ørredernes vækst over en måned. Ørrederne blev under forsøget tilbudt overskud af mad og den daglige fødeoptagelse blev målt. Gennem hele forsøget målte tillige ilt optagelsen som en slags kontrol.

Efter forsøgets afslutning blev ørrederne slået ihjel og en lang række forskellige parametre som f.eks. kalorie- og vandindhold blev målt.

Det interessante i denne sammenhæng er resultaterne med hensyn til fødeoptagelse og vækst.



Figur 4. Fødeoptagelse hos ørreder under sommerforhold ved forskellige iltkoncentrationer. Iltten er angivet som % mætning. Den lodrette punkterede linie angiver den vejledende grænseværdi for ørredvandløb. Y-aksen angiver foder gram pr. forsøg.



Figur 5. Vækst hos ørreder under sommerforhold ved forskellige iltkoncentrationer. Iltten er angivet som % mætning. Den lodrette punkterede linie angiver den vejledende grænseværdi for ørredvandløb. Y-aksen angiver vækst i cm pr. dag.

Yderligere oplysninger kan fås hos [Jens Ole Frier](#), Aalborg Universitet, Institut for Bio- & Miljøteknologi