



Anvendelse af backtracking til bestemmelse af gyde-og klækningsområder for fisk

Kirsten Engell-Sørensen (Fishlab), Ian Sehested Hansen og
José Antonio Arenas (DHI) og John Pedersen (Orbicon)

For Fehmarn Bælt A/S





Baselineundersøgelser af fiskeæg og -larver

- ❑ Tid – abundans æg/larver + gonadeundersøgelser
- ❑ Sted – backtracking æg og larver
- ❑ Mængde – estimat af ægproduktion
- ❑ Eksempel – Firtrådet havkvabbe



Nødvendig information for Identifikation af gydepladser

- ☐ Artsbestemmelse af æg og larver
- ☐ Aldersbestemmelse af æg via stadiebestemmelse
- ☐ Aldersbestemmelse af larver via blommesæksvolumen
- ☐ Fangstposition og dybde
- ☐ Hydrografisk information (strømstyrke/retning, temperatur) – hydrodynamisk MIKE 3 model (DHI)



**PRESERVEREDE ÆG (5% SUR
LUGOLS VÆSKE)**



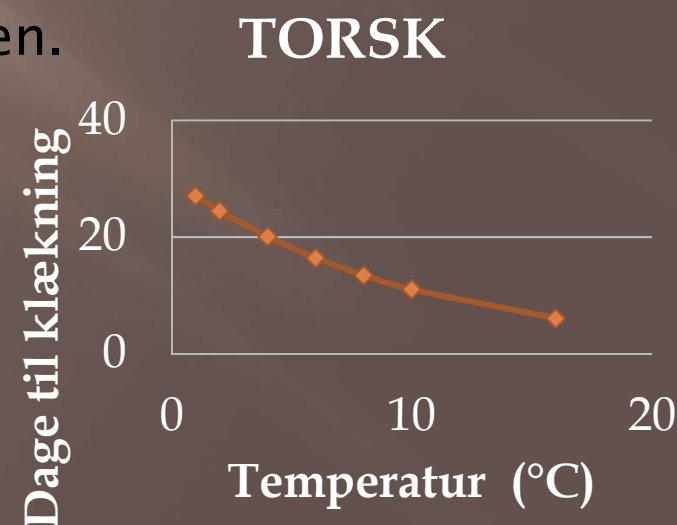


Individuel backtracking model (IBM) for udvikling af fiskeæg

- Udviklingsraten er temperatur afhængig for individuelle fiskeæg
- Udviklingsraten udtrykkes som “Daily Fractional Development” (DFD) = andel af tiden til klækning. Skala fra 0 to 1, hvor 0 is befrugtning og 1 er klækning, ægget udvikles med en hastighed der afhænger af temperaturen.

□ DFD er udtrykt som
$$\frac{1}{A * \exp^{-b * T}}$$

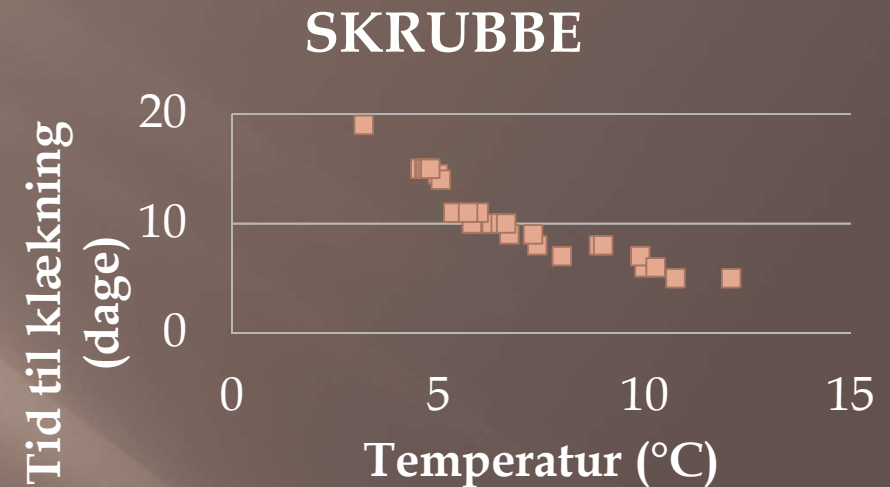
- A and b er artsspecifikke konstanter og T er temperaturen.





Individuel backtracking model for udvikling af fiskeæg

- ❑ Konstanterne A and b for de relevante arter stammer fra eksperimenter og tilgængelig litteratur *.
- ❑ Formlerne brugt redegør for mere end 95% af variationen i de observerede klækketider.



* Ref. : Russell, 1976; Cunningham, 1980; Ehrenbaum, 1905-1909; Engell-Sørensen, 1999; Cunningham, 1886 and ; Fox et al, 2003; Pauli and Pullin, 1988. Breder and Rosen, 1966; Thompson and Riley, 1981; Pepin et al. 1997, Dannevig, H, 1895; Bonnet, 1939. Fox et al., 2008; von Westerhagen, 1970; Kjørsvik et al., 1984.



Andel (%) de forskellige stadier udgør af den samlede tid til klækning.

Fiskeart	Zygo te	2- celle	4- celle	8- celle	16- celle	32- celle	Blastula /gastrula	<180°	180- 270°	>270°	Total
TORSK	1,9	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	26,8	20,3	24,4	23,3	100
SKRUBBE	2,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	23,8	16,8	15,4	36,8	100
RØDSPÆTTE	2,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	21,8	17,3	28,4	25,8	100
ISING, PIGHVAR, BRISLING, FIRTRÅDET HAVKVABBE	2,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	24,2	18,1	22,7	28,6	100

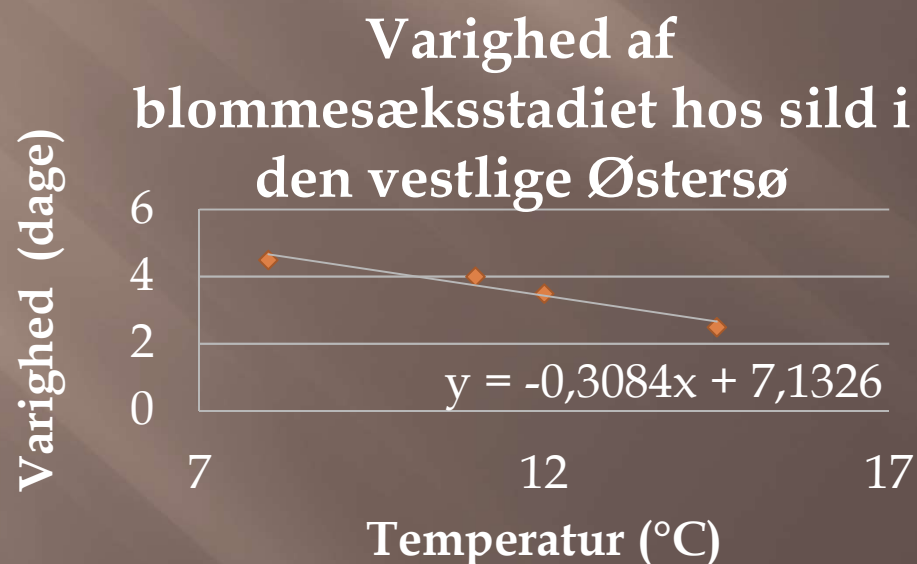
I de tidlige stadier er det forudsat at tiden mellem delinger er konstant som hos zebrafisk.



Model for udvikling af blommesækslarver

Udviklingen af blommesækslarver af sild kan estimeres fra volumen af blommesækken.

Forbruget af blomme afhænger af temperaturen og sildestammen, derfor blev temperatur afhængige værdier fra en vestlige Østersø brugt ved udregning af tiden fra klækning til opbrug af blommesæk*.



*Ref: Rannak, 1958; Blaxter and Hempel, 1963



Systematisk backtracking af tidlige stadier af æg og larver af 7 arter

Æg/larver i en kalibreret 3D Hydrodynamisk MIKE 3 model

ART	Antal enkeltceller *									
	A	B	C	D	E	F	Σ A-F	I	J	Σ I-J
Havkvabbe æg (<i>Enchelyopus cimbrius</i>)	108	279	472	180	75	27	1,141	6	215	221
Torske æg (<i>Gadus morphua</i>)	130	514	136	82	55	22	939	52	709	761
Skrubbe/ising æg (<i>Platichthys flesus</i> / <i>Limanda limanda</i>)	274	848	524	669	479	83	2,877	12	764	776
Rødspætte (<i>Pleuronectes platessa</i> æg)	102	167	55	6	12	0	342	44	435	479
Brislingeæg (<i>Sprattus sprattus</i> æg)	1	19	446	590	241	51	1,348	-	-	-
Blommesækslarver af sild (<i>Clupea harengus</i>)	-	-	55	34	2	-	91	-	-	-

*Med $DFD < 0.35$, undtagen for sild hvor alle larver er backtracket.



Backtracking

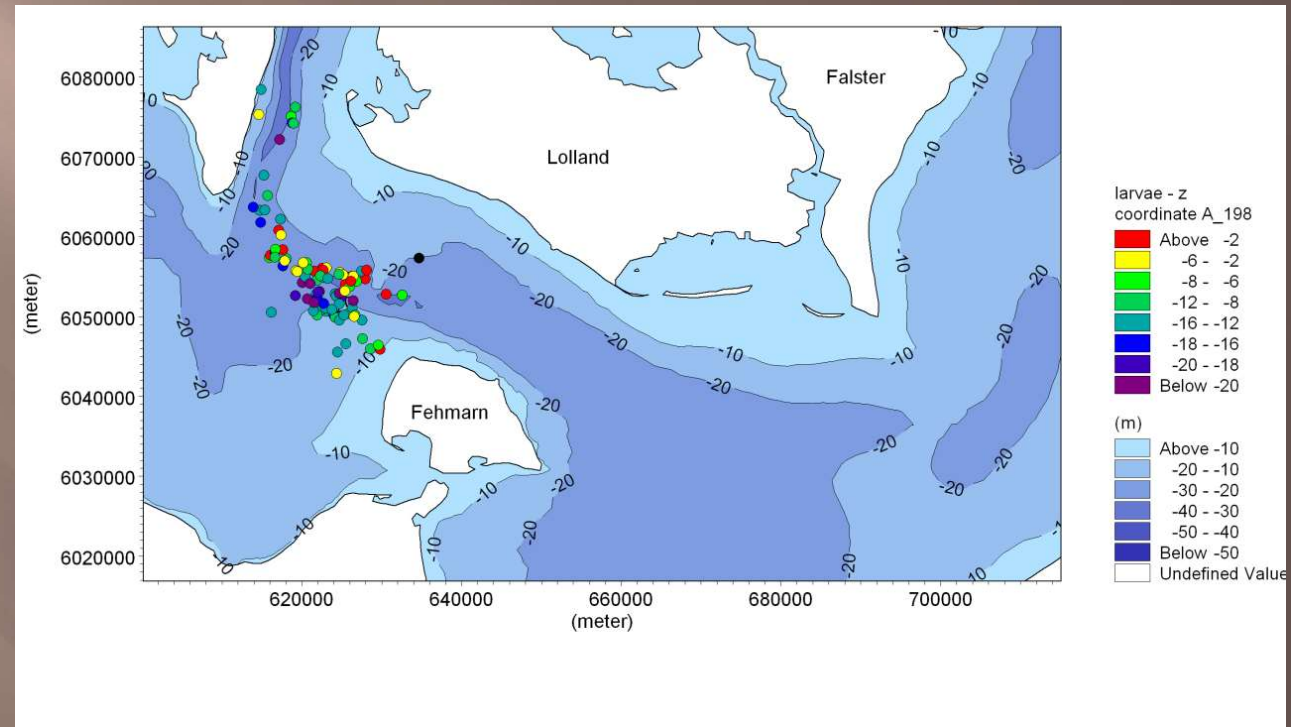
Forudsætninger:

❑ Neutral opdrift
(forudsætter æg allerede er sunket til den dybde, hvor de har opnået ligevægt, larver neutral opdrift)

❑ Ingen aktiv bevægelse.

❑ Step længde = $\frac{1}{2}$ time

❑ 100 tracks for hvert æg/hver larve

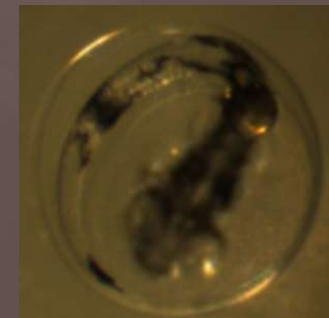
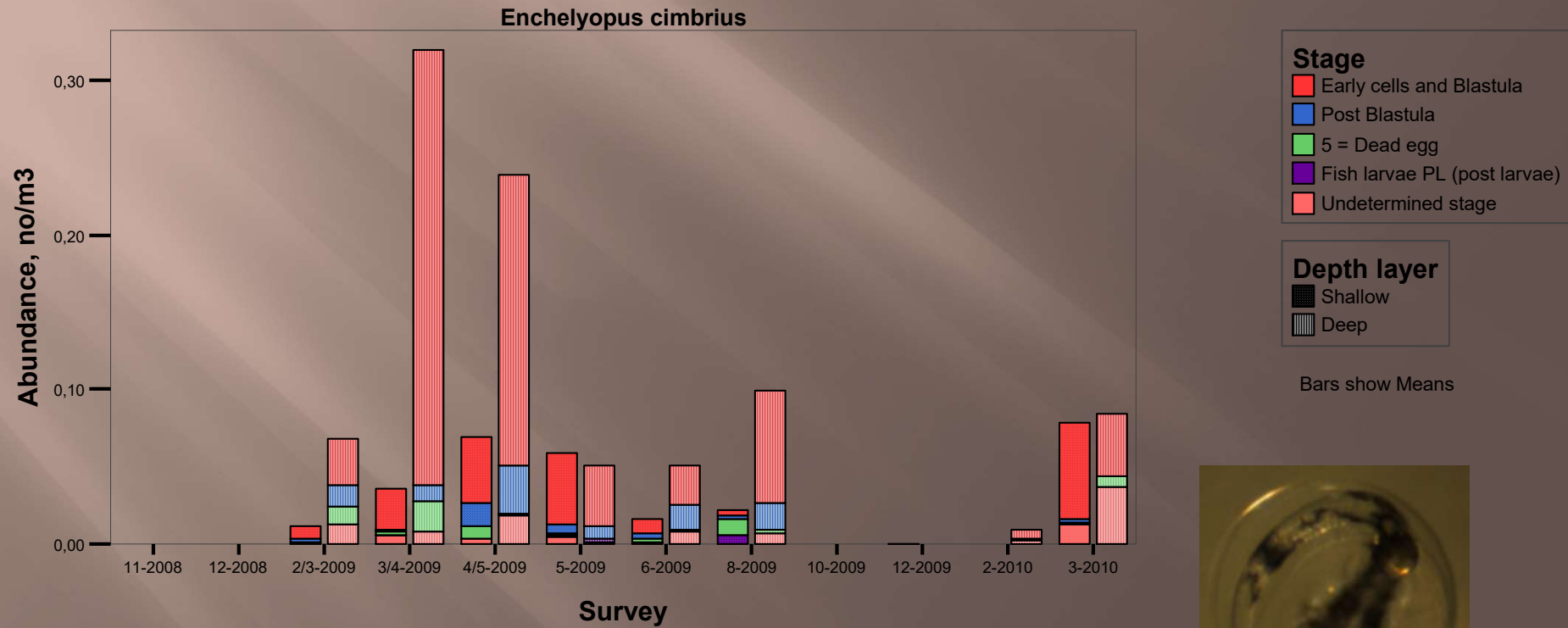


Backtracking af et enkelt æg (100 kørsler).



Tid

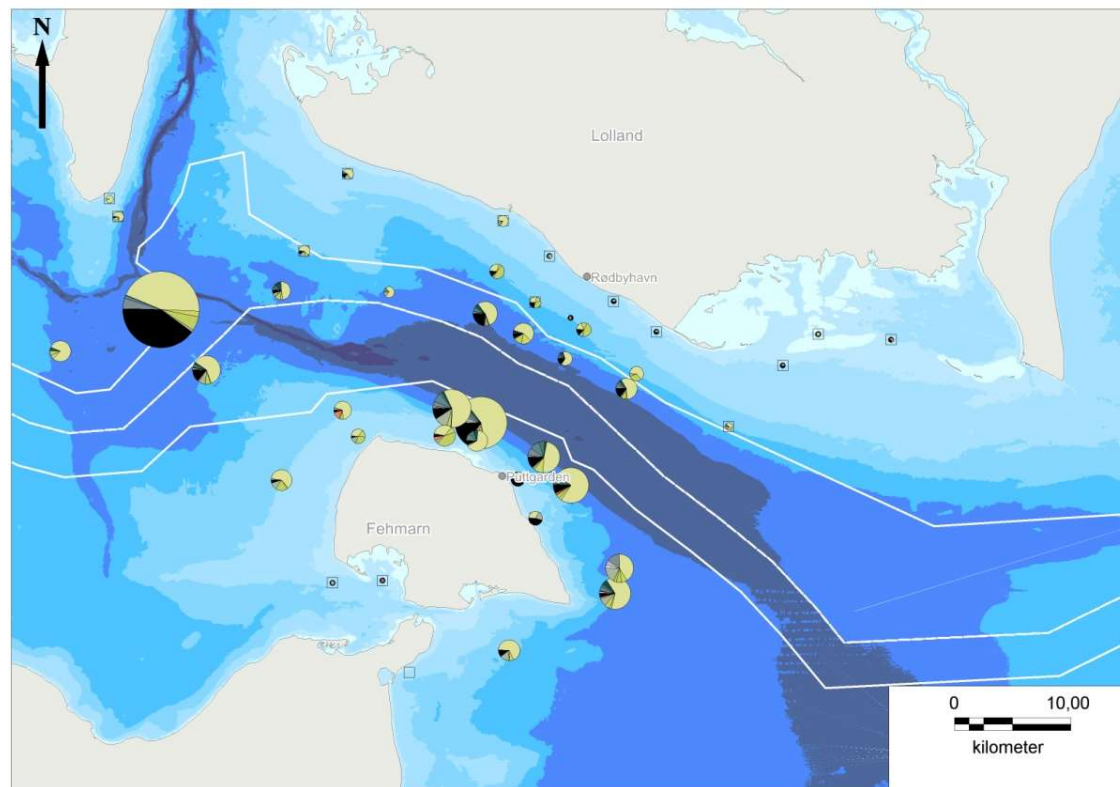
Gyder fra marts til august, æggene hovedsagligt fanget på dybt vand.





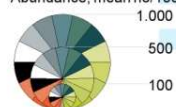
Sted

Gennemsnitlig
tæthed af æg af
firtrådet havkvabbe
fra marts 2003 til
marts 2010 (10
surveys).
Max. 0,5/m³

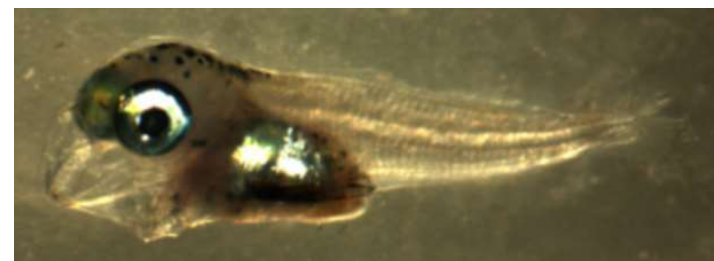


Enchelyopus cimbrius

Abundance, mean no/1000m³



- 0 = unfertilized egg
- 1a = 2 cell stage
- 1b = 4 cell stage
- 1c = 8 cell stage
- 1x = 16 cell stage
- 1y = 32 cell stage
- 1d = Blastoderm
- 2a = Undifferentiated embryo
- 3 = Embryo encircle 180-270° of the yolk
- 4 = Embryo encircle > 270° of the yolk
- 5 = Dead egg
- Fish larvae YL (yolk sac)
- Fish larvae PL (post larvae)
- Undetermined stage



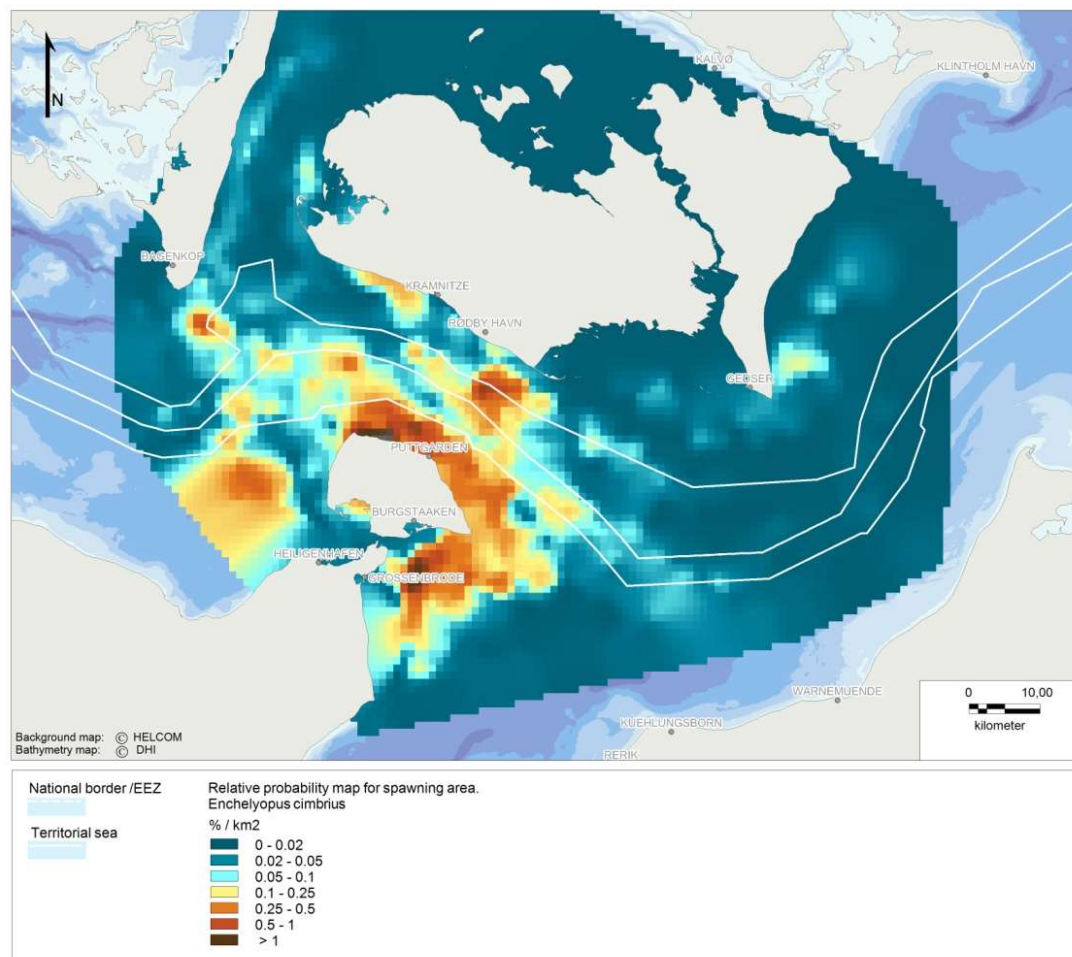


Evaluering af gydepladser for firtrådet havkvabbe i Fehmarn Bælt

Sted

Ved kombination af:

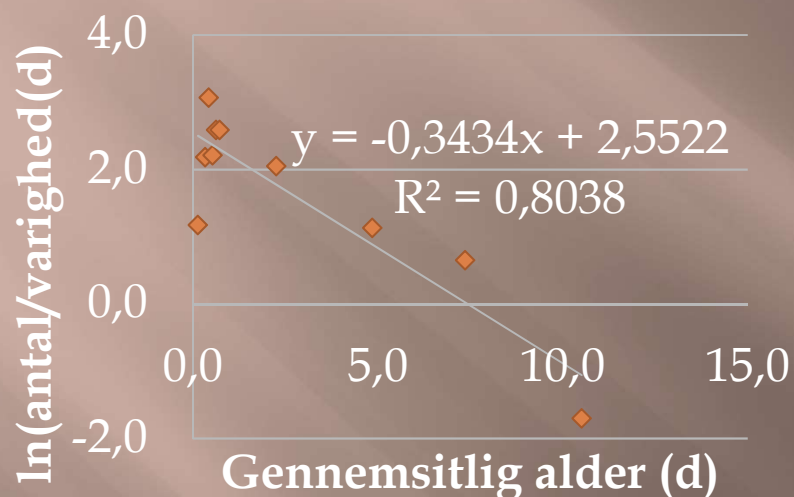
1. Backtracking resultater af tidlige æg stadier
2. Æg mortalitet fra gydning til fangst
3. Tæthed af æg på fangst stedet.



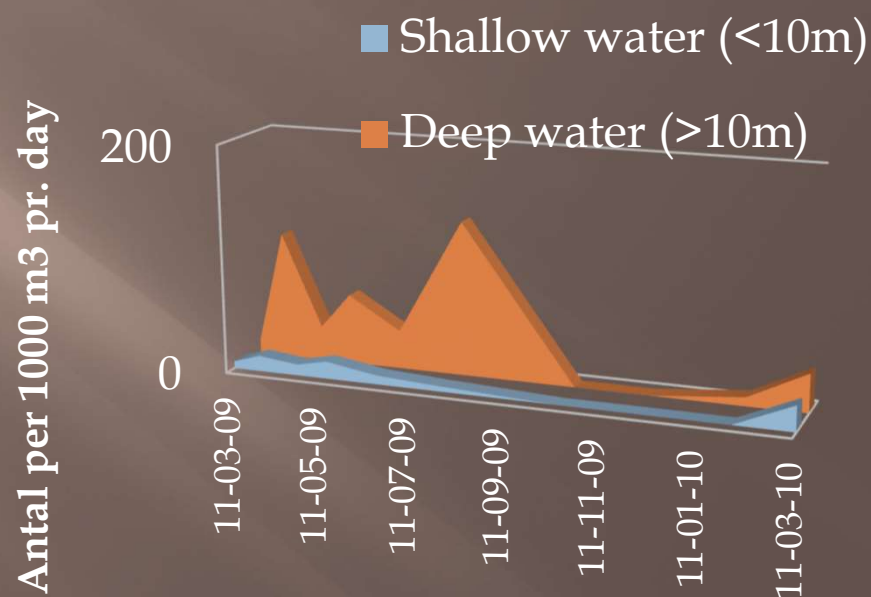


Havkvabbe - æggproduktion og mortalitet

Marts 2009, dybt vand



Ægg produktion af havkvabbe



Mængde

Z = Instantaneous mortality rate

= 0,343 (*d⁻¹)

Egg produktion = 0,013 pr. m³
pr. dag.

Årlig prod. (< 10m) = 3.8 æg per m³

Årlig prod. (> 10m) = 23.1 æg per m³



Tak til Louise Nørremark, James Ball, Poul Seebach, Heidi Timm, Bettina Jensen, Per Andersen, Jens Christensen, Peter Müller og mange andre medarbejdere fra Orbicon, DHI og Institut für angewante Ökologie.

