

Syresättning av Byfjorden

Anders Stigebrandt

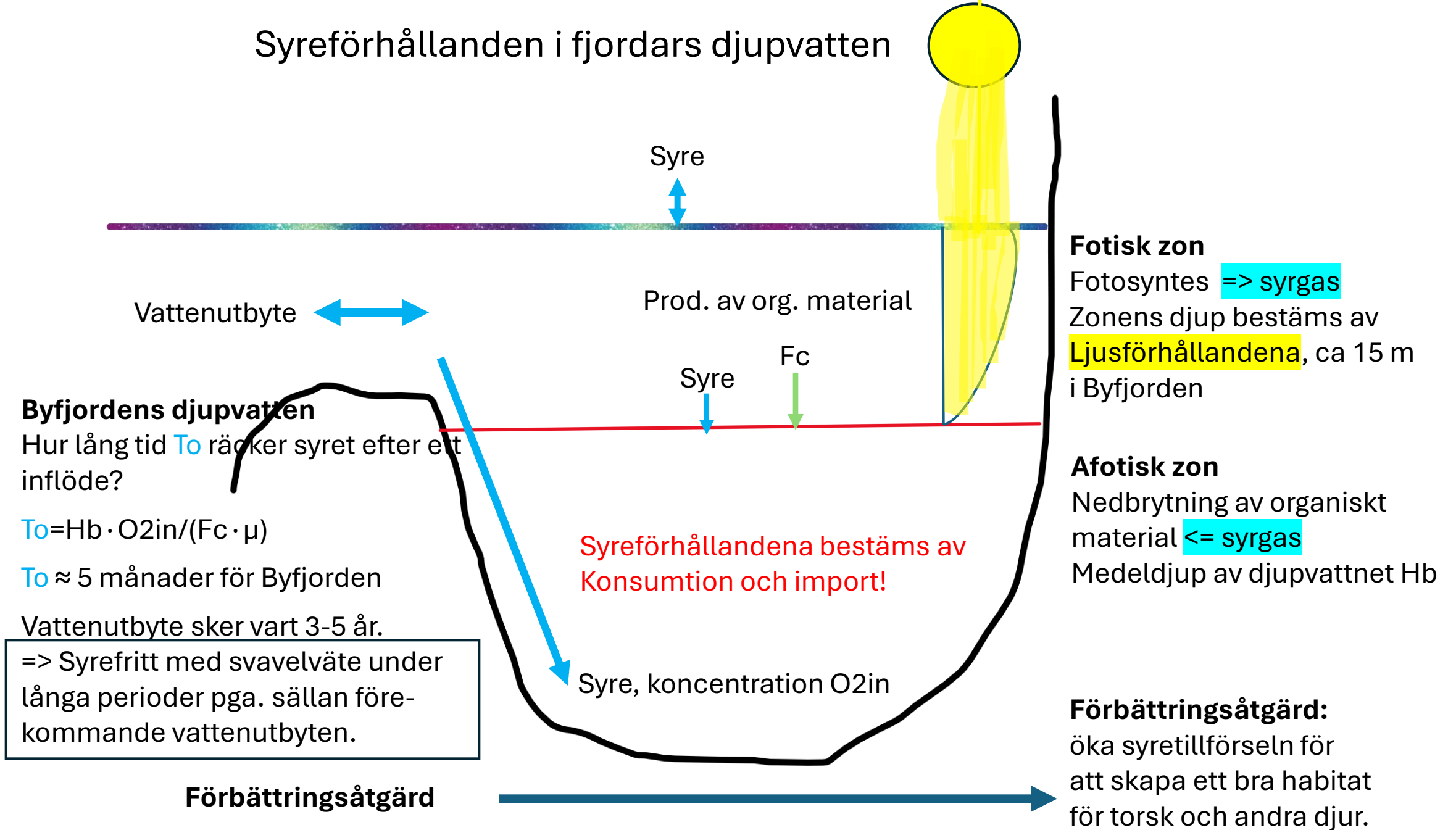
Professor em vid inst för marina vetenskaper, GU

Byfjorden är en tröskelfjord. Tröskel i Sunningesund är ca 13 m djup. Största djup är ca 47 m.

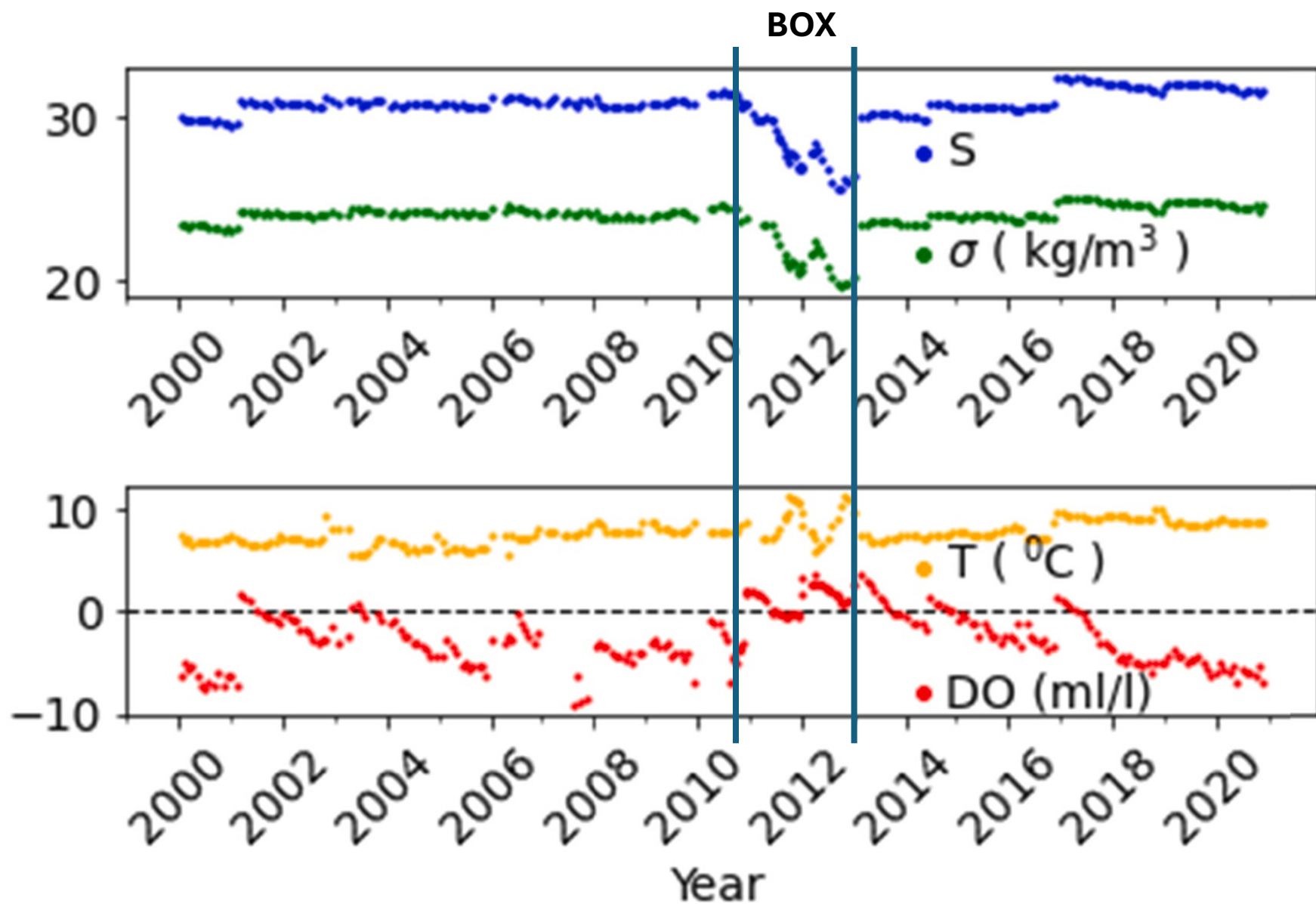


Flotte för syresättning
i position markerad
med röd ring.

Syreförhållanden i fjordars djupvatten

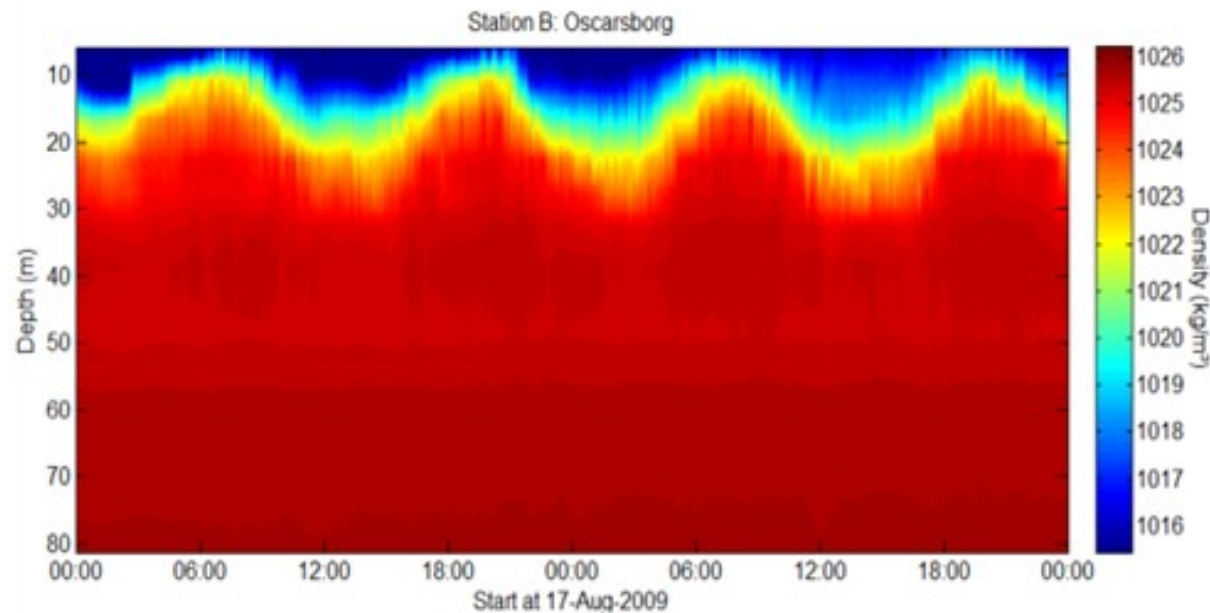


Historiska data för djupvattnet i Byfjorden – medelvärden under 17.5 m djup



Syrgasförhållandena i djupvattnet har försämrats genom mänskliga åtgärder

- 1) Ökad tillförsel av kloak och näringsämnen (fosfor och kväve) med åarna. Detta har medfört **ökad syrgasförbrukning i djupvattnet**. Förbättringar sedan 1980-talet men fortfarande mycket större belastning än 1920 och tidigare.
- 2) Tröskeln har fördjupats och breddats sedan 1940-talet vilket har medfört svagare omblandning i djupvattnet och därför **längre uppehållstid för djupvattnet**.



Internt tidvatten

Amplitud ca 10 m

Genererat av tidvatten med amplitud ca 0.2 m

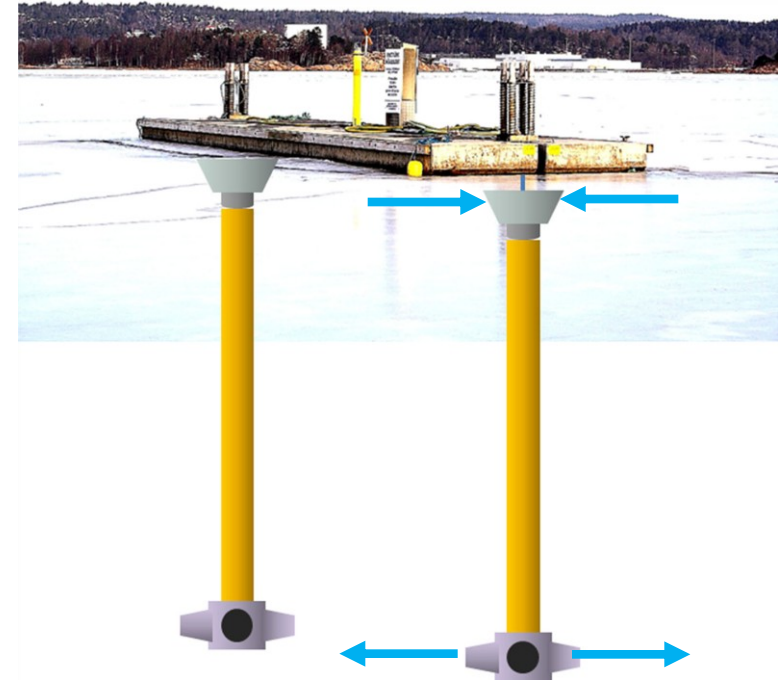
Det är de här interna vågorna som driver turbulens och blandning i bassängvattnet i inre Oslofjord. (Från Stigebrandt 2011, se också Stigebrandt 1976)

Flottar med pumpar i Byfjorden

Nya flotten 2024 -



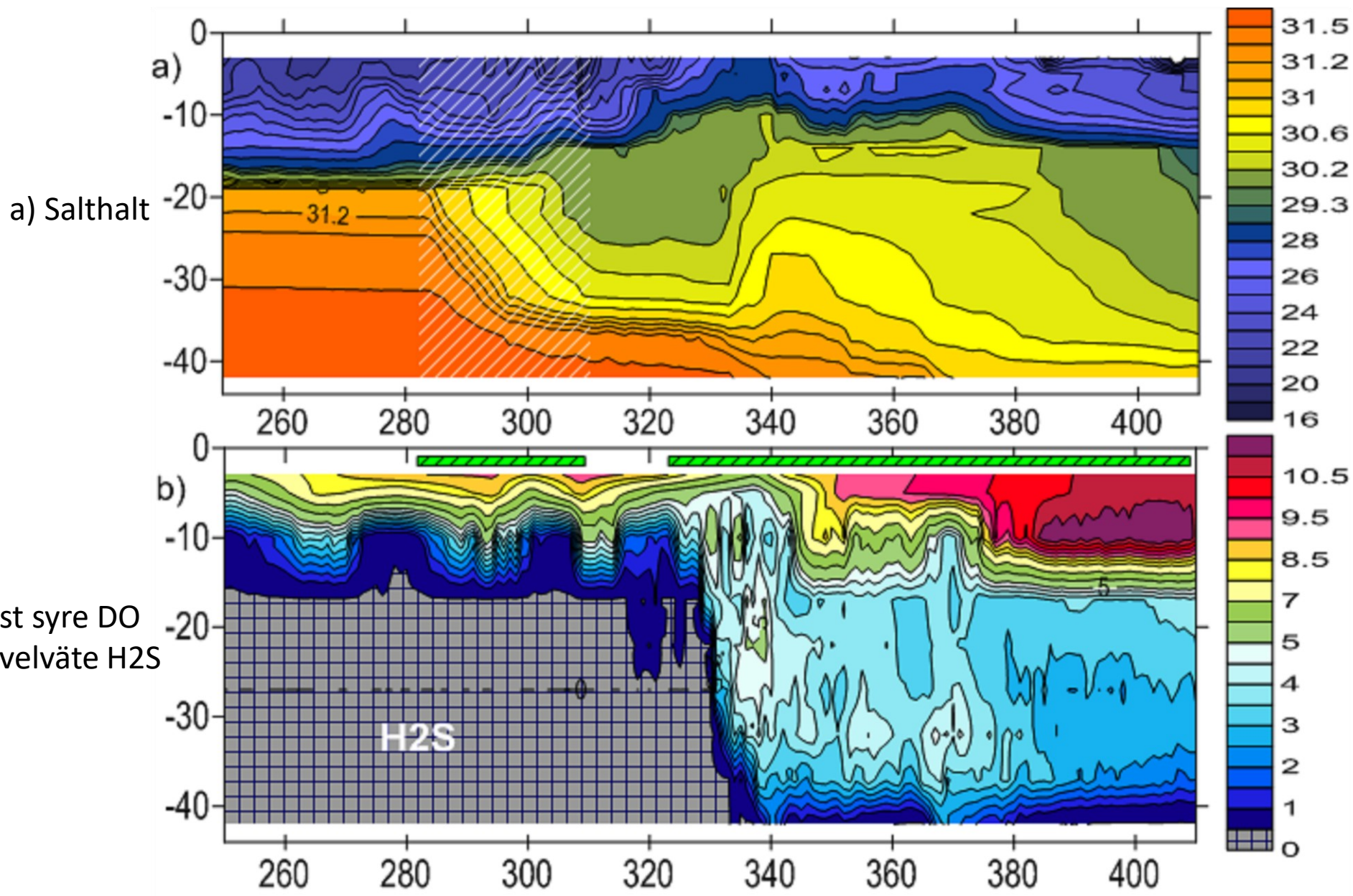
BOX- flotten 2010 - 2012



**Vatten från 2-3 m djup pumpas ner genom rören.
Sprutas ut genom horisontella munstycken på ca
38 m djup.**

Vattenutbyte i Byfjorden under BOX-projektet

Observationer i Byfjorden
Dag 1 = 20100101
Grön-svart linje överst i b)
= pumpning pågick (från
Stigebrandt med flera
2015)



BYFJORDEN

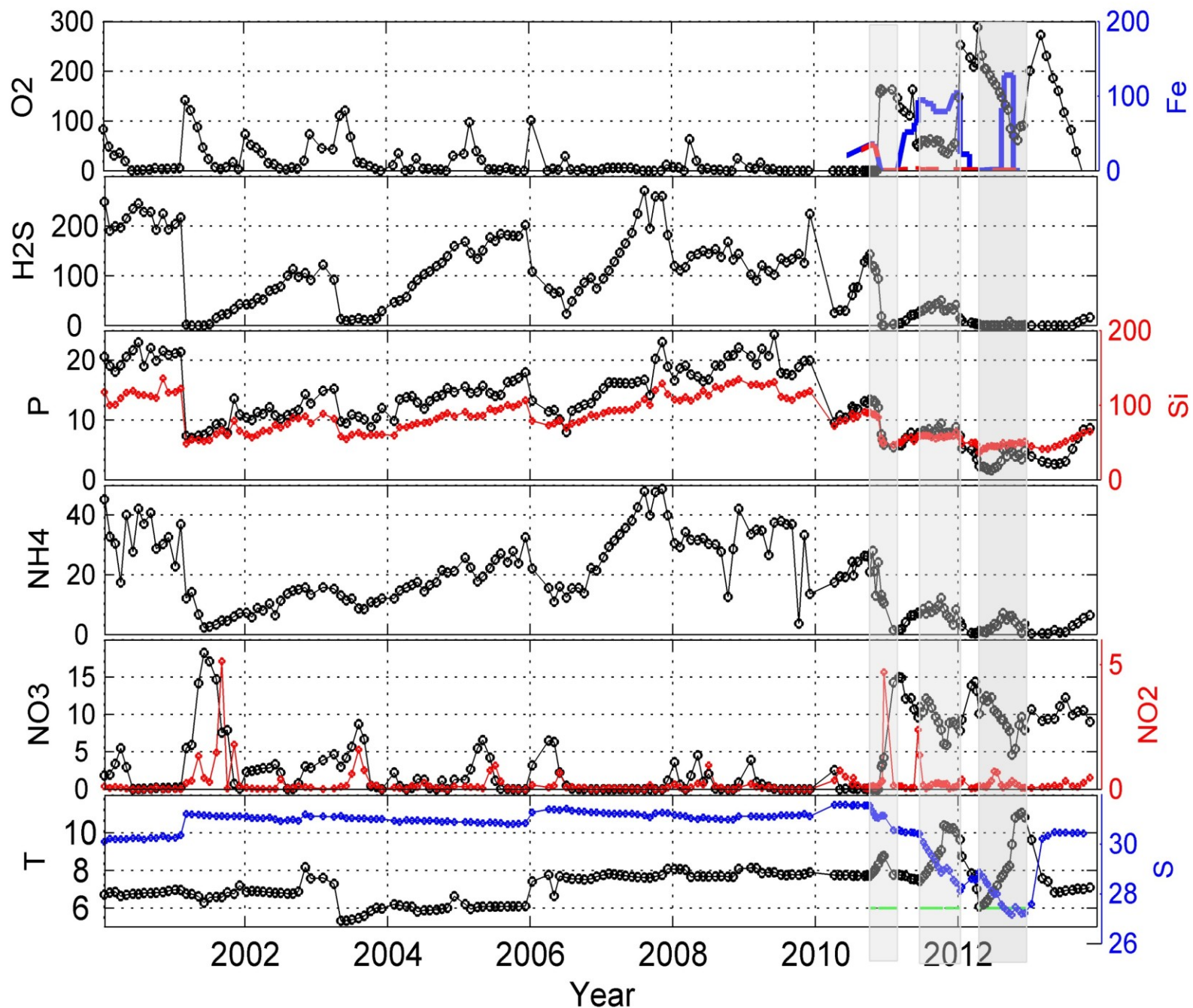
Totala mängder (ton) i vattnet under 17.5 m djup.

Grå skuggade perioder visar när pumpning pågick.

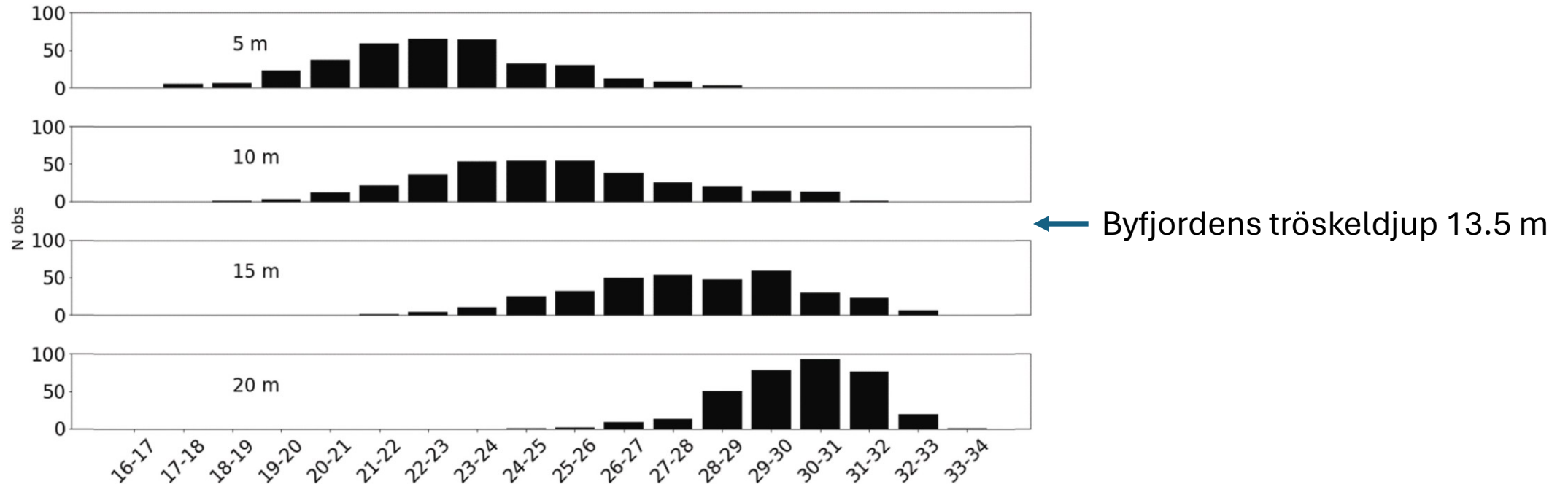
Notera att mängden fosfor minskar under första halvåret av 2013 när hela djupvattenvolymen var väl syresatt.

När djupvattnet är anoxiskt är fosforläckaget ca 1,2 ton/år – precis som i Östersjön!!

(Från Stigebrandt med flera, 2015)

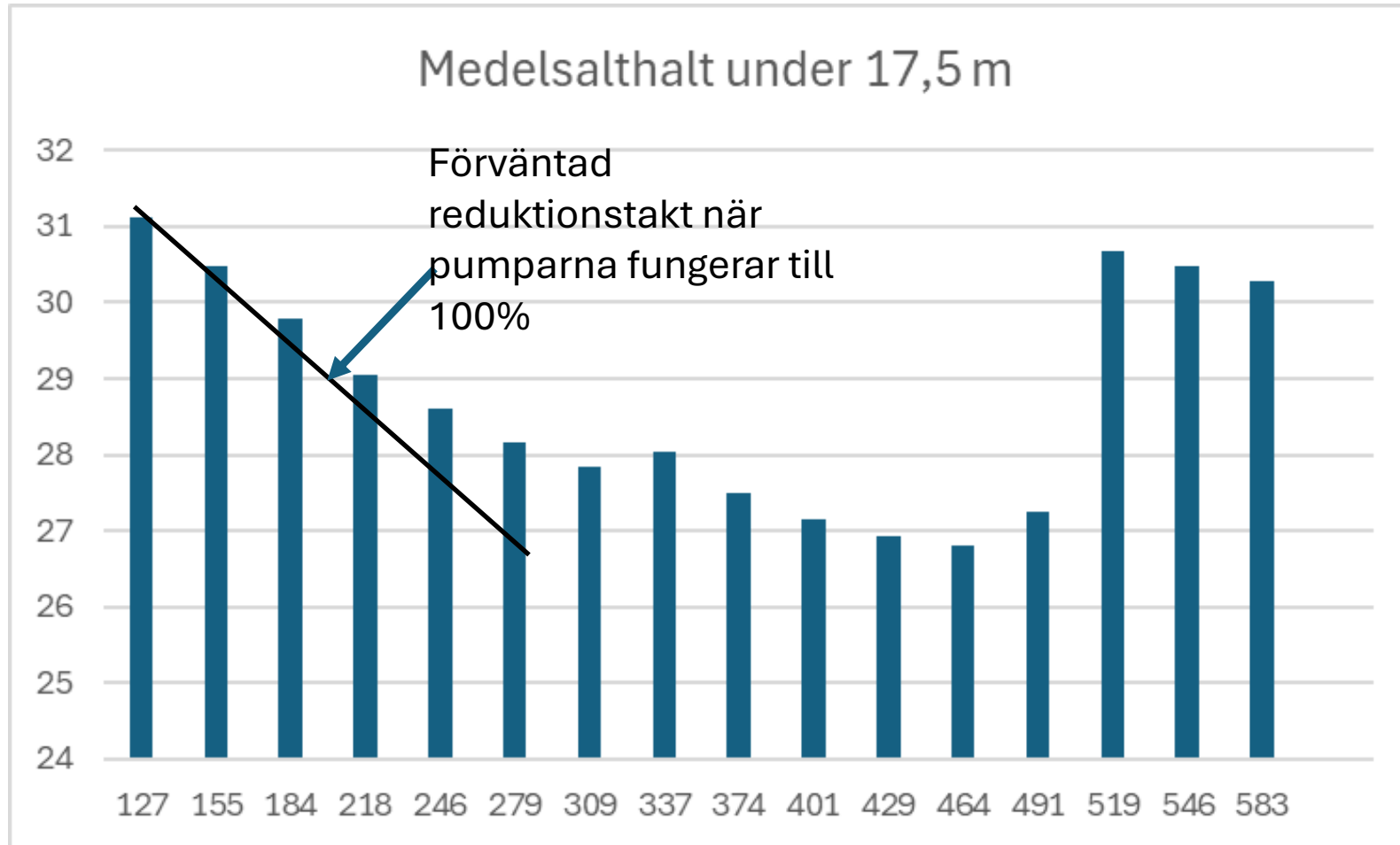


Salthalt på olika djup i Havstenfjorden



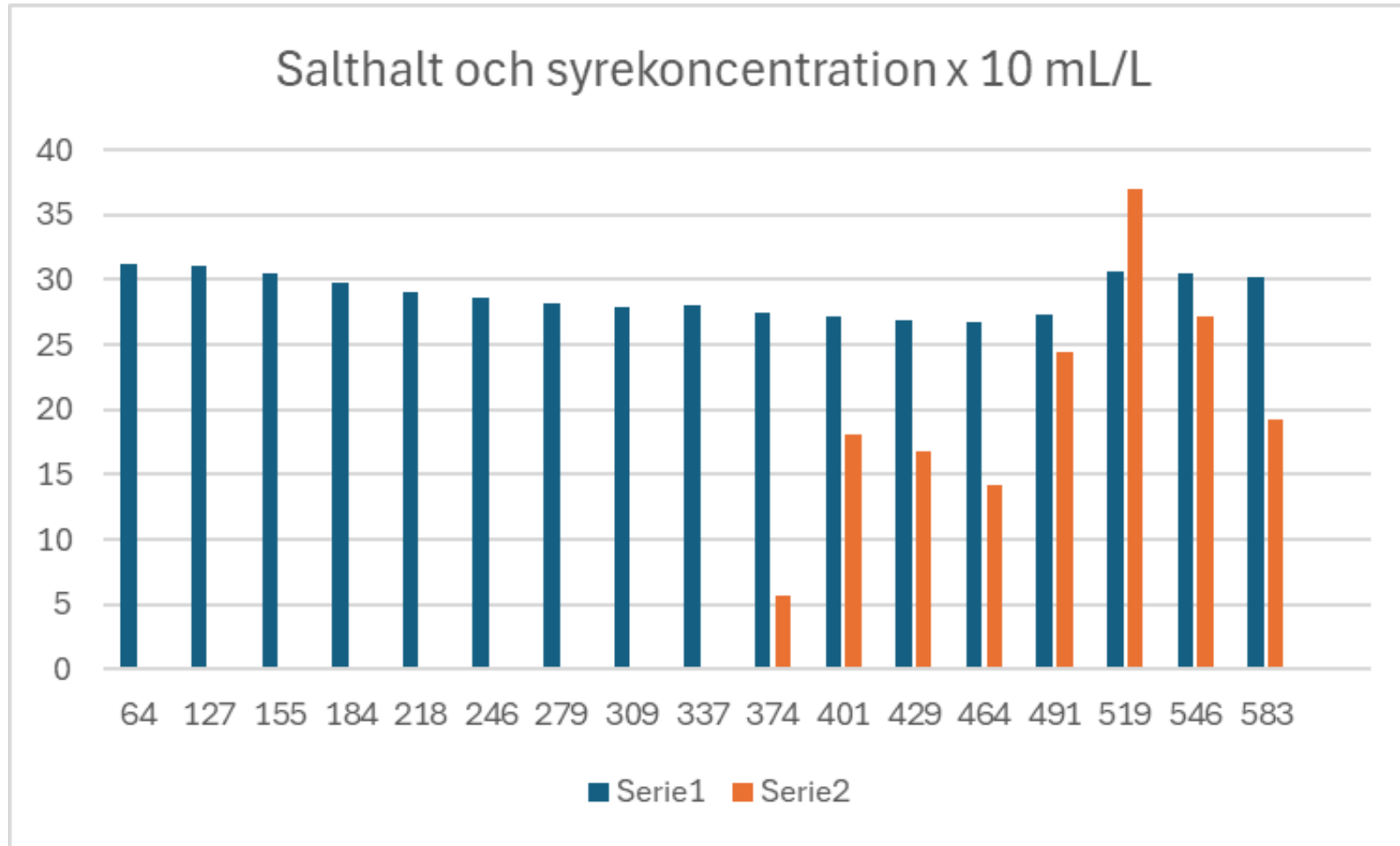
Antal saltobservationer, N, (vertikal axel) i olika salthaltsintervall (horisontell axel) på standard observationsdjup 5, 10, 15 and 20 m i Havstenfjorden under perioden 1960–2020. Data från SMHI.

Salthalten I bassängvattnet sedan pumpningen startade 2024 – 05- 05



Dag	Datum
64	240304
127	240506
155	240603
184	240702
218	240805
246	240909
279	241007
309	241104
337	241202
374	250108
401	250204
429	250304
464	250408
491	250505
519	250602
546	250629
583	250805

Pumpningen startade 240505 (dag 126)



Dag	Datum
64	240304
127	240506
155	240603
184	240702
218	240805
246	240909
279	241007
309	241104
337	241202
374	250108
401	250204
429	250304
464	250408
491	250505
519	250602
546	250629
583	250805

Tabell 1 Förhållandena i djupvattnet, visade som volymviktade medelvärden under 17,5 m djup, vid de månatliga provtagningstillfällena för Bohuskustens Vattenvårdsförbund (mätningar utförda av SMHI). Syrgas ges i mL/L. Nitrat, ammonium, svavelväte, fosfat och silikat ges i mikromol ($\mu=10^{-6}$) per liter vatten ($\mu\text{mol/L}$). Salthalt ges i promille (gram salt per kilo havsvatten).

Datum	Syrgas	Nitrat	Salthalt	Temperatur	Svavelväte	Ammonium	Fosfor	Silikat
å m d	mL/L	$\mu\text{mol/L}$	promille	°C	$\mu\text{mol/L}$	$\mu\text{mol/L}$	$\mu\text{mol/L}$	$\mu\text{mol/L}$
240506	0	0	31,12	8,42	299,7	114,4	15,3	97,4
240603	0	0	30,48	8,54	326,0	101,4	14,6	79,6
240702	0	0	29,79	8,85	288,7	87,93	14,1	76,5
240805	0	0	29,06	9,22	192,2	84,52	10,6	60,5
240902	0	0	28,61	9,56	191,7	84,95	12,4	66,0
241007	0	0	28,15	10,07	172,1	84,17	12,0	61,0
241104	0	0	27,85	10,28	163,9	74,35	11,2	59,6
241202	0	0	28,05	10,94	32,3	41,13	5,3	40,5
250108	0,56	2,36	27,50	10,01	0,40	27,73	5,0	36,0
250204	1,81	15,75	27,14	8,75	0	5,37	3,2	31,4
250304	1,68	21,11	26,92	8,23	0	0,60	3,15	31,8
250408	1,42	18,80	26,80	8,17	0	1,55	3,30	32,4
250505	2,45	14,88	27,26	7,29	0	0,57	1,87	26,1
250602	3,70	7,37	30,67	7,38	0	0,74	1,35	17,3
250629	2,72	8,48	30,47	7,70	0	1,71	1,41	21,4
250805	1,93	10,43	30,27	8,14	0	1,97	1,38	22,5
250901	1,40	11,82	30,32	8,32	0	3,00	2,48	26,3

Syreförbrukningen i djupvattnet (under 17.5 m djup)

Syreförbrukningen ökar med syrgaskoncentrationen!

Period	Syrekons mL/L	Syreförbrukning Ton/dag
0602 - 0629	3,21	3,0
0629 - 0805	2,33	2,25
0805 - 0901	1,93	1,81

Artrikedom och biomassa ökar med syrekoncentrationen!

Vid fullständiga vattenutbyten tillförs djupvattnet ca 300 ton syre.

Pumpning med två pumpar kan tillföra ca 1,5 ton syre/dygn

Om syreförbrukningen är 2,5 ton/dygn räcker syrelagret vid pumpning ca 300 dagar efter ett inflöde.

Om man i stället pumpar 3 m³/s behöver syrelagret inte minska i djupvattnet.

Användning av syrgas

Syrebehovet i djupvattnet skulle kunna fyllas med hjälp av syrgas. Jag har tidigare tagit in offert på en syrgas-generator från Atlas Copco. Tanken är att "dopa" det pumpade vattnet vilket är möjligt genom Henrys lag.

Om man kombinerar pumpning och tillförsel av syrgas till det pumpade vattnet undgår man, på grund av plymens blandning med bassängvattnet, att övermätta vattnet med syrgas relativt koncentrationen vid havsytan och undviker därmed problem med gasblåsesjuka (motsvarar dykarsjuka).

Man kan följa syresättningsprojektet och läsa mer om Byfjordens oceanografi på Stiftelsen Byfjordens Framtids hemsida

[Syresättningen av Byfjorden | Stiftelsen Byfjordens framtid](#)

Tack för visat intresse!