

Naturvårdsverket  
Samhällsplaneringsenheten  
106 48 Stockholm

Datum 2025-03-17  
SMHI Dnr: 2025/408/5.4.1  
Er referens NV-05742-24

[registrator@naturvardsverket.se](mailto:registrator@naturvardsverket.se)

## **Samråd gällande koldioxidlagring i Nordsjön, Danmark i enlighet med Art. 4 - 5 i Esbokonventionen**

SMHI har tagit del av rubricerade handlingar och lämnar följande yttrande.

Myndigheten vidhåller de synpunkter som har tagits upp i tidigare remissvar och kommer med följande tillägg och förtydliganden. Generellt saknas en adekvat hantering av problematiken med havsförurning i miljökonsekvensrapporten, en risk som IPCC (2021<sup>1</sup>) pekat ut för lagring av koldioxid (CO<sub>2</sub>) i marin miljö.

I den uppdaterade miljökonsekvensrapporten finns en ny referens till sensormätningar av pH som utförts längs den danska västkusten vid två DEPA stationer, 91300001 (från 1983-1991) och 9230002 (1992 och 1994) med mätningar från ytan ned till 18 och 25 m. I tillägg finns också från dessa stationer pH data som uppmätts i laboratorium, men laboratorietemperatur saknas och de flesta proverna är av typen blandningsprover vilket gör det svårt att relatera data till förhållanden i havet.

---

<sup>1</sup> IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Chen, D., M. Rojas, B.H. Samset, K. Cobb, A. Diongue Niang, P. Edwards, S. Emori, S.H. Faria, E. Hawkins, P. Hope, P. Huybrechts, M. Meinshausen, S.K. Mustafa, G.-K. Plattner, and A.-M. Tréguier, 2021: Framing, Context, and Methods. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 147–286, doi:10.1017/9781009157896.003.]

**SMHI – Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut**

Postadress SMHI 601 76 • Norrköping • Växel 011-495 80 00 • Fax 011-495 80 01 • E-post [registrator@smhi.se](mailto:registrator@smhi.se)

---

**SMHI huvudkontor**

Besöksadress Folkborgsvägen 17  
601 76 Norrköping

**SMHI**

Besöksadress Stationsgatan 23, 6 tr.  
753 40 Uppsala

**SMHI**

Besöksadress Göteborgseskaderns plats 3  
426 71 Västra Frölunda

Här önskar myndigheten att förtydliga att övervakning av havsförsurning kräver data av tillräckligt god kvalitet, något som tagits fasta på av FN:s SDG (Sustainable Development Goals) 14.3.1 som i första hand strävar efter data med en osäkerhet bättre än 0.02 pH enheter.

I tillägg bör det förtydligas att pH mätningar före 1990-talet betraktas som metodologiskt problematiska och har en stor osäkerhet (Stips et al., 2016<sup>2</sup>), och det är först nu som pH sensorer närmar sig den kvalitet som efterfrågas i SDG 14.3.1. Samtidigt förstår myndigheten svårigheten i att få tag i bra mätdata.

För att illustrera variationen i pH från ytan ner till 25 meters djup med en kalibrerad dataproduct (Global Ocean Data Analysis Product (GLODAPv2.2023), Olsen et al., 2016<sup>3</sup>, Key et al., 2015<sup>4</sup>) som möter ovannämnda kvalitetskrav, visas dessa data tillsammans med de pH mätningar som utförts vid DEPA stationerna i Fig. 1. I tillägg visas en karta över var data har samlats in (Fig. 2).

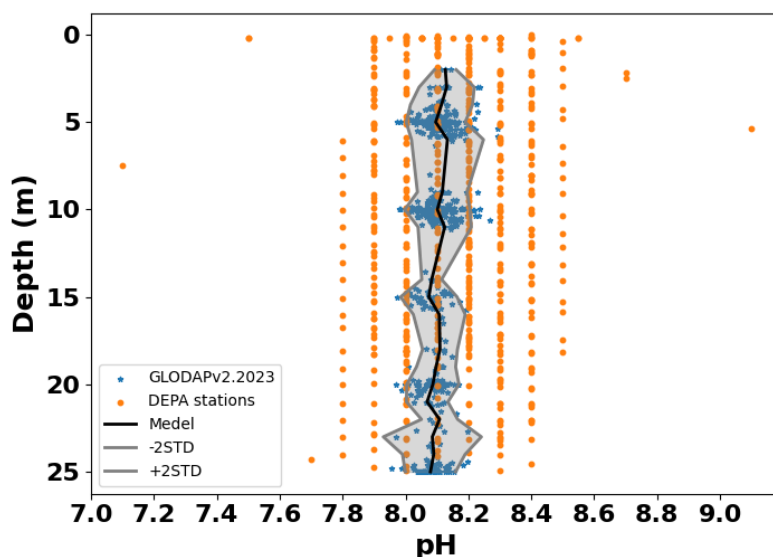


Fig. 1. In situ pH i total skala från GLODAPv2.2023 plottat mot djup (blå stjärna (n= 639), medelvärde indikerat med svart linje samt grå linjer som markerar medelvärdet  $\pm$  2 standard avvikelser (STD)). pH av okänd skala från DEPA stationerna 91300001 och 92300002 plottat mot djup (orange cirkel (n= 583)).

<sup>2</sup> Stips, A., Bolding, K., Macias, D., Bruggeman, J., & Coughlan, C., 2016. Scoping report on the potential impact of on-board desulphurisation on the water quality in SO<sub>x</sub> Emission Control Areas, EUR 27886 EN. doi:10.2788/336630

<sup>3</sup> Olsen, A., Key, R. M., van Heuven, S., et al., 2016. The Global Ocean Data Analysis Project version 2 (GLODAPv2) – an internally consistent data product for the world ocean, Earth Syst. Sci. Data, 8, 297–323, doi:10.5194/essd-8-297-2016

<sup>4</sup> Key, R.M., Olsen, A., van Heuven, S., et al., 2015. Global Ocean Data Analysis Project, Version 2 (GLODAPv2), ORNL/CDIAC-162, NDP-093, Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, US Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee, doi:10.3334/CDIAC/OTG.NDP093\_GLODAPv2

#### SMHI – Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut

Postadress SMHI 601 76 • Norrköping • Växel 011-495 80 00 • Fax 011-495 80 01 • E-post [registrator@smhi.se](mailto:registrator@smhi.se)

#### SMHI huvudkontor

Besöksadress Folkborgsvägen 17  
601 76 Norrköping

#### SMHI

Besöksadress Stationsgatan 23, 6 tr.  
753 40 Uppsala

#### SMHI

Besöksadress Göteborgskaderns plats 3  
426 71 Västra Frölunda

Mätningarna från GLODAPv2.2023 uppvisar en variation i stort sett inom 8.0 och 8.2 i de översta 25 m (Fig. 1). Detta resultat stämmer väl med andra resultat från forskningsstudier som undersökt ytvatten pH i området (Salt et al., 2013<sup>5</sup>, Omar et al., 2019<sup>6</sup>). Provtagningarna sträcker sig över större delen av Nordsjön och ligger generellt närmare verksamhetsområdet än de två kustnära DEPA stationerna (Fig. 2). Därmed rekommenderar SMHI att alla resonemang runt effekten av CO<sub>2</sub> utsläpp på den marina miljön i kapitel 13 i miljökonsekvensrapporten utgår från denna väldokumenterade variation. Notera att kustnära processer kan resultera i en större variation i pH lokalt.

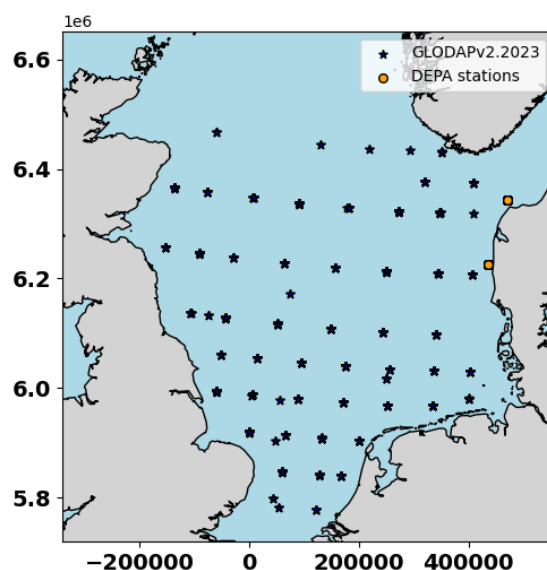


Fig. 2. Karta över provtagningar i Nordsjön mellan 2001 och 2006 från GLODAPv2.2023 (mörkblå stjärna), samt provtagningar vid DEPA stationerna 91300001 (från 1983 till 1991, orange cirkel) och 92300002 (från 1992 och 1994, orange cirkel)

När det gäller figurerna över modellerat pH i kapitel 13 i miljökonsekvensrapporten, rekommenderar myndigheten precis som tidigare att använda en skala och upplösning som inkluderar den typiska pH variationen i Nordsjön även om modellerade data ligger under denna (se Fig. 3). I tillägg vore det lämpligt att också visa figurer på avvikelser i pH från de initiala förhållandena, då det därmed framgår om vattnet har en signal av försurning från CO<sub>2</sub> utsläppen. När det gäller tabell 13-9 och 13-10 vore det också lämpligt att inkludera fler pH nivåer då många marina organismer är känsliga för pH värden långt över 7.5.

<sup>5</sup> Salt, L.A., Thomas, H., Prowe, A. E. F., Borges, A.V., Bozec, Y., deBaar, H. J.W., 2013. Variability of North Sea pH and CO<sub>2</sub> in response to North Atlantic Oscillation forcing. *J. Geophys. Res. Biogeosci.*, 118, 1584–1592, doi:10.1002/2013JG002306

<sup>6</sup> Omar, A. M., Thomas, H., Olsen, A., Becker, M., Skjelvan, I., Reverdin, G., 2019. Trends of ocean acidification and pCO<sub>2</sub> in the northern North Sea, 2003–2015, *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 124, <https://doi.org/10.1029/2018JG004992>

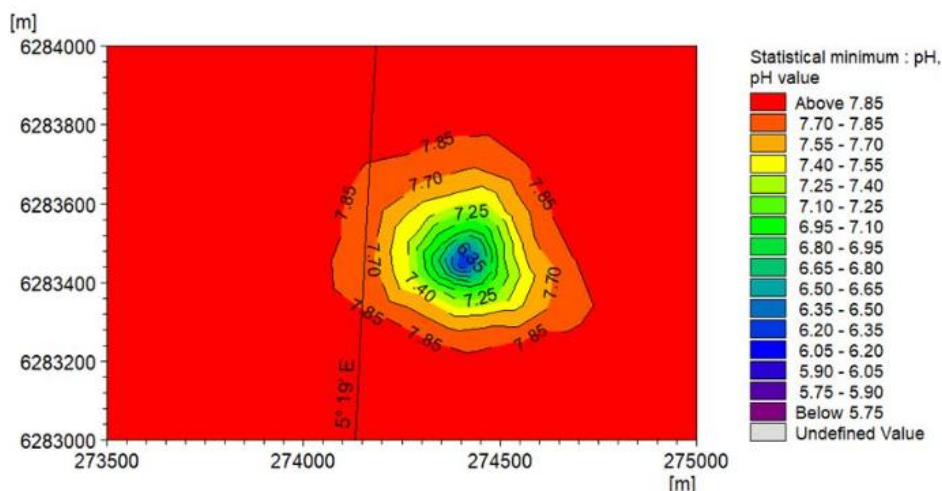


Fig. 3. (Figur 13-9 i miljökonsekvensrapporten). Havsoverfladens pH värder. Statistiske minimumsvärder for simuleringsperioden på 14 dage.

Vidare önskar SMHI att förtydliga att alla figurer med det statistiska minimum pH visar på en genomgående havsförurning då pH är i intervallet  $7.5 < \text{pH} < 8$  eller lägre (se till exempel Fig. 3 ovan, men även Fig. 13-10 i miljökonsekvensrapporten). Dessa värden är jämförbara med IPCC:s projicerade ytvatten pH scenarier SSP2-4.5, SSP3-7.0 och SSP5-8.5 för slutet av detta århundrade (Fig. 4, IPCC, 2021).

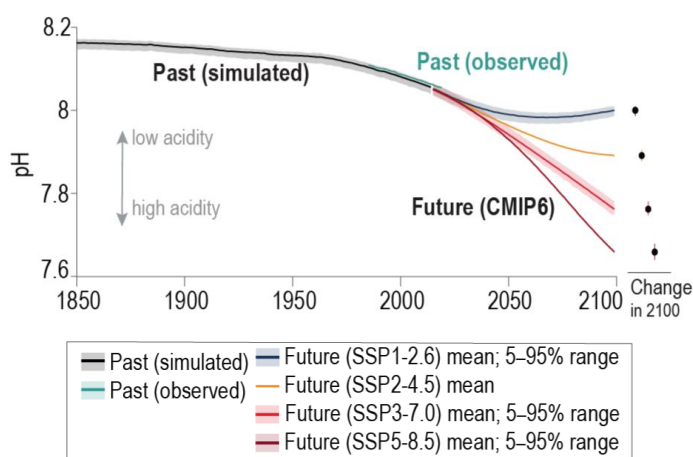


Fig. 4. (Figur TS.11d i IPCC, 2021). Globalt havsmedel för ytvatten pH. Skattade förändringar från observationer mellan 1985 och 2019 är från CMEMS SOCAT-baserade rekonstruktion (skuggning runt medelvärde visar 90% konfidensintervall).

På så vis är det relevant att miljökonsekvensrapporten beskriver hur förändringen i pH kan påverka marina organismer. Forskning har visat att pågående och projicerad havsförurning kan påverka organismer på alla nivåer från cellulär metabolism, fysiologi, sensorisk förmåga, till hela ekosystemets dynamik (Doney et al., 2021<sup>7</sup>).

<sup>7</sup> Doney, S.C., Busch, D.S., Cooley S.R., Kroeker, K.J., 2020. The impacts of ocean acidification on marine ecosystems and reliant human communities, Annual review of environment and resources, 45, 83-112, <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012320-083019>

Olika livsstadier kan vara olika känsliga, men klart är att havsförsurning har konsekvenser för fiskerinäring och annan förvaltning av marina resurser inklusive marina naturreservat (Doney et al., 2021). I de nordiska vattenområden förväntas till exempel blåmusslor och ostron klara sig sämre i ett surare hav (Doney et al., 2021).

Även när modellerat pH når 8.0 eller över, som i fallen med det statistiska medelvärdet (Fig. 13-11, Fig. 13-15, och Fig. 13-17 i miljökonsekvensrapporten), så kan vattnet vara försurat då det inte framgår vilka initiala pH värden som användes till modellen, det vill säga innan utsläppen startade.

I linje med detta så är det också viktigt att uppmärksamma att Nordsjöns pH uppvisar en ganska tydlig säsongsvariation, vilket framgår i Fig. 5. Ett ytvattenvärde runt 8.0 på sommaren kan alltså peka på en försurning mellan 0.1 och 0.2 pH enheter. Till exempel en minskning i pH på 0.15 pH enheter (från 8.15 till 8.0) ger en kraftig ökning i vätejonkoncentration på mer än 40%. Även om marina organismer kan hantera ett pH runt 8.0 i vintertid, är det inte självklart att deras larvstadier under sommartid klarar det lika bra.

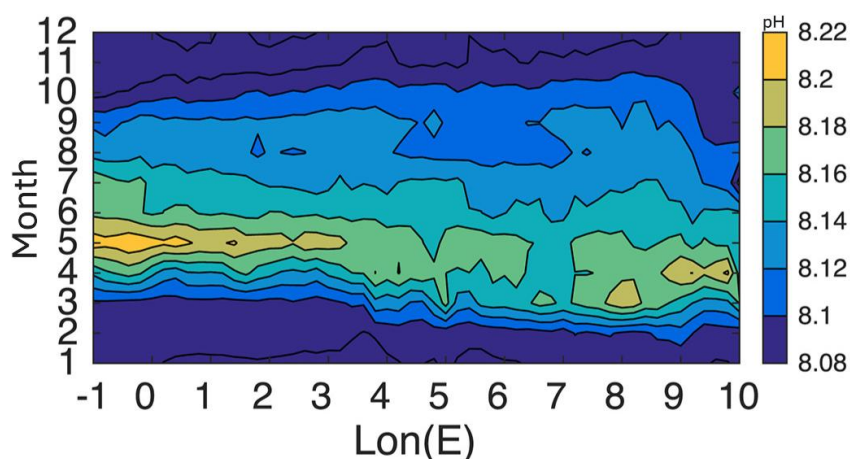


Fig. 5. (Figur 2e från Omar et al., 2019) Beräknad pH. Alla data från 2004-2014 har kondenserats till ett virtuellt år, binnats och sedan medlats i 0.2 longituder för att upplösa säsong- och rumsliga variationer.

Sammanfattningsvis rekommenderar myndigheten att ovanstående och tidigare inlämnade synpunkter hanteras, så att konsekvenserna av olika typer CO<sub>2</sub> utsläpp, också i ett potentiellt gränsöverskridande perspektiv, för både pelagiska och bentiska organismer, men även ekosystem, framgår.

Avdelningschef Magnus Rödin har beslutat i detta ärende som beretts av Ylva Ericson.

För SMHI

Magnus Rödin  
Chef Avdelning Samhällsplanering

**SMHI – Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut**

Postadress SMHI 601 76 • Norrköping • Växel 011-495 80 00 • Fax 011-495 80 01 • E-post [registrator@smhi.se](mailto:registrator@smhi.se)

**SMHI huvudkontor**

Besöksadress Folkborgsvägen 17  
601 76 Norrköping

**SMHI**

Besöksadress Stationsgatan 23, 6 tr.  
753 40 Uppsala

**SMHI**

Besöksadress Göteborgseskaderns plats 3  
426 71 Västra Frölunda