



AARHUS UNIVERSITET



NST projektet "Implementeringen af modeller til brug for vandforvaltningen"

Modeller for danske fjorde og kystnære havområder

Modeller for danske fjorde og kystnære
havområder



Naturstyrelsen

Rapport

November 2015

Denne rapport er udarbejdet under DHI's ledelsessystem, som er certificeret af Bureau Veritas for overensstemmelse med ISO 9001 for kvalitetsledelse

ISO 9001
Management System Certification

BUREAU VERITAS
Certification Denmark A/S





AARHUS UNIVERSITET



Modeller for danske fjorde og kystnære havområder

Modeller for danske fjorde og kystnære havområder

Udarbejdet for

Naturstyrelsen

Repræsenteret af

Harley Bundgaard Madsen, kontorchef

Stig Eggert Pedersen, projektleder



Satellit billede af
de indre danske farvande

Projekt manager	Anders Chr. Erichsen (DHI). Karen Timmerman (DCE)
Kvalitetssikring	DHI: Hanne Kaas, AU: Hanne Bach & Hans Henrik Jacobsen
Projekt nummer	11811187-5
Forfattere	DHI: Anders Chr. Erichsen Institut for Bioscience, DCE: Karen Timmermann, Jesper Heile Christensen
Godkendt	Ian Sehested Hansen
Godkendelsesdato	30/11 2015
Revision	1
Klassifikation	Åben

DHI • Agern Alle 5 • 2970 Hørsholm

Telefon: +45 4516 9200 • Telefax: +45 4516 9292 • dhi@dhigroup.com • www.dhigroup.com

DCE • Aarhus Universitet • Frederiksborgvej 399 • 4000 Roskilde

Telefon: +45 8715 5000 • dce@au.dk • www.dce.au.dk



INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Baggrund	1
2	Introduktion.....	3
3	2030 WPE 2014 (NEC) og beregning af N-deposition.....	4
4	Metode til beregning af indsatsbehov og målbelastning.....	6
5	Indsatsbehov og målbelastninger	7
6	Afrunding	21
7	Referencer.....	22

1 Baggrund

DCE og DHI har for Naturstyrelsen udviklet modelværktøjer til brug i den marine vandforvaltning, herunder udarbejdelsen af 2. generations vandplaner, som skal sikre, at danske vandområder opnår god økologisk tilstand i henhold til Vandrammedirektivet.

Modelværktøjskassen omfatter 2 typer modeller: Statistiske modeller (udviklet af DCE) og mekanistiske modeller (udviklet af DHI). De første beskriver empiriske sammenhænge mellem nøglefaktorer, mens de sidste inddrager dynamiske processer i økosystemet. De statistiske modeller omfatter en række fjordmodeller, mens de mekanistiske modeller dækker de indre danske farvande og enkelte fjordområder. Derudover benyttes meta-modeller for mindre områder, hvor data ikke muliggjorde udvikling af selvstændige modeller. Tilsammen udgør modelværktøjerne en værktøjskasse, som kan anvendes til at forbedre grundlaget for at fastlægge status, indsatsbehov og målbelastning i danske fjorde og kystnære havområder.

De udviklede modeller og deres anvendelse er beskrevet i 3 delrapporter i rapportserien *"Implementeringen af modeller til brug for vandforvaltningen. Modeller for Danske Fjorde og Kystnære Havområder"*:

- Del 1 beskriver den overordnede metode til bestemmelse af målbelastning /1/;
- Del 2 redegør for de mekanistiske modeller og de metoder, der er udviklet til bestemmelse af indsatsbehov mht. dansk næringsstofudledning til vandområderne /2/;
- Del 3 beskriver de statistiske modeller og den metode, der er udviklet til bestemmelse af indsatsbehov ved brug af de statistiske modeller /3/.

Den mekanistiske modellering (del 2) inkluderer de målsatte bidrag fra de øvrige lande omkring Østersøen og fra atmosfæren.

Model-eksekveringer i del 2-3 er baseret på danske data, der beskriver første planperiode; dvs. næringsstofbelastninger og miljøstatus i perioden 2007-2011. I regi af Kvælstofudvalgets arbejde med at fastlægge indsatsbehov for den kommende vandplansperiode for de 119 danske vandområder, er der opstået behov for at supplere de tidligere modelberegninger med yderligere to scenario-analyser:

- Scenario 1, hvor de atmosfæriske N-depositioner er bestemt af forslag til forventede emissioner i 2027 i henhold til 2030 WPE 2014¹ mod tidligere i henhold til Göteborg protokollen;
- Scenario 2, hvor indsatsbehov og målbelastning er estimeret med udgangspunkt i næringsstofftilførsler fra år 1997-2001 i stedet for 2007-2011.

For begge scenarier er der foretaget supplerende modelkørsler med den mekanistiske model, der er udviklet for de indre danske farvande (kaldt IDF-modellen; beskrevet i /2/). På basis af de supplerende modelkørsler er der gennemført nye indsatsberegninger for de vandområder, hvor IDF-modellen ligger til grund for beregningen af indsatsbehov og målbelastning.

Dette notat redegør kortfattet for forudsætninger og resultater for scenario 1. For en tilsvarende gennemgang af scenario 2 henvises til /4/. Derudover er der udarbejdet et

¹ EU kommissionens forslag fra 2013 til nyt NEC direktiv udarbejdet af GAINS/IIASA

notat omkring optimering af indsatsbehov for inderfjorde henholdsvis yderfjorde. Der henvises til /5/ for en gennemgang af denne optimering.

2 Introduktion

Miljøtilstanden i et givent dansk vandområde påvirkes blandt andet af tilførslen af kvælstof fra forskellige kilder. Kvælstoffet tilføres fx fra landbaserede kilder og ved atmosfærisk deposition. Et vigtigt element i arbejdet med beregninger af indsatsbehov og målbelastning, baseret på de mekanistiske modeller, har derfor været at inddrage N-tilførsler fra land (Danmark og nabolande) såvel som fra atmosfæren, se /2/ for en nærmere beskrivelse.

I selve metodeudviklingen og estimering af indsatsbehov (se /2/) var datagrundlaget for de anvendte kvælstoftilførsler fra nabolandene de regionale aftaler, der i dag foreligger som en del af Baltic Sea Action Plan (landbaserede N tilførsler til Østersøen), og for atmosfæredepositionen Gøteborg Protokollen.

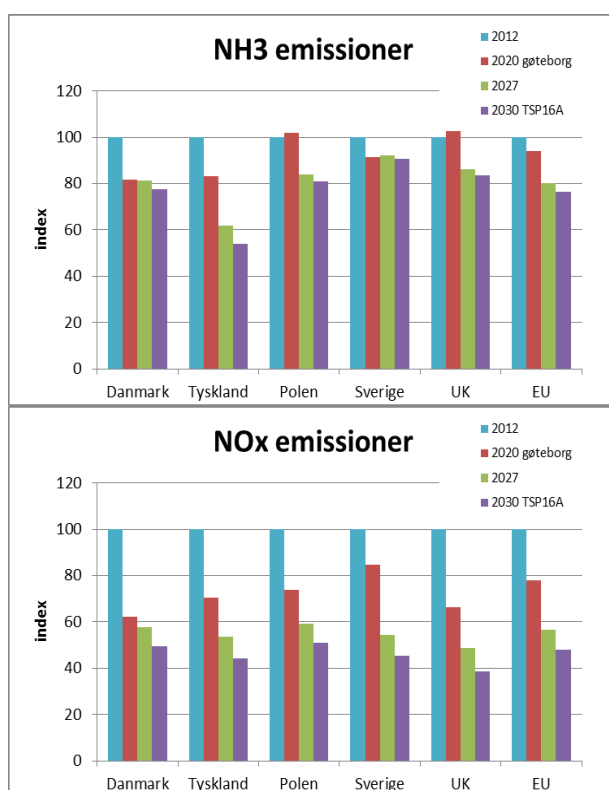
Som en del af aftalegrundlaget for Gøteborg Protokollen er der forudsat en relativt stor dansk reduktion sammenlignet med vores nabolande, og sammenlignet med det seneste forslag til 2030-fremskrivning af europæiske emissioner, som er udgivet af IIASA.

Naturstyrelsen (NST) og miljø- og fødevareministeriets departement (DEP) har derfor bedt DCE, Århus Universitet, om at genberegne N-depositionerne på baggrund af forslag til NEC-direktivet og med en fremskrivning til år 2027, som definerer udgangen af 3. planperiode. Ligeledes er DHI blevet bedt om at gennemføre en beregning med den mekanistiske model for de indre danske farvande (IDF-modellen) for at belyse effekterne af den ændrede atmosfæredeposition på indsatsbehov og målbelastning.

3 2030 WPE 2014 (NEC) og beregning af N-deposition

Den Europæiske organisation IIASA har udgivet en rapport i 2014, /6/, som indeholder en opdatering af de historiske emissionsdata for 2005, en opdatering af fremskrivningerne for 2030, samt af det optimerede emissionsmål for 2030. I /6/ angives fremskrivninger af emissioner af SO₂, NO_x, NH₃, NMVOC og primær PM_{2.5} for de enkelte EU lande, deriblandt også Danmark.

I Figur 1 er angivet de relative ændringer af de totale emissioner for Danmark, EU nabolande til Danmark, samt totalt for hele EU, for emissionsscenarierne Gøteborg Protokollen 2020, 2030 TSP16A (2030 WPE 2014) og de interpolerede 2027 emissioner, som er benyttet i denne analyse. Derudover er referenceåret 2012 inkluderet i figuren.



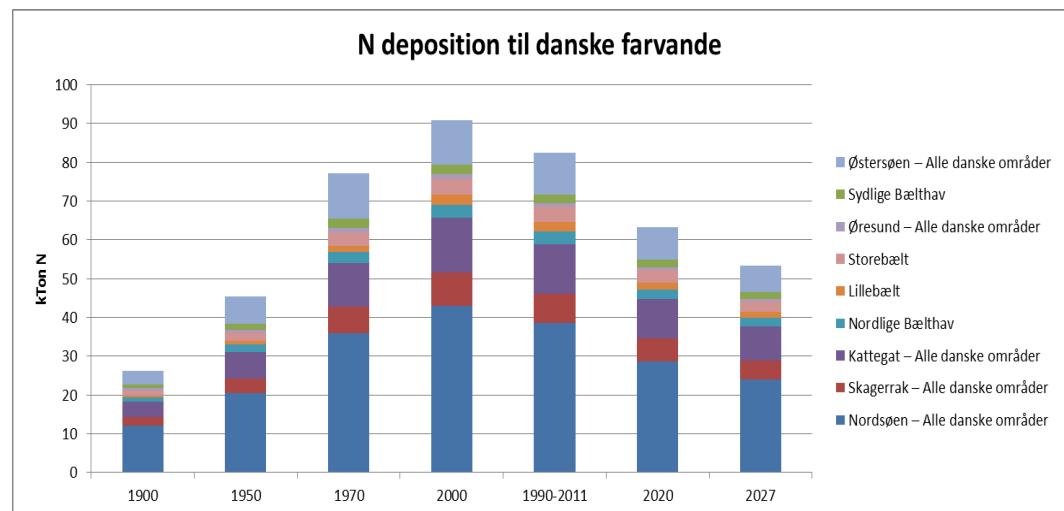
Figur 1 NH₃ og NO_x emissioner for Danmark, EU og nogle af Danmarks nabolandende for referenceåret (2012) og de to emissionsscenarier (Gøteborg 2020, 2030 TSP16A) samt forventede emissioner i 2027 interpoleret ud fra 2030 TSP 16A scenariet. Emissioner er angivet relativt til referenceåret /6/.

Baseret på /6/ 2030 fremskrivninger er der til denne opgave opstillet et model-emissionsscenario for 2030, samt en fordeling af EMEP² emissioner for 2012 med en opløsning på 50 km i Europa (se /7/) og de danske emissioner med en høj rumlig opløsning på 1 km (se Nielsen et al, 2010). Emissioner fra skibe i de danske farvande er baseret på en emissionsopgørelse på 1x1 km udført af DCE i 2009, som er blevet justeret med emissionsfaktorer for 2012 og 2020 (se Olesen et al, 2009). EMEPs skibsemissioner er blevet anvendt for de resterende havområder.

² The European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) is a scientifically based and policy driven programme under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (CLRTAP) for international co-operation to solve transboundary air pollution problems.

Emissioner for 2027 er derefter beregnet via lineær interpolation mellem 2012 og 2030. De beregnede emissioner for 2027 er herefter benyttet som inputdata til modelberegninger af den totale kvælstofdeposition til danske land- og vandområder. Modelberegningerne er udført med den regionale luftkvalitetsmodel DEHM (the Danish Eulerian Hemispheric Model), som også bliver brugt i den atmosfæriske del af NOVANA overvågningsprogrammet (se Ellermann et al, 2013). Modellen er en såkaldt Eulersk model, hvor udslip, transport, atmosfærekemiske reaktioner og deposition af de forskellige luftforureningsstoffer beregnes i et 3-dimensionalt gitter, som dækker hele troposfæren op til ca. 16 km over jordoverfladen. Modellen har i den anvendte opsætning tre indbyrdes koblede modeldomæner, der zoomer ind fra den nordlige halvkugle (150 km opløsning) til et område dækkende Danmark og det nordlige Europa med en opløsning på 16,7 km.

Rent praktisk er modellen afviklet for den meteorologiske periode³ 2000 til 2011, men med emissioner og dermed forventede N-depositioner svarende til emissionerne i 2027 beregnet ud fra 2030 WPE 2014 (NEC). På Figur 2 er den totale N-deposition vist fordelt på de danske hovedfarvande. Depositionerne er baseret på de forskellige emissionsdatasæt/scenarier (tilhørende de forskellige perioder). For år 1900 er den totale N-deposition på de danske farvande bestemt til 26 kTon N, og den topper i år 2000 med omkring 92 kTon N. Middel-depositionen for perioden 1990-2011 er bestemt til 82 kTon N. Depositionen med 2020 Gøteborg-scenariet er beregnet til 63 kTon N, hvilket er ca. 23% mindre end middel-depositionen for perioden 1990-2011. Endelig er den totale deposition med 2027 scenariet beregnet til 53 kTon N, hvilket er 35% mindre end middel-depositionen for perioden 1990-2011, og 15% mindre end depositionen beregnet med 2020 scenariet.

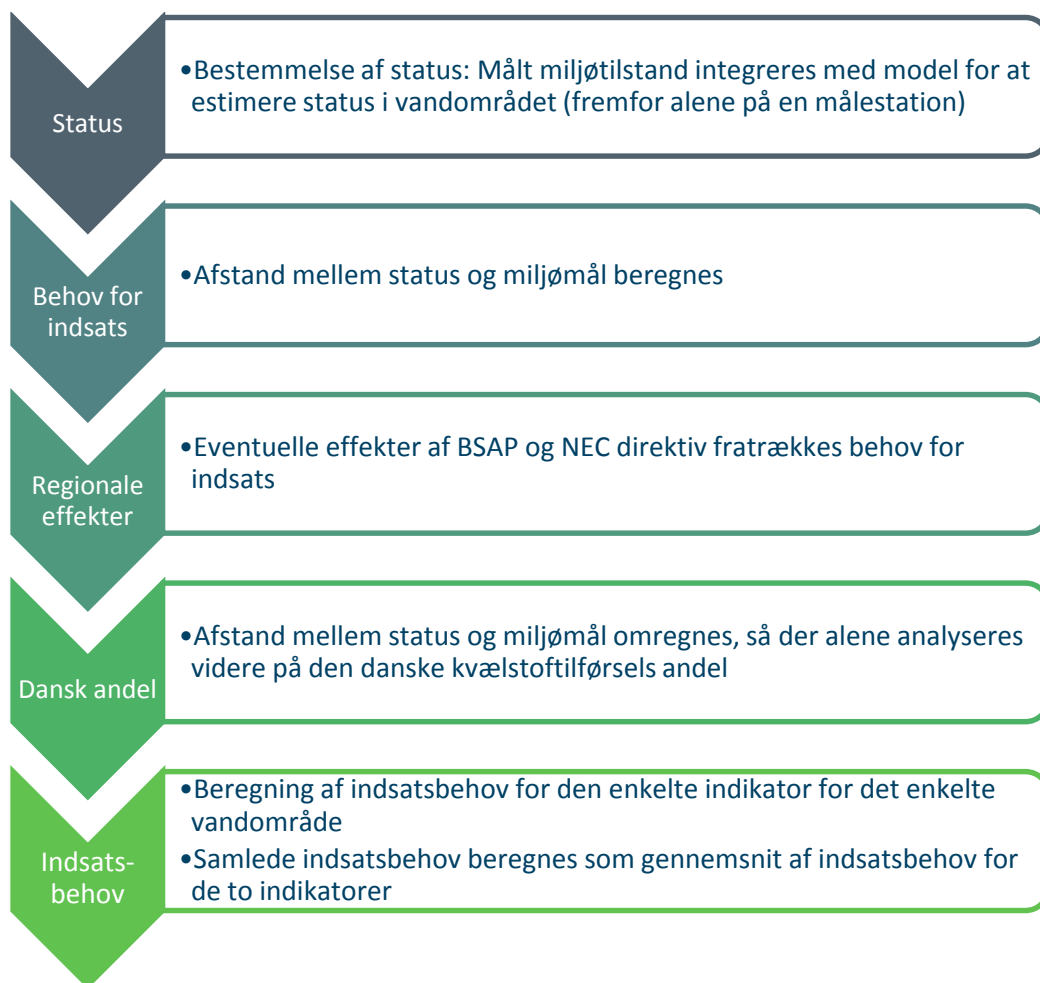


Figur 2 Den totale N-deposition fordelt på de danske hovedfarvande for emissionsårene 1900, 1950, 1970, 2000, middel for perioden 1990-2011, 2020 (Gøteborg-scenariet) samt 2027 scenariet.

³ Dvs. vindretning, vindstyrke, tryk, lufttemperaturer mm., svarer til perioden 2000-2011.

4 Metode til beregning af indsatsbehov og målbelastning

Beregningerne af indsatsbehov udføres efter samme metoder som beskrevet i /2/. Som det fremgår af /2/, udføres trinvis beregninger som skitseret i Figur 3. Ud over ændringen i atmosfæredepositionen er der ingen forskel mellem beregningen i /2/ og beregningerne i dette notat. Forskellen fra den tidligere beregning ligger i punkt 3, hvor der tidligere blev fratrukket regionale effekter af atmosfæredeposition iht. Gøteborg Protokollen, mens der i denne beregning er fratrukket effekten iflg. 2030 WPE 2014 (NEC). Mht. effekter af regionale landbaserede tilførsler er begge scenarier baseret på Baltic Sea Action Plan (BSAP) data.



Figur 3 Opsummering af metode til beregning af indsatsbehov for det enkelte vandområde

5 Indsatsbehov og målbelastninger

Indsatsbehov og målbelastning beregnet på basis af IDF-modellering, hvor N-deposition er opgjort iflg. 2030 WPE 2014 (NEC), fremgår af Tabel 1. De områder, som påvirkes af den nye modellering, er vist med gult.

Tabellen angiver også indsatsbehov og målbelastning for de resterende vandområder iflg. den oprindelige beregning, se /1/; dvs. hvor der er benyttet samme modeller og fremgangsmåde som tidligere. Eftersom de tidligere beregninger i Roskilde Fjord, Odense Fjord og Limfjorden viste, at effekterne af den atmosfæriske N-deposition er lille i disse fjorde og lukkede kystnære vandområder, er der ikke gennemført nye beregninger for disse områder.

Tabel 1 Beregnede indsatsbehov og samlede målbelastninger for de enkelte vandområder baseret på perioden 2007-2012. De områder som påvirkes af den nye IDF-modellering er vist med gult. Indsatsbehov og målsætning for de øvrige vandområder er som oprindeligt beregnet, dvs. iflg. /1/.

Model	Omr. ID	Vandområdenavn	Oplands-areal	N-belastning 2007-12		Indsatsbehov ift. nutidsbelastning					Målbelastning		Kommentar	
				Ha	ton N/år	kg N /ha/år	MEK ⁴ Model %	STAT ⁵ Model %	MEK Meta ⁶ %	STAT Meta ⁷ %	Ind-stats %	ton N/år		kg N /ha/år
MEK	1	Roskilde Fjord, ydre	72915	506	7	23					23	390	5	
MEK+STAT	2	Roskilde Fjord, indre	44890	448	10	4	10				23	345	8	Yderfjord er dimensionerende, hvorfor 23% benyttes for hele fjorden
MEK	6	Nordlige Øresund	41749	873	21	17					17	725	17	
meta	9	København Havn	18238	58	3						17	48	2	Øresund anvendt til at bestemme indsats til Københavns Havn
meta	16	Korsør Nor	2999	43	14	16					16	36	12	Ingen status, reduktion er minimum for at opfylde Smålandsfarvandets mål (MEKmodel)
meta	17	Basnæs Nor	3927	62	16	16		15	20	16	16	52	13	Reduktion er minimum for at opfylde Smålandsfarvandets mål

⁴ MEK henviser til mekanistisk model

⁵ STAT henviser til statistisk model

⁶ MEK Meta henviser til meta-model udviklet baseret på mekanistisk model

⁷ STAT Meta henviser til meta-model udviklet baseret på statistisk model

Model	Omr. ID	Vandområdenavn	Oplands-areal	N-belastning 2007-12		Indsatsbehov ift. nutidsbelastning					Målbekastning		Kommentar
				Ha	ton N/år	kg N /ha/år	MEK ⁴ Model %	STAT ⁵ Model %	MEK ⁶ Meta %	STAT ⁷ Meta %	Ind-stats %	ton N/år	
													(MEKmodel)
meta	18	Holsteinsborg Nor	1905	21	11	16		5	10	16	18	9	Reduktion er minimum for at opfylde Smålandsfarvandets mål (MEKmodel)
STAT	24	Isefjord, ydre	41629	663	16		20			20	530	13	
meta	25	Skælskør Fjord og Nor	2607	38	15	16				16	32	13	Storebælt er dimensionsgivende
MEK	26	Musholm Bugt, indre	52696	812	15					16	682	13	Musholm og Jammerland tæt forbundne; derfor krav for at opfylde Jammerland
MEK	28	Sejerøbugt	31377	244	8	16				16	205	7	Storebælt er dimensionsgivende
MEK	29	Kalundborg Fjord	6453	95	15	16				16	80	13	Storebælt er dimensionsgivende
MEK	34	Smålandsfarvandet, syd	43363	475	11	16				16	399	9	
meta	35	Karrebæk Fjord	110503	1492	14	16		32	45	38	925	9	Meta-analysen er anvendt
meta	36	Dybsø Fjord	4359	57	13					16	48	11	Reduktion er minimum for at opfylde Smålandsfarvandets mål (MEKmodel)

Model	Omr. ID	Vandområdenavn	Oplands-areal	N-belastning 2007-12		Indsatsbehov ift. nutidsbelastning					Målbekastning		Kommentar	
				Ha	ton N/år	kg N/ha/år	MEK ⁴ Model %	STAT ⁵ Model %	MEK ⁶ Meta %	STAT ⁷ Meta %	Ind-stats %	ton N/år		kg N/ha/år
meta	37	Avnø Fjord	13741	183	13	16			0	0	16	154	11	Reduktion er minimum for at opfylde Smålandsfarvandets mål (MEKmodel)
MEK	38	Guldborgssund	42978	516	12	16					16	433	10	Smålandsfarvandet er dimensionsgivende
MEK	41	Langelandsbælt, øst	6809	134	20	16					16	113	17	
MEK	44	Hjelm Bugt	10617	135	13	0	18				0	135	13	Gennemstrømningsområde. MEK dimensionsgivende
MEK	45	Grønsund	19249	310	16	16					16	260	13	
MEK	46	Fakse Bugt	21824	317	15	17					17	263	12	
meta	47	Præstø Fjord	15147	235	15	16			36	35	35	153	10	Meta-analyse anvendt
MEK	48	Stege Bugt	21260	296	14	16					16	249	12	Smålandsfarvandet er dimensionsgivende
meta	49	Stege Nor	1803	28	16	16			74	79	77	6	4	Meta-analyse anvendt
MEK	56	Østersøen, Bornholm	58925	916	16	12					12	806	14	
MEK	57	Østersøen, Christiansø	36	0	0						0	0	0	Ingen tilførsel

Model	Omr. ID	Vandområdenavn	Oplands -areal	N-belastning 2007-12		Indsatsbehov ift. nutidsbelastning					Målbelastning		Kommentar	
				Ha	ton N/år	kg N /ha/år	MEK ⁴ Model %	STAT ⁵ Model %	MEK Meta ⁶ %	STAT Meta ⁷ %	Ind-stats %	ton N/år		kg N /ha/år
meta	59	Nærrå Strand	8234	115	14	10			61	57	59	47	6	Meta-analyse anvendt
meta	61	Dalby Bugt	1838	39	21	10			0	0	10	35	19	Reduktion er minimum for at opfylde Århus Bugt syd, Samsø, Nordlige Bælthav (MEKmodel)
meta	62	Lillestrand	1458	29	20	10					10	26	18	Ingen status, reduktion er minimum for at opfylde Århus Bugt syd, Samsø, Nordlige Bælthav (MEKmodel)
meta	63	Nakkebølle Fjord	10261	123	12	33			15	17	33	82	8	Reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	64	Skårupøre Sund	988	10	10	33					33	7	7	Reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	65	Thurøbund	216	2	12	33					33	1	8	Ingen status, reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	68	Lindelse Nor	3158	44	14	33			21	20	33	29	9	Reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	69	Vejlen	1048	19	18	33					33	13	12	Ingen status, reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	70	Salme Nor	191	2	10						33	1	7	Reduktion er minimum for at

Model	Omr. ID	Vandområdenavn	Oplands -areal	N-belastning 2007-12		Indsatsbehov ift. nutidsbelastning					Målbelastning		Kommentar
				Ha	ton N/år	kg N/ha/år	MEK ⁴ Model %	STAT ⁵ Model %	MEK ⁶ Meta %	STAT ⁷ Meta %	Ind-stats %	ton N/år	
													opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	71	Tryggelev Nor	1003	8	8					33	5	5	Reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	72	Kløven	2633	41	15	33		0	0	33	27	10	Reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	74	Bredningen	11135	144	13	33				33	96	9	Ingen status, reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	75	Emtekær Nor	1099	21	19	33				33	14	13	Ingen status, reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	76	Orestrand	187	4	21					33	3	14	Ingen status, reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	78	Gamborg Nor	3260	58	18	33				33	39	12	Ingen status, reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	80	Gamborg Fjord	2088	42	20	33		21	26	33	28	13	Reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	81	Bågå Nor	81	2	20					33	1	13	Reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	82	Aborgminde Nor	8386	159	19	33				33	107	13	Ingen status, reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	83	Holckenhavn Fjord	22126	304	14	16		37	51	44	170	8	Meta-analyse anvendt

Model	Omr. ID	Vandområdenavn	Oplands-areal	N-belastning 2007-12		Indsatsbehov ift. nutidsbelastning					Målbelastning		Kommentar
				Ha	ton N/år	kg N /ha/år	MEK ⁴ Model %	STAT ⁵ Model %	MEK Meta ⁶ %	STAT Meta ⁷ %	Ind-stats %	ton N/år	
meta	84	Kerteminde Fjord	1872	24	13	16		16	20	16	20	11	Storebælt er dimensionsgivende
meta	85	Kertinge Nor	1734	20	11	16		32	31	32	14	7	Meta-analyse anvendt
MEK	86	Nyborg Fjord	2034	1	0	16				16	1	0	Storebælt er dimensionsgivende
meta	87	Helnæs Bugt	18388	239	13	33		32	36	33	160	9	Reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	89	Lunkebugten	28853	21	1	33				33	14	1	Ingen status, reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
MEK	90	Langelandssund	27070	525	19	33				33	352	13	
MEK+STAT	92	Odense Fjord, ydre	7146	132	19	23	26			26	98	14	
meta	93	Odense Fjord, indre	98859	1469	15	23			48	48	764	8	Meta-analyse anvendt baseret på inderfjorden (station 8). DHI finder station 17 mere repræsentativ for hele fjorden.
MEK	95	Storebælt, SV	14808	190	13	16				16	160	11	
MEK+STAT	96	Storebælt, NV	11249	163	14	16	35			16	137	12	Gennemstrømningsområde. MEK dimensionsgivende
meta	101	Genner Bugt	3878	67	17	33				33	45	11	Ingen status, reduktion er minimum

Model	Omr. ID	Vandområdenavn	Oplands-areal	N-belastning 2007-12		Indsatsbehov ift. nutidsbelastning					Målbelastning		Kommentar
				Ha	ton N/år	kg N/ha/år	MEK ⁴ Model %	STAT ⁵ Model %	MEK ⁶ Meta %	STAT ⁷ Meta %	Ind-stats %	ton N/år	
													for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
MEK+STAT	102	Åbenrå Fjord	8113	138	17	33	50			50	69	9	
MEK	103	Als Fjord	9973	234	23			44	47	45	129	13	Meta-analyse anvendt
MEK	104	Als Sund	4492	122	27					45	67	15	Reduktion er minimum for at opfylde Als Fjord
meta	105	Augustenborg Fjord	9451	164	17			29	41	45	90	9	Reduktion er minimum for at opfylde Als Fjord
meta	106	Haderslev Fjord	18504	316	17	33		91	91	53	149	8	Baseret på N-reduktion/ha/år for de nærliggende fjorde (Avnø Vig, Hejlsminde) skal N-tilførsel til Haderslev Fjord reduceres med 53%
meta	107	Juvre Dyb, tidevandsområde	27289	428	16			29		29	304	11	Meta-analyse anvendt på basis af HD-AD modellering
meta	108	Avnø Vig	4481	72	16	33		47	53	50	36	8	Meta-analyse anvendt
meta	109	Hejlsminde Nor	10966	172	16	33		49	54	51	84	8	Meta-analyse anvendt
meta	110	Nybøl Nor	5895	77	13					50	39	7	Reduktion er minimum for at opfylde Flensborg fjord
meta	111	Lister Dyb	188639	2498	13			29		29	1774	9	Meta-analyse anvendt på basis af

Model	Omr. ID	Vandområdenavn	Oplands-areal	N-belastning 2007-12		Indsatsbehov ift. nutidsbelastning					Målbekastning		Kommentar
				Ha	ton N/år	kg N /ha/år	MEK ⁴ Model %	STAT ⁵ Model %	MEK ⁶ Meta %	STAT ⁷ Meta %	Ind-stats %	ton N/år	
HD-AD modellering													
STAT	113	Flensborg Fjord, indre	4214	73	17		50			50	37	9	
STAT	114	Flensborg Fjord, ydre	10904	182	17		50			50	91	9	Indre fjord dimensionsgivende
meta	119	Vesterhavet, syd	34038	326	10				14	14	280	9	Meta-analyse anvendt på basis af HD-AD modellering
meta	120	Knudedyb tidevandsområde	145339	3273	23				29	29	2324	16	Meta-analyse anvendt på basis af HD-AD modellering
meta	121	Grådyb tidevandsområde	182036	3042	17				29	29	2160	12	Meta-analyse anvendt på basis af HD-AD modellering
meta	122	Vejle Fjord, ydre	33804	574	17	33	15			33	385	11	Reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEK model)
STAT	123	Vejle Fjord, indre	38887	645	17		15			33	432	11	Ydre fjord dimensionsgivende (MEK model)
STAT	124	Kolding Fjord, indre	32029	547	17		45			45	301	9	
STAT	125	Kolding Fjord, ydre	3918	64	16					45	35	9	Indre del dimensionsgivende (STAT

Model	Omr. ID	Vandområdenavn	Oplands-areal	N-belastning 2007-12		Indsatsbehov ift. nutidsbelastning					Målbelastning		Kommentar
				Ha	ton N/år	kg N/ha/år	MEK ⁴ Model %	STAT ⁵ Model %	MEK ⁶ Meta %	STAT ⁷ Meta %	Ind-stats %	ton N/år	
													model)
STAT	127	Horsens Fjord, ydre	2743	89	32		44			50	45	16	Indre del dimensionsgivende (STAT model)
STAT	128	Horsens Fjord, indre	49205	982	20		50			50	491	10	
meta	129	Nissum Fjord, ydre	30322	313	10					40	188	6	Ringkøbing Fjord krav (reduktion N/ha opland/år) anvendt som dimensionsgivende (STAT)
meta	130	Nissum Fjord, mellem	10937	120	11					40	72	7	Ringkøbing Fjord krav (reduktion N/ha opland/år) anvendt som dimensionsgivende (STAT)
meta	131	Nissum Fjord, Felsted Kog	120251	1648	14					40	989	8	Ringkøbing Fjord krav (reduktion N/ha opland/år) anvendt som dimensionsgivende (STAT)
STAT	132	Ringkøbing Fjord	347652	4394	13		40			40	2636	8	
meta	133	Vesterhavet, nord	2938	64	22			14		14	55	19	Meta-analyse anvendt på basis af HD-AD modellering
meta	135	Randers Fjord, Grund Fjord	39436	457	12					30	320	8	Randers omr. 136 er dimensionsgivende (STAT model)
STAT	136	Randers Fjord, Randers-Mellerup	271074	2406	9		30			30	1684	6	

Model	Omr. ID	Vandområdenavn	Oplands -areal	N-belastning 2007-12		Indsatsbehov ift. nutidsbelastning					Målbekastning		Kommentar
				Ha	ton N/år	kg N /ha/ år	MEK ⁴ Model %	STAT ⁵ Model %	MEK ⁶ Meta %	STAT ⁷ Meta %	Ind-stats %	ton N/år	
meta	137	Randers Fjord, ydre	14912	144	10					30	101	7	Randers omr. 136 er dimensionsgivende (STAT model)
MEK	138	Hevring Bugt	20280	167	8	6				6	157	8	
MEK	139	Anholt	2175	8	4	6				6	8	4	
MEK	140	Djursland Øst	72581	703	10	6				6	661	9	
MEK	141	Ebeltoft Vig	5982	20	3	10				10	18	3	
meta	142	Stavns Fjord	844	11	13	10				10	10	12	Reduktionsminimum for at opfylde Århus Bugt syd, Samsø, Nordlige Bælthav (MEKmodel)
meta	144	Knebel Vig	2113	29	14	10				10	26	13	Reduktionsminimum for at opfylde Århus Bugt syd, Samsø, Nordlige Bælthav (MEKmodel)
MEK	145	Kalø Vig, indre	7327	94	13	10				10	85	12	
meta	146	Norsminde Fjord	10864	156	14	10		62	57	60	62	6	Meta-analyse anvendt
MEK	147	Århus Bugt, Kalø og Begtrup Vig	56239	556	10	10	2			10	500	9	
MEK	154	Kattegat, Læsø	11838	96	8	6				6	90	8	

Model	Omr. ID	Vandområdenavn	Oplands-areal	N-belastning 2007-12		Indsatsbehov ift. nutidsbelastning					Målbekastning		Kommentar
				Ha	ton N/år	kg N /ha/år	MEK ⁴ Model %	STAT ⁵ Model %	MEK Meta ⁶ %	STAT Meta ⁷ %	Ind-stats %	ton N/år	
MEK+STAT	156	Nissum Bredning, Thisted Bredning, Kås Bredning, Løgstør Bredning, Nibe Bredning og Langerak	498326	9020	18	32	50;25;5			32	6134	12	Forudsætter, at de angivne reduktioner til omr. 157-158 gennemføres (MEKmodel). Ekstra indsats kræves til Thisted iht. STAT model, 50%
MEK+STAT	157	Bjørnholms Bugt, Riisgårde Bredning, Skive Fjord og Lovns Bredning	144322	1566	11	48	55			48	814	6	Forudsat at angivne reduktioner til omr. 158 gennemføres (MEKmodel)
MEK	158	Hjarbæk Fjord	117776	1768	15	56				56	778	7	
STAT	159	Mariager Fjord, indre	26871	480	18		60			60	192	7	
STAT	160	Mariager Fjord, ydre	30328	408	13				55	55	184	6	
meta	165	Isefjord, indre	35001	492	14				20	20	394	11	Yderfjord er dimensionsgivende
MEK	200	Kattegat, Nordsjælland	37961	272	7	6				6	256	7	
MEK	201	Køge Bugt	87396	1275	15	17				17	1058	12	
MEK	204	Jammerland Bugt	56032	490	9	16				16	412	8	

Model	Omr. ID	Vandområdenavn	Oplands-areal	N-belastning 2007-12		Indsatsbehov ift. nutidsbelastning					Målbelastning		Kommentar
				Ha	ton N/år	kg N /ha/år	MEK ⁴ Model %	STAT ⁵ Model %	MEK Meta ⁶ %	STAT Meta ⁷ %	Ind-stats %	ton N/år	
MEK	205	Kattegat, Nordsjælland >20 m	70	0	3	6				6	0	3	
MEK	206	Smålands-farvandet, åbne del	14060	286	20	16				16	240	17	
MEK	207	Nakskov Fjord	24607	395	16	16				16	332	13	Storebælt dimensionsgivende
MEK	208	Femerbælt	24344	311	13	0				0	311	13	
meta	209	Rødsand	13361	108	8						108	8	
meta	212	Faaborg Fjord	2525	23	9	33				33	15	6	Reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
meta	213	Torø Vig og Torø Nor	360	6	17	33				33	4	11	Reduktion er minimum for at opfylde Lillebælt (MEKmodel)
MEK+ STAT	214	Det Sydfynske Øhav	26624	346	13	33	35			33	232	9	
MEK+ STAT	216	Lillebælt, syd	33778	595	18	33	35			33	399	12	
MEK+	217	Lillebælt,	18852	316	17	33				33	212	11	

Model	Omr. ID	Vandområdenavn	Oplands -areal	N-belastning 2007-12		Indsatsbehov ift. nutidsbelastning					Målbelastning		Kommentar
				Ha	ton N/år	kg N /ha/år	MEK ⁴ Model %	STAT ⁵ Model %	MEK Meta ⁶ %	STAT Meta ⁷ %	Ind-stats %	ton N/år	
STAT		Bredningen											
MEK	219	Århus Bugt syd, Samsø og Nordlige Bælthav	29135	548	19	10				10	493	17	
meta	221	Skagerrak	127010	1353	11			14		14	1164	9	Meta-analyse anvendt på basis af HD-AD modellering
MEK	222	Kattegat, Aalborg Bugt	73308	1040	14	6				6	978	13	
MEK+ STAT	224	Nordlige Lillebælt	40679	834	21	33	35			33	559	14	
MEK	225	Nordlige Kattegat, Ålbæk Bugt	53825	780	14	6				6	733	13	
Mid-del					19							10	
Sum				60.090							42.564		

6 Afrunding

Der foreligger på nuværende tidspunkt forslag fra EU kommissionen til et nyt NEC direktiv udarbejdet af GAINS/IIASA, og bliver dette forslag vedtaget, vil det have en betydning for N-depositionerne over Østersøen og de danske farvande. Derfor er DHI blevet bedt om at foretage en analyse af effekten af dette forslag på indsatsbehov og målbelastninger.

I dette notat er indsatsbehov og målbelastning for de vandområder, hvor IDF-modelleringen ligger til grund for resultaterne, derfor genberegnet med en N-atmosfæredeposition iflg. 2030 WPE 2014 (NEC). I de oprindelige beregninger (se /1/) var datagrundlaget for atmosfæredepositionen Göteborg Protokollen. For de øvrige vandområder er indsatsbehov og målbelastning fastholdt iflg. den oprindelige beregning, se /1/.

Resultaterne viser, at målbelastningen på landsplan stiger fra 42.013 tons N/år til 42.564 tons N/år, svarende til en øget målbelastning på 551 tons N/år, når der anvendes data for N-depositionen iflg. forslaget til revideret NEC-direktiv.

Der er ingen faglig begrundelse for at benytte det ene grundlag frem for det andet for opgørelse af N-depositionen. Årsagen til, at atmosfæredepositionen oprindeligt blev baseret på Göteborg Protokollen, var, at denne aftale er et ratificeret mål, mens de depositioner, der er benyttet i denne analyse, endnu kun er forslag til ændringer. Benyttes de nye depositionsdata, skal det bemærkes, at 2030 WPE 2014 depositioner først indtræffer i 2027 (såfremt de gennemføres), hvorimod Göteborg Protokollen træder i kraft i 2020.

7 Referencer

- /1/ NST projektet "Implementeringen af modeller til brug for vandforvaltningen". Modeller for Danske Fjorde og Kystnære Havområder – Del 1. Metode til bestemmelse af Målbekæmpelse. December 2014.
- /2/ NST projektet "Implementeringen af modeller til brug for vandforvaltningen". Modeller for Danske Fjorde og Kystnære Havområder – Del 2. Mekanistiske modeller og metode til bestemmelse af indsatsbehov. December 2014.
- /3/ NST projektet "Implementeringen af modeller til brug for vandforvaltningen". Modeller for Danske Fjorde og Kystnære Havområder – Del 3. Statistiske modeller og metode til bestemmelse af indsatsbehov. December 2014.
- /4/ NST projektet "Implementeringen af modeller til brug for vandforvaltningen". Modeller for Danske Fjorde og Kystnære Havområder. Beregning af indsatsbehov og målbekæmpelse for de åbne farvande med udgangspunkt i næringsstofbelastningen i 1997-2001. November 2015.
- /5/ NST projektet "Implementeringen af modeller til brug for vandforvaltningen". Modeller for Danske Fjorde og Kystnære Havområder. Indsatsoptimering i henhold til inderfjorde og yderfjorde. November 2015.
- /6/ http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/review/TSAP_16a.pdf
- /7/ http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/webdab_emepdatabase/