

Vurdering af udsivning af barium og nikkel fra Randers Havn

ADRESSE COWI A/S
Visionsvej 53
9000 Aalborg

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Formål	1
2	Udsivningskoncentration og flux fra plads	2
3	Nuværende forhold for Randers Fjord og nødvendige fortyndingsgrader	4
3.1	Barium	4
3.2	Nikkel	10
4	Samlet vurdering	12
5	Referencer	13

1 Formål

Formålet med dette notat er at vurdere en evt. udsivning af barium og nikkel til Randers Fjord, ved oplæg af op til 100.000 tons jord fra Nordic Waste på et af Randers Havns jordtip områder.

Vurderingen består af en fastlæggelse af en forventet flux af disse to stoffer til recipienten og en efterfølgende vurdering af vandkvalitetsmæssige forhold for disse to stoffer i henhold til Bekendtgørelse 796 om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand.

Notatet kan ses som en forlængelse af tidligere notat "Sammenligning af analyseresultater – Jord fra Nordic Waste ift. Randers Havn Jordtip" (COWI, 2024).

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.				
A272930	A272930-MILJ-NOTA-011				
VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
2.0	13/03/2024	Notat	THRY	SMIN/TVB/KICH	NWB

2 Udsivningskoncentration og flux fra plads

Det er oplyst af Randers Kommune 8/3-2024, at der er analyseret for barium og nikkel i 829 jordprøver på karteringspladsen i Tirstrup. Gennemsnitskoncentrationen for barium er 110 mg/kg TS og 39 mg/kg TS for nikkel med maksimale værdier på hhv. 840 mg Ba /kg TS og 130 mg Ni / kg TS (Randers Kommune, 2024) og således ikke væsentlig anderledes i forhold til beskrevet i (COWI, 2024) der baserede sig på 447 jordprøver fra karteringspladsen. For barium og nikkel var der her påvist et gennemsnitlig indhold på hhv. 96 mg/kg TS (barium) og 29 mg/kg TS (nikkel) mens maksimalt påviste koncentrationer er hhv. 820 mg Ba /kg TS og 120 mg Ni/kg TS.

Størrelsesordenen for disse koncentrationer er ikke signifikant forskellig fra et naturligt indhold af samme stoffer fra visse landsdele i DK. Dansk Miljørådgivning (DMR) (2024) refererer eksempelvis til et studie fra Aarhus Amt i 1990'erne, hvor det naturlige (uforuretede) tertiære prøver fra Østjylland lå med et gennemsnitlig indhold af barium på 298 mg/ kg TS med et spænd mellem 43-1300 mg/kg TS.

I (COWI, 2024) er der foretaget en teoretisk beregning af porevandskoncentrationer (i ligevægt) baseret på konservative estimater for Kd-værdier på hhv. 100 for barium og 700 for nikkel. Kd-værdien angiver fordelingen mellem metallerne i jordens faste fase og jordens væske fase.

For barium er porevandskoncentrationen i (COWI, 2024) beregnet til 960 µg/l for et gennemsnitlig indhold. Med opdaterede koncentrationer (Randers Kommune, 2024a) bliver porevandskoncentrationen i gennemsnit 1100 µg/l og 8400 µg/l hvis der anvendes maks. koncentrationen.

For nikkel er porevandskoncentrationen i (COWI, 2024) beregnet til 41 µg/l for et gennemsnitlig indhold. Med opdaterede koncentrationer (Randers Kommune, 2024a) bliver porevandskoncentrationen i gennemsnit 55 µg/l og 184 µg/l hvis der anvendes maks. koncentrationen.

Den påtænkte oplagsplads, som oplyst af Randers Kommune, er vist på Figur 2-1 og udgør et areal på ca. 5 ha på Randers Havns jordtip. Der vurderes senere i dette notat på, hvad forholdene for Randers Fjord vil være hvis oplagspladsen udgør et større areal.



Figur 2-1 Påtænkt deponeringsplads for 100.000 tons jord fra Nordic Waste.

Det er ikke umiddelbart muligt at definere en klar zone/punkt for udsivning af nettonedbør. Området ligger omgrænset af flere grøftesystemer samt Krstrup Landkanal placeret syd for deponeringspladsen, hvor Randers Central Renseanlæg har sit udløb til. Ingen af disse grøfter eller kanaler er målsatte vandløb. Slutdestinationen for perkolat er dog under alle omstændigheder fjorden, men hvorvidt dette sker diffust over et større eller "koncentreret" i et punkt er meget usikkert. Den efterfølgende konklusion er dog ikke følsom overfor dette og vurderingen er foretaget på baggrund af at al udsivningen foregår i ét punkt i fjorden.

Der er ikke taget højde for hverken sorption eller nogen form for retention af stofferne gennem den underliggende jord i deres vej mod fjorden. De anvendte udløbskoncentrationer er således antaget lig porevandskoncentrationerne beregnet i COWI, 2024 og angivet herover. Dette er således en konservativ betragtning af forventede udledninger.

En evt. udvaskning af de to metaller til fjorden forgår primært med nettonedbøren i området.

For at kompensere for perioder med megen nedbør er der valgt at anvende en høj sat nettonedbør på 600 mm/år. Udsivningen fra de 5 ha vil således være i størrelsesordenen 30.000 m³/år svarende til 1 l/s. I Miljøstyrelsens risikoværktøj JAGG 2.1 er den gennemsnitlige årlige nettonedbør for Randers Kommune angivet til 350 mm/år og 355 mm/år i Miljøstyrelsens risikovurderingsværktøj for deponeringsanlæg (Miljøstyrelsen, 2022-B).

Det antages, at det tippede jord fra Nordic Waste dækker hele det påtænkte areal i omkring 1 meters tykkelse. Da der regnes med ligevægtskoncentrationer, har tykkelsen af den udlagte jord ingen betydning for den beregnede

koncentration i perkolatet. Udlægges samme mængde jord på eksempelvis det halve areal (dvs. i to meters tykkelse) opnås samme koncentration men fluxen ud vil halveres idet perkolatdannelsen bliver halv så stor som ved udlæg over hele arealet.

3 Nuværende forhold for Randers Fjord og nødvendige fortyndingsgrader

Randers Fjord er i dag klassificeret til at være i dårlig kemisk tilstand på grund af forhøjet anthracen koncentration i sedimentet (Vandplandata.dk).

Desuden er Randers Fjord klassificeret til at være i ikke-god økologisk tilstand på grund af forhøjet indhold af sum af methylnaphthalener i sediment (Vandplandata.dk).

Barium eller nikkel er således ikke som udgangspunkt grund til denne klassifikation. Der foreligger få målinger af barium og nikkel i vandfasen i fjorden ved Uggelhuse som er nærmeste målestation i fjorden.

3.1 Barium

For barium er middelværdien af fire målinger målt ved Uggelhuse 46,5 µg/l med en meget lille variation på mellem 44 og 49 µg/l (målt over 3 måneder i 2021)

For barium er det generelle miljøkvalitetskrav (årsmiddelkrav) 5,8 µg/l hvortil den naturlige baggrundskoncentration må tillægges.

Den naturlige baggrundskoncentration af barium (et af de mest hyppigt forekommende grundstoffer i jord) varierer meget selv inden for Danmarks grænser.

De fire målinger ved Uggelhuse på 46,5 µg/l kan i teorien således være et udtryk for den naturlige baggrundskoncentration. Nedenstående analyse af adskillige målinger i Gudenåen understøtter at denne målte størrelsesorden i Uggelhuse må ligge tæt ved den naturlige baggrundskoncentration i området.

Der er udtrukket alle måledata for filtreret barium opsummeret i Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Måledata, barium. Data trukket fra Miljøportalen 27.2.2024

Station	Antal prøver	Middelkoncentration [µg/l]	Bemærkninger
Randers Fjord, Uggelhuse	4	46,5	Okt-dec 2021. Meget lille variation i koncentration
Gudenå, ved motorvejsbro A10	16	48,3	Prøver fra 2001-2021 (jævnt fordelt over årstider) Relativ lille variation (kun en enkelt lav (18 µg/l) og høj værdi (110 µg/l) – men ellers

Station	Antal prøver	Middelkoncentration [µg/l]	Bemærkninger
			centreret om middelværdi)
Gudenå, Åbro	1	45	Dec 2021
Gudenå, Ulstrup	15	46,2	2021-2022, Meget lille variation
Gudenå, Nedstrøms Tangesø	1	50	Nov 2021
Gudenå, Kongensbro	2	47,5	Nov-dec 2021, Ingen variation
Gudenå, Tvillum	25	46,1	Nov 2021-okt. 2023. Meget lille variation

Med de meget ens middelværdier over en meget lang strækning af Gudenåen samt en relativ lille variation fra prøve til prøve, må det vurderes at den naturlige udvaskning af barium til Gudenåen er relativ høj i forhold til et landsgennemsnit på omkring 15 µg/l. Såfremt kilderne til barium havde været antropogene må man have forventet væsentlig større fluktuationer både i tid og sted.

Målingerne ved Uggelhuse ved Randers Fjord er således på fuldstændig samme niveau som målt i Gudenåen.

Hvad den naturlige baggrundskoncentration så er, kan ikke entydig fastlægges – men den vil givetvis ligge i størrelsesorden af det målte, når fjordens bathymetri og afstand til åbent hav tages i betragtning.

Der er i det efterfølgende taget udgangspunkt i to scenarier:

- > Et hvor den naturlige baggrundskoncentration er sat til 50% fraktilen af alle målinger svarende til 46,0 µg/l. Det generelle miljøkvalitetskrav er i dette tilfælde 51,8 µg/l (46,0+5,8 µg/l).
- > Et hvor den naturlige baggrundskoncentration er sat til 10% fraktilen af alle målinger svarende til 41,0 µg/l. Anvendelsen af 10% fraktilen er i øvrigt den metode Miljøstyrelsen har anvendt til fastlæggelse af naturlig baggrundskoncentration for visse metaller i det faglige grundlag for vandområdeplaner 2021-2027 (dog ikke for marine områder hvor datagrundlaget har været for sparsomt i perioden 2010-2019). Det generelle miljøkvalitetskrav er i dette tilfælde 46,8 µg/l og således akkurat lige overholdt ved Uggelhuse. Grundet denne meget snævre margin foretages også en vurdering, hvor miljøkvalitetskravet i forvejen er overskredet jf. Miljøstyrelses nye vejledning hertil.

3.1.1 Nødvendig fortyndingsgrad for barium

Den nødvendige fortyndingsgrad (F) forudsat ud fra, at der ingen fortynding og eller tilbageholdelse sker af perkolatet inden udsivning til fjorden kan beregnes

af nedenstående og tager således hensyn til den "i forvejen forekommende koncentration" (IFF) i recipienten.

$$F = \frac{C_{udsivning} - C_{IFF}}{C_{MKK} - C_{IFF}}$$

Hvor $C_{udsivning}$ er koncentrationen ved udledningspunkt/dæmning, C_{IFF} er den i forvejen forekommende koncentration og C_{MKK} er miljøkvalitetskravet.

På trods af, der er enkelt prøver i jordpartiet som har væsentligt højere koncentrationer end middelværdien af de 829 målinger, anses det for at være mest repræsentativt at anvende middelindholdet af barium i den tippede jord, da transporten gennem jorden inden denne når fjorden vil udjævne lokale koncentrationsvariationer i den tippede jord, at det generelle miljøkvalitetskrav skal betragtes som et årsmiddelkrav, samt at jorden modtages over kort periode.

Den nødvendige fortyndingsgrad bliver således 200 gange hvis den naturlige baggrundskoncentration er sat til 50% fraktilen af målingerne og 3500 gange, hvis denne sættes til 10% fraktilen. De nødvendige fortyndingsgrader adskiller sig således fra de tidligere fortyndingsgrader i (COWI, 2024), da der i dette notat er taget højde for både naturlig baggrund samt den i forvejen forekommende koncentration i Randers Fjord. Anvendelsen af 10% fraktilen som naturlig baggrundskoncentration efterlader således ikke meget margin (0,3 µg/l) op til miljøkvalitetskravet for barium. Senere i notat vurderes også i forhold til, hvis der ingen margin er i forhold til Miljøstyrelsens nyligt udsendte FAQ43.

Hvis alt jord der tippes teoretisk, havde et indhold på den målte maksimalkoncentration på 840 mg/kg TS vil de nødvendige fortyndingsgrader være hhv. 1575 gange ved en naturlig baggrund sat til 46 µg/l og ca. 28.000 gange ved en naturlig baggrundskoncentration på 41 µg/l. Sidstnævnte bør dog ses i sammenhæng med Miljøstyrelsens vejledning om forhold, hvis miljøkvalitetskravet (MKK) for vand er overskredet i forvejen og retningslinjer hertil.

Det antages konservativt at udsivning ikke foregår diffust over en længere strækning/areal. Miljøstyrelsens spredningsregneark baseret på løsningsmetoden anvist i "Lærebog i Vandforurening" og endvidere Miljøprojekt nr. 690 til bestemmelse af blandingszonens udbredelse anvendes. Værktøjet anses som værende valid på denne del Randers Fjord, da forholdene her har vandløbskarakter, velvidende at der her også er tidevandspåvirkning og saltindtrængning fra Kattegat.

Som indgangsparametre til blandingszoneberegningen anvendes følgende parametre.

Tabel 3-2 Indgangsparametre til blandingszoneberegning

Parameter	Værdi	Bemærkning
Bredde recipient	100 m	
Strømhastighed recipient	0,05 m/s	Relativ lav hastighed baseret på modellering foretaget i forbindelse med Klimabro projektet (COWI, 2023).

Vandføring recipient	33 m ³ /s og 19 m ³ /s	Døgnmiddel målt ved Naturstyrelsens målestation Randers Bro og 10% fraktil målt ved Randers Bro (2017-2020)
Tværgående dispersionskoefficient	0,05 m ² /s	Typisk mellem 0,05 og 0,3 m ² /s og der er således valgt den lavest og dermed mest konservative tværgående spredning i dette interval.
Udsivning	1 l/s	Baseret på høj nettonedbør og udlægningsareal, jf. vurderinger i nærværende notat.

Tabel 3-3 Beregnede fortyndingsgrader ved udsivning som funktion af langsgående og tværgående afstand. De grønne felter viser opnåelsen af tilstrækkelig fortynding for henholdsvis anvendelse af 50% (grøn) og 10% fraktilen (gul) for naturlig baggrundskoncentration.

Q = 19 m ³ /s		Afstand nedstrøms udlædningen (m)										
Transversal afstand [m]		5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
5	1633	1767	2023	2264	2488	2698	2895	3081	3257	3425	3585	
10	17959	7841	4841	4166	3960	3921	3956	4027	4117	4218	4324	
15				12577	8759	7347	6664	6294	6085	5969	5911	
20					26451	17668	13825	11761	10515	9706	9155	
25							35169	26245	21236	18132	16067	

Q = 33 m ³ /s		Afstand nedstrøms udlædningen (m)										
Transversal afstand [m]		5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
5	2836	3068	3514	3932	4321	4686	5028	5351	5657	5948	6227	
10	31191	13618	8408	7235	6878	6810	6870	6994	7151	7326	7511	
15				21845	15212	12761	11574	10932	10569	10367	10266	
20					45940	30685	24012	20426	18262	16857	15900	
25							61081	45582	36882	31491	27905	

Som det ses af Tabel 3-3 opnås en betydelig fortyndingsgrad meget hurtigt.

- > Ved anvendelse af 50% fraktilen for den naturlige baggrundskoncentration som før beskrevet opnås tilstrækkelig fortynding (på 200 gange) momentant for både lav og median vandføring i fjorden.
- > Ved anvendelse af 10% fraktilen for den naturlige baggrundskoncentration som før beskrevet, opnås tilstrækkelig fortynding (på 3500 gange) inden for 100 meter (i et smalt bånd omkring udsivningen) ved en lav vandføring i fjorden. Ved en middelvandføring inden for 20 meter såfremt alt siver ud samme sted og igen i et smalt bånd.

Det skal her bemærkes, at det generelle miljøkvalitetskrav skal betragtes som et aritmetisk årsmiddel – hvorfor resultatet for den gennemsnitlige vandføring vurderes mest repræsentativ.

Sammenlignes med maksimumkoncentrationskravet, der for barium er 145 µg/l. Så opnås den tilstrækkelige fortynding (på ca. 8 gange) momentant.

Omsættes Tabel 3-3 til en koncentrationsforøgelse over den i forvejen forekommende koncentration på 46,5 µg/l fremkommer de i Tabel 3-4 viste overkoncentrationer.

Tabel 3-4 Koncentrationsforøgelse ($\mu\text{g/l}$) af barium i fjorden ved en punktudledning. Koncentrationsforøgelsen er ved et gennemsnitlig indhold af barium i jorden.

Q = 19 m ³ /s		Afstand nedstrøms udledningen (m)										
Transversal afstand [m]		5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
5	5	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
	10		0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	15				0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	20					0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	25								0,0	0,1	0,1	0,1
Q = 33 m ³ /s		Afstand nedstrøms udledningen (m)										
Transversal afstand [m]		5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
5	5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	10		0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
	15				0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	20					0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	25								0,0	0,0	0,0	0,0

Miljøstyrelsen har i forlængelse af den såkaldte "Horsensdom" revideret Vejledning 9053 af 21. december 2021 "Spørgsmål og svar om udledning af visse forurenende stoffer" heri står under FAQ43 (MST, 2024).

Ved vurdering af, om en beregnet stigning i koncentrationen vil være målbar, kan miljømyndigheden tage udgangspunkt i, hvad der kan måles med de ved overvågning af overfladevand almindeligt anvendte analysemetoder, der opfylder kravene til analysemetoder for kemisk analyse og kontrol ved overvågning af overfladevand, sediment og biota som fastsat i bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger.

I bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger (BEK nr. 529 ad 14/05/2023) er der ikke angivet nogen detektionsgrænse for barium i "andet overfladevand". For både fersk overfladevand og grundvand er detektionsgrænsen angivet til 1 $\mu\text{g/l}$ og 3 $\mu\text{g/l}$ for drikkevand. Da der ikke sker en koncentrationsforøgelse større end 0,7 $\mu\text{g/l}$ kan de beregnede koncentrationsstigninger således ikke betragtes som en målbar stigning og slet ikke såfremt dette jf. vejledningen skal være i et repræsentativt målepunkt i vandområdet.

Jf. vejledningen (MST, 2024) vælges eller placeres et repræsentative målepunkt ud fra følgende:

Trin 1. Hvis der er en overvågningsstation, der overvåges eller har været overvåget for MFS i det berørte overfladevandområde, anvendes denne som målepunkt. Hvis der er flere overvågningsstationer med målinger af MFS i overfladevandområdet, vælges den station, der vurderes at være mest repræsentativ for overfladevandområdet, fx stationen med flest og/eller nyeste data for MFS.

Nærmest beliggende station hvor der måles miljøfarlige forurenede stoffer er ved stationen i Uggelhuse ca. 5 km nedstrøms. Her vil koncentrationsforøgelsen i praksis være nul og der må ligeledes antages fuld opblanding i denne afstand.

Der kan som før skrevet foreligge en mulighed for at vandkvalitetskravet for barium allerede er overskredet alt afhængig af hvad man fastlægger den naturlige baggrundskoncentration til. Dette forhindrer ikke nødvendigvis en udledning der giver anledning til koncentrationsforøgelse jf. føromtalt vejledning som skrevet enten fordi stigning ikke er målbar og hvis den er, at der stadig kan udlægges en blandingszone som skal være mindst mulig og koncentrationsstigningen må højst være 5% af stoffets generelle miljøkvalitetskrav på randen af

blandingszonen. Dette vil sige, ud fra et teoretisk eksempel, hvor det naturlige barium indhold er 15 µg/l (landsgennemsnit) og miljøkvalitetskravet således er $15+5,8 = 20,8$ µg/l og således overskredet betydeligt i fjorden (46,5 µg/l) at der på blandingszonens rand må være en koncentrationsstigning på $5\%*20,8 = 1,04$ µg/l. Dette vil således også være overholdt da de beregnede koncentrationsstigninger er maksimal 0,7 µg/l i alle beregnede afstande, og herunder vil der således i teorien ikke være behov for udlæg af blandingszone. Mere sandsynlig er dog, at den naturlige baggrund er tættere på 41 µg/l end 15 µg/l baseret på tidligere redegørelse og koncentrationsforøgelsen på blandingszonens rand må så maksimalt være $5\%*(41+5,8) = 2,3$ µg/l.

Beregning ved anvendelse af maksimalt påvist bariumkoncentration i jord

Hvis alt jord der tippes har et indhold på 840 mg Ba/kg TS vil den nødvendige fortyndingsgrad ændre sig som før skrevet til hhv. 1575 gange ved anvendelse af 46 µg/l som naturlig baggrund (50% fraktil) og 28.000 gange ved anvendelse af 41 µg/l som naturlig baggrund (10% fraktil).

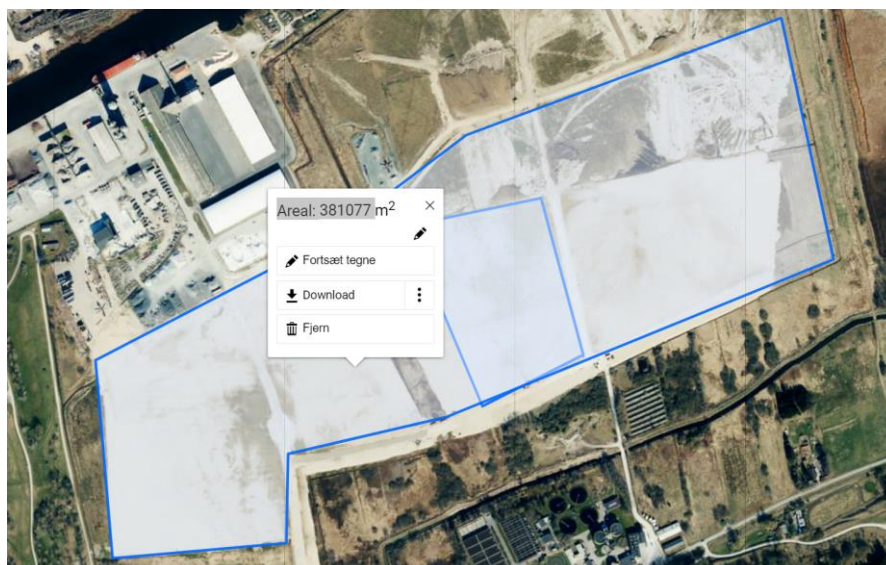
Ved udsivning fra 5 ha. vil der inden for 5 meter opnås en fortyndingsgrad på mere end 1575 gange selv ved lav vandføring i fjorden jf. Tabel 3-3.

Ved median afstrømning i fjorden opnås en fortynding på 28.000 gange først ude på afstand på ca. 2,5 km. Mens en fortynding på 28.000 ikke kan opnås ved lav 10% fraktil vandføring (ved fuld opblanding opnås en fortynding på ca. 19.000 gange)

I henhold til ovenstående afsnit kan der dog udlægges en blandingszone, hvor der på dennes rand må forekomme en maksimal koncentrationsstigning på 2,3 µg/l (ved anvendelse af 41 µg/l som naturlig baggrund). En beregnet koncentrationsstigning på 2,3 µg/l i forhold til den i forvejen forekommende koncentration sker i en afstand på 100 m for lav vandføring i fjorden og indenfor 25 meter i medianafstrømningssituationen. En målbar stigning i koncentration (1 µg/l) vil ved under antagelse af alle andre konservative valg være ude på 600 m ved lav vandføring og 200 meter ved median afstrømning. Ved målestationen ved Uggehuse ca. 5 km nedstrøms vil stigningen således ikke være målbar i henhold til Miljøstyrelsens vejledning.

Beregning ved jordtip på et større areal.

Hvis hele arealet på Randers Havns jordtip på 38 ha vist Figur 3-1 anvendes vil eneste parameter i forhold til ovenstående, der ændres være vandfluxen fra jordtipsarealerne. Nedenstående angiver et eksempel, hvis der udlægges jord på hele arealet i stedet for de 5 ha anvendt i beregningerne ovenover. Det bør dog klarlægges forinden, hvor stor en blandingszone man vil kunne acceptere, en stillingtagen til, hvilken vandføring zonen skal udlægges for, hvilken naturlig baggrundskoncentration myndigheden vil acceptere som naturlig baggrund og dermed MKK.



Figur 3-1 Arealopgørelse ved større jordtip på større areal.

Med følgende forudsætninger:

- > Et gennemsnitlig indhold af barium på 110 mg/kg TS tippet på alle 38 ha
- > En medianafstrømning i åen/fjorden (som harmonerer med det generelle MKK - årsmiddelkrav)
- > En naturlig baggrundskoncentration på 41 µg/l og en samtidig anvendelse af en krav om maksimal stigning på 5% af MKK på randen af en udlagt blandingszone

opnås en blandingszone på ca. 20-25 meter. I denne afstand vil koncentrationsstigningen være 5% af MKK igen under antagelse af, at det hele udsiver i ét punkt.

Ved et gennemsnitsindhold på f.eks. 200 mg Ba/kg TS vil man skulle udlægge en (smal) zone på 100 meter og her vil koncentrationsstigningen ligeledes være 5% af MKK igen under antagelse af, at det hele udsiver i ét punkt.

3.2 Nikkel

Vurderingen af udsivningen af nikkel er mere lige til end barium, da der her findes et fast miljøkvalitetskrav (MKK) på 8,6 µg/l (generelt krav) uanset naturlig baggrunds koncentration.

For nikkel er middelværdien af fire målinger ved Uggeluse (over en 3 måneders periode i 2021) 1,4 µg/l (0,96 µg/l, 3,6 µg/l, 0,53 µg/l, og 0,39 µg/l).

For målestation i Gudenåen ved E45 og stationen i Ulstrup er der blot til info målt et gennemsnit på hhv. 0,8 og 0,9 µg/l (i alt 29 målinger fordelt over hele 2021-2022).

Tabel 3-5 Måledata, nikkel. Data trukket fra Miljøportalen 27.2.2024

Station	Antal prøver	Middelkoncentration [µg/l]	Bemærkninger
Randers Fjord, Uggehuse	4	1,37	Okt-dec 2021. Variation i koncentration er mellem 3,6 µg/l og 0,39 µg/l.
Gudenå, ved motorvejsbro A10	14	0,84	Prøver fra 2021 (jævnt fordelt over årstider) Variation i koncentration er mellem 0,037 µg/l og 1,4 µg/l.
Gudenå, Ulstrup Bro	15	0,87	Prøver fra 2021 og 2022 (jævnt fordelt over årstider) Relativ lille variation i koncentration er mellem 0,64 µg/l og 1,3 µg/l.

Med et miljøkvalitetskrav på 8,6 µg/l og en i forvejen forekommende koncentration på 1,4 µg/l er der således behov for en fortynding på 7,5 gange ved en udsivningskoncentration på 55 µg/l (ved et gennemsnitligt indhold på 39 mg Ni/kg TS) og 25 gange ved en udsivningskoncentration på 184 µg/l (ved et maksimalt indhold på 130 mg Ni/kg TS)

En fortynding på 7,5 og 25 opnås begge momentant ved udsivning til fjorden jf. Tabel 3-3. I bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger (BEK nr. 529 ad 14/05/2023) er der angivet en detektionsgrænse for nikkel i "andet overfladevand" på 0,2 µg/l og som det fremgår af Tabel 3-6 vil det ikke give anledning til nogen målbar forøgelse af nikkelkoncentrationen i fjorden ej heller ved en jordkoncentration på 130 mg/kg TS jf. Tabel 3-7.

Tabel 3-6 Koncentrationsforøgelse (µg/l) af nikkel ved en punktudledning ved 39 mg Ni/kg TS tippet på 5 ha

Q = 19 m³/s		Afstand nedstrøms udledningen (m)															
Transversal afstand [m]		2,5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
5		0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
10			0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
15							0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
20									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25														0,00	0,00	0,00	0,00

Q = 33 m³/s		Afstand nedstrøms udledningen (m)															
Transversal afstand [m]		2,5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
5		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
10			0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
15							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25														0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 3-7 Koncentrationsforøgelse ($\mu\text{g/l}$) af nikkel ved en punktudledning ved 130 mg Ni/kg TS tippet på 5 ha

Q = 19 m ³ /s		Afstand nedstrøms udledningen (m)															
Transversal afstand [m]		2,5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
5		0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06
10			0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
15							0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
20									0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
25														0,01	0,01	0,01	0,01

Q = 33 m ³ /s		Afstand nedstrøms udledningen (m)															
Transversal afstand [m]		2,5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
5		0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
10			0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
15							0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
20									0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
25														0,00	0,00	0,00	0,00

Beregning ved jordtip på et større areal.

Som for barium beregnes her hvad forholdene i fjorden vil være, hvis der tippes jord med et nikkelindhold med et gennemsnitlig indhold på 39 mg/kg TS hhv. 130 mg/kg TS på ca. 38 ha areal i stedet for 5 ha.

Indenfor 5 meter vil fortyndingsgraden være ca. 400 gange ved median vandføring i fjorden og ca. 200 gange ved lav vandføring og således mange gange mere end den nødvendige fortyndingsgrad på hhv. 7,5 gange for jord med et gennemsnitlig indhold på 39 mg/kg TS og 25 gange med et maksimalt indhold på 130 mg/kg TS.

For nikkel vil der således ikke være behov for udlægning af blandingszone, hverken ved gennemsnitlig eller maks. indhold udlagt på 5 eller 38 ha.

4 Samlet vurdering

Det kan vurderes, at der, ud fra de i notatet anførte forudsætninger, ikke er nogen vandkvalitetsmæssige udfordringer i forhold til barium- og nikkelindholdet i Randers Fjord ved oplæg af 100.000 tons jord fra Nordic Waste med et gennemsnitlig indhold på hhv. 39 mg Ni/kg TS og 110 mg Ba/kg TS på den foreslåede plads på Randers Havns jordtip (se Figur 2-1). Under antagelser af at alt tippet jord har en koncentration på det maksimalt målte på 840 mg Ba/kg TS vil det under medianstrømningsforhold være nødvendigt at udlægge en smal blandingszone på ca. 25 meter. Hvis der udlægges bariumholdigt jord på et væsentligt større areal (38 ha) med en gennemsnitlig koncentration på 110 mg/kg TS vil der ligeledes skulle udlægges en smal blandingszone på ca. 25 m mens denne skal være ca. 100 meter hvis middelkoncentrationen er 200 mg/kg TS. For nikkel er der ikke behov for udlæg af blandingszoner for hverken middel eller maks. koncentration ej heller ved tip på 38 ha.

I forbindelse med beregningerne der ligger til grund for denne vurdering er der foretaget flere valg undervejs. Alle styrende parametre er som udgangspunkt valgt konservative dog uden at være urealistiske. Der er således indlagt en betydelig sikkerhed i vurderingen og dermed også størrelser på blandingszoner. Nedenfor opsummeres de konservative valg:

- > Der er anvendt en høj netto nedbør.
- > Der er antaget at den udlagte jord dækker hele arealet på enten 5 eller 38 ha .
- > Der er antaget at al udsivning foregår i ét punkt og ikke diffust over en længere strækning/areal. Den diffuse udsivning ville kunne beregnes ved anvendelse af miljøstyrelsens værktøj DIMICON (Miljøstyrelsen 2022-C). Udsivningen i et enkelt punkt anses som mere konservativt, idet en beregning på den diffuse udsivning vil give en større fortynding.
- > Der er ikke medtaget fortynding fra jordtippen til fjorden.
- > De anvendte Kd-værdi for barium og nikkel er litteraturfundne værdier, men valgt i den lave ende og dermed mere mobile end ved valg af højere Kd-værdier. Dog er Kd-værdier for barium behæftet med stor usikkerhed.
- > Der er anvendt en lav dispersionskoefficient for spredningen i fjorden.
- > I beregningen er antaget, at vandføringen i Randers Fjord er uafhængig af nettonedbøren. Der er således anvendt en høj nettonedbør men henholdsvis en 50% og 10% vandføring i fjorden (målt ved Randers Bro).

Ved fastlæggelsen af miljøkvalitetskrav for barium, hvor den naturlige baggrundskoncentration må tillægges, er der anskueliggjort flere udfaldsrum for den nødvendige fortynding idet, at den naturlige baggrundskoncentration ikke kan endelig fastlægges.

Anvendes Miljøstyrelsens trinvis metode til fastlæggelse af koncentrationsstigningen i et repræsentativt punkt (dvs. målestationen ved Uggeluse ca. 5 km nedstrøms) må man her forvente fuld opblanding og dermed en fortynding i størrelsesorden 20-30.000 gange ved hhv. 10% og 50% fraktils vandføringer og for hverken nikkel eller barium kan man i denne station forvente en målbar stigning i koncentration.

5 Referencer

COWI, 2023, Forundersøgelse af Klimabroforbindelsen. Vurdering af effekten på vandkvaliteten ved etablering af dæmning over havneløb.

COWI, 2024, Sammenligning af analyseresultater – Jord fra Nordic Waste ift. Rands Havn Jordtip

Danmarks Miljøportal, 2024, [Miljødata \(miljoportal.dk\)](https://miljoportal.dk)

DMR, 2024, Forureningsundersøgelse, Støjdragen ved Astrid Lindgrensvej 8600 Silkeborg

Harremoës og Malmgren-Hansen, 1990, Lærebog i Vandforurening. Polyteknisk Forlag

Miljøstyrelsen, 2002, Miljøprojekt nr. 690, Udledning af miljøfarlige stoffer med spildevand

Miljøstyrelsen, 2022-A. Miljøprojekt nr. 2182. Anvendelse af metodik til risikovurdering ved deponering af affald

Miljøstyrelsen, 2022-B. Miljøprojekt nr. 2058. Udvikling af metodik til risikovurdering ved deponering af affald. Delopgave 1- Kildestyrke Opbygning af kildestyrkemodel

Miljøstyrelsen, 2022-C. Miljøprojekt nr. 2183. Methodology for risk assessment of stream water contamination by landfills Mixing of landfill leachate plumes in streams

Miljøstyrelsen, 2024, Vejledningen om udledning om visse stoffer' [Microsoft Word - Bilag 2 - Endelig udgave af FAQ 43 og 48 januar 2024.docx \(mst.dk\)](#)

Miljøministeriet, 2023, Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand (BEK nr. 796 af 13/06/2023)

Miljøministeriet, 2023, Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger (BEK nr. 529 af 14/05/2023)

Miljøministeriet, 2024, Vandområdeplaner, [Miljøgis \(mim.dk\)](#)

Randers Kommune, 2024, E-mail med antal prøver og gennemsnits- og maksimumkoncentrationer. Modtaget 08.03.2024 09:22