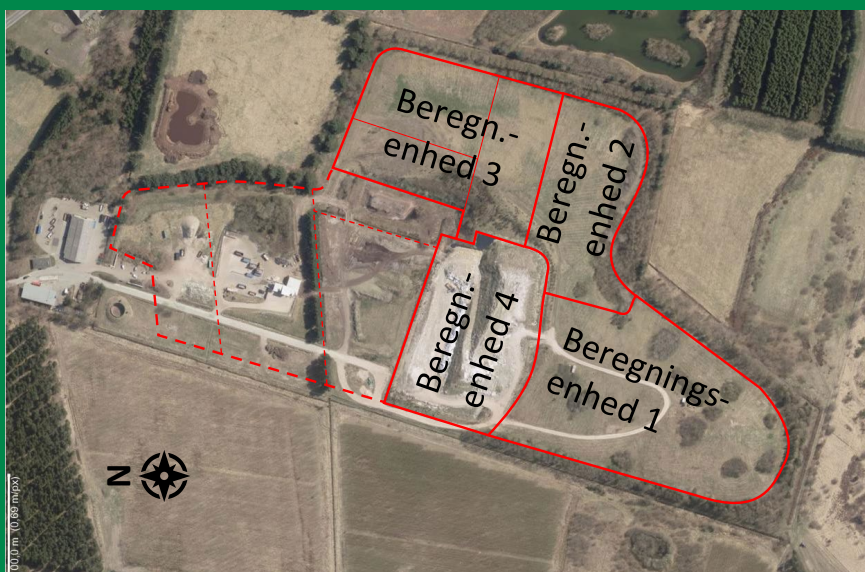




Eksempel på risikovurdering ved deponering af affald Grindsted Deponeringsanlæg, Deponi Syd I/S og Grindsted Kommune Revideret udgave



November 2022



Miljø- og Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:
Jette Bjerre Hansen,
Tage Vikjær Bote,
Ole Hjelmar

Der er pr. 7. november udført rettelser i kildehenvisninger

ISBN: 978-87-7038-455-1

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Forbehold

Denne rapport er en del af "Metodik til stedsspecifik risikovurdering ved deponering af affald". Rapporten er foreløbig og af oplysende karakter, og indholdet kan på nuværende tidspunkt ikke alene danne grundlag for en konkret sagsbehandling og myndighedsafgørelse. Baggrunden for dette er, at Miljøstyrelsen arbejder for at afklare særlige forhold omkring vandrammedirektivets betydning for stedsspecifik vurdering af deponeringsanlæg og påvirkningen heraf i receptor. Afklaringerne kan give anledning til konsekvensrettelser i metodikken, som den er formuleret for nuværende, og det kan være nødvendigt at rettelserne skal indarbejdes i metodikkens værktøjer herunder modelværktøjer, brugervejledninger og dokumentationsrapporter. Således må offentliggjorte rapporter og værktøjer under metodikken for nuværende betragtes som foreløbige.

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at indlægget udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Risikovurderingsværktøjet er beregningsteknisk forberedt til at kunne regne med nedbrydning når et bedre datagrundlag er tilvejebragt. Derfor indgår nedbrydning i sammenfatningen, brugervejledninger og som en del af transportmodellen. Miljøstyrelsen finder på nuværende tidspunkt ikke tilfredsstillende dokumentation for at nedbrydning kan indgå som en aktiv del i sagsbehandlingen ved brug af værktøjet. Såfremt at der på et senere tidspunkt tilvejebringes ny viden er Miljøstyrelsen åben for at lade nedbrydning indgå. Det betyder at metoden er forberedt til at inkludere nedbrydning, men at Miljøstyrelsen mangler den nødvendige viden for at kunne vurdere denne i sagsbehandlingen. Ny viden kan bl.a. bestå i en opdateret samlet videnskabelig rapport, hvor det er beskrevet, hvorledes der kan regnes med nedbrydning konkret i perkolfaner fra deponeringsanlæg.

Indhold

Forbehold	3
Ordliste, definitioner og akronymer	6
1. Sammenfatning og konklusion	14
1.1 Opstilling af model for Grindsted Deponeringsanlæg	14
1.1.1 Beregningsenheder	14
1.1.2 Geologisk og hydrogeologisk model	16
1.1.3 Vandbalancer	17
1.1.4 Stedsspecifik tilpasning af stoflisten	18
1.1.5 Udpegning af relevante receptorer	22
1.2 Beregning	23
1.2.1 Kildestyrken	23
1.2.2 Stoftransport i jord og grundvand	23
1.2.3 Receptor	24
1.2.4 Opblanding i overfladevand	25
1.3 Resultater og vurdering	25
1.4 Anbefalinger	31
2. Indledning	32
2.1 Formålet med at gennemføre en risikovurdering	32
3. Principper	33
4. Dataindsamling	35
4.1 Data vedrørende anlæggets fysiske udformning	35
4.1.1 Stamdata	35
4.2 Affaldstyper og perkolatdata	39
4.3 Vandstrømme	40
4.3.1 Lækage under aktiv drift	40
4.3.2 Til- og afstrømmende overfladevand	41
4.3.3 Tilstrømning af grundvand, tilførsel af rent vand og recirkulering af perkolat	41
4.4 Geologiske og hydrologiske forhold	42
4.5 Søer og vandløb	46
4.6 Receptor	47
4.6.1 Vurdering af mulige receptorer	48
4.6.2 Fastsættelse af POC	49
4.6.3 Miljømål og kvalitetskrav for udpegede receptor	51
5. Modelopsætning for Grindsted Deponeringsanlæg	52
5.1 Beregningsenheder for anlægget	52
5.1.1 Opdeling af anlægget i beregningsenheder	52
5.1.2 Placering og udformning af beregningsenheder	55
5.2 Opstilling af model for vandstrømme	57
5.2.1 Vandstrømme for beregningsenheder	57
5.2.2 Estimering af infiltration	58

5.3	Valg af relevante stoffer for risikovurderingen	59
5.4	Basisstofliste for Grindsted Deponeringsanlæg	60
5.4.1	Stedsspecifikke forhold for deponeringsanlægget	60
5.4.2	Stedsspecifikke forhold for receptor	61
5.4.3	Vurdering af resultater fra analyse af perkolatet	61
5.4.4	Den stedsspecifikke stofliste til risikovurdering	62
5.4.4.1	Stoffer, hvor der ikke er grundlag for en beregningsmæssig risikovurdering	64
5.4.4.2	Stoffer, hvor der ikke foreligger kvalitetskrav for POC	65
5.4.5	Fastlæggelse af κ (kappa)	66
6.	Beregning	67
6.1	Kildestyrkeberegning	67
6.2	Modellering af stoftransport	69
6.2.1	Valg af model	69
6.2.2	Inddata til GrundRisk Landfill	70
6.3	Udsivning til og opblanding i overfladevand	73
7.	Vurdering af resultat	78
7.1	Resultater af kildestyrkeberegninger	78
7.2	Resultater fra transportmodellen	78
7.2.1	Påvirkning af grundvand	78
7.2.2	Påvirkning af overfladevand	82
7.2.3	Påvirkning af overfladevand med næringsstoffer, salte og jern	84
8.	Konklusioner	86
8.1	Overordnet konklusion	86
8.2	Konklusioner af kildestyrkeberegningen	87
8.2.1	Stofkoncentrationer – C_0 -værdier	87
8.2.2	Kappa-værdier	88
8.3	Konklusioner af beregninger med GrundRisk Landfill	89
8.3.1	Manglende data om mobilitet	89
8.3.2	Nedbrydelighed	89
8.3.3	Data om geologi og hydrogeologi	89
8.3.4	Manglende kvalitetskrav	89
	Bilag 1.Potentialekort og geologiske snit	91
	Bilag 2.Fastlæggelse af C_0 og K_d for stoffer på den stedsspecifikke stofliste	105
	Bilag 3.Liste over stoffer der vurderes ved udarbejdelse af den stedsspecifikke stofliste for Grindsted Deponeringsanlæg	107
	Bilag 4.Liste med resultater af udførte transport- og fortyndingsberegninger	110
	Bilag 5.Eksempel på beregninger med Dimicon	116
	Referencer	130

Ordliste, definitioner og akronymer

Definitioner	Betydning i risikovurderingsprojektet
90 %-fraktil	En værdi, som angiver, at 90 % af observationerne i en population er mindre end denne værdi (og 10 % af observationerne er større).
Akvifer	Grundvandsmagasin
Andet overfladevand	Overfladevand – dvs. synligt vand – som ikke er indlandsvand – se definitionen heraf. I praksis er dette alt ikke-ferskt overfladevand (fjord og hav). Udtrykket benyttes i BEK 439/2016 (erstattet af BEK 1625/2017).
Basisstofliste	Liste over stoffer, som for en given type deponeringsenhed eller losseplads skal danne udgangspunkt for valg af stoffer, som skal indgå i kildestyrkeestimeringen og risikovurderingen. Basisstoflisten skal tilpasses det konkrete anlæg, der ønskes risikovurderet. Basisstoflisten suppleres og/eller reduceres på grundlag af stedsspecifikke informationer om det deponerede affald, perkolatets sammensætning og receptor.
BAT	Best Available Technology
BEK-stoflisten	En stofliste, som indgår i alle basisstoflister, og som i udgangspunktet er baseret på de stoffer, for hvilke der i BEK 1049/2013 (deponeringsbekendtgørelsen) stilles krav til indhold eller udvaskning. Listen er modificeret under hensyntagen til blandt andet stoffernes mobilitet og geokemiske egenskaber.
Beregningsenhed	En beregningsmæssig enhed, som kan bestå af flere deponeringsenheder og/eller lossepladser, der afviger fra hinanden med hensyn til opfyldningsperiode og præcis affaldssammensætning, men som på grund af praktiske forhold (f.eks. overlap, fælles perkolatsamlingsystem) indgår som én samlet enhed i kildestyrkeestimeringen.

Definitioner	Betydning i risikovurderingsprojektet
BREF	Best Available Techniques Reference document
Default-værdi	Default-værdier anvendes som bedste estimater for egenskaber, for hvilke der i en given situation ikke findes stedsspecifikke data. De bør efterfølgende, i videst mulige omfang, bekræftes eller udskiftes med data baseret på stedsspecifikke bestemmelser. Default-værdier kan være litteraturværdier eller beskrive egenskaber, som er fastlagt på grundlag af affaldstyper, deponeringsenheder eller klimatiske eller geologiske forhold, som i større eller mindre grad kan antages at være repræsentative for forholdene i og omkring den aktuelle deponeringsenhed.
Deponeringsanlæg	Et anlæg til bortskaffelse af affald ved deponering på landjorden. Et deponeringsanlæg kan bestå af flere deponeringsenheder, som kan være igangværende eller under efterbehandling.
Deponeringsenhed	En afgrænset og veldefineret del af et deponeringsanlæg, hvor der som udgangspunkt deponeres affaldstyper tilhørende samme affaldsklasse, og hvor der, medmindre anlægget er godkendt uden membran- og perkolatopsamlingssystem, er etableret separat perkolatopsamling. En deponeringsenhed kan være opdelt i celler (fra BEK 1049/2013).
Dispersivitet	En empirisk egenskab ved et porøst materiale (f.eks. en akvifer), som bestemmer de karakteristiske dispersionsegenskaber (spredningsegenskaber) ved materialet ved at relatere komponenterne (f.eks. langsgående, tværgående komponenter) af porevandshastigheden til dispersionskoefficienten.
Drikkevandskrav/drikkevandskvalitetskrav	Kvalitetskrav til drikkevand, som de er defineret i den til enhver tid gældende Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, p.t. BEK 1068 af 23/08/2018.

Definitioner	Betydning i risikovurderingsprojektet
Drænsystem, perkolatsamlingssystem	Mellem affaldet og membransystemet er der normalt etableret et perkolatsamlingssystem. Dette omfatter typisk et dræn- og beskyttelseslag af grus udlagt direkte over membransystemet, hvori der er lagt linjedræn i form af stenfaskiner, eventuelt suppleret med et indbygget drænrør. Linjedræne fører perkolatet til en samlebrønd, hvorfra det – evt. ved pumpning – bortledes fra deponeringsenheden.
Efterbehandlingsperiode	Betegner for en losseplads eller en deponeringsenhed perioden fra afslutningen af opfyldningsperioden og etablering af slutaftdækning indtil lossepladsen/deponeringsenheden overgår til passiv tilstand. I efterbehandlingsperioden fortsætter såvel opsamling og behandling som monitorering af perkolat og monitorering af grundvand/overfladevand. Enheden eller deponeringsanlægget vil i efterbehandlingsperioden fortsat være omfattet af en miljøgodkendelse.
Grundvandskvalitetskrav	Ved "grundvandskvalitetskrav" forstås et miljøkvalitetskrav, der udtrykkes som den koncentration af et bestemt forurenende stof, en gruppe af forurenende stoffer eller en forureningsindikator i grundvand, som ikke bør overskrides af hensyn til beskyttelsen af menneskers sundhed og miljøet.
Grundvandskvalitetskriterium	Kvalitetskriterie som anvendes i forbindelse med jordforureningsloven ved vurdering af påvirkning af grundvand fra punktkildeforureninger. Kriterierne fastsættes af Miljøstyrelsen og revideres løbende. Seneste revision er juli 2018.
Heterogent vandflow	Uensartet gennemstrømning (typisk af nedbør) gennem affaldet.
IED	Industrial Emissions Directive
Indlandsvand	Alt stillestående eller strømmende vand på jordoverfladen og alt grundvand på landsiden af den basislinje, hvorfra bredden af territoriale farvande måles (jf. BEK 439/2016 – efterfølgende erstattet af BEK 1625/2017). ¹ .

¹ I praksis omfatter bekendtgørelse 1625/2017 dog for grundvands vedkommende pt. kun konkrete EU-fastsatte miljøkvalitetskrav til nitrat og aktive stoffer i pesticider, herunder deres relevante omdannelses-, nedbrydnings- og reaktionsprodukter).

Definitioner	Betydning i risikovurderingsprojektet
Inert stof	Et materiale, der ikke forventes at interagere med jordmatricen ved transport gennem umættet eller mættet zone (f.eks. ved sorption). NB: ikke at forveksle med <i>inert affald</i> , som specifikt er defineret i BEK 1049/2013, § 3, 23).
IO	Indvindingsopland (for grundvand)
Isotrop	Opbygningen er ens i alle retninger, og de fysiske egenskaber er uafhængige af retningen.
Kappa, κ	Stof- og affaldsspecifik konstant, der beskriver den hastighed, hvormed koncentrationen af et givet stof ved udvaskning fra et givet materiale aftager som funktion af L/S. En lav kappa-værdi betegner en langsom udvaskning, og en høj kappa-værdi angiver en hurtig udvaskning. Angives typisk i kg/l.
Kd	Distributionskoefficient for et stof mellem dets koncentration i faststoffasen og dets koncentration i væskefasen - Kd benyttes som et udtryk for et stofs evne til at adsorberes til jord og dermed til at beskrive dets mobilitet. Jo større Kd, jo mindre mobilitet. Angives som regel i l/kg.
Kildestyrke	Kildestyrken for et givet stof er den stofmængde per tidsenhed (stofflux), som udsiver fra en losseplads eller en deponeringsenhed. Den kan beskrives direkte som en stofflux eller som produktet af kildestyrkemængden og gennemsnitskoncentrationen af stoffet i perkolatet over samme periode. Kildestyrken vil være en funktion af tiden. Kildestyrken kan udgøre hele den per tidsenhed udvaskede stofmængde eller dele af den.
Kildestyrkemængden	Volumenet af det udsivende perkolat over en vis tid.
Kvalitetskrav	Fællesbetegnelse for miljøkvalitetskrav til overfladevand, sediment og biota, grundvandskvalitetskrav, grundvandskvalitetskriterier og drikkevandskvalitetskrav.
L/S, væske-/faststofforhold	Forholdet mellem den vandmængde (L), som på et givet tidspunkt har gennemstrømmet en bestemt mængde affald (S). Angives som regel i volumen/masseenhed (l/kg = m ³ /ton).

Definitioner	Betydning i risikovurderingsprojektet
Losseplads	Et anlæg til bortskaffelse af affald ved deponering, som ikke er eller har været godkendt efter 16. juli 2001 (og som nu er nedlagt eller nedlukket). Se også "nedlagt losseplads", "nedlukket kontrolleret losseplads" og "nedlagt ukontrolleret losseplads".
Median	50 %-fraktilen (se også 90 %-fraktil).
Membran, membransystem	En membran eller et membransystem er en barriere mellem affaldet i en deponeringsenhed og omgivelserne. Membransystemet kan bestå af plast og/eller ler. I moderne anlæg er der typisk krav om, at membransystemet skal omfatte en geologisk barriere (et naturligt eller kunstigt etableret lerlag) og en plastmembran udlagt derover. Medmindre andet er nævnt, vil der være tale om bund- og sidemembraner. I kildestyrkeestimeringen skelnes der ikke mellem membraner af plast, ler eller begge dele.
Miljøkvalitetskrav	Den koncentration af et forurenende stof i vand, sediment eller biota, som ikke bør overskrides af hensyn til beskyttelsen af menneskers sundhed og miljøet (Miljø- og fødevareministeriet, Lov om vandplanlægning, nr. 126 af 26.01.2017).
Miljømål	De mål, der er fastlagt i medfør af loven om vandplanlægning (Miljø- og fødevareministeriet, Lov om vandplanlægning, nr. 126 af 26.01.2017) med henblik på at sikre og forebygge, at tilstanden i vandområdedistrikternes enkelte overfladevandområder og grundvandsforekomster ikke forringes, og at vandmiljøets tilstand forbedres.
Morfologi	Fysisk form og opbygning af (i denne sammenhæng) affald.
NA	Nødvendig attenuering for et givet stof (den faktor, hvormed en given kildestyrkekoncentration skal reduceres, f.eks. gennem sorption og hydrodynamisk dispersion, under transporten til receptor gennem umættet og mættet zone) for at overholde vandkvalitetskravet ved POC).
Nedlagt losseplads	En losseplads, der betegnes som nedlagt, er ikke reguleret af en miljøgodkendelse. Sådanne anlæg har typisk ikke miljøbeskyttelsessystemer som membraner og/eller perkolatopsamlingssystemer, eller disse fungerer ikke. Kompetencen ligger hos regionen.

Definitioner	Betydning i risikovurderingsprojektet
Nedlukket kontrolleret losseplads	En nedlukket losseplads, der er reguleret af en miljøgodkendelse, som er overgået til efterbehandling, og som er udstyret med miljøbeskyttelsessystemer, der ikke nødvendigvis lever op til de nugældende regler. Vil være omfattet af regelmæssigt miljøtilsyn fra kommune/stat.
Nedlukket ukontrolleret losseplads	En nedlukket losseplads, der er reguleret af en miljøgodkendelse, og som er overgået til efterbehandling. Lossepladsen har typisk ingen eller kun meget dårligt fungerende miljøbeskyttelsessystemer. Vil være omfattet af regelmæssigt miljøtilsyn fra kommune/stat.
Nedlukning	Betegner afslutningen af opfyldningsperioden for en losseplads eller en deponeringsenhed. Det deponeres ikke længere affald, det deponerede affald slutfædækkes, terrænreguleres og beplantes mv., og efterbehandlingsperioden starter.
OD	Områder med Drikkevandsinteresser - hvor grundvandet skal beskyttes mod forurenende aktiviteter.
Opfyldningsperiode	Den periode, hvor der deponeres/er blevet deponeret affald på en deponeringsenhed eller en losseplads. Opfyldningsperioden indgår modelmæssigt i estimeringen af L/S og stofkoncentrationen i perkolatet ved afslutningen af perioden/starten af efterbehandlingsperioden (og dermed også i efterfølgende beregninger af L/S og udvasket stofmængde). På grund af variationerne mellem tilførsel af affald og perkolatdannelse i opfyldningsperioden bør disse data ikke anvendes direkte til estimering af miljøpåvirkningen ved eventuel perkolatudsivning i selve opfyldningsperioden.
OSD	Områder med Særlige Drikkevandsinteresser – hvor grundvandet i særlig grad skal beskyttes mod forurenende aktiviteter, og grundvandsbeskyttende foranstaltninger skal fremmes.
Overgangsfase	Overgangsfasen er sidste del af efterbehandlingsperioden på en losseplads eller et deponeringsanlæg, hvor det skal sikres, at den aktuelle og fremtidige miljøbelastning fra det dannede perkolat vil være acceptabel i omgivelserne. Dette er en fase, som ikke er defineret i BEK 1049/2013.

Definitioner	Betydning i risikovurderingsprojektet
Oxyanion	Negativt ladet forbindelse (ion) mellem et metal/metalloid og ilt, f.eks. arsenat AsO_4^{3-} , kromat CrO_4^{2-} .
Passiv tilstand	For deponeringsanlæg /-enheder samt nedlukkede lossepladser betegner passiv tilstand en situation, hvor miljøbelastningen anses for acceptabel, og miljøbeskyttende systemer ikke længere anvendes. Det vil sige, at der ikke længere sker en opsamling og behandling af det dannede perkolat, som kan og vil udsive til omgivelserne. I passiv tilstand monitoreres perkolat, grundvand og overfladevand heller ikke længere. Når tilsynsmyndigheden i henhold til BEK 1049/2013 har truffet afgørelse om, at efterbehandlingen kan anses for afsluttet, kan miljøgodkendelsen ophæves, og sagen overdrages til regionens administration. For nedlagte lossepladser, som er under regionens administration, betegner passiv tilstand den de-facto tilstand, som disse i dag befinder sig i, hvor det producerede perkolat udsiver til omgivelserne, dog uden at det nødvendigvis vides eller er undersøgt, om miljøbelastningen kan anses for acceptabel (i nogle tilfælde vides det dog, at det er den ikke).
Perkolatproduktion	Den mængde perkolat, som over et givet tidsrum dannes i en losseplads eller en deponeringsenhed. Perkolatproduktionen kan angives som et volumen per tidsenhed (m^3 per år eller dag) eller som et akkumuleret volumen til et givet tidspunkt. Udsivningsmængden kan udgøre en del af eller hele perkolatproduktionen.
POC	Point Of Compliance - sammenligningspunkt nedstrøms for en deponeringsenhed eller et deponeringsanlæg, hvor der stilles krav til miljøpåvirkningen. I en stedsspecifik risikovurdering kan der være flere sammenligningspunkter (POC'er).
Porøsitet	Porøsitet er et mål for forholdet mellem et materials samlede porerumfang og materialets totale rumfang.
Reaktivt stof	Et stof, der forventes at reagere i eller med jordmatricen ved transport gennem umættet eller mættet zone (f.eks. ved sorption).

Definitioner	Betydning i risikovurderingsprojektet
Retardationsfaktor, R_f	Udtryk for stoftilbageholdelse, som anvendes som input til GrundRisk Landfill. R_f kan beregnes ud fra K_d ved hjælp af følgende ligning: $R_f = 1 + (p_b \cdot K_d) / \epsilon$, hvor p_b er jordens bruttonvolumenvægt (kg/L), og hvor ϵ er i mættet zone jordens effektive vandfyldte porøsitet. I umættet zone anvendes jordens vandindhold (enhedsløs) og K_d er stoffets distributionskoefficient i det givne sediment (L/kg), se mere ovenfor i ordlisten.
Yderligere reducerede krav	Hvis det ved en miljøkonsekvensvurdering kan godtgøres, at perkolatet fra de affaldstyper, der er optaget på et deponeringsanlægs positivliste, ikke indeholder forurenende stoffer i koncentrationer, der på kort eller langt sigt giver anledning til overskridelse af fastsatte miljøkvalitetskrav for det berørte vandområde, kan godkendelsesmyndighedens krav til deponeringsanlæggets eller deponeringsenhedens membransystem reduceres yderligere eller helt bortfalde (BEK 1049/2013).

1. Sammenfatning og konklusion

Denne rapport indeholder et beregningseksempel for vurdering af risikoen for påvirkning af det terrænnære grundvand og Utoft Mosebæk med miljøfarlige forurenende stoffer og næringsstoffer, som følge af udsivning af perkolat fra Grindsted Deponeringsanlæg, som består af ældre nedlukkede deponeringsenheder, der er ejet af Grindsted Kommune, samt af en igangværende deponeringsenhed ejet af Deponi Syd I/S. Beregningseksemplet omfatter både de nedlukkede enheder og enheder, der er i drift. Der skelnes ikke til ejerforhold i denne rapport.

Beregninger og vurderinger for Grindsted Deponeringsanlæg er udført under antagelse af, at efterbehandlingstidens længde er 30 år. Resultaterne viser, hvordan deponeringsanlæggets enheder kan forventes at påvirke receptorerne (det terrænnære grundvand og Utoft Mosebæk) fra det år, hvor der første gang er sket udsivning af perkolat til grundvandet, og de efterfølgende 500 år. Det vurderes, om deponeringsanlæggets bidrag til receptorerne kan forventes at overholde gældende kvalitetskrav under forudsætning af, at deponeringsanlægget er den eneste kilde til påvirkningen. Belastningen fra deponeringsanlægget skal imidlertid i sidste ende vurderes i relation til den samlede belastning fra alle kilder, der påvirker de to receptorer. Denne vurdering indgår ikke som en del af eksemplet.

Ved vurderingen af påvirkningen af vandløb er det ofte mindre relevant at kigge på belastning med kvælstof (N) og fosfor (P). Det skal dog nævnes, at fosfor kan være en udfordring, hvis vandløbet nedstrøms passerer søer, mens N har væsentlig betydning for en nedstrøms marin recipient. I beregningseksemplet er der foretaget en beregning af udsivningen af næringsstoffer med henblik på vurdering i forhold til opfyldelse af miljømål for vandløbet. Der er dog ikke søgt efter nedstrøms receptorer i Vandområdeplan 2015-2021 for Vandområdedistrikt Jylland og Fyn /10/. Der er ligeledes foretaget en vurdering af giftvirkning ift. påvirkning med ammonium, klorid og jern – dvs. om der opstår så høje koncentrationer i vandløbet, at det kan give en giftvirkning overfor fisk m.v.

Resultaterne af vurderingerne udgør en del af en samlet risikovurdering i forhold til udsivningen af perkolat fra anlægget. I en samlet risikovurdering indgår risikoen for påvirkning med næringsstoffer og miljøfremmede stoffer i vandfasen (omfattet i nærværende rapport), men også vurdering af opfyldelse af miljøkvalitetskrav for sediment og biota (ikke omfattet). I en samlet risikovurdering indgår desuden en vurdering af risiko for påvirkninger i forhold til Natura 2000-områder og Bilag IV-arter. De sidstnævnte vurderinger er ikke gennemført i nærværende eksempel.

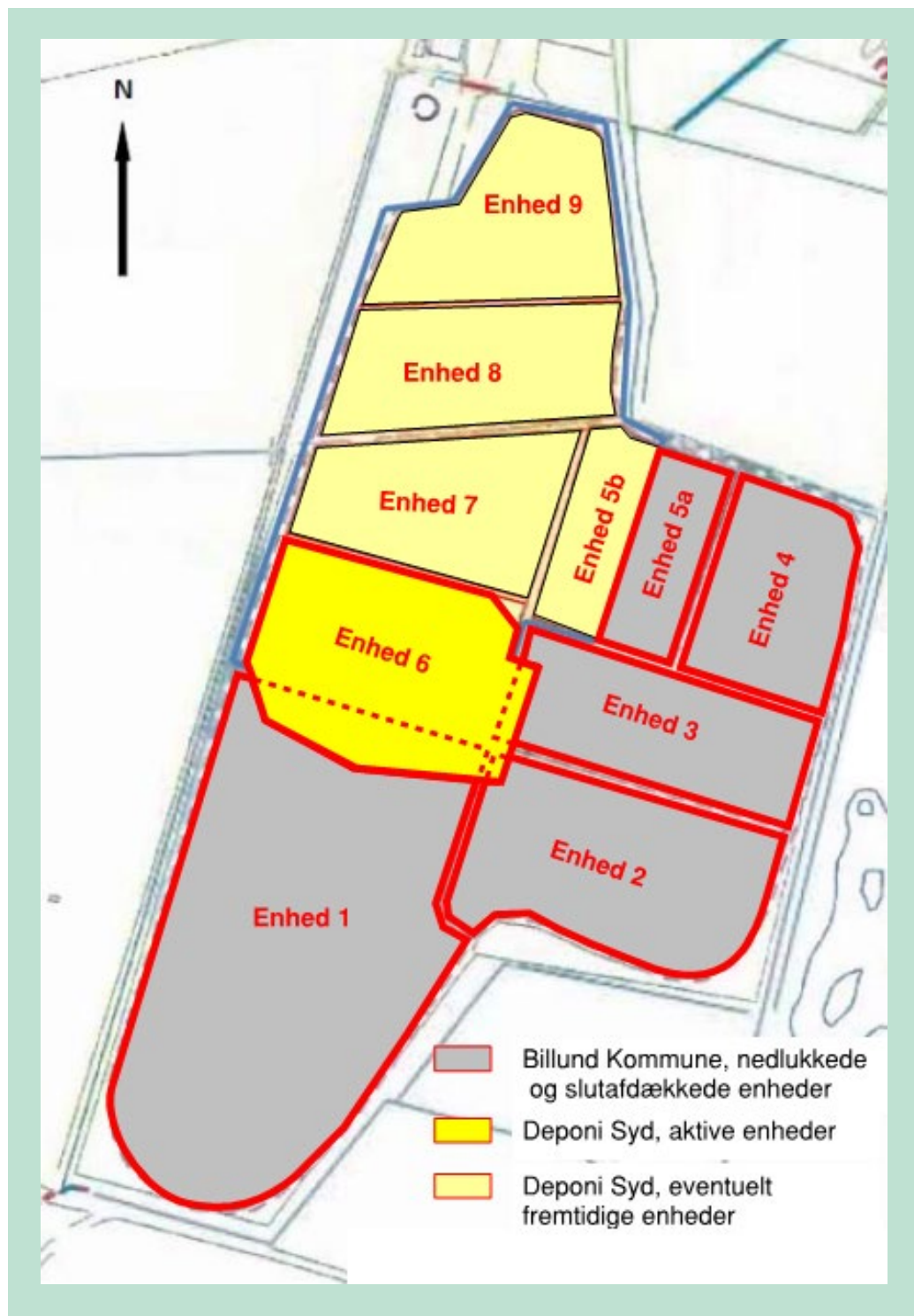
1.1 Opstilling af model for Grindsted Deponeringsanlæg

1.1.1 Beregningsenheder

Grindsted Deponeringsanlæg består af 6 deponeringsenheder. I forbindelse med gennemførelsen af risikovurderingen er anlægget delt op i 4 beregningsenheder:

- Beregningsenhed 1 der udgøres af deponeringsenhed 1.
En stor deponeringsenhed opfyldt med blandet affald. Det er en nedlukket enhed med plastmembran og perkolatopsamling
- Beregningsenhed 2 der udgøres af deponeringsenhed 2.
Deponeringsenheden er opfyldt med blandet affald. Det er en nedlukket enhed med plastmembran og perkolatopsamling

- Beregningsenhed 3 der udgøres af deponeringsenhederne 3, 4 og 5a. Enhederne er opfyldt med blandet affald. Det er nedlukkede enheder med både plastmembran og lermembran (dog undtagen deponeringsenhed 3, der ikke har lermembran). Alle tre deponeringsenheder har perkولاتopsamling.
- Beregningsenhed 4 udgøres af en del af deponeringsenhed 6. Enheden er en idriftværende enhed med PE-, lermembran og perkولاتopsamling, se FIGUR 1.1 og FIGUR 1.2.



FIGUR 1.1. Opdeling af deponeringsanlægget i enheder med markering af deponeringsenhedernes ejerforhold.

1.1.2 Geologisk og hydrogeologisk model

De geologiske og hydrogeologiske forhold ved Grindsted Deponeringsanlæg er forholdsvis simple. Der er ingen eller kun en meget lille umættet zone under deponeringsenhedernes bund. Vest for /nedstrøms Grindsted Deponeringsanlæg deles det sekundære magasin af en lerlinse i et øvre og et nedre magasin. Utoft Mosebæk løber nord om Grindsted Deponeringsanlæg og fortsætter mod vest se FIGUR 1.2. Vandløbet fødes af sideløb, grundvand og overfladevand. Umiddelbart nedstrøms Grindsted Deponeringsanlæg er det kun i vinterhalvåret, at vandløbet fødes af grundvand.

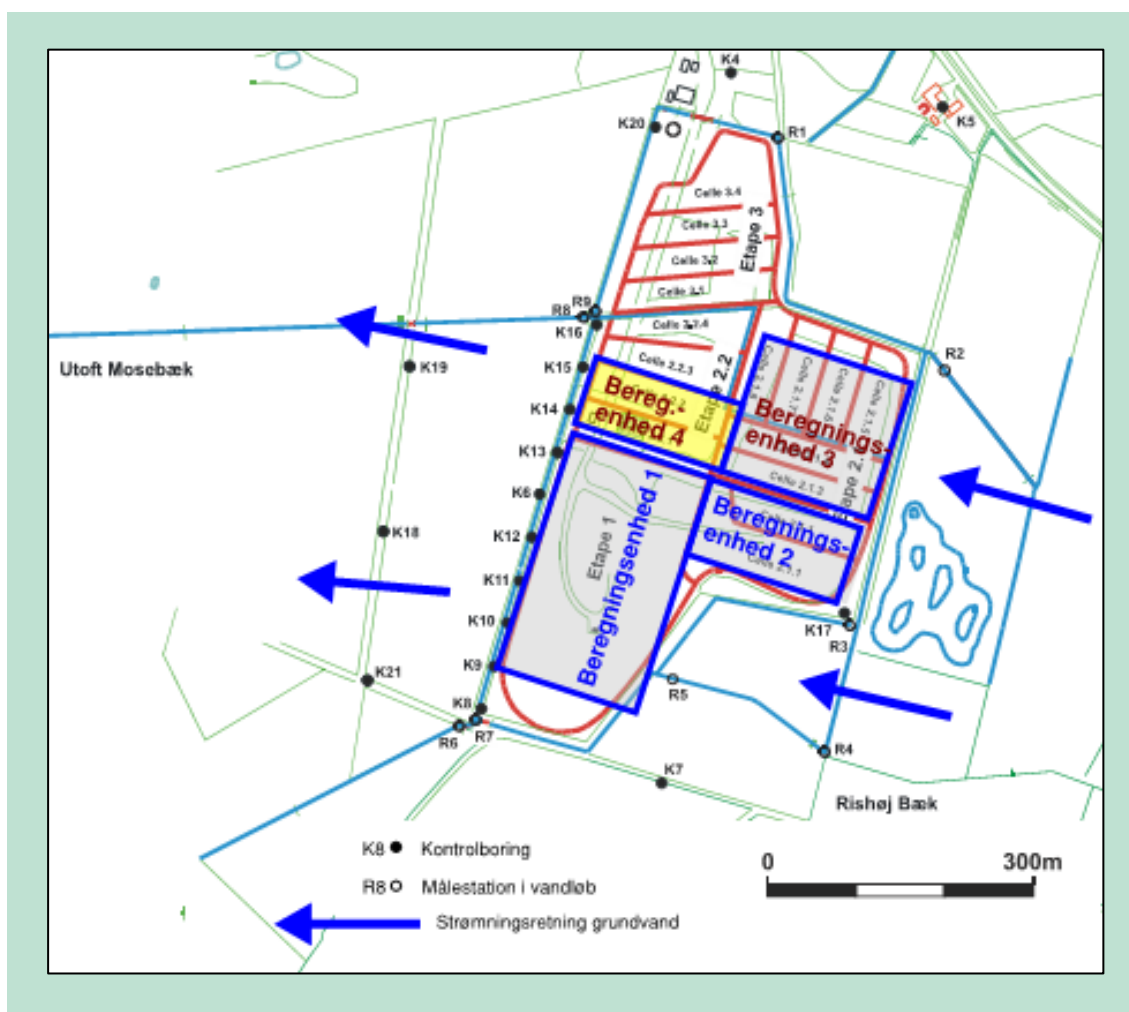
I nærværende beregningseksempel er de geologiske, hydrogeologiske og hydrologiske forhold simplificeret. Forsimplingen er foretaget ud fra en vurdering af, at beregningsmodellerne vil være mere konservative end mere avancerede modeller. Dette er beskrevet nærmere i afsnit 4.4.

Det er antaget, at:

- alt perkolatpåvirket grundvand vil strømme over lerlinsen i det terrænnære grundvand,
- alt perkolatpåvirket grundvand i vinterhalvåret vil strømme til Utoft Mosebæk, og i sommerhalvåret vil strømme under bækken, så grundvandet er primær receptor.

Beregningerne foretages i forhold til to receptorer, det terrænnære grundvand i sommerperioden og Utoft Mosebæk i vinterperioden. Ved risikovurdering af perkolatets grundvandspåvirkning tages udgangspunkt i "sommersituationen", hvor grundvandet, som er forurenat med perkolat, strømmer under Utoft Mosebæk og til POC uden anden opblanding i anden receptor, mens risikovurderingen af påvirkningen af Utoft Mosebæk tager udgangspunkt i vintersituationen, hvor der sker tilstrømning af perkolat via grundvandet til Utoft Mosebæk. Begge risikovurderinger foretages ud fra antagelse om, at den valgte situation (sommer/ vinter) er en permanent situation for den pågældende receptor, da det afgørende for risikovurderingen er den maksimale koncentration i receptor, som er udslagsgivende for, om påvirkningen af receptor er acceptabel. Dette er en konservativ tilgang til estimering af påvirkningen af receptorerne fra deponeringsanlægget.

I beregningerne antages det desuden, at udsivningen af perkolat bliver opdelt i to strømningskanaler: en nordlig og en sydlig perkolatfane. Den nordlige fane medtager udsivning fra den nedlukkede beregningsenhed 3 og den idriftværende beregningsenhed 4. Den sydlige fane medtager udsivning fra nedlukkede deponeringsenheder; beregningsenhed 1 og 2. Se FIGUR 1.2.



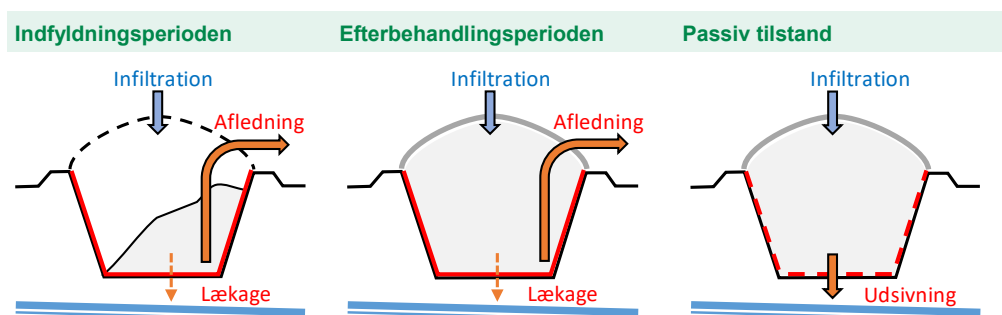
FIGUR 1.2. Kopi af FIGUR 5.2. Illustration af hvordan beregningsenhederne konceptuelt lægges i forlængelse af hinanden langs strømningsretningen og med den reelle afstand til vandkanten. Den nordlige perkolatfane er markeret med pil øverst til venstre for deponeringsanlægget, mens den sydlige fane er markeret med pil nederst til venstre.

1.1.3 Vandbalancer

For hver beregningsenhed er der opstillet vandbalancer for henholdsvis indfyldningsperioden, efterbehandlingsperioden og passiv tilstand. I forhold til vandbalancerne kan beregningsenhederne opdeles i to typer enheder; enheder, hvor der ikke sker nedsivning under opfyldning og efterbehandling, idet perkolatet opsamles og bortpumpes (enheder med membran), samt enheder, hvor der sker nedsivning til grundvandet (udsivning sker pga. lækage i membranen).

De vandstrømme, der er vurderet at være relevante at inddrage i vurdering af vandbalancerne, er vist i Figur 1.3 og omfatter:

- Infiltration af nedbør til affaldet (i alle tre perioder)
- Perkolat afledt til rensning (i indfyldnings-, og efterbehandlingsperioden)
- Udsivning/nedsivning gennem bunden og eventuelt i siden (i passiv tilstand)
- Lækage gennem membran.



FIGUR 1.3. Vandstrømme som indgår i vurderingerne for beregningsenhederne.

1.1.4 Stedsspecifik tilpasning af stoflisten

For Grindsted Deponeringsanlæg er det kun basisstoflisten for blandet affald, der er relevant, da alle beregningsenheder indeholder blandet affald. De tilgængelige perkolatdata fra anlæggets monitoringsprogram er gennemgået med henblik på eventuelt at tilføje stoffer til listen, som forekommer i perkolatet i betydelige koncentrationer, eller at fjerne stoffer fra listen, hvor koncentrationerne har vist sig at være meget lave (hvor de er mindre end 5 gange kvalitetskra-vene). Modelparametre til kildestyrkemodellen (C_0 -værdier) bestemmes for de enkelte beregningsenheder. Endelig skal det vurderes, om der for receptor er særlige krav til udvalgte stoffer, som også bør tilføjes stoflisten. Alle de stoffer, der indgår i vurderingen og disse stoffers vigtigste parametre, fremgår af tabellen i bilag 2, som kaldes basisstoflisten. Den endelige liste over stoffer, som skal indgå i risikoberegningen efter vurderingen, kaldes den stedsspecifikke stofliste, som fremgår af TABEL 1.1. – kopi af TABEL 5.5. Tabellen indeholder den stedsspecifikke stofliste med angivelse af $C_{0,max}$ (den højeste af C_0 -værdierne for de fire beregningsenheder), kappa-værdi og K_d -værdier jf. afsnit 5.4.5. Værdier med rødt angiver, at det er default-værdier, som anvendes i mangel på værdier baseret på analyser af perkolatet. Stoffer angivet med fed er stoffer fra basisstoflisten, mens øvrige stoffer er stedsspecifikke stoffer tilføjet på baggrund af analyser af perkolatet. Tabellen angiver desuden miljøkvalitetskravet (ILVK) og kravværdien for grundvand (KvG), samt hvor mange gange $C_{0,max}$ skal reduceres (den nødvendige attenuering NA) for at overholde kravværdien.

Stof	$C_{0,max}$ ($\mu\text{g/l}$)	Kappa (kg/l)	K_d (l/kg)	ILVK ($\mu\text{g/l}$)	KvG ($\mu\text{g/l}$)	NA ILVK gange	NA KvG gange
Ammonium-N	1.200.000	1,08	F.I	I.KK	50	i.r.	24000
Antimon	76	0,11	7	113	2	<1	38
Arsen	280	0,03	20	4,3	8	65	35
Barium	260	0,15	14	19	700	13,7	<1
Benz(a)pyren	0,022	F.I	340	0,00017	0,01	129	2,2
Bisfenol A	22	F.I	0,5	0,1	I.KK	220	i.r.
Bly	150	0,27	100	1,2	1	125	150
Bor	6.900	F.I	F.I	94	300	73	23
Cadmium	20	0,5	20	I.KK	0,5	i.r.	40
Chrysen	0,081	F.I	160	0,014*	I.KK	5,8	i.r.
Fenol	1.600	3,4	0,0048	7,70	0,5'''	207	3.200
Fluoranten	0,340	0,00086	34	0,0063	0,1	54	3,4
Jern (opløst)	170.000	1,63	F.I	I.KK	200	i.r.	850
Kalium	1.400.000	F.I	F.I	I.KK	I.KK	i.r.	i.r.

Stof	C0,max (µg/l)	Kappa (kg/l)	Kd (l/kg)	ILVK (µg/l)	KvG (µg/l)	NA ILVK gange	NA KvG gange
Klorid	2.300.000	0,57	0	I.KK	250.000	i.r.	9,2
Kobber	200	0,28	100	1	100	200	2
Krom (to- tal)	540	0,18	23	3,4	25	159	22
Kviksølv	20	0,05	20	0,07	0,1	286	200
Mangan	12.000	F.I	F.I	150	50	80	240
Natrium	4.700.000	0,45	F.I	I.KK	175.000	i.r.	27
Nikkel	250	0,29	20	4	10	63	25
Pyren	0,27	F.I	17	0,0046	I.KK	58,7	i.r.
Selen	4,50	0,38	5	0,1	10	45	<1
Sulfat	2.700.000	0,33	0	I.KK	250.000	i.r.	10,8
Toluen	25	0,34	0,1	74	5	<1	5
Total-P	42.000	F.I	F.I	I.KK	I.KK	i.r.	i.r.
Xylener	160	0,14	0,2	10	5**	16	32
Zink	75	0,28	20	7,8	100	9,6	<1
Xylenoler	94	F.I	0,011	13,1	0,5***	7,2	188
Cresoler	773	F.I	0,022	100	0,5***	7,7	1.546
Total kul- brinter (C6- C35)	1.370	#	#	I.KK	9	i.r.	152

*	Kvalitetskravet for denne koncentration af stoffet tilføjet den naturlige baggrundskoncentration
**	Grundvandskvalitetskravet gælder for summen af xylener og ethylbenzen
***	Gælder for summen af xylenoler og cresoler (dimethylfenoler og methylfenoler).
'''	Gælder summen af fenoler
F.I	Der findes ingen værdi for kappa eller Kd for det pågældende stof. I kildestyrkeberegningerne sættes kappa=0, og i stoftransportberegningerne sættes Kd=0
I.KK	Intet kvalitetskrav
Xylener	Xylener er en stofgruppe omfattende o-, m- og p-xilen samt etylbenzen: C0- og kappa -værdierne omfatter sum af xylenerne, mens Kd-værdien er for p-xilen.
i.r.	Ikke relevant
*	Kildestyrken for kulbrinter beskrives vha. modelstoffer, enten med naftalen, der anvendes som modelstof for total kulbrinter eller ved opdeling i tre kulbrintefraktioner, hvor der anvendes henholdsvis benzen, decan og pentadecan som modelstoffer. For disse modelstoffer findes der default kappa-værdier.

Gennemgangen af de tilgængelige analyser af perkolatet viste, at der ikke foreligger analyse-data for alle de stoffer, der er på basisstofflisten, se bilag 2. Som en indledende risikovurdering kan man for disse stoffer anvende default-værdier for C₀, som er baseret på danske erfarings-data (se tabel 5.3 i /A/ (Miljøstyrelsen 2018a)). De anvendte default-værdier for C₀ bør efterfølgende bestemmes ved at inddrage stofferne i monitoringsprogrammet for perkolatet.

TABEL 1.1. – kopi af TABEL 5.5. Tabellen indeholder den stedsspecifikke stoffliste med angivelse af C₀,max (den højeste af C₀ -værdierne for de fire beregningsenheder), kappa-værdi og Kd-værdier jf. afsnit 5.4.5. Værdier med rødt angiver, at det er default-værdier, som anvendes i mangel på værdier baseret på analyser af perkolatet. Stoffer angivet med fed er stoffer fra basisstofflisten, mens øvrige stoffer er stedsspecifikke stoffer tilføjet på baggrund af analyser af perkolatet. Tabellen angiver desuden miljøkvalitetskravet (ILVK) og kravværdien for

grundvand (KvG), samt hvor mange gange C0,max skal reduceres (den nødvendige attenuering NA) for at overholde kravværdien.

Stof	C0,max (µg/l)	Kappa (kg/l)	Kd (l/kg)	ILVK (µg/l)	KvG (µg/l)	NA ILVK gange	NA KvG gange
Ammo- nium-N	1.200.000	1,08	F.I	I.KK	50	i.r.	24000
Antimon	76	0,11	7	113	2	<1	38
Arsen	280	0,03	20	4,3	8	65	35
Barium	260	0,15	14	19	700	13,7	<1
Benz(a)py- ren	0,022	F.I	340	0,00017	0,01	129	2,2
Bisfenol A	22	F.I	0,5	0,1	I.KK	220	i.r.
Bly	150	0,27	100	1,2	1	125	150
Bor	6.900	F.I	F.I	94	300	73	23
Cadmium	20	0,5	20	I.KK	0,5	i.r.	40
Chrysen	0,081	F.I	160	0,014*	I.KK	5,8	i.r.
Fenol	1.600	3,4	0,0048	7,70	0,5'''	207	3.200
Fluoran- then	0,340	0,00086	34	0,0063	0,1	54	3,4
Jern (op- løst)	170.000	1,63	F.I	I.KK	200	i.r.	850
Kalium	1.400.000	F.I	F.I	I.KK	I.KK	i.r.	i.r.
Klorid	2.300.000	0,57	0	I.KK	250.000	i.r.	9,2
Kobber	200	0,28	100	1	100	200	2
Krom (to- tal)	540	0,18	23	3,4	25	159	22
Kviksølv	20	0,05	20	0,07	0,1	286	200
Mangan	12.000	F.I	F.I	150	50	80	240
Natrium	4.700.000	0,45	F.I	I.KK	175.000	i.r.	27
Nikkel	250	0,29	20	4	10	63	25
Pyren	0,27	F.I	17	0,0046	I.KK	58,7	i.r.
Selen	4,50	0,38	5	0,1	10	45	<1
Sulfat	2.700.000	0,33	0	I.KK	250.000	i.r.	10,8
Toluen	25	0,34	0,1	74	5	<1	5
Total-P	42.000	F.I	F.I	I.KK	I.KK	i.r.	i.r.
Xylener	160	0,14	0,2	10	5**	16	32
Zink	75	0,28	20	7,8	100	9,6	<1
Xylenoler	94	F.I	0,011	13,1	0,5***	7,2	188
Cresoler	773	F.I	0,022	100	0,5***	7,7	1.546
Total kul- brinter (C6- C35)	1.370	#	#	I.KK	9	i.r.	152

* Kvalitetskravet for denne koncentration af stoffet tilføjet den naturlige baggrundskoncentration

** Grundvandskvalitetskravet gælder for summen af xylener og ethylbenzen

*** Gælder for summen af xylenoler og cresoler (dimethylfenoler og methylfenoler).

''' Gælder summen af fenoler

F.I Der findes ingen værdi for kappa eller Kd for det pågældende stof. I kildestyrkeberegningerne sættes kappa=0, og i stoftransportberegningerne sættes Kd=0

I.KK	Intet kvalitetskrav
Xylener	Xylener er en stofgruppe omfattende o-, m- og p-xilen samt etylbenzen: C ₀ - og kappa -værdierne omfatter sum af xyleneerne, mens Kd-værdien er for p-xilen.
i.r.	Ikke relevant
*	Kildestyrken for kulbrinter beskrives vha. modelstoffer, enten med naftalen, der anvendes som modelstof for total kulbrinter eller ved opdeling i tre kulbrintefraktioner, hvor der anvendes henholdsvis benzen, decan og pentadecan som modelstoffer. For disse modelstoffer findes der default kappa-værdier.

indeholder de estimerede C₀-værdier, og hvor mange gange disse overskrider miljøkvalitetskravet for indlandsvand (ILVK) og kravværdien for grundvand (KvG). C_{0,max} er den maksimale koncentration observeret i perkolatet. Denne værdi bruges til at lave en indledende screening af, hvilke stoffer det er relevant at gennemføre en beregning af stoftransport for, da det ikke er nødvendigt at beregne stoftransport, hvis C_{0,max} er lavere end kvalitetskravet.

I de egentlige beregninger for kildestyrke og stoftransport anvendes de observerede C_{0,max} værdier for hver beregningsenhed. Kravværdien for grundvand omfatter i nærværende beregningseksempel de EU-fastsatte grundvandskvalitetskrav, grundvandskvalitetskriterierne fastsat for forurenede grunde og drikkevandskravene. I kapitel 4.6.3 er givet en uddybende redegørelse for fastlæggelse af kvalitetskravene (KvG og ILVK).

TABEL 1.1. – kopi af TABEL 5.5. Tabellen indeholder den stedsspecifikke stoffliste med angivelse af C_{0,max} (den højeste af C₀ -værdierne for de fire beregningsenheder), kappa-værdi og Kd-værdier jf. afsnit 5.4.5. Værdier med rødt angiver, at det er default-værdier, som anvendes i mangel på værdier baseret på analyser af perkolatet. Stoffer angivet med **fed** er stoffer fra basisstofflisten, mens øvrige stoffer er stedsspecifikke stoffer tilføjet på baggrund af analyser af perkolatet. Tabellen angiver desuden miljøkvalitetskravet (ILVK) og kravværdien for grundvand (KvG), samt hvor mange gange C_{0,max} skal reduceres (den nødvendige attenuering NA) for at overholde kravværdien.

Stof	C _{0,max} (µg/l)	Kappa (kg/l)	Kd (l/kg)	ILVK (µg/l)	KvG (µg/l)	NA ILVK gange	NA KvG gange
Ammo- nium-N	1.200.000	1,08	F.I	I.KK	50	i.r.	24000
Antimon	76	0,11	7	113	2	<1	38
Arsen	280	0,03	20	4,3	8	65	35
Barium	260	0,15	14	19	700	13,7	<1
Benz(a)py- ren	0,022	F.I	340	0,00017	0,01	129	2,2
Bisfenol A	22	F.I	0,5	0,1	I.KK	220	i.r.
Bly	150	0,27	100	1,2	1	125	150
Bor	6.900	F.I	F.I	94	300	73	23
Cadmium	20	0,5	20	I.KK	0,5	i.r.	40
Chrysen	0,081	F.I	160	0,014*	I.KK	5,8	i.r.
Fenol	1.600	3,4	0,0048	7,70	0,5'''	207	3.200
Fluoran- then	0,340	0,00086	34	0,0063	0,1	54	3,4
Jern (op- løst)	170.000	1,63	F.I	I.KK	200	i.r.	850
Kalium	1.400.000	F.I	F.I	I.KK	I.KK	i.r.	i.r.
Klorid	2.300.000	0,57	0	I.KK	250.000	i.r.	9,2
Kobber	200	0,28	100	1	100	200	2
Krom (to- tal)	540	0,18	23	3,4	25	159	22

Stof	C _{0,max} (µg/l)	Kappa (kg/l)	Kd (l/kg)	ILVK (µg/l)	KvG (µg/l)	NA ILVK gange	NA KvG gange
Kviksølv	20	0,05	20	0,07	0,1	286	200
Mangan	12.000	F.I	F.I	150	50	80	240
Natrium	4.700.000	0,45	F.I	I.KK	175.000	i.r.	27
Nikkel	250	0,29	20	4	10	63	25
Pyren	0,27	F.I	17	0,0046	I.KK	58,7	i.r.
Selen	4,50	0,38	5	0,1	10	45	<1
Sulfat	2.700.000	0,33	0	I.KK	250.000	i.r.	10,8
Toluen	25	0,34	0,1	74	5	<1	5
Total-P	42.000	F.I	F.I	I.KK	I.KK	i.r.	i.r.
Xylener	160	0,14	0,2	10	5**	16	32
Zink	75	0,28	20	7,8	100	9,6	<1
Xylenoler	94	F.I	0,011	13,1	0,5***	7,2	188
Cresoler	773	F.I	0,022	100	0,5***	7,7	1.546
Total kulbrinter (C6-C35)	1.370	#	#	I.KK	9	i.r.	152

*	Kvalitetskravet for denne koncentration af stoffet tilføjet den naturlige baggrundskoncentration
**	Grundvandskvalitetskravet gælder for summen af xylener og ethylbenzen
***	Gælder for summen af xylenoler og cresoler (dimethylfenoler og methylfenoler).
'''	Gælder summen af fenoler
F.I	Der findes ingen værdi for kappa eller Kd for det pågældende stof. I kildestyrkeberegningerne sættes kappa=0, og i stoftransportberegningerne sættes Kd=0
I.KK	Intet kvalitetskrav
Xylener	Xylener er en stofgruppe omfattende o-, m- og p-xilen samt etylbenzen: C ₀ - og kappa - værdierne omfatter sum af xylenerne, mens Kd-værdien er for p-xilen.
i.r.	Ikke relevant
*	Kildestyrken for kulbrinter beskrives vha. modelstoffer, enten med naftalen, der anvendes som modelstof for total kulbrinter eller ved opdeling i tre kulbrintefraktioner, hvor der anvendes henholdsvis benzen, decan og pentadecan som modelstoffer. For disse modelstoffer findes der default kappa-værdier.

1.1.5 Udpegning af relevante receptorer

Det vurderes, at der er to receptorer: Det sekundære grundvand nedstrøms Grindsted Deponeringsanlæg og Utoft Mosebæk. I vinterhalvåret vurderes Utoft Mosebæk at være primær receptor, mens det terrænnære grundvand regnes som primær receptor i sommerhalvåret. Som beskrevet i afsnit 1.1.2 tages der ved risikovurdering af perkolatpåvirkningen af grundvandet udgangspunkt i "sommersituationen", mens der ved risikovurderingen af påvirkningen af Utoft Mosebæk tager udgangspunkt i vintersituationen.

Det primære grundvand i området er udpeget som område med drikkevandsinteresse (OD). Området er desuden udpeget som regional grundvandsforekomst i Vandområdeplanen. Det grundvand, der risikovurderes i forhold til udsivningen fra Grindsted Deponeringsanlæg, er et sekundært magasin, der kan have en regional udbredelse, og hvor der er risiko for, at magasinet føder det primære magasin. Der er udpeget et POC i grundvand 100 m nedstrøms deponeringsanlægget.

Rishøj Bæk, som ligger syd for Grindsted Deponeringsanlæg, vurderes at være beliggende sidestrøms for perkolatfanerne fra Grindsted Deponeringsanlæg, således at bækken ikke påvirkes af udsivning fra Grindsted Deponeringsanlæg.

1.2 Beregning

1.2.1 Kildestyrken

I metodikken indgår en estimering af kildestyrken som funktion af tiden. Kildestyrken udgøres af hhv. en stofkoncentration i perkolatet og den udledte perkolatmængde. Stofkoncentrationen i perkolatet modelleres som funktion af L/S-forholdet i kildestyrkemodellen, $/B1/$ (Miljøstyrelsen, 2018b). Til det formål skal modellen have oplyst C_0 -værdier for de stoffer, som skal indgå i vurderingen, samt en kappa-værdi for hvert enkelt stof.

Værdien af C_0 bestemmes som den maksimale koncentration, der er registreret i perkolatet for hver beregningsenhed ved periodisk monitoring eller på baggrund af informationer fra den grundlæggende karakterisering.

L/S-forholdet angiver den akkumulerede vandmængde (L), der er sivet gennem affaldet delt med den deponerede affaldsmængde (S). For enheder i enten efterbehandling eller passiv tilstand vil affaldsmængden (S) være konstant over tid, mens den akkumulerede vandmængde (L) er stigende over tid.

For enheder under opfyldning vil de forskellige dele af affaldet have meget varierende L/S-forhold – nydeponeret affald vil have meget lave L/S-forhold, mens tidligere deponeret affald vil have højere L/S-forhold. Beregning af L/S-værdier for enheder under opfyldning er derfor vanskelig og ofte ikke mulig. I kildestyrkemodellen er det valgt, at L/S-forholdet for enheder under opfyldning er $L / (1/2S) = 2L/S$, hvor S er den samlede affaldsmængde, der deponeres på enheden. Hvis det antages at affaldsmængden tilføres forholdsvis jævnt, vil $1/2S$ svare til den gennemsnitlige affaldsmængde over opfyldningsperioden.

En gennemgang af de tilgængelige perkolatdata for Grindsted Deponeringsanlæg har afdækket, at for ingen af de eksisterende deponeringsenheder kan der opstilles L/S-værdier. Perkolatmængder registreres samlet for alle enheder. Det er derfor nødvendigt at estimere perkolatmængden fra hver beregningsenhed ved forholdsregning ud fra enhedernes areal, dvs. den samlede perkolatmængde fordeles i forhold til beregningsenhedens overfladeareal.

Den stofs specifikke kappa-værdi er en udvaskningskonstant, der beskriver, hvordan udvaskningen af stoffet aftager over tid. Denne værdi kan bestemmes ud fra samhørende målinger af stofkoncentrationer i perkolatet og L/S-forholdet. For ingen af de fire beregningsenheder er det (pga. manglende måling af afledte perkolatmængder på enhedsniveau) muligt at bestemme disse samhørende værdier, hvorfor grundlaget for at bestemme stedsspecifikke kappa-værdier ikke er til stede. Kildestyrkebestemmelsen baseres derfor på anvendelse af default-værdier for kappa.

1.2.2 Stoftransport i jord og grundvand

I beregningseksemplet er det valgt at anvende GrundRisk Landfill til bestemmelse af stoftransport i umættet og mættet zone. Selvom de geologiske og hydrogeologiske forhold er forholdsvis simple, er forholdene simplificeret yderligere ved opsætningen af grundvandsmodellen. Som nærmere beskrevet i kapitel 4.4, omfatter simplificeringen bl.a., at det antages, at perkolatpåvirket grundvand udelukkende løber i det terrænnære grundvand, herefter foretages der to af hinanden uafhængige beregninger. I den ene beregning regnes på en situation, hvor perkolatpåvirket grundvand strømmer i bækken, mens der i den anden beregning regnes på en

situation, hvor at alt perkolat ender i grundvandet. For at simplificere beregningerne yderligere er afstanden til POC for overfladevand sat til den korteste afstand mellem beregningsenhederne og overfladevandet.

Affald_A_multiple

<< Back to the main menu Load model inputs

Source inputs

2 Select the number of different units of the landfill

170; 160; [m] Source length. Lx1; Lx2; etc.

107; 184; [m] Source width. Ly1; Ly2; etc.

0.1; 0.1; [m] Vertical distance to aquifer. z1; z2; etc.

100; 270; [m] Point of compliance

Select the number of units first and then load the time series: Load the input time series

C:\Users\tvb\OneDrive - COWI\Documents\1 risikovurdering lossepladser\Grinsted\GrundRisk\Fane3+4\03 Unit3+4_Arsen.txt

Specify the units overlapping in the groundwater flow direction creating different aggregated plumes. Each unit must be entered at least once.

Plume 1 1,2

Plume 2 1

Plume 3

Plume 4

Plume 5

Plume 6

Vertical transport parameters

It can be omitted by setting vertical distances (z1, z2, etc.) = 0 m

164 [-] Retardation factor

0 [1/day] First order degradation rate

0.18 [-] Water content

Horizontal transport parameters

5 [m] Thickness of the aquifer

250/365 [m/day] Groundwater velocity

0 [1/day] First order degradation rate

0.25 [-] Porosity

1 [m] Longitudinal dispersivity

0.01 [m] Transversal dispersivity

0.005 [m] Vertical dispersivity

0.3/365 [m/day] Recharge

152 [-] Retardation factor

Save all the inputs (optional)

Choose the file name (The input time series is not saved).
The file is saved in the same folder as the input time series file

Inputs_ Unit4+3_Arsen_Kd-20_100m Save

Outputs

Choose Output file name.
The output is saved in the same folder as the input file

Out_ Unit4+3_Arsen_Kd-20_100m .txt RUN

FIGUR 1.4. Et eksempel på skærbillede til indtastning af data i GrundRisk Landfill. Skærbilledet er for risikovurdering af beregningsenhed 3 og 4, hvor bunden af enheden er beliggende over grundvandsspejlet (Type A – multiple).

Inddata til transportmodellen indtastes i et skærbillede, som vist i FIGUR 1.4, og omfatter:

- Geometrien af de enkelte beregningsenheder herunder afstanden fra deponeringsanlægget til receptor (POC), som er skønnet på basis af de geometriske forhold og strømningsforholdene for grundvandet i området.
- Data om de hydrogeologiske forhold i jord og grundvand f.eks. porøsitet, grundvandshastigheden og størrelsen af den umættede zone under deponeringsenhedernes bund.
- Stofspecifikke parametre som nedbrydelighed og mobilitet. Disse data kan bl.a. fremfindes ved hjælp af stofdatabasen i JAGG 2.1 (ligger som et skjult og skrivebeskyttet faneblad i JAGG 2.1 og Miljøprojekt 2013 /12/ (Miljøstyrelsen, 2013).

Desuden skal kildestyrken som funktion af tiden indlæses i form af en inddatafil. Inddatafilen genereres ud fra kildestyrkeberegningerne.

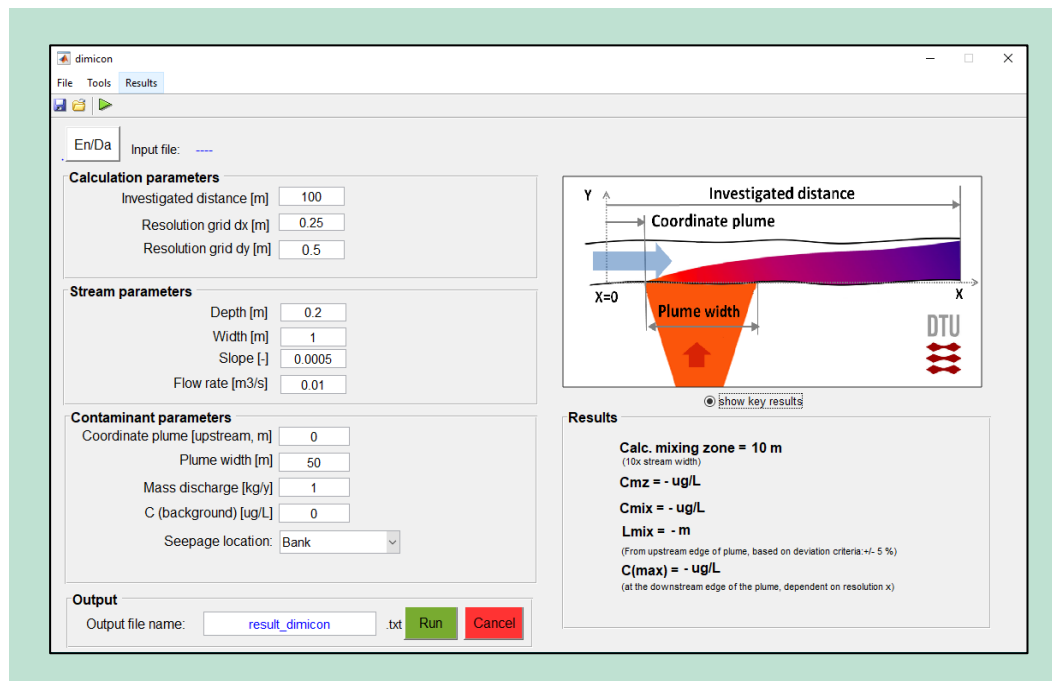
1.2.3 Receptor

Det vurderes, at der er to receptorer og dermed også to sammenligningspunkter (POC'er): et i grundvandet 100 m nedstrøms Grindsted Deponeringsanlæg og et i Utoft Mosebæk, der ligger

henholdsvis 40 m nedstrøms Grindsted Deponeringsanlæg for den nordlige fane og 310 m nedstrøms Grindsted Deponeringsanlæg for den sydlige fane.

1.2.4 Opblanding i overfladevand

Der udviklet et værktøj (DIMICON) til beregning af opblanding og fortynding i vandløb.



FIGUR 1.5. Eksempel på skærbilledet for DIMICON med såvel indtastningsfelter som resultatfelter.

Inddata til transportmodellen indtastes i et skærbillede, som vist i FIGUR 1.5, og omfatter:

- Geometrien af det gitter som beregningen gennemføres i. Dette omfatter bl.a. længde af beregnings-gitret, der som minimum skal være længden af udsivningsfronten men også gerne længere, da total opblanding først forekommer nedstrøms udsivningsfronten. Desuden omfatter det afstanden mellem beregningspunkterne både på tværs og på langs af strømningsretningen i vandløbet. Jo finere gitter, jo mere præcise beregninger, men et fintmasket gitter øger også beregningstiden, hvilket kan have betydning, når der skal gennemføres beregninger for mange stoffer.
- Oplysninger om vandløbets geometri, herunder dybde, bredde, hældning og vandføring
- Oplysninger om forureningen, herunder forureningsfanens bredde, målt parallelt med vandløbet, forureningsfluxen (kg/år), stoffets baggrundskoncentration i vandløbet samt en vurdering af, om indstrømningen til vandløbet sker igennem vandløbets brink eller gennem bunden.

Som det fremgår af FIGUR 1.5 giver DIMICON flere beregningsresultater. I nærværende beregningseksempel er det besluttet udelukkende at anvende C_{max} , som er den koncentration, der forekommer ved fuld opblanding i vandløbet.

1.3 Resultater og vurdering

Der er gennemført en beregningsmæssig risikovurdering med de tilgængelige data for de stoffer, hvor der er fastsat et kvalitetskrav i minimum en af de to receptorer (grundvand og Utoft Mosebæk). Stofferne er anført i TABEL 1.1. – kopi af TABEL 5.5. Tabellen indeholder den

stedsspecifikke stoffliste med angivelse af C0,max (den højeste af C0 -værdierne for de fire beregningsenheder), kappa-værdi og Kd-værdier jf. afsnit 5.4.5. Værdier med rødt angiver, at det er default-værdier, som anvendes i mangel på værdier baseret på analyser af perkolatet. Stoffer angivet med fed er stoffer fra basisstofflisten, mens øvrige stoffer er stedsspecifikke stoffer tilføjet på baggrund af analyser af perkolatet. Tabellen angiver desuden miljøkvalitetskravet (ILVK) og kravværdien for grundvand (KvG), samt hvor mange gange C0,max skal reduceres (den nødvendige attenuering NA) for at overholde kravværdien.

Stof	C0,max (µg/l)	Kappa (kg/l)	Kd (l/kg)	ILVK (µg/l)	KvG (µg/l)	NA ILVK gange	NA KvG gange
Ammo- nium-N	1.200.000	1,08	F.I	I.KK	50	i.r.	24000
Antimon	76	0,11	7	113	2	<1	38
Arsen	280	0,03	20	4,3	8	65	35
Barium	260	0,15	14	19	700	13,7	<1
Benz(a)py- ren	0,022	F.I	340	0,00017	0,01	129	2,2
Bisfenol A	22	F.I	0,5	0,1	I.KK	220	i.r.
Bly	150	0,27	100	1,2	1	125	150
Bor	6.900	F.I	F.I	94	300	73	23
Cadmium	20	0,5	20	I.KK	0,5	i.r.	40
Chrysen	0,081	F.I	160	0,014*	I.KK	5,8	i.r.
Fenol	1.600	3,4	0,0048	7,70	0,5'''	207	3.200
Fluoran- then	0,340	0,00086	34	0,0063	0,1	54	3,4
Jern (op- løst)	170.000	1,63	F.I	I.KK	200	i.r.	850
Kalium	1.400.000	F.I	F.I	I.KK	I.KK	i.r.	i.r.
Klorid	2.300.000	0,57	0	I.KK	250.000	i.r.	9,2
Kobber	200	0,28	100	1	100	200	2
Krom (to- tal)	540	0,18	23	3,4	25	159	22
Kviksølv	20	0,05	20	0,07	0,1	286	200
Mangan	12.000	F.I	F.I	150	50	80	240
Natrium	4.700.000	0,45	F.I	I.KK	175.000	i.r.	27
Nikkel	250	0,29	20	4	10	63	25
Pyren	0,27	F.I	17	0,0046	I.KK	58,7	i.r.
Selen	4,50	0,38	5	0,1	10	45	<1
Sulfat	2.700.000	0,33	0	I.KK	250.000	i.r.	10,8
Toluen	25	0,34	0,1	74	5	<1	5
Total-P	42.000	F.I	F.I	I.KK	I.KK	i.r.	i.r.
Xylener	160	0,14	0,2	10	5**	16	32
Zink	75	0,28	20	7,8	100	9,6	<1
Xylenoler	94	F.I	0,011	13,1	0,5***	7,2	188
Cresoler	773	F.I	0,022	100	0,5***	7,7	1.546
Total kul- brinter (C6- C35)	1.370	#	#	I.KK	9	i.r.	152

* Kvalitetskravet for denne koncentration af stoffet tilføjet den naturlige baggrundskoncentration

**	Grundvandskvalitetskravet gælder for summen af xylener og ethylbenzen
***	Gælder for summen af xylener og cresoler (dimethylfenoler og methylfenoler).
'''	Gælder summen af fenoler
F.I	Der findes ingen værdi for kappa eller Kd for det pågældende stof. I kildestyrkeberegningerne sættes kappa=0, og i stoftransportberegningerne sættes Kd=0
I.KK	Intet kvalitetskrav
Xylener	Xylener er en stofgruppe omfattende o-, m- og p-xilen samt etylbenzen: C0- og kappa -værdierne omfatter sum af xyleneerne, mens Kd-værdien er for p-xilen.
i.r.	Ikke relevant
*	Kildestyrken for kulbrinter beskrives vha. modelstoffer, enten med naftalen, der anvendes som modelstof for total kulbrinter eller ved opdeling i tre kulbrintefraktioner, hvor der anvendes henholdsvis benzen, decan og pentadecan som modelstoffer. For disse modelstoffer findes der default kappa-værdier.

Der også udført beregninger for næringsstofferne kvælstof og fosfor, samt for jern og klorid.

De gennemførte beregninger er baseret på følgende grundlag:

- Kildestyrkeberegningerne under anvendelse af kildestyrkemodellen
- Anvendelse af default-værdier til estimering af kildestyrken (kappa-værdier)
- C₀-værdien bestemmes separat for hver beregningsenhed ud fra målte stofkoncentrationer i perkolatet. For de beregningsenheder hvor målte værdier ikke foreligger er der anvendt default-værdier. Såfremt der heller ikke foreligger default-værdier anvendes den højeste af C₀-værdierne for de øvrige beregningsenheder, hvis den er bestemt.
- Beregnet L/S-forhold er baseret på registrerede mængder af bortpumpet perkolat for det samlede deponeringsanlæg.
- Stoftransportberegninger er udført med GrundRisk Landfill.
- Litteraturværdier for stoftilbageholdelse i form af Kd-værdier eller logK_{ow} og antagelse af organisk indhold f_{oc} i akviferen.
- Litteraturværdier for nedbrydningskonstanter.
- Grundvandets hastighed er vurderet ud fra potentialekort og litteraturværdier for permeabilitet i akviferen.
- Antagelser om simplificeret geologi og hydrogeologi.
- Fortyndings- og opblandingsberegninger i vandløb er udført på baggrund af stoffluxen ved hjælp af DIMICON.

Anvendelsen af default kappa-værdier, og specielt kappa=0 for de stoffer, hvor der ikke foreligger default-værdier, har vist sig at have stor betydning for beregningsresultatet i de tilfælde, hvor stoffet ikke nedbrydes. Anvendelse af default C₀-værdier for de stoffer, hvor der ikke foreligger perkolatanalyser, kan udelukkende ses som en indikation af, hvordan resultatet af en risikovurdering falder ud. En egentlig risikovurdering skal baseres på målte stedsspecifikke C₀-værdier. For at opnå en retvisende stedsspecifik risikovurdering bør kappa-værdier på sigt bestemmes ud fra målinger af stofkoncentrationer i perkolat og perkolatmængder fra den enkelte deponeringsenhed.

Resultaterne af de gennemførte beregninger viser, at for en række stoffer vil den resulterende stofkoncentration i grundvandet (100 m nedstrøms Grindsted Deponeringsanlæg), overskride kvalitetskravene, mens kun 3 stoffer udgør et potentielt problem i Utoft Mosebæk inden for en tidshorisont på 500 år. Resultaterne fremgår af TABEL 1.2.

TABEL 1.2. Stoffer, hvor beregningerne viser at de ikke overholder grundkvalitetskravet hvis efterbehandlingstiden er 30 år. Værdier med rødt angiver, at det er default-værdier, som anvendes i mangel på værdier baseret på analyser af perkolatet. Stoffer angivet med **fed** er stoffer fra basisstofflisten, mens øvrige stoffer er stedsspecifikke stoffer tilføjet på baggrund af analyser af perkolatet. For de stoffer der står øverst i tabellen er beregningerne udført på det bedste beregningsgrundlag, mens stofferne nederst i tabellen er udført på det dårligste data-grundlag. For stofferne gælder det, at bestemmelser af stedsspecifikke kappa-værdier for blandet affald kan forbedre grundlaget for risikovurderingen /B1/ (Miljøstyrelsen, 2018b).

Stof	Kappa	C ₀ - Beregningsenheder			Overskridelse af KvG antal gange		Overskridelse af ILVK antal gange	
		1+2 (µg/l)	3 (µg/l)	4 (µg/l)	Nordlige fane (3+4)	Sydlige fane (1+2)	Nordlige fane (3+4)	Sydlige fane (1+2)
Målte C ₀ -værdier og default Kappa-værdi								
Bly	0,27	150	<0,5	7,5	Nej	5	Nej	Nej
Cadmium	0,5	20	<0,05	0,16	Nej	5	Nej	Nej
Jern (opløst)	1,63	170.000	890	2.700	Nej	51	I.KK	I.KK
Klorid	0,57	1.400.000	2.200.000	2.300.000	2	1,4	I.KK	I.KK
Kviksølv	0,05	20	0,75	0,43	2,5	93	Nej	3
Natrium	0,45	4.700.000	1.800.000	1.600.000	2	8	I.KK	I.KK
Nikkel	0,29	10	180	25095	3	4	Nej	Nej
Målte C ₀ -værdier og Kappa = 0								
Mangan	F.I	12.000	970	7.800	57	139	Nej	1,4
Total kulbrinter	*	1.370	1.370	1.370	88	80	I.KK	I.KK
Xylenoler	F.I	29,9	44,8	94	82	24	Nej	Nej
Default C ₀ -værdier og default kappa								
Antimon	0,11	21	21	76	11	5	Nej	Nej
Arsen	0,03	110	110	280	13	7	Nej	Nej
Sulfat	0,33	630.000	1.400.000	2.700.000	3	Nej	I.KK	I.KK
Default C ₀ -værdier og kappa = 0								
Bor	F.I	6.900	6.900	6.900	13	13	Nej	2
Ingen C ₀ -værdier								
Xylener	0,14	i. C ₀	i. C ₀	160	5	5	Nej	Nej

F.I Findes ikke

I.KK Der er ingen kravværdi for stoffet i receptor

i. C₀ Der kan ikke bestemmes en C₀-værdi

Nej Stoffet overskrider ikke kvalitetskravet

* Kildestyrken for kulbrinter beskrives vha. modelstoffer, enten med naftalen, der anvendes som modelstof for total kulbrinter eller ved opdeling i tre kulbrintefraktioner hvor der anvendes henholdsvis benzen, decan og pentadecan som modelstoffer. For disse modelstoffer findes der default kappa-værdier.

TABEL 1.3. Stoffer, hvor der ikke er grundvandskvalitetskrav. Værdier med rødt angiver, at det er default-værdier, som anvendes i mangel på værdier baseret på analyser af perkolatet. Stoffer angivet med **fed** er stoffer fra basisstofflisten, mens øvrige stoffer er stedsspecifikke stoffer tilføjet på baggrund af analyser af perkolatet. For disse stoffer vil bestemmelser af stedsspecifikke kappa-værdier for blandet affald kunne forbedre grundlaget for risikovurderingen, /B1/ (Miljøstyrelsen, 2018b).

Stof	Kappa	C ₀ - Beregningsenheder			Overskridelse af ILVK antal gange	
		1+2 (µg/l)	3 (µg/l)	4 (µg/l)	Nordlige fane (3+4)	Sydlig fane (1+2)
Bisfenol A	F.I	22	22	22	Nej	i.r.
Kalium	F.I	1.400.000	670.000	710.000	I.KK	I.KK
Chrysen	F.I	i. C ₀	i. C ₀	0,081	Nej	Nej
Pyren	F.I	i. C ₀	i. C ₀	0,27	Nej	Nej

F.I Findes ikke

I.KK Der er ingen kravværdi for stoffet i grundvand

i. C₀ Der kan ikke bestemmes en C₀-værdi

Nej Stoffet overskrider ikke kvalitetskravet

i.r. Beregningen er ikke relevant

TABEL 1.4. Stoffer, hvor beregningerne viser, at disse stoffer overholder kravværdier for grundvand og miljøkvalitetskrav for overfladevand, hvis efterbehandlingstiden er på 30 år. Værdier med rødt angiver, at det er default-værdier, som anvendes i mangel på værdier baseret på analyser af perkolatet. Stoffer angivet med **fed** er stoffer fra basisstofflisten, mens øvrige stoffer er stedsspecifikke stoffer tilføjet på baggrund af analyser af perkolatet. For de stoffer, der står øverst i tabellen, er beregningerne udført på det bedste beregningsgrundlag, mens stofferne nederst i tabellen er udført på det dårligste datagrundlag. For stofferne gælder at bestemmelser af stedsspecifikke kappa-værdier for blandet affald kan forbedre grundlaget for risikovurderingen /B1/ (Miljøstyrelsen, 2018b).

C ₀ – Beregningsenheder					Overskridelse af KvG antal gange		Overskridelse af ILVK antal gange	
Stof	Kappa	1+2 (µg/l)	3 (µg/l)	4 (µg/l)	Nordlige fane (3+4)	Sydlig fane (1+2)	Nordlige fane (3+4)	Sydlig fane (1+2)
Målte C ₀ -værdier og default Kappa-værdi								
Fenol	3,4	1.600	29	140	Nej	Nej	Nej	Nej
Fluoranthen	0,0009	0,053	0,053	0,34	Nej	Nej	Nej	Nej
Krom (total)	0,18	200	540	130	Nej	Nej	Nej	Nej
Default C ₀ -værdier og default Kappa-værdi								
Kobber	0,28	200	3,9	13	Nej	Nej	Nej	Nej
Ingen C ₀ -værdier og ingen Kappa-værdi								
Benz(a)pyren	F.I	i. C ₀	i. C ₀	0,022	Nej	Nej	Nej	Nej
Cresoler	F.I	i. C ₀	71	773	Nej	Nej	Nej	Nej
Ingen C ₀ -værdier og default Kappa-værdi								
Barium	0,15	i. C ₀	i. C ₀	260	Nej	Nej	Nej	Nej
Selen	0,38	i. C ₀	i. C ₀	4,5	Nej	Nej	Nej	Nej
Toluen	0,34	i. C ₀	i. C ₀	25	Nej	Nej	Nej	Nej
Zink	0,28	i. C ₀	38	75	Nej	Nej	Nej	Nej

F.I	Findes ikke
i. C ₀	Der kan ikke bestemmes en C ₀ -værdi
Nej	Stoffet overskrider ikke kvalitetskravet

For den nordlige fane er der for grundvand beregnet overskridelser af kravværdierne for grundvand for 14 af de 32 stoffer, som er indgået i risikoberegningen. De største overskridelser ses for ammonium (933 gange), total kulbrinter (88 gange), xyleneoler (82 gange), mangan (57 gange), samt arsen og bor (13 gange), som kan ses i TABEL 1.2.

For vandløbet er der beregnet overskridelser for tre stoffer: kviksølv (3 gange), bor (2 gange) og mangan (1,4 gange) se TABEL 1.2.

Der er gennemført transport- og fortyndingsberegninger for næringssaltene kvælstof og fosfor samt for jern og klorid efter de samme principper som for de miljøfarlige forurenende stoffer. For kvælstof er beregningerne udført som ammonium, og for fosfor er beregningerne udført under antagelse af, at det er en anion. Dette er en konservativ måde at udføre beregningerne på, idet der ikke er medtaget f.eks. mineralisering og immobilisering af ammonium og fosfat.

Vandhandleplanerne omtaler ikke specifikt Utoft Mosebæk /9/. Vandløbet har en dårlig samlet økologisk tilstand, men har god økologisk tilstand som målsætning. Ved vurderingen af påvirkningen af vandløbet er det mindre relevant at kigge på belastning med N og P, da Utoft Mosebæk ikke umiddelbart passerer en sø eller løber ud i en marin recipient inden for en rimelig afstand. I stedet bør der ses på giftvirkning ift. påvirkning med ammonium, klorid og jern – dvs. hvor der opstår høje koncentrationer i vandløbet, som kan give en giftvirkning overfor fisk mv. Beregningerne viser, at de højeste koncentrationer af klorid i bækken, umiddelbart nedstrøms for udsivningsfronten for den sydlige fane, bliver ca. 15 mg/l. Der er intet miljøkvalitetskrav at sammenligne dette med, men værdien er under de 50-150 mg/l, der kan anvendes som støtteparameter for klorid, jf. kapitel 7.2.3. For ammonium beregnes den højeste koncentration i bækken til 3,4 mg/l, hvilket er en overskridelse af den værdi på 1 mg/l, der er angivet i som maksimalkoncentration, når ammonium anvendes som støtteparameter i forhold til den økologiske kvalitetsmålsætning for vandløbet.

Udsivningen af kvælstof fra den igangværende enhed udgør ca. 3,5 % af den samlede udsivning fra Grindsted Deponeringsanlæg. For fosfor udgør udsivningen fra den igangværende enhed ca. 4,5 % af den samlede udsivning. Da der ikke foreligger en kappa-værdi for fosfor, regnes der med konstant udsivning af fosfor (kappa=0), hvilket vurderes giver en overestimeret samlet udsivning på 560 tons. Der bør derfor bestemmes en kappa-værdi for fosfor, som kan bidrage til et mere realistisk billede af udsivningen af fosfor over tid fra Grindsted Deponeringsanlæg. For klorid beregnes en samlet maksimal årlig udsivning til Utoft Mosebæk på ca. 20 tons pr. år fordelt ligeligt mellem de to perkolfaner.

Stoffer, hvor der ikke er grundlag for en beregningsmæssig risikovurdering

Det har ikke været muligt at gennemføre en beregningsmæssig vurdering af alle stoffer, som er opført på den stedsspecifikke stoffliste. Det skyldes, at der ikke foreligger anvendelige C₀-værdier, hverken i form af perkolfanalyser eller default-værdier for stoffer nævnt i TABEL 1.5.

TABEL 1.5. Stoffer på basisstoflisten, for hvilke der ikke kan estimeres en C₀-værdi, idet der ikke foreligger stofkoncentrationer i perkolatet eller default-værdier

Stof	Kd (l/kg)	Kappa	ILVK (µg/l)	KvG (µg/l)
Atrazin	0,058	F.I	0,0006	0,1
Klorfenoler*	0,22	F.I	0,0034	0,1
MCCP	0,0002	F.I	0,018	0,1
Ftalater **(+DEHP)	0,063	F.I	2,3	1
Vanadium	F.I	0,04	0,0041	I.KK

* Kvalitetskravet er for modelstoffet 2,6 diklorfenol

** Miljøkvalitetskravet og Kd er for modelstoffet dibutylftalat (DBP)

I.KK Intet kvalitetskrav

F.I Findes ikke

Alle fem stoffer er på basisstoflisten for blandet affald. Alle fem stoffer regnes for mobile, og der er fastsat kravværdier ved POC for både overfladevand og grundvand, undtagen for vanadium i grundvand.

1.4 anbefalinger

Det anbefales, at monitoringsprogrammet, som anvendes ved rutinemæssig kontrol af perkolatet, fremadrettet omfatter alle de stoffer, som findes på basisstoflisten for blandet affald inkl. de fem stoffer nævnt ovenfor, hvor der ikke kan fastlægges en C₀-værdi. Derudover anbefales det, at der monitoreres for de stoffer, hvor det har været nødvendigt at anvende default-værdier for C₀ eller fra andre enheder i en eller flere beregningsenheder. Formålet hermed vil være at skabe grundlaget for at kunne gennemføre en mere retvisende risikovurdering, hvori stedsspecifikke stofdata indgår.

Det anbefales tillige, at der iværksættes tiltag til bedre fastlæggelse af L/S-forholdet, så der med tiden kan fastlægges stedsspecifikke kappa-værdier for alle stoffer, der indgår i den stedsspecifikke stofliste.

I opstillingen af den geologiske og hydrogeologiske model er anvendt en række forsimplinger. Specielt i forhold til vurderingen af påvirkningen af Utoft Mosebæk anbefales det, at der indsamles mere detaljerede data om vandspejlsvariationer i grundvand og vandløb, samt bedre data om vandføring i vandløbet.

2. Indledning

Dette notat indeholder et eksempel på, hvordan en vurdering af risiko i forhold til overfladevand og grundvand ved deponering af affald kan gennemføres ved anvendelse af en metodik udviklet af Miljøstyrelsen, Dansk Affaldsforening og DepoNet. Eksemplet er gennemført alene med det formål at demonstrere anvendelsen af de beregningsværktøjer, som er udviklet til metodikken. Resultaterne udgør en væsentlig del af en samlet risikovurdering ved deponering af affald.

En uddybende beskrivelse af hvordan metodikken anvendes i en stedsspecifik vurdering findes i "Sammenfatning af metodik til risikovurdering ved deponering af affald" /F/ (Miljøstyrelsen, 2019).

2.1 Formålet med at gennemføre en risikovurdering

Nærværende risikovurdering er gennemført for Grindsted Deponeringsanlæg som er et ikke-kystnært beliggende deponeringsanlæg. Deponeringsanlægget består af i alt ti deponeringsenheder, se FIGUR 1.1, hvoraf fem er nedlukkede (enhed 1 til 5a), en er igangværende (enhed 6) og fire ikke er taget i drift (enhed 5b og enhed 7 til 9). De nedlukkede deponeringsenheder (enhed 1-5a) ejes af Grindsted Kommune, mens den igangværende deponeringsenhed, ejes af Deponi Syd I/S. Beregningseksemplet omfatter både de nedlukkede enheder og enheder der er i drift. Der skelnes ikke til ejerforhold i denne rapport. Af hensyn til omfanget af risikovurderingen er der i denne vurdering ikke taget hensyn til planlagte deponeringsenheder. Det antages, at deponeringsenhederne, både de nedlukkede og enheden under opfyldning, vil have en efterbehandlingstid på 30 år.

Formålet med denne risikovurdering er at undersøge, hvorvidt det med anvendelse af stedsspecifikke data kan forventes, at kvalitetskravene til miljøfarlige forurenende stoffer i receptorerne – grundvandet og Utoft Mosebæk – vil kunne overholdes ved overgang til passiv tilstand efter 30 års efterbehandling.

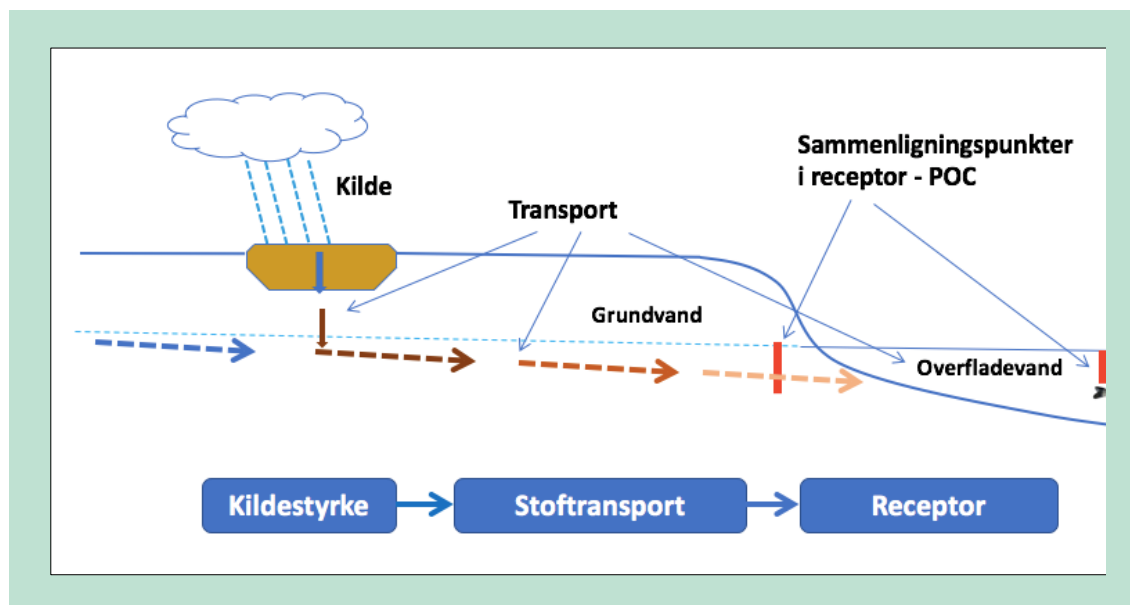
Vurderingen omfatter ikke påvirkningen af sediment og biota, Natura 2000-områder og Bilag IV-arter, ligesom der ikke medtages naturlige baggrundskoncentrationer og i forvejen forekommende koncentrationer fra andre kilder, der måtte befinde sig i området, og som vil kunne give anledning til påvirkning med de samme stoffer.²

² Se uddybning i Miljøstyrelsens FAQ om miljøkvalitetskrav:

<https://mst.dk/natur-vand/vand-i-hverdagen/spildevand/hvad-er-spildevand-og-hvor-for-renser-vi-det/miljoekvalitetskrav-for-overfladevand/spoergsmaal-og-svar-om-miljoekvalitetskrav/>

3. Principper

Nærværende miljørisikovurdering er gennemført på basis af retningslinjerne angivet i "Anvendelse af metodik for risikovurdering ved deponering af affald" /F/ (Miljøstyrelsen, 2019). Metodikken er konceptuelt vist i FIGUR 3.1.



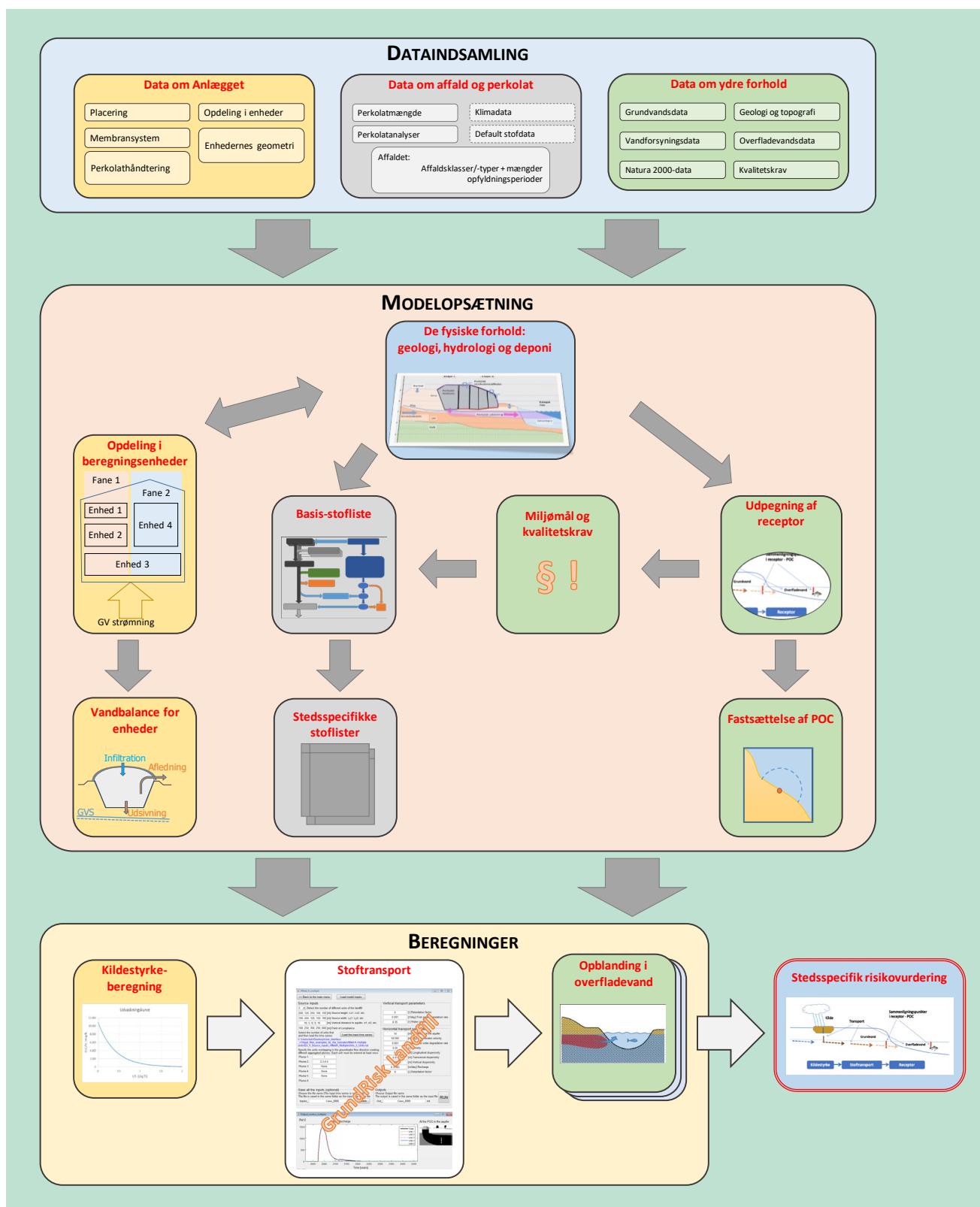
FIGUR 3.1. Overordnet konceptuel model for metodik for risikovurdering ved deponering af affald, /A/ (Miljøstyrelsen, 2018a).

Metodikken omfatter følgende moduler, som illustreret i FIGUR 3.1:

- Estimering af stoffrigivelse fra kilden som funktion af tiden.
- Estimering af transport af de miljøfarlige forurenende stoffer og næringsstoffer i umættet zone under deponeringsanlægget, samt stoftransport i grundvandszonen.
- Estimering af udsivning og opblanding af de miljøfarlige forurenende stoffer og næringsstoffer fra deponeringsanlægget, som transporteres via grundvandsstrømmen til overfladevandsreceptor.
- Vurdering af påvirkningen af grundvand og overfladevandsreceptor med miljøfarlige forurenende stoffer, samt med næringsstoffer for overfladereceptor.

Der er udviklet en række værktøjer til brug for de forskellige moduler i metodikken.

Opsætning og anvendelse af risikovurderingsmetodikken er illustreret i FIGUR 3.2 og i detaljer beskrevet i "Anvendelse af metodik for risikovurdering ved deponering af affald" /F/ (Miljøstyrelsen, 2019).



FIGUR 3.2. Illustration af arbejdsgang ved risikovurderingen.

4. Dataindsamling

4.1 Data vedrørende anlæggets fysiske udformning

4.1.1 Stamdata

TABEL 4.1. Stamdata og kildemateriale

Placering	
Adresse	Ribe Landevej 6B, Utoft, 7200 Grindsted (ejet af Deponi Syd I/S) Ribe Landevej 6A og 6C, Utoft, 7200 Grindsted (ejet af Billund Kommune)
Matrikel	1ah Utoft Gårde., Grindsted (ejet af Deponi Syd I/S) 1k og 1ai Utoft Gårde., Grindsted (ejet af Billund Kommune)
Koordinater	UTM 32N ETRS S89 (øst; nord): 497114; 6176172

Kildemateriale	
Reference /1/	Miljøstyrelsen. Revurdering af miljøgodkendelse for Grindsted Affalds- og Genbrugscenter. April 2014
Reference /2/	Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, Revurdering af miljøgodkendelse for Grindsted Deponi. Januar 2013
Reference /3/	Ribe Amt, Miljøgodkendelse af Grindsted Affalds- og Genbrugscenter. 2. oktober 2006.
Reference /4/	Årsrapport 2017. Grindsted Deponi, Ribe Landevej 6, 7200 Grindsted. Marts 2018
Reference /5/	COWI. Miljøteknisk beskrivelse. Grindsted Affalds- og Genbrugscenter. Juni 2005
Reference /6/	COWI. Miljøteknisk beskrivelse – Grindsted Affalds- og Genbrugscenter. Oktober 1999
Reference /7/	COWI. Grundvandsmodellering, Grindsted Affalds- og Genbrugscenter. December 2003
Reference /8/	COWI. Grundvandskontrol ved Grindsted Losseplads, Ribe Landevej 6. Hydrogeologiske undersøgelser, grundvandsmodellering og risikovurdering. December 1999

Opdelingen af anlægget har lidt forskellige betegnelser, idet anlægget både kan opdeles i enheder og etaper. I det følgende beskrives opdelingen i henhold til fordeling af deponeringsenhederne i den enkelte beregningsenhed, idet der tages udgangspunkt i FIGUR 4.1:

- Beregningsenhed 1

Udgøres af deponeringsenhed 1. Tidligere opfyldt nu nedlukket enhed, med 0,5 mm LDPE-membran. Enheden er etableret i 1978 og har modtaget blandet affald. Slutafdækningen er etableret i 1994, og der er efterfølgende etableret gasindvindingsanlæg. Enheden er ejet af Billund Kommune.

- Beregningsenhed 2

Udgøres af deponeringsenhed 2, som er en tidligere opfyldt og nu nedlukket enhed med 1,0 mm LDPE-membran. Enheden er opfyldt med blandet affald i perioden fra 1987 til 1992. Der er også etableret gasindvindingsanlæg på enheden. I beregningseksemplet er det antaget, at enheden er slutaftdækket i samme år, som det er nedlukket. Enheden er ejet af Billund Kommune.

- Beregningsenhed 3

Beregningsenhed 3 udgøres af flere deponeringsenheder, nemlig deponeringsenhederne 3

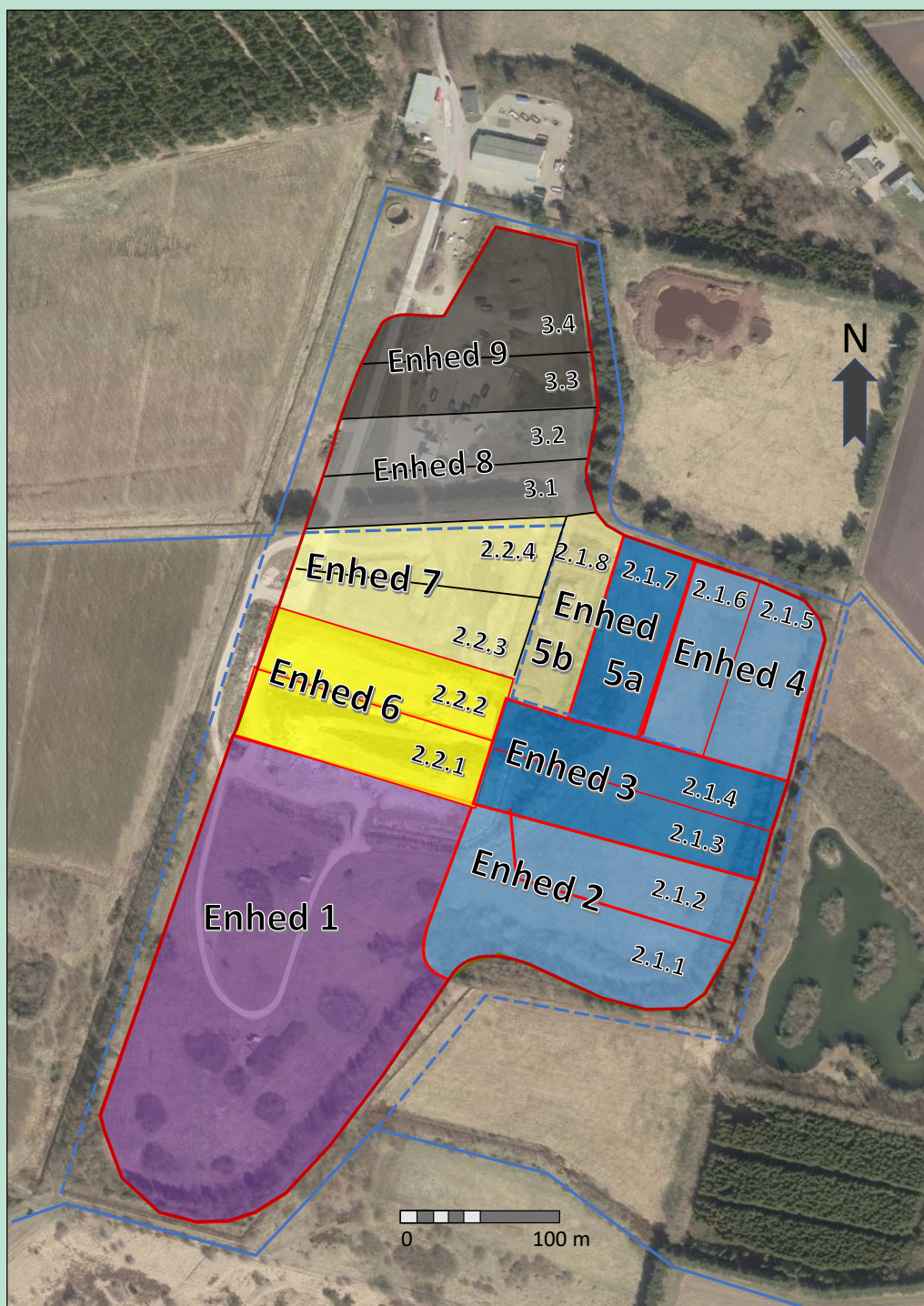
til 5a, som er tidligere opfyldte, nu nedlukkede enheder, etableret med 1,0 mm LDPE-membran. Enhed 4 og 5a har desuden minimum 0,5 m lermembran. Enhederne er opfyldt med blandet affald i perioden fra 1994 til 2000. Enhederne er ejet af Billund Kommune. I beregningseksemplet er det antaget, at enheden er slutfærdiggjort i 2007.

Beregningsenhed 4

Beregningsenheden udgøres af en enkelt deponeringsenhed, nemlig enhed 6. Den er aktiv og endnu ikke færdigopfyldt. Enheden har 1,0 mm LDPE-membran og minimum 0,5 m lermembran. Opfyldningen er startet i 2007, og enheden er fortsat aktiv. Enheden er ejet af Deponi Syd I/S. I beregningseksemplet er det antaget, at enheden slutfærdiggøres i 2026.

- Øvrige enheder på deponeringsanlægget.

Enhed 5b er ikke miljøgodkendt, etableret eller opfyldt og der er p.t. ikke planer om opfyldning af enheden, hvorfor den ikke indgår i beregningerne. Deponeringsenhed 7, 8 og 9 forventes ikke taget i brug og indgår derfor heller ikke i beregningerne. Enhederne er ejet af Deponi Syd I/S.



FIGUR 4.1. Opdeling af deponeringsanlægget i deponeringsenheder og celler. Enheder markeret med lilla og blå er færdigtopfyldte enheder, der i dag er ejet af Billund Kommune, mens gule og grå enheder er ejet af Deponi Syd I/S. Enhed 6 er under opfyldning.

TABEL 4.2. Sammenfatning af oplysninger om de grundlæggende generelle, geografiske, fysiske og indretningsmæssige forhold.

Grundlæggende generelle, geografiske, fysiske og indretningsmæssige forhold		Enheder	Beregnings- enhed 1	Beregnings- enhed 2	Beregnings- enhed 3	Beregnings- enhed 4	Refer- ence
Oplysninger om placering og indretningen:							
Enhedens placering (UTM E89 S32 koordinater for enhedens nedstrøms kant)	E: N:		497.269 6.175.961	497.131 6.175.888	497.169 6.176.020	497.002 6.176.028	
Beskrivelse af membran- og perkolatopsamlingssystemer					Nej (dep.enhed 3)		
○ Geologisk barriere	-	Nej	Nej		Ja (dep.enhed 4+5+5a)	Ja	
• Tykkelse	m	-	-		> 0,5 m	> 0,5 m	/2/
• Permeabilitetskoefficient	m/s	-	-		k<10-9 m/s	k<10-9 m/s	/4/
○ Bundmembran			0,5 mm LDPE med klæbe- og svejsesamlinger	1,0 mm polyethylen med svejsesamlinger	1,0 mm LDPE med svejsesamlinger	1,0 mm LDPE med svejsesamlinger	/2/ /4/
○ Perkolatopsamlingssystem			Ja	Ja	Ja	Ja	/4/
○ Dræn- og beskyttelse-slag			Ja	Ja	Ja	Ja	
○ Bortledningselement							
○ Viden om eventuelle lækager i systemet og om membransystemets effektivitet	m ³ /år		Ca. 2.500	Ca. 1.000	Ca. 500 (fra deponeringsenhed 3. Ingen nedsivning fra deponeringsenhed 4+5a)	Ingen nedsivning	/5/
○ Mulighederne for at registrere og prøvetage perkolatet ift. inddelingen af anlægget			Nej. Gennem tiden har registreringen af perkolatmængder og koncentrationer ændret sig. I dag registreres perkolatmængder samlet for deponeringsanlægget og fordeles vægtet i forhold til enhedernes arealer. Koncentrationer registreres samlet for deponeringsenhed 1-4, og separat for deponeringsenhed 5a og deponeringsenhed 6				/5/
Arealet af beregningsenheden	m ²		45.000	17.600	29.400	18.150	/4/
Længden af beregningsenhed i grundvandets strømningsretning.	m		166	180	160	170	
Bredden af beregningsenhed vinkelret på grundvandets strømningsretning	m		271	98	184	107	
Afstand i grundvandets strømningsretning fra beregningsenhedens mest nedstrøms punkt	m		100	266	170	100	

Grundlæggende generelle, geografiske, fysiske og indretningsmæssige forhold	Enheder	Beregningsenhed 1	Beregningsenhed 2	Beregningsenhed 3	Beregningsenhed 4	Reference
Placeringen af beregningsenhedens bund (kote)	mDVR	Benyttes ikke, da transportmodulet benytter tykkelsen af den umættede zone hhv. angivelse af akviferens tykkelse som inddata				
Slutafdekningen: Tykkelse, materialer, beplantning, belægning (til vurdering af infiltrationen)		Infiltrationen estimeres på grundlag af den hidtidige perkolatregistrering – se også under "Klimadata". 0,23 m muld 0,8 m råjord (enhed 1: leret råjord) 0,2 m rodspærre				
Estimat af evt. afstrømmende overfladevand på slutafdekning	m³/år	ca. 12.150	ca. 4.750	ca. 7.900	ca. 4.900	/4/
Driftsoplysninger:						
Årstal for påbegyndelse af deponering	Årstal	1978	1987	1994-2004	2007	/2/ /3/
Årstal for etableringen af slutafdekningen (forventet)	Årstal	1994	1992	1999-2007	2026 (2020)	/2/ /3/
Årstal for overgang til passiv tilstand (forventet)	Årstal	2024	2022	2037	2056 (2050)	
Fraførte perkolatmængder - under opfyldning - under efterbehandling.	m³/år m³/år	ca. 17.600 ca. 11.000	ca. 6.900 ca. 4.300	ca. 13.300 ca. 8.300	ca. 8.700 ca. 5.500	/4/
Tilført perkolat fra andre enheder og/eller rent vand	m³/år	Der tilføres ikke rent vand og perkolat recirkuleres ikke				
Estimat af evt. tilstrømmende overfladevand	m³/år	0	0	0	0	/3/

4.2 Affaldstyper og perkolatdata

TABEL 4.3. Sammenfatning af oplysninger om affaldstyper og om håndtering af perkolat.

Grundlæggende generelle, geografiske, fysiske og indretningsmæssige forhold	Enheder	Beregningsenhed 1	Beregningsenhed 2	Beregningsenhed 3	Beregningsenhed 4	Reference
Affaldet i den enkelte deponeringsenhed						
Evt. klassificering		Ikke-kystnært beliggende deponeringsanlæg				
Affaldsklassen og eventuelt affaldstyper	-	Blandet affald: Husholdnings- og industriaffald, - ingen oplysninger om deponering af kemikalieaffald			Blandet affald: Blandet affald – en del af affaldet er asbest, hvor der ikke er etableret separat perkolatopsamling fra.	/2/
Affaldsmængden / kapaciteten i beregningsenheden i vægt og/eller rumfang	tons	580.000	247.320	362.680	210.000	/3/ /4/
Gennemsnitstykkelse og rumvægt af affaldet	M t/m³	13 ca. 0,99	15 ca. 0,94	13 ca. 0,95	12,5 ca. 0,92	/3/ /3/
Fremtidige affaldsmængder	t/år					

Grundlæggende generelle, geografiske, fysiske og indretningsmæssige forhold	Enheder	Beregningsenhed 1	Beregningsenhed 2	Beregningsenhed 3	Beregningsenhed 4	Reference
Resultater af eventuelle udvaskningsforsøg fra karakterisering eller andet	-	Der foreligger ikke udvaskningsforsøg				
Samhørende registreringer af stofkoncentrationer i perkolatet og perkolatmængder fra slutafdækkede enheder	-	Der er ikke samhørende registreringer af analyse af perkolatet (koncentrationer) og perkolatmængder særskilt for de enkelte enheder. Der benyttes derfor default-værdier for kappa for de betragtede stoffer.				

4.3 Vandstrømme

TABEL 4.4 indeholder en sammenfatning af oplysninger om perkolatproduktion, der indgår i vurdering af vandstrømmene.

TABEL 4.4. Sammenfatning af oplysninger om affaldstyper og om håndtering af perkolat.

Grundlæggende generelle, geografiske, fysiske og indretningsmæssige forhold	Enheder	Beregningsenhed 1	Beregningsenhed 2	Beregningsenhed 3	Beregningsenhed 4	reference
Evt. registreringer af lokale klimadata (nedbør og fordampning) som døgnværdier, månedsværdier eller årsværdier.	mm/år,	Der foreligger forskellige registreringer af perkolatet over tid. I dag foretages registrering af mm/dag den samlede afledte perkolatmængde for deponeringsenhed 1-5.1.			Mængden er estimeret ift areal	/3/ /5/
		Med en antagelse om, at 27 % (ca. 270 mm) af nedbøren afstrømmer som overfladevand fra enheder med slutafdækning og 0% fra enheder under opfyldning.				
		Under opfyldning antages infiltrationen til perkolat at udgøre 48% (ca. 480 mm) af nedbøren. Infiltrationen reduceres til 30% (ca. 300 mm). Viden om arealfordeling og tidspunkterne for ibrugtagning hhv. slutafdækning er beregnet en gennemsnitlig perkolatafledning pr. arealenhed i åben hhv. slutafdækket situation. Samtidigt vurderes det ud fra vandbalanceberegninger at der fra deponeringsenhed 1 og 2 er en årlig udsivning gennem membranen på ca. 55 mm/m ² pr. år.				
		Der benyttes derfor infiltrationsmetodik INF-C baseret på dette.				

4.3.1 Lækage under aktiv drift

Alle enheder er etableret med en eller anden form for membran og perkolatopsamlingssystem. Gennem tiden er systemet forbedret, f.eks. er afstanden mellem drænene reduceret, og ved de seneste enheder anvendes en kompositmembran bestående af 1,0 mm LDPE-membran og minimum 50 cm lermembran.

Fra beregningsenhed 1, 2 og 3 antages det, at der udsiver $0,055 \text{ m}^3/\text{m}^2$ pr. år, svarende til ca. 19,5% af den infiltrerede nedbør (nettonedbøren). Fra den sidste deponeringsenhed antages det, at der ikke er lækage jf. /1/ (Miljøstyrelsen, 2014). Der er stor usikkerhed på fastlæggelsen af udsivning gennem membranen både under opfyldning og efterbehandling. I nærværende beregningseksempel er værdien dog af mindre betydning, idet det er udsivningen til grundvandet under passiv tilstand, der er afgørende for risikovurderingen. Infiltrationen har betydning for risikovurderingen, idet den er afgørende for L/S-forholdet og dermed for perkolatets kildestyrke ved overgang til passiv tilstand.

4.3.2 Til- og afstrømmende overfladevand



FIGUR 4.2. Luftfoto af omgivelserne omkring Grindsted Deponeringsanlæg. Fotoet til venstre fremhæver højdeforskelle i terræn, bygninger, beplantning m.v., hvilket giver en god rumlig illustration af deponeringsanlægget, som det så ud i 2014. Fotoet til højre er et almindeligt ortofoto fra 2017. Begge billeder er fra COWIs Kortal®.

På grund af terrænforholdene omkring deponeringsanlægget vurderes det, at der hverken i indfyldningsperioden eller efter nedlukning vil kunne ske tilstrømning af overfladevand fra arealerne udenfor deponeringsanlægget.

Som det fremgår af kapitel 5.2.2, vurderes den samlede perkolatproduktion i de enkelte deponeringsenheder ud fra de hidtil registrerede perkolatmængder,

Det antages desuden, at deponeringsenhederne er udformet, så der sker overfladeafstrømning til de vandløb og grøfter, der er omkring pladsen jf. TABEL 4.4.

4.3.3 Tilstrømning af grundvand, tilførsel af rent vand og recirkulering af perkolat

Grundvandsspejlet ligger under undersiden af affaldet for hele anlægget, hvorfor det vurderes, at der ikke vil ske ind- eller gennemstrømning af grundvand i affaldet. I perioder med højt grundvandsspejl står grundvandet over bunden af deponeringsenhed 1 og 4. På baggrund af en forventning om bundmembranens tæthed under opfyldning og efterbehandling, samt pejlingerne af perkolat-"spejlet" vurderes det, at indsivning af grundvand til affaldet i risikovurderingssammenhæng kan negligeres, jf. beskrivelsen i kapitel 4.4.

Der tilføres ikke rent vand eller recirkuleres perkolat i enhederne.

4.4 Geologiske og hydrologiske forhold

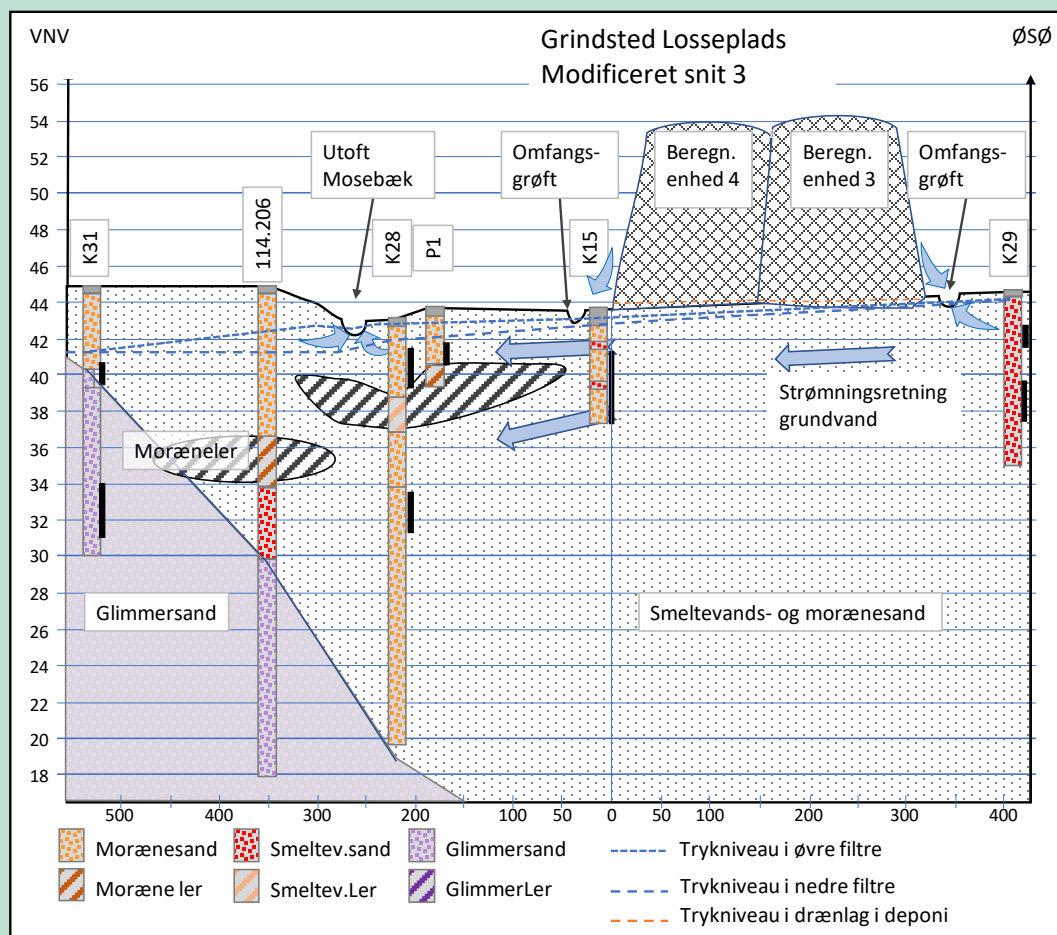
De geologiske og hydrogeologiske forhold er beskrevet i bl.a. den miljøtekniske beskrivelse fra 1999 /5/ (COWI,1999), se kapitel 3.1.1 "Kildemateriale". En opsummering af de væsentligste forhold er givet i FIGUR 4.3 og bilag 1.

De geologiske forhold

Baseret på oplysningerne i /5/ (COWI,1999) vedrørende tidligere foretagne miljørisikovurdering og grundvandsmodelleringen fra /6/ (COWI,2003) antages følgende:

- Under pladsen i sin helhed findes en akvifer med en dybde på $T_A > 26$ m under affaldets underside, og denne strækker sig mere end 500 m nedstrøms deponeringsanlægget. Nedstrøms deponeringsanlægget træffes et indslag af ler fra typisk 4 til 10 m under terræn, der opdeler magasinet i et øvre og et nedre magasin.
- Akviferen har en permeabilitetskoefficient på mellem $1 \cdot 10^{-5}$ m/s (fint sand i nedre del af magasinet – under lerlinsen) og $1-6 \cdot 10^{-4}$ m/s (mellem-grovkornet sand i den øvre del af magasinet – over lerlinsen).
- Grundvandets gradient er: $i = 0,0033$ i det øvre magasin, og $i = 0,006$ (0,004-0,008) i det nedre magasin /5/.
- Den umættede zones tykkelse under anlægget er $T_{uz} = 0,1$ m
- Porøsiteten anslås til 0,25 (jf. JAGG 2.1 for groft sand)
- Grundvandshastigheden (v) beregnes således til mellem 126 m/år (nedre magasin) og 250 m/år (øvre magasin).

Disse parametre anvendes som inddata til beregning af stoftransport i umættet zone og grundvandet.



FIGUR 4.3. Geologisk tværsnit gennem deponeringsanlægget i strømningsretningen til illustration af de geologiske og hydrogeologiske forhold under og nedstrøms deponeringsanlægget, hvor grundvandsspejlet er på et højt niveau (vinter). I bilag 1 er desuden vedlagt yderligere snit både parallelt med og på tværs af strømningsretningen.

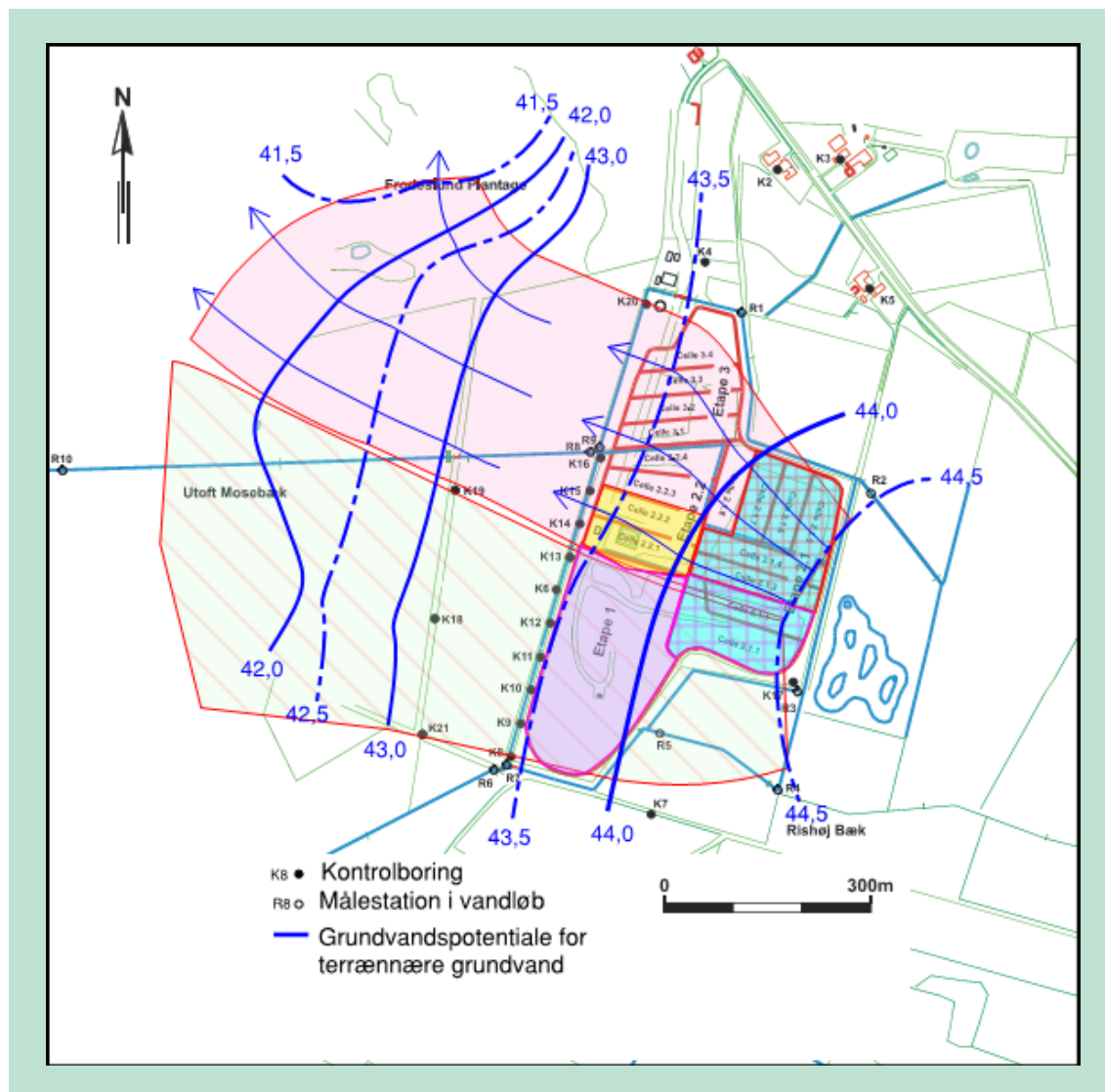
Grundvandsspejlet, der typisk ligger mellem kote + 43,5 og kote + 44,5 jf FIGUR 4.4, ligger under bundmembranen under det meste af anlægget. Bundmembranen under deponeringsenhed 4 ligger mellem kote 44,25 m og kote 43,5 m og ligger således under grundvandsspejlet det meste af året. Dele af beregningsenhed 1 kan i perioder tillige ligge under grundvandsspejlet. Perkolat-"spejlet" forventes dog permanent at ligge på niveau med eller højere end grundvandsspejlet, også i denne del af deponeringsanlægget. Da der ikke er tale om en egentlig gennemstrømning af grundvand gennem affaldet anvendes GrundRisk Landfill model A til risikoberegningerne. I beregningerne anvendes dog en lille umættet zone på 0,1 m for at undgå, at der i evt. risikoberegningerne skal divideres med afstanden 0.

I FIGUR 4.3 er vist en konceptuel model af de geologiske og hydrogeologiske forhold under pladsen i form af et geologisk tværsnit gennem deponeringsanlægget i strømningsretningen. I bilag 1 er vist yderligere tværsnit samt et oversigtskort, der viser placeringen af tværsnittene.

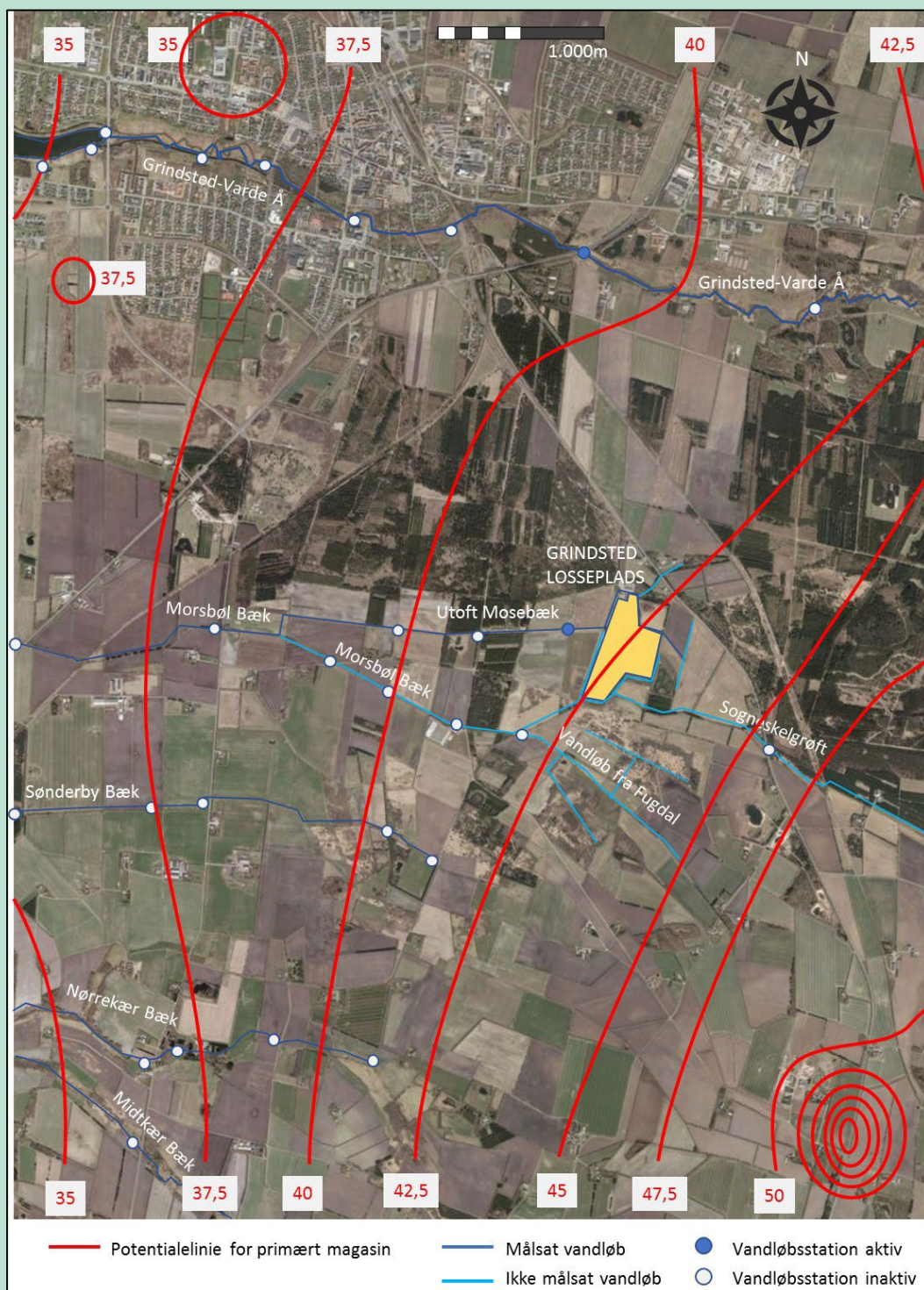
Strømningsretningen af grundvandet i fremgår af /5/ (COWI, 1999) og /6/ (COWI, 2003). Den overordnede grundvandsretning er fra sydøst mod nordvest (mod Grindsted by), men ved Grindsted by drejer potentialet mod vest, parallelt med Grindsted-Varde å jf. FIGUR 4.5. Lokalt ved deponeringsanlægget viser potentialet for det øvre magasin, at grundvandet under beregningsenhed 1 og 2 strømmer mod vest-nordvest, mens grundvandet under beregningsenhed 3

og 4 har en mere nordlig strømningsretning og strømmer mod nordvest – se potentialekortet i FIGUR 4.4. Det vælges derfor at regne på en nordlig og en sydlig fane i beregningseksemplet som anført i FIGUR 4.4. Pejlinger i de monitoringsboringer, der er filtersat i flere dybder, viser, at der er en nedadrettet gradient. Dette ses også ved sammenligning af potentialekortene på FIGUR 4.4 og FIGUR 4.5, hvor potentialet er ca. 1 meter højere i det øvre magasin end i det primære magasin.

Deponeringsanlægget ligger på grænsen mellem et område med særlige drikkevandsinteresser, og et område med drikkevandsinteresser. Området nedstrøms deponeringsanlægget ligger i sidstnævnte kategori. Ifølge grundvandsoplysningerne /15a/ (MiljøGIS, 2019) er nærmeste indvindingsopland nedstrøms deponeringsanlægget Skovlund-Ansager, der er beliggende ca. 14,5 km fra deponeringsanlægget.



FIGUR 4.4. Grundvandspotentiale (øvre magasin) og strømningsretning optegnet ud fra potentialekort i /5/ (COWI, 1999) og /6/ (COWI, 2003). I beregningseksemplet opdeles perkolfatfænerne i en sydlig perkolfatfane, der stammer fra deponeringsenhed 1-2, og en nordlig fane der omfatter perkolat fra deponeringsenhed 3-6 eksklusiv deponeringsenhed 5b.



FIGUR 4.5. Grundvandspotentiale optegnet for det primære magasin på baggrund af data (potentiale-linjer) fra Miljøstyrelsens MiljøGIS – Statslige grundvandskortlægning /15a/. Nærmeste målsatte vandløb og vandløbsstationer optegnet og navngivet ud fra Miljøstyrelsens MiljøGIS – Grunddata for vandrådsarbejdet 2017 /15b/ (Miljøstyrelsen, 2017)

4.5 Søer og vandløb

På grund af den høje grundvandsstand gennemskæres området omkring deponeringsanlægget af mange dræn og grøfter. Øst for deponeringsanlægget ligger en ørred-sø, som har hydraulisk kontakt med det øvre grundvandsmagasin. Til afvanding af overfladevand er der omkring Grindsted Deponeringsanlæg en række omfangsgrøfter, der enten leder vandet mod syd til Rishøj Bæk, eller mod nord til Utoft Mosebæk, der er omlagt til at løbe nord om deponeringsanlæggets deponeringsenhed 8-9 (der endnu ikke er taget i brug). Utoft Mosebæk løber tilbage til det nordlige hjørne af deponeringsenhed 7 og fortsætter mod vest. Mellem deponeringsenhed 3 og 4 løber en grøft hen over deponeringsanlægget (mellem deponeringsenhed 7 og 8), hvorefter den løber ud i Utoft Mosebæk. Foruden omfangsgrøfterne fra deponeringsanlægget er der en række tilløb til både Utoft Mosebæk og Rishøj Bæk.

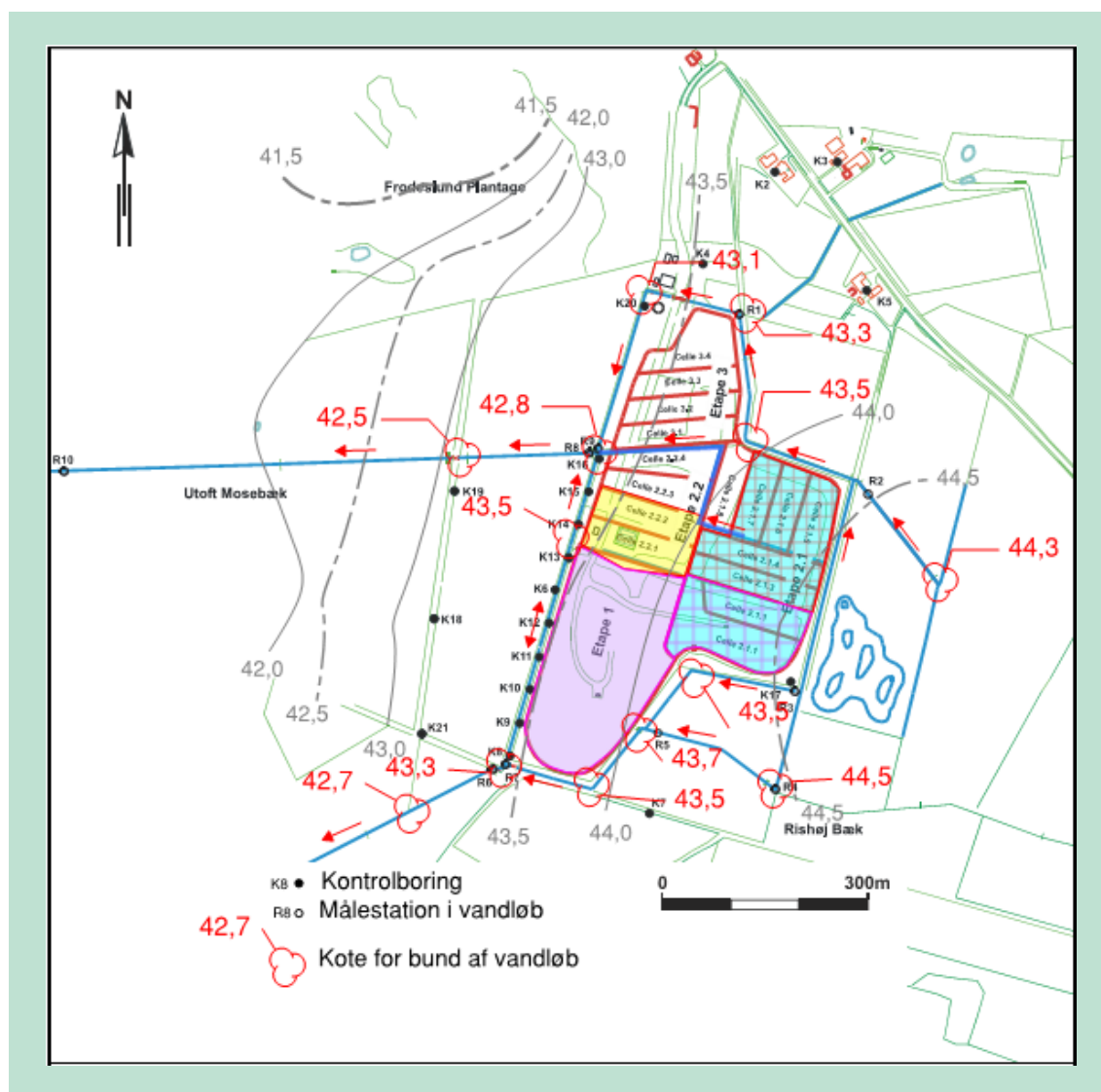
FIGUR 4.6 viser beliggenheden af vandløb og grøfter omkring deponeringsanlægget. På figuren er bundkoter i vandløbene ligeledes anført. Som det fremgår af FIGUR 4.6, ligger bunden af vandløbene nogle steder over potentialet for det øvre grundvandsmagasin, og andre steder under. Vandløbene påvirkes derfor af det øvre grundvandsmagasin omkring deponeringsanlægget. Vandløbene er hovedsageligt vandfyldte, men i perioder med lavt grundvandsspejl kan vandløbene være udtørrede. Som det kan ses af potentialekortene i bilag 1, varierer potentialelinjernes afbøjning hen over Utoft Mosebæk med årstiden.

Vandføringsmålingerne indikerer, at der ikke sker tilførsel af grundvand til Utoft Mosebæk vest for Grindsted Deponeringsanlæg (nedstrøms). Dette understøttes af de tværsnit, som er vedlagt i bilag 1, hvoraf det fremgår, at åens bund står højere end potentialet i det øvre grundvandsmagasin. I 1998 udførte COWI hydrogeologiske undersøgelser, grundvandsmodellering og risikovurdering ved Grindsted Deponeringsanlæg /8/. Som et led i dette arbejde er der optegnet tolkede potentialekort for det øvre grundvandsmagasin ud fra fire synkronpejlerunder, tre om sommeren og en om vinteren. Potentialekortene er vedlagt i bilag 1. Potentialekortene fra sommeren viser det samme som vandstandsmålingerne, at der ikke sker indsivning af grundvand til Utoft Mosebæk, men vinterpejlingen viser, at der sker indsivning af grundvand til bækken, som forsøgt illustreret i den konceptuelle model i FIGUR 4.3.

Både Utoft Mosebæk og Rishøj Bæk løber ud i Morsbøl Bæk. Rishøj Bæk er ikke målsat, mens Utoft Mosebæk er målsat. Vandføringsmålinger kan bl.a. findes på Vandløbssiden /13/ der bl.a. indeholder målinger fra station 310382 i Utoft Mosebæk. Ifølge Vandløbssiden har bækken en vandføring på min = 43,9 l/s, median = 59,9 l/s og max 75,8 l/s. Til sammenligning kan det anføres, at den samlede overfladevandsafstrømning fra deponeringsanlægget vurderes til årligt at være ca. 30.000 m³, hvilket svarer til en gennemsnitsudsivning på cirka 1 l/s, når det er slutfærdiget. Når hele deponeringsanlægget er overgået til passiv tilstand vurderes udsivningen fra deponeringsanlægget til grundvandet at være ca. 33.000 m³/år, hvilket ligeledes svarer til ca. 1 l/s.

Der er siden 1993 foretaget målinger i Utoft Mosebæk i tre stationer (R2, R8 og R9) samt fra 2009 også i R11. Stationen R2 er opstrøms, mens de øvrige to stationer er nedstrøms Grindsted Deponeringsanlæg. I miljøgodkendelse fra 2006 /3/ (Ribe Amt 2006) og /2/ (Miljøstyrelsen, 2013) vurderer Billund Kommune, at analyseresultaterne viser, at Utoft Mosebæk ikke er målbart påvirket af udsivning fra deponeringsanlægget.

Fra Rishøj Bæk er der ligeledes udtaget prøver fra to stationer (R4 – opstrøms, og R6 – nedstrøms). Billund Kommune vurderer ud fra analyseresultaterne /2/ (Miljøstyrelsen, 2013), at det ikke tyder på at Rishøj Bæk er påvirket af udsivning fra deponeringsanlægget. Miljøstyrelsen er enig i, at der ikke kan konstateres en væsentlig påvirkning af de to vandløb, men at der kan konstateres en svag forhøjelse af ammonium i Utoft Mosebæk nedstrøms Grindsted Deponeringsanlæg /2/ (Miljøstyrelsen, 2013).



FIGUR 4.6. Vandløb og grøfter umiddelbart omkring Grindsted Deponeringsanlæg. Udvalgte bundkoter fra undersøgelse i 1998 /8/ (COWI, 1988) er anført, ligesom strømningssretning.

4.6 Receptor

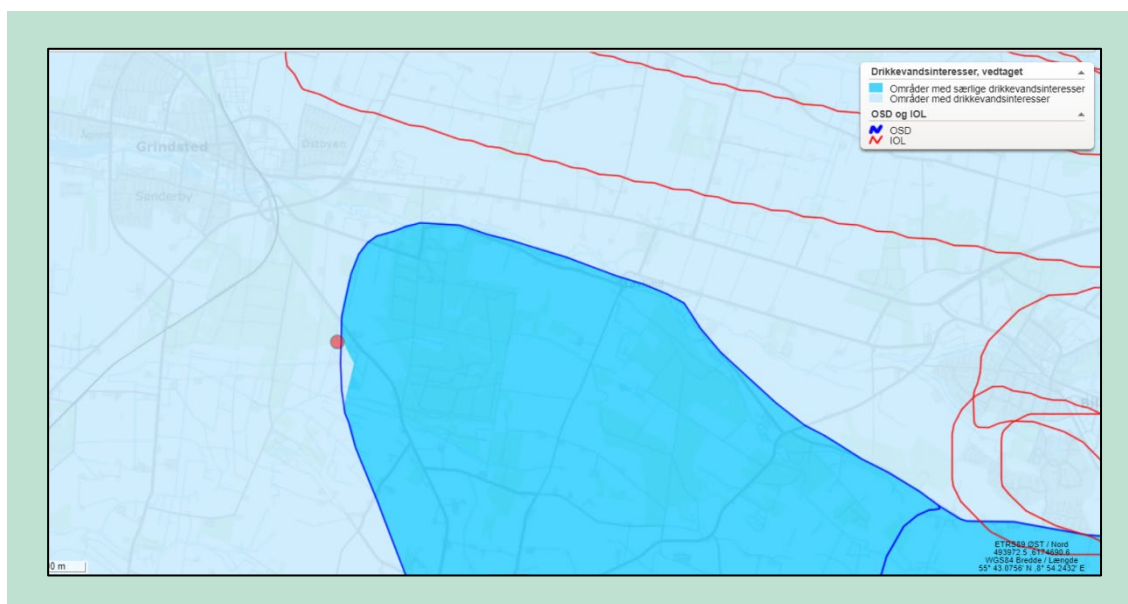
Utoft Mosebæk er i beregningseksemplet fastlagt som receptor for perkolatpåvirket grundvand i vinterhalvåret, mens grundvandsspejlet står under bunden af bækken i sommerhalvåret, hvor den derfor ikke bliver påvirket af perkolatudsvning (se afsnit 4.6.2). Utoft Mosebæk ligger ca. 40 m fra nedstrøms kant af deponeringsenhed 6, og ca. 310 m nedstrøms deponeringsenhed 1, se FIGUR 4.9. I sommerhalvåret er grundvandet receptor for alt perkolatet. I beregningseksemplet er det valgt at inddrage det terrænnære grundvand som receptor i et punkt 100 m nedstrøms for deponeringsanlægget, hvilket også er illustreret i FIGUR 4.9. Derfor foretages der i dette eksempel beregninger for 2 scenarier for at vurdere den potentielle miljørisiko for receptorerne ved perkolatudsvning fra Grindsted Deponeringsanlæg. Ved risikovurdering af perkolatets grundvandspåvirkning tages udgangspunkt i "sommersituationen", hvor grundvandet, som er forurenat med perkolat, strømmer under Utoft Mosebæk og til POC, mens risikovurderingen af påvirkningen af Utoft Mosebæk tager udgangspunkt i vintersituationen, hvor der sker tilstrømning af perkolat via grundvandet til Utoft Mosebæk. Begge risikovurderinger foretages ud fra antagelse om, at den valgte situation (sommer/ vinter) er en permanent situation for den pågældende receptor, da det afgørende for risikovurderingen er den maksimale

koncentration i receptor, som er udslagsgivende for, om påvirkningen af receptor er acceptabel. Dette er en konservativ tilgang til estimering af påvirkningen af receptorerne fra deponeringsanlægget.

4.6.1 Vurdering af mulige receptorer

Der er søgt i "Vandområdeplan 2015-2021 for Vandområdedistrikt Jylland og Fyn" ((Hovedvandopland 1.10 – Vadehavet) /10/ (Miljø- og fødevarestyrelsen, 2016), i "Billund Kommune – Vandhandleplan 2015" /9/ (Billund Kommune, 2015), samt i MiljøGIS under temaerne "Grunddata for vandrådsarbejdet 2017" /15b/ (Miljøstyrelsen, 2019), "MiljøGIS for Vandområdeplanerne grundvandskortlægning 2015-2021" /15c/ (Miljøstyrelsen, 2019) og "Statslig grundvandskortlægning" /15a/ (Miljøstyrelsen, 2019). Der er søgt efter oplysninger om grundvandets og overfladevandets tilstand, status, miljømål, kvalitetskrav og indsatser. Der er desuden søgt efter evt. angivelse af særlige kvalitetskrav for vandforekomsterne ved Grindsted Deponeringsanlæg – dvs. krav, der måtte være skærpede i forhold til de generelle kvalitetskrav.

Grundvand:

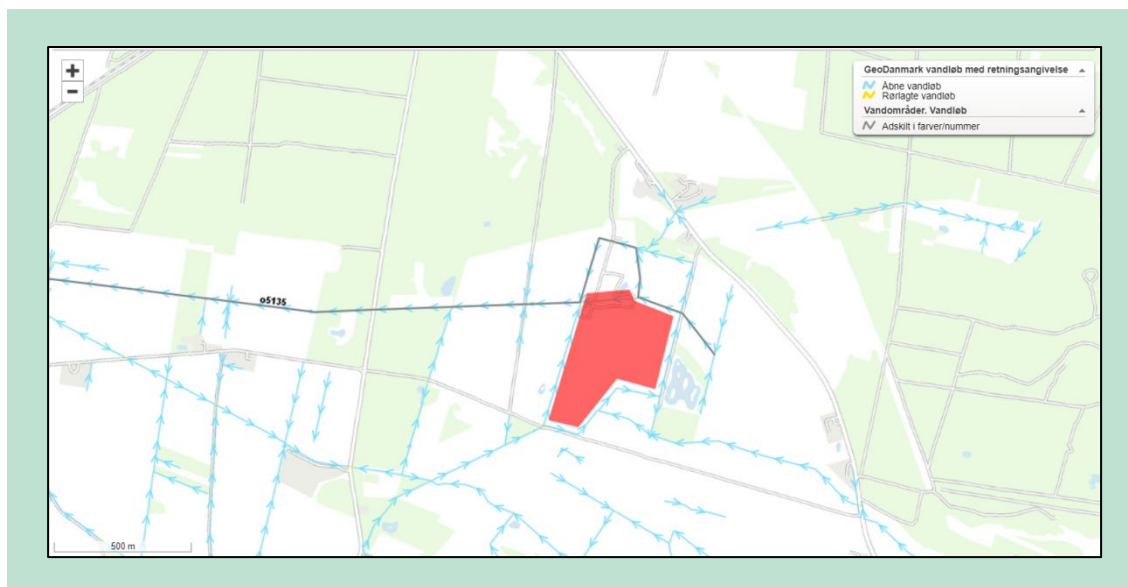


FIGUR 4.7. Beliggenhed af område med særlige drikkevandsinteresser (OSD) markeret med blå afgrænsning og indvindingsoplande til almene vandværker (IOL) markeret med rød afgrænsning. Grindsted Deponeringsanlæg beliggenhed er markeret med rød prik. Screenshot fra www.Miljogis.dk, tema om "Grundvandsdannelse og kortlægning/ Statslig grundvandskortlægning" /15a/.

Ifølge MiljøGIS (Vandområdeplan 2015-2021) /15c/ (Miljøstyrelsen, 2019) er grundvandet under deponeringsanlægget udpeget som tre regionale grundvandsforekomster, DK_1_456_244, DK_1_456_245 og DK_1_456_226, samt en dyb grundvandsforekomst DK_1_456_234. Miljømålene for grundvandsforekomsterne er god kvantitativ og god kemisk tilstand.

Området under og nedstrøms Grindsted Deponeringsanlæg ligger inden for OD (område med drikkevandsinteresse). Grindsted Deponeringsanlæg er beliggende på kanten, men nedstrøms, et OSD (område med drikkevandsinteresser) og nedstrøms indvindingsoplande til almene vandværker.

Vandløb:



FIGUR 4.8. Beliggenhed af vandløb omkring deponeringsanlægget (markeret med rødt). Screenshot fra www.Miljogis.dk, tema om "Grunddata for vandrådsarbejdet 2017" /15b/.

Utoft Mosebæk (vandløb o5135) er et åbent vandløb, der er klassificeret som vandløbstypologi 1 (små vandløb) med et indvindingsopland på under 10 km² og en hældning <0,003. Vandløbet har en dårlig samlet økologisk tilstand, men er målsat med god økologisk tilstand. Nærmeste afstand mellem Grindsted Deponeringsanlæg og vandløbet er ca. 40 m. Som det fremgår af FIGUR 4.4, er den overordnede strømningsretning i grundvandet mod nordvest. Lokalt under Grindsted Deponeringsanlæg, specielt den sydlige del af deponeringsenhed 1 og 2 drejer grundvandet mod vest. Ud fra grundvandets strømningsretning vurderes vandløbet derfor at ligge nedstrøms deponeringsanlægget. Vandløbet påvirkes som beskrevet i afsnit 4.6 alene i vinterhalvåret, jf. afsnit 4.5.

Søer:

Der er ingen målsatte søer i umiddelbar nærhed af deponeringsanlægget. Nærmeste sø nedstrøms deponeringsanlægget er Kvie Sø ca. 11 km mod vest.

Andet overfladevand:

Grindsted Deponeringsanlæg ligger ikke kystnært. Der er derfor ingen nærliggende marine receptorer.

Natura 2000-områder og Bilag IV-arter:

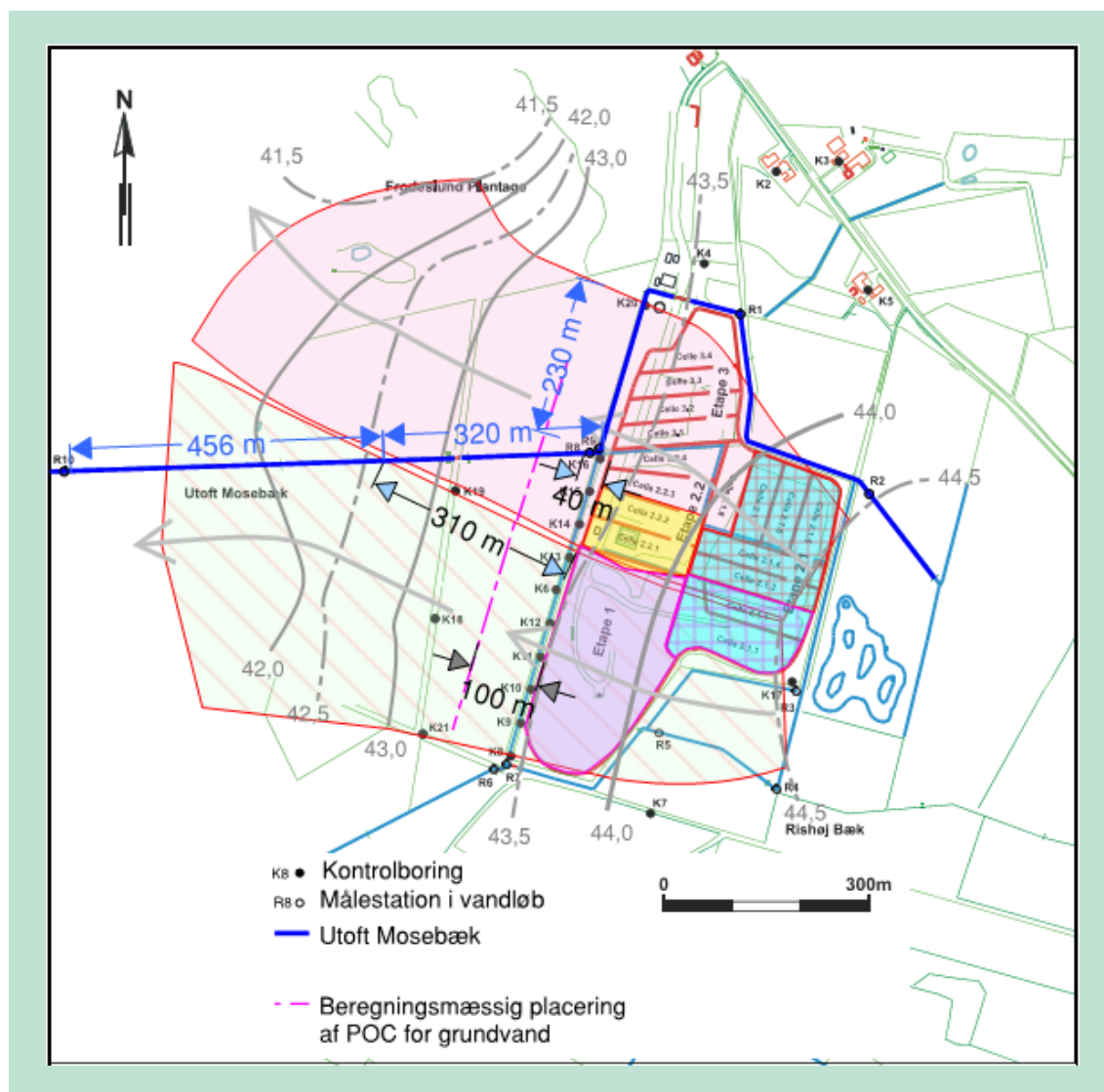
Der er ingen Natura 2000-områder i umiddelbar nærhed af deponeringsanlægget. Nedstrøms anlægget er der mere end 10 km til nærmeste Natura 2000-område, mens nærmeste Natura 2000-område er beliggende godt 2 km øst for (opstrøms) deponeringsanlægget. En eventuel påvirkning af bilag IV-arter med perkolatudsivning fra deponeringsanlægget er ikke undersøgt.

4.6.2 Fastsættelse af POC

Det primære grundvand i området er udpeget som et område med drikkevandsinteresser (OD). Området er desuden udpeget som regional grundvandsforekomst i Vandområdeplanen. Det grundvand, der risikovurderes i forhold til udsivningen fra Grindsted Deponeringsanlæg, er et sekundært magasin, som kan have en regional udbredelse, og hvor der er risiko for, at magasinet føder det primære magasin. Der er udpeget et POC i grundvand 100 m nedstrøms deponeringsanlægget.

Ligeledes udpeges Utoft Mosebæk som POC. Som det fremgår af FIGUR 4.9, strømmer Utoft Mosebæk over den nordlige fane på en strækning langs deponeringsanlæggets vestlige kant, på ca. 230 m, hvorefter den knækker og strømmer vestpå gennem den nordlige og sydlige perkolfanerne. Bækken ligger i en afstand fra deponeringsanlægget på 40 m, hvor den er tættest på beregningsenhed 4 og til ca. 300 m, hvor den er fjernest deponeringsanlægget for den nordlige fane. Utoft Mosebæk strømmer herefter videre gennem den sydlige fane på en strækning på godt 450 m. Vandløbets tætteste passage på beregningsenhed 1 og gennem den sydlige perkolfanerne er i en afstand af ca. 310 m.

Det er derfor besluttet at placere POC for Utoft Mosebæk i en afstand af 40 m fra deponeringsanlægget i forhold til den nordlige fane, og 310 m fra anlægget i forhold til den sydlige fane. Det er desuden besluttet at beregne påvirkningen fra den nordlige fane efter knækket på vandløbet, dvs. over en afstand på 320 m, idet det er denne del af fanen, hvor der sker påvirkning fra både beregningsenhed 3 og 4. I beregningen samles påvirkningen fra beregningsenhed 3 på de 320 m efter knækket, så den påvirkning, der kommer fra den nordlige perkolfanerne på de første 230 m, medtages i den samlede beregning. Dette er baseret på en konservativ betragtning.



FIGUR 4.9. Utoft Mosebæks placering i forhold til de to perkolfaner, samt afstande mellem deponeringsanlæggets kant og vandløbet i perkolfanens udbredelse.

4.6.3 Miljømål og kvalitetskrav for udpegede receptor

De miljømål og kvalitetskrav, som lægges til grund for en given risikovurdering, skal findes i gældende lovgivning og forinden afstemmes med miljømyndigheden.

Grundvand

I nærværende eksempel anvendes følgende reguleringer i prioriteret rækkefølge som kravværdier for grundvand (GvK). Kravværdierne anvendes i forbindelse med vurderingen af påvirkning af grundvandet som receptor:

1. EU-fastsatte kvalitetskrav for grundvand (p.t. fastsat for nitrat samt aktive stoffer i pesticider og deres nedbrydningsprodukter m.v.).
2. Miljøstyrelsens "Liste over kvalitetskriterier i relation til forurennet jord" – opdateret juni 2018. Af listen fremgår grundvandskvalitetskriterier for en række stoffer.
3. Såfremt der ikke er fastsat et krav eller kriterium under pkt. 1 og 2, kan drikkevandskvalitetskrav ved forbrugers taphane anvendes som "pejlemærke" for, om man er tæt på en realistisk grænseværdi, jf. p.t. bek 1068/2018 /17/ (Miljø- og Fødevareministeriet, 2018).

I dette eksempel ses bort fra tærskelværdier for grundvandsforekomster, da de fastsatte tærskelværdier i Bekendtgørelse 1001/2016 /16/ (Miljø- og Fødevareministeriet, 2016) med få undtagelser svarer til drikkevandskvalitetskravene. Drikkevandskvalitetskravene er med enkelte undtagelser højere end Miljøstyrelsens grundvandskvalitetskriterier i relation til forurennet jord. Det vil derfor overvejende være en konservativ tilgang at prioritere grundvandskvalitetskriterierne jf. punkt 2 over drikkevandskvalitetskravene.

Overfladevand – Utoft Mosebæk

I bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for overfladevand og grundvand /20/ (Miljø- og fødevareministeriet, 2017) er der i bilag 2 (tabel 1 og 3) angivet miljøkvalitetskrav for overfladevand. Ved risikovurderingen af påvirkningen af vandløbet anvendes "de generelle kvalitetskrav" for "indlandsvand", benævnt ILVK.

Vandhandleplanerne omtaler ikke specifikt Utoft Mosebæk /9/ (Billund Kommune, 2015).

5. Modelopsætning for Grindsted Deponeringsanlæg

5.1 Beregningsenheder for anlægget

5.1.1 Opdeling af anlægget i beregningsenheder

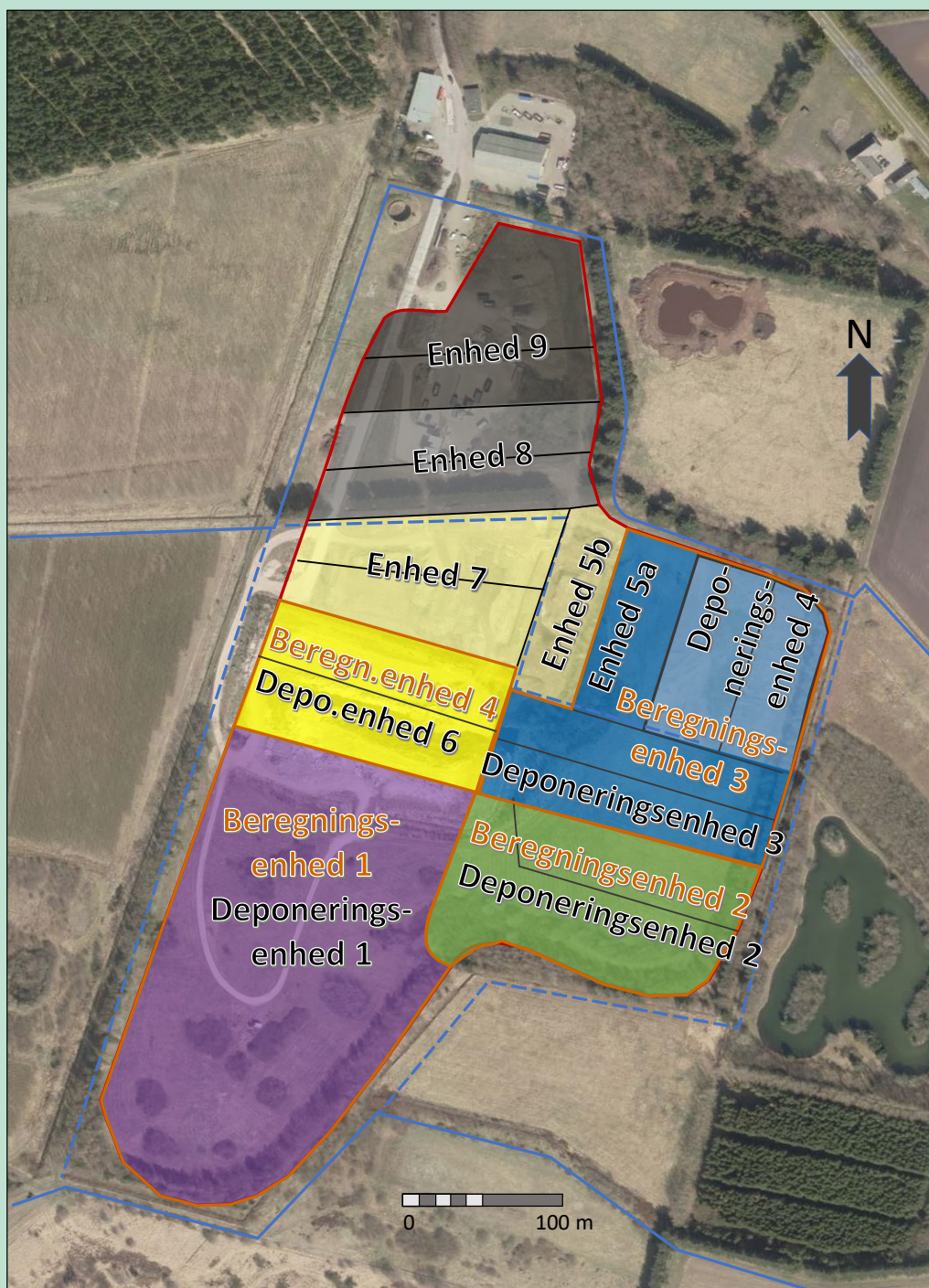
I forbindelse med miljørisikovurderingen opdeles anlægget i et antal beregningsenheder for at muliggøre en modellering af de affaldsklasser, anlægget omfatter. Det tilstræbes, at antallet af beregningsenheder reduceres mhp. at lette beregningsgangen i risikovurderingen. Opdelingen i beregningsenheder følger anlæggets opdeling i deponeringsenheder, affaldsklasser og historik – dvs. hvornår enhederne er i drift hhv. efterbehandling. I afsnit 4.1 fremgår opdelingen af Grindsted Deponeringsanlæg i deponeringsenheder, som illustreret i FIGUR 5.1.

Beregningsenhederne 1-3 omfatter alle nedlukkede deponeringsenheder. Beregningsenhed 1 består af deponeringsenhed 1, beregningsenhed 2 består af deponeringsenhed 2, og beregningsenhed 3 består af deponeringsenhederne 3, 4 og 5a, se FIGUR 5.1.

Beregningsenhed 4 er aktiv og udgøres af deponeringsenhed 6, jf. FIGUR 5.1.

Beregningsenhederne 2 og 3 kunne i princippet indgå i beregningerne som en samlet beregningsenhed, da de ikke er opdelt. Årsagen til at opdele dem i to beregningsenheder er, at beregningsenhed 2 ligger opstrøms for beregningsenhed 1, og beregningsenhed 3 ligger opstrøms for beregningsenhed 4, samt at grundvandsstrømningsretningen er forskellig under deponeringsenhed 1 og 2, hvor den går i en vestlig retning, mens grundvandet under 3 og 4 strømmer mere nordligt, se FIGUR 4.4.

Grindsted Deponeringsanlæg er i sin helhed klassificeret som et deponeringsanlæg til blandet affald, der er ikke-kystnært beliggende. Der kan ikke gives miljøgodkendelse til nye ikke-kystnære deponeringsenheder til blandet affald. I henhold til /23/ (Miljø- og Fødevareministeriet, 2013) må der efter 1. april 2020 ikke længere deponeres blandet affald på eksisterende ikke-kystnære enheder til blandet affald. Denne frist udskyder Miljø- og Fødevareministeren til 1. jan 2023.



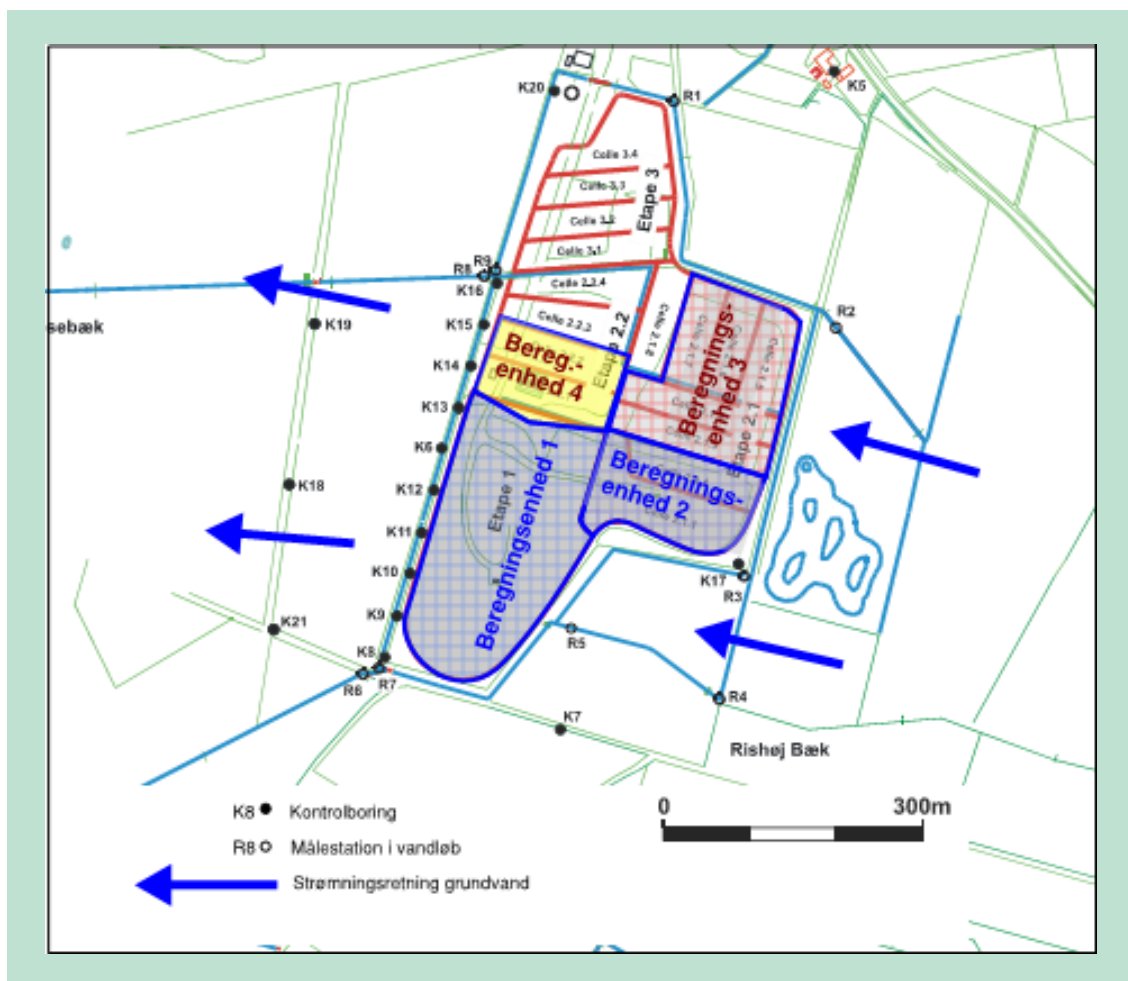
FIGUR 5.1. Grindsted Deponeringsanlæg med inddeling i beregningsenheder. Hver beregningsenhed har sin egen baggrundsfarve (lilla, grøn, blå eller gul) og orange afgrænsning. Lysegule og grå områder indgår ikke i risikovurderingen, da de ikke er taget i brug.

TABEL 5.1. Sammenfatning af oplysninger om beregningsenhederne

Spørgsmål	Beregnings- enhed 1	Beregnings- enhed 2	Beregnings- enhed 3	Beregnings- enhed 4
Spørgsmålene gælder for enheder/områder der samles i samme beregningsenhed				
Ligger enhederne arealmæssigt adskilt (har ingen fælles side grænse)	Nej – de ligger op til hinanden			
Er tykkelsen af affaldet væsentligt forskellige?	Den gennemsnitlige fyldhøjde ligger for de fire beregningsenheder på mellem 12,5 og 15 meter			
Er affaldsklassen forskellige?	Nej de er opfyldt med blandet affald			
Er affaldstyperne forskellige / usammenlignelige?	Der er deponeret dagrenovation på ældre enheder, mens enhed 6 er blandet affald, herunder ~40 % asbest, primært tagplader.			
Kan der udtages separate perkolatprøver fra enhederne?	Nej			Ja
Kan perkolatproduktionen vurderes / registreres / beregnes separat for enhederne?	Der foreligger forskellige registreringer af perkolatet over tid. I dag foretages registrering af den samlede afledte perkolatmængde for beregningsenhed 1, 2 og 3. disse samlede data er anvendt i beregningseksemplet			Der foretages særskilt estimering af perkolatet fra beregningsenhed 4
Har grundvandet umiddelbart under og nedstrøms enhederne forskellige retninger under de fire enheder?	Grundvandets strømningsretning under beregningsenhed 1 og 2 er den samme		Grundvandets strømningsretning under beregningsenhed 3 og 4 er den samme	
Har den ene celle undersiden under og den anden underside over grundvandsspejlet?	Ja - som nævnt har deponeringsenhed 1 og 4 hele eller dele af undersiden under grundvandsspejlet ved høj grundvandsstand. Det vurderes at der ikke sker indsigning af grundvand til affaldet, hvorfor der anvendes risikomodel A og ikke risikomodel B			
Er bunden af affaldet placeret i væsentligt forskellige niveauer (koter)?	Nej			
Har en af enhederne et membran- og perkolatopsamlingsystem og den anden ikke?	Nej – alle 4 beregningsenheder er etableret med membran og perkolatopsamling,			
Er eller kan enhederne nedlukkes separat?	Ja, teoretisk men pga. affaldshøjden og det lille grundareal for hver enhed bygges affaldet "ind over" nabo-enheden.,			
Er der væsentlige forskelle i slutafdækningen?				
- <u>Tykkelse</u> : Kun af betydning hvis begge tykkelser er mindre end ca. 1,2 m	Nej			
- <u>Materialer</u> : Består den ene af ler og den anden af sand?	Nej			
- <u>Beplantning</u> : Beplantning eller ej	Nej			
- <u>Belægning</u> : Tæt belægning eller ej	Nej			

5.1.2 Placering og udformning af beregningsenheder

I nedenstående FIGUR 5.2 fremgår placeringen af den enkelte beregningsenhed (optrukket med fuld blå streg).



FIGUR 5.2. Inndeling i beregningsenheder. Enhederne tilpasses, så de er beliggende parallelt med den overordnede grundvandsstrømningsretning (angivet med den blå pil). Længden af hver beregningsenhed svarer til den fysiske enheds længde i grundvandets strømningsretning, mens bredden af en beregningsenhed tilpasses, så arealet af beregningsenheden er den samme som arealet af den fysiske enhed.

Geometrien af de enkelte beregningsenheder, samt afstanden fra den enkelte enheds nedstrøms kant til POC (grundvand og Utoft Mosebæk) er anført i TABEL 5.2:

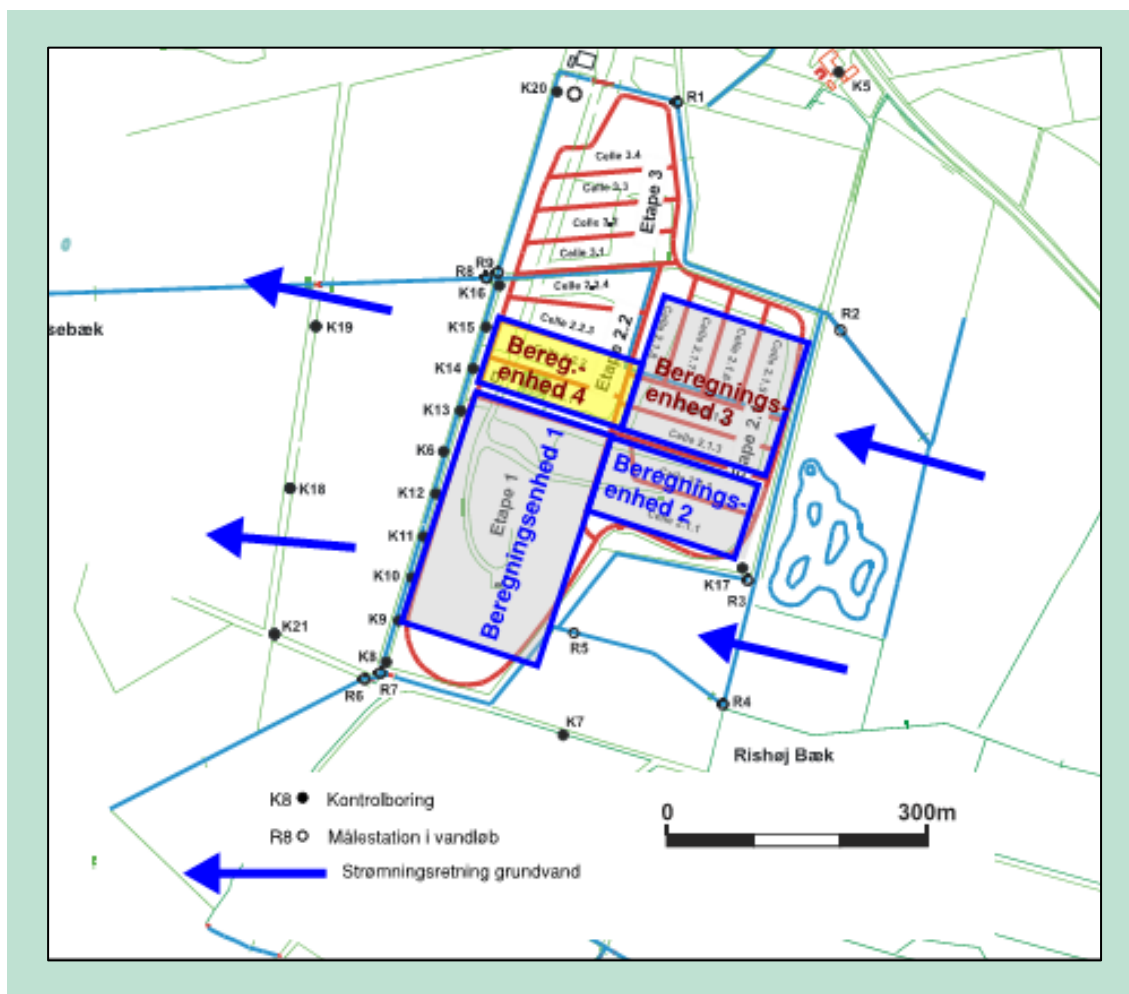
TABEL 5.2. Sammenfatning af oplysninger om beregningsenhedernes størrelse.

Geometri		Beregnings- enhed 1	Beregnings- enhed 2	Beregnings- enhed 3	Beregnings- enhed 4
Areal (A)	m ²	45.000	17.600	29.400	18.200
Beregningsenhe- dens længde (l _{max})	m	166	180	160	170
Beregningsenhe- dens bredde (b)	m	271	98	184	107
Afstand til grund- vandsspejl [#]	m	0,1	0,1	0,1	0,1
Afstand til POC (grundvand)	m	100	266	270	100
Afstand til POC (Utoft Mosebæk)	m	310	476	210	40
Affaldsmængde	m ³	585.000	264.000	382.200	262.875
	ton	580.000	247.320	362.680	210.000
Rumvægt	ton/m ³	0,99	0,94	0,94	0,93
Gennemsnits- højde	m	13	15	13	12,5

Afstand fra bund af beregningsenheden til grundvandsspejl.

Umiddelbart sammenlignet med den overordnede strømningsretning for grundvandet ligger beregningsenhederne 1 og 2 i samme strømningskanal (sydlige fane), mens 3 og 4 ligger i en anden strømningskanal (nordlige fane), se FIGUR 4.4, således at der skal regnes med to perkolfatfæner i stoftransportmodellen. Da resultatet ønskes for begge perkolfatfæner, og ikke kun den kraftigste, er der udført beregninger for hver af de to perkolfatfæner separat.

Konceptuelt lægges beregningsenhederne derfor i forlængelse af hinanden langs strømretnin-
gen og med den reelle afstand til vandkanten, jf. nedenstående FIGUR 5.3, som viser en mo-
delskitse af deponeringsanlægget og grundvandets forhold.

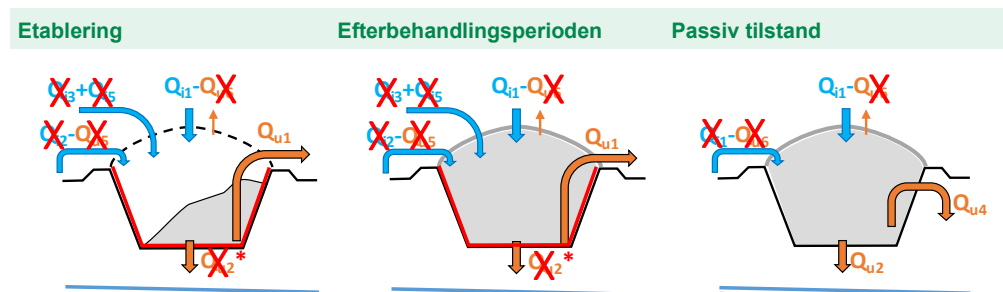


FIGUR 5.3. Illustration af, hvordan beregningsenhederne konceptuelt lægges i forlængelse af hinanden langs strømretningen.

5.2 Opstilling af model for vandstrømme

5.2.1 Vandstrømme for beregningsenheder

Den konceptuelle vandbalancemodel for de fire beregningsenheder under opfyldning hhv. efterbehandling og passiv tilstand fremgår i det følgende, hvor den grundlæggende tilgang er illustreret i FIGUR 5.3.



FIGUR 5.4. Vandbalance for enheder.

* For beregningsenhed 1, 2 og 3 sker der nedsivning til grundvandet under etablering og efterbehandling, mens der ikke sker nedsivning fra beregningsenhed 4 som illustreret i figuren. I TABEL 5.4 beskrives de enkelte vandstrømme.

For at kunne foretage risikovurdering af begge receptorer (grundvand og overfladevand) udføres som beskrevet i afsnit 4.6 risikovurdering for både sommer- og vintersituationen.

For alle fire beregningsenheder foretages perkolatopsamling under drift og efterbehandling. For beregningsenhederne 1, 2 og 3 sker der lækage gennem membranen, mens lækagen for beregningsenhed 4 regnes som værende lig 0. Dette er illustreret i **FIGUR 5.4** og **TABEL 5.3**.

TABEL 5.3. Sammenfatning af oplysninger om de enkelte vandstrømme under opfyldning, efterbehandling og passiv tilstand for alle fire beregningsenheder

Beregningsenhed 1 -4		Indfyldningsperioden	Efterbehandlingsperioden	Passiv tilstand
Qi1	Infiltration af nedbør til affaldet	Estimeres med DK-modellen (INF-C), som er indarbejdet i kildestyrkemodellen		
Qi2	Tilstrømmende overfladevand	Ingen tilstrømmende overfladevand		
Qi3	Tilført rent vand	Ej tilførsel af vand		
Qi5	Recirkuleret perkolat fra andre enheder	Ingen recirkulation		
Qu1	Perkolat afledt fra enheden til rensningsanlæg	Fra beregningsenhed 1 og 2 bortledes 80,5% af nettonedbøren Fra beregningsenhed 3 og 4 bortledes 100% af nettonedbøren		Ingen perkolatopsamling.
Qu2	Udsivning/nedsivning gennem bunden	Lækage i aktiv drift– se afsnit 4.3.1. Beregningsenhed. 1, 2 og 3 udsiver 0,055 m ³ /m ² pr. år, svarende til ca. 19,5% af nettonedbøren Beregningsenhed 4 udsiver 0% af nettonedbøren		Ansættes som samlet perkolatproduktion i passiv tilstand
Qu4	Overløb over kant / gennem huller i siden i passiv tilstand	Det antages, at der ikke sker overløb		
Qu5	Overfladeafstrømning	Ingen overfladeafstrømning		
Qu6	Evapotranspiration	Er indeholdt i Qi1 ved bestemmelse af infiltrationen med DK-modellen		

5.2.2 Estimering af infiltration

Der foreligger registreringer af den samlede månedligt afledte perkolatmængde for Grindsted Deponeringsanlæg fra 1987 og frem. Ved beregning af kildestyrken er det derfor valgt at anvende INF-C i kildestyrkeestimeringen, idet denne er baseret på lokale infiltrationsdata, som beskrevet i /B1/ (Miljøstyrelsen 2018b). Der er derfor ikke behov for supplerede data vedrørende nedbør, fordampning, mv., ligesom inddata om slutfædningens opbygning heller ikke er nødvendig.

Med henblik på at kunne vurdere L/S-forholdet er perkolatdannelsen for hver enkelt beregningsenhed beregnet ud fra en antagelse om, at infiltrationen reduceres til 30 % ved etablering af slutfædningen jf. /F/ (Miljøstyrelsen, 2019), samt viden om arealfordeling og tidspunkterne for ibrugtagning hhv. slutfædning. Der beregnes en gennemsnitlig perkolatafledning pr. arealenhed i åben hhv. slutfædnet situation, jf. /5/ (COWI, 2003). Desuden indregnes, at der fra beregningsenhederne 1, 2 og 3 er en årlig udsivning gennem membranen på 55 mm/ m² pr. år.

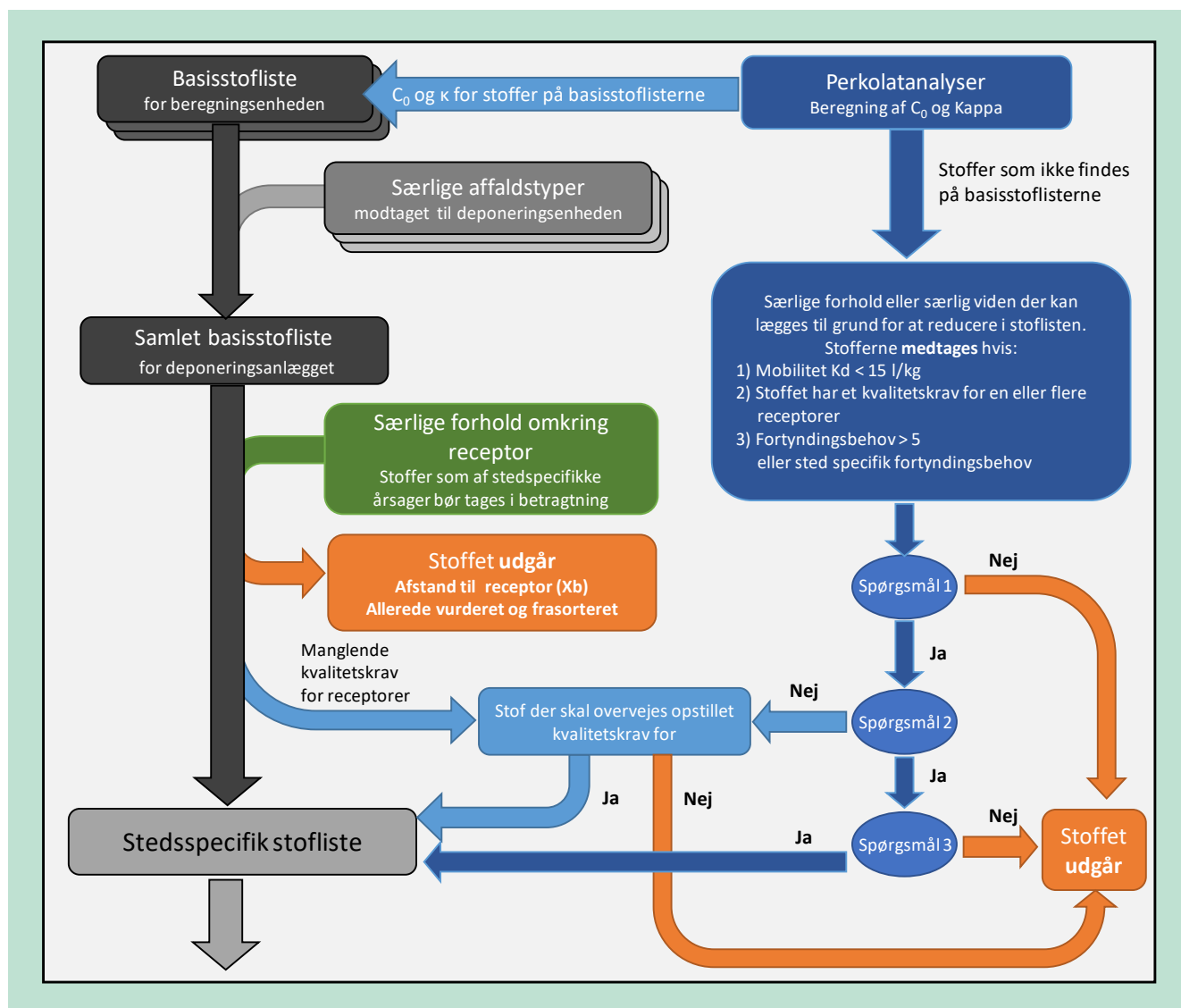
På baggrund af antagelserne ovenfor beregnes perkolatdannelsen for de to aktuelle situationer (perkolatdannelse under indfyldning og perkolatdannelse i efterbehandlingsperioden) til:

- Åben: 0,48 m³/m²/år
- Slutafdækket: 0,30 m³/m²/år.

Dette benyttes for alle beregningsenhederne.

5.3 Valg af relevante stoffer for risikovurderingen

Udvælgelsen af stoffer, der skal indgå i risikovurderingen, foregår som vist i FIGUR 5.5. Indledningsvis udvælges en fælles basisstofliste, herefter opstilles stedsspecifikke stoflister for deponeringsanlægget.



FIGUR 5.5. Generel metodik for udvælgelse af stoffer til den stedsspecifikke risikovurdering.

Det skal bemærkes, at spørgsmål 1 i den blå kasse kun har relevans, hvis der minimum er 1,0 m umættet zone under deponeringsanlæggets bund, og hvis POC ligger mindst 100 m nedstrøms deponeringsanlægget.

5.4 Basisstofliste for Grindsted Deponeringsanlæg

Indledningsvist skal det vurderes, om der er affaldstyper, som er eller vil blive deponeret i enheden, som kan give anledning til specifikke stoffer i perkolatet, men som ikke fremgår af basisstoflisten og derfor skal tilføjes listen. Det skal også vurderes, om affaldet i enheden har en sammensætning, der bevirker, at der er stoffer, som skal fjernes fra basisstoflisten, da affaldet ikke indeholder de pågældende stoffer.

I /A/ (Miljøstyrelsen 2018a) er der i tabellerne 5.21, 5.23, 5.25 og 5.27 angivet basisstoflister for de forskellige affaldsklasser/affaldstyper.

Dernæst skal det vurderes, om der er stedsspecifikke forhold omkring receptor (for Grindsted Deponeringsanlæg er det grundvand og overfladevand), der giver anledning til at medtage andre stoffer i vurderingerne hhv. fjerne stoffer fra basisstoflisten.

I bilag 3 er opstillet en bruttoliste over alle de stoffer og kemiske forbindelser, der indgår ved udvælgelse af stoffer til den stedsspecifikke risikovurdering.

5.4.1 Stedsspecifikke forhold for deponeringsanlægget

På Grindsted Deponeringsanlæg omfatter alle deponeringsenhederne blandet affald. Deponeringsenhederne er antaget placeret umiddelbart over grundvandsspejlet, hvorfor den umættede zone er antaget mindre end 1 m. I umiddelbar nærhed af deponeringsanlægget sker der udsivning til overfladevand. Det betyder, at basisstoflisten ikke kan reduceres med stoffer, som kun medtages, hvis perkolatet passerer gennem mindst 1 m umættet zone og POC er en overfladevandsreceptor tæt på deponeringsanlægget.

Der er ikke viden om særlige affaldstyper på Grindsted Deponeringsanlæg, som kan give grundlag for en udvidelse eller reduktion af basisstoflisten. Basisstoflisten er dermed bruttolistefor den stedsspecifikke stofliste for beregningseksemplet.

TABEL 5.4. Basisstofliste for blandet affald fra Tabel 5.23, /A/ (Miljøstyrelsen, 2018a).

Stof	Blandet affald	Note	Stof	Blandet affald	Note
Ammonium – N	X	M	Kobber (Cu)	X	
Antimon (Sb)	X		Krom (Cr-total)	X	
Arsen (As)	X		Kviksølv, uorganisk (Hg)	X	B
Atrazin	X	M	Mangan (Mn)	X	
Barium (Ba)	X		Meklorprop (MCP)	X	
Benzen	X	M	Molybdæn (Mo)	X	
Benz(a)pyren	X	B	Naphthalen	X	M
Bisfenol A	X		Natrium (Na)	X	
Bly (Pb)	X	B	Nikkel (Ni)	X	
Bor (B)	X		Nonylfenol	X	
Cadmium (Cd)	X	B	NVOC/DOC	X	
Fenol	X		Phthalater (+DEHP)	X	
Fluoranthren (PAH)	X	M	Selen (Se)	X	
Fluorid (F-)	X		Sulfat (SO ₄ ²⁻)	X	
Jern (Fe)	X	M	Total Fosfor (Total-P)	X	
Kalium (K)	X		Total kulbrinter	X	
Klorbenzener (1,2 diklorbenzen)	X	M	Triklorethylen	X	M

Klorfenoler (2,6-diklorfenol)	X	Vanadium (V)	X	
Klorid (Cl ⁻)	X	Zink (Zn)	X	B

Note B: Stofferne medtages kun, hvis POC er en overfladevandsreceptor tæt på deponeringsanlægget, og/eller perkolatet ikke først passerer gennem mindst 1 m umættet zone. Denne note er ikke relevant for nærværende beregningseksempel.

Note M: Modelstof - et kemisk stof, som kan indgå i risikoberegningerne i stedet for et andet stof eller en samleparameter.

5.4.2 Stedsspecifikke forhold for receptor

Det vurderes herefter, om der er stedsspecifikke forhold omkring receptor (grundvand, overfladevand, bilag IV-arter og Natura 2000-områder), der giver anledning til at medtage andre stoffer i vurderingerne hhv. fjerne stoffer fra basisstofflisten.

Ifølge vandhandleplanen for Billund Kommune /9/ (Billund kommune, 2015) er der ingen indsats i forhold til grundvandsforekomsterne eller i forhold til Utoft Mosebæk, hvorfor den ikke giver anledning til ændringer i stofflisten.

Vurdering i forhold til Natura 2000-områder og bilag IV-arter indgår ikke i Grindsted-eksemplet og medfører derfor ikke ændringer af listen af hensyn til stedsspecifikke forhold.

5.4.3 Vurdering af resultater fra analyse af perkolatet

De kemiske analyser af perkolatet gennemgås, i det omfang det er muligt, separat for hver enkelt beregningsenhed med henblik på at vurdere, om de foreliggende perkolatanalyser giver anledning til at medtage andre stoffer i vurderingerne hhv. fjerne stoffer fra basisstofflisten. Indledningsvist bliver listen screenet for outliers. Som udgangspunkt svarer C_0 til den højest målte koncentration, men der kan forekomme såkaldte outliers, dvs. målinger der ligger meget højere eller meget lavere end de øvrige målinger. Ved bestemmelse af C_0 er der set bort fra outliers målt på deponeringsanlæggets perkolatprøver. Outliers kan f.eks. identificeres, hvis $C_{\max} > 90\%$ fraktilen. Herefter vurderes monitoringsdata og der ses der bort fra følgende stoffer/parametre:

1. Driftsparametre – (vurderes på anden vis, hvis relevant)
2. Samleparametre, for hvilke der ikke er udpeget et modelstof
3. Parametre, der allerede er vurderet ved opstilling af basisstofflisten, men som blev vurderet ikke relevante og derfor ikke fremgår af basisstofflisten /A/ (Miljøstyrelsen, 2018a).

De resterende stoffer fra monitoringsprogrammet sættes sammen med basisstofflisten, hvilket giver en bruttoliste over stoffer, der kan indgå i en risikovurdering for Grindsted Deponeringsanlæg.

Supplerende stofdata (C_0 , K_d og kvalitetskrav):

Herefter foretages følgende trin:

4. Fastlæggelse af C_0 -værdier til kildestyrkemodellen for stoffer på stedsspecifikke bruttostoffliste. Det er nødvendigt at vurdere, om kvaliteten af monitoringsdata er tilstrækkelig god til at kunne anvende stedsspecifikke værdier til fastsættelse af kildestyrkeparametrene, eller om det i stedet er nødvendigt at anvende default-værdier (se bilag 2).
5. Fastlæggelse af stofspecifikke parametre til stoftransportmodulet. På baggrund af litteratursøgning og/eller beregning fra Koc fastlægges K_d -værdi.

6. Indhentning af stofspecifikke miljømål og kvalitetskrav for de udpegede receptorer, jf. kapitel 4.6.3. For de listede stoffer findes kvalitetskrav for relevante receptorer, i dette tilfælde overfladevand (ILVK) og grundvand (KvG)

Vurderinger:

Det vurderes, hvorvidt der er påvist stoffer ved monitoring af perkolatet, for hvilke der ikke foreligger et miljømål eller kvalitetskrav. For disse stoffer bør det overvejes, om der skal opstilles et miljømål eller kvalitetskrav. Dette er uddybet i næste kapitel.

Den stedsspecifikke stofliste reduceres ved at vurdere stoffernes koncentrationsniveau og mobilitet. Dette sker i følgende trin:

7. Det vurderes, hvilke stoffer der er påvist i perkolatet i koncentrationer, som vil kunne udgøre en risiko i forhold til det udpegede POC. Der screenes efter en attenueringsfaktor på 5 mellem perkolatet og det pågældende kvalitetskrav, således, at stoffer, hvor C_0 er højere end 5 gange kravværdien for grundvand (KvG) eller indlandsvand (ILVK), vurderes at kunne udgøre en risiko. Såfremt der ikke foreligger KvG eller ILVK, skal det vurderes, om stoffet skal medtages i risikovurderingen. Dette er uddybet i næste kapitel.
8. Det vurderes, om stofferne kan forventes at nå frem til POC'er inden for 500 år. I praksis gøres dette ved at vurdere stoffernes K_d -værdi (stoffer, hvor $K_d > 15$ kan udelades fra risikovurderingen – dvs. at stoffer, hvor $K_d \leq 15$ eller hvor K_d ikke er kendt bibeholdes på listen). Udelukkelse af stoffer på baggrund af $K_d > 15$ kræver, at der er minimum 1 m umættet zone under bunden af alle enheder, og at der er minimum 100 m til nærmeste POC (og at grundvandshastigheden i området ikke er væsentligt over 100 m/år). Der sorteres ikke stoffer fra i dette trin i eksemplet, da betingelserne ikke er opfyldt.
9. Stoffer, hvor der ikke er/kan estimeres et grundlag for at gennemføre en beregningsmæssig risikovurdering, udelades – dvs. stoffer, hvor der ikke er estimeret en C_0 . Det noteres i konklusionen, hvilke stoffer der her er tale om. Det vurderes, for hvilke stoffer der bør fremskaffes supplerende oplysninger, så det bliver muligt at gennemføre en risikovurdering også for disse stoffer.

Vurdering af, hvilke stoffer der medtages i risikovurderingen, kan ses i bilag 3. For Grindsted Deponeringsanlæg er punkt 8 overflødig, da der er mindre end 1 meter ned til grundvandspejlet.

5.4.4 Den stedsspecifikke stofliste til risikovurdering

Resultater af perkolatmonitoringen er gennemgået som beskrevet i afsnittene 5.4.1 og 5.4.3 med henblik på at udarbejde en stedsspecifik stofliste for Grindsted Deponeringsanlæg. Vurderingen af de enkelte stoffer fremgår af bilag 3. Den stedsspecifikke stofliste for Grindsted Deponeringsanlæg fremgår af Tabel 5.5. Der er i eksemplet inddraget perkolatanalyser fra den samlede afledning fra deponeringsenheder ejet af Billund Kommune, samt perkolatanalyser fra deponeringsenheden ejet af Deponi Syd. Der er ikke taget stilling til analyser udtaget, da Billund Kommune (tidligere Grindsted kommune) ejede anlæggene. Dette er besluttet af hensyn til at udføre beregningerne inden for projektøkonomiens rammer, og at der med eksemplet er fokus på at illustrere metodikken frem for en konkret sagsbehandling. Det er disse stoffer, der på det foreliggende datagrundlag er vurderet relevante at inddrage i risikovurderingen for Grindsted Deponeringsanlæg.

TABEL 5.5. Den stedsspecifikke stofliste for Grindsted Deponeringsanlæg. Da Grindsted Deponeringsanlæg er opdelt i fire beregningsenheder, er der for hvert stof i princippet fire C_0 -værdi. $C_{0,max}$ angiver den højeste af de fire C_0 -værdier. De sidste to kolonner angiver værdierne for den nødvendige attenuering (NA), dvs. hvor mange gange $C_{0,max}$, dvs. kildestyrken, er højere end kravværdien for henholdsvis indlandsvand og grundvand. Stoffer angivet med **fed**

skrift er stoffer fra basisstofflisten, de øvrige er fra monitoringsprogrammet. Værdier angivet med rødt er default-værdier. Tabellen medtager stoffer, hvor værdien af $C_{0,max}$ er større end enten 5 gange miljøkvalitetskravet for indlandsvand (ILVK) eller 5 gange kravværdien for grundvand (KvG).

Stof	$C_{0,max}$ ($\mu\text{g/l}$)	Kappa (kg/l)	Kd (l/kg)	ILVK ($\mu\text{g/l}$)	KvG ($\mu\text{g/l}$)	NA ILVK gange	NA KvG gange
Ammo- nium-N	1.200.000	1,08	F.I	I.KK	50	i.r.	24.000
Antimon	76	0,11	7	113	2	<1	38
Arsen	280	0,03	20	4,3	8	65	35
Barium	260	0,15	14	19	700	13,7	<1
Benz(a)py- ren	0,022	F.I	340	0,00017	0,01	129,4	2,2
Bisfenol A	22	F.I	0,5	0,1	I.KK	220	i.r.
Bly	150	0,27	100	1,2	1	125	150
Bor	6.900	F.I	F.I	94	300	73,4	23
Cadmium	20	0,5	20	I.KK	0,5	i.r.	40
Chrysen	0,081	F.I	160	0,014	I.KK	5,8	i.r.
Fenol	1.600	3,4	0,0048	7,70	0,5	207	3.200
Fluoran- then	0,340	0,00086	34	0,0063	0,1	54	3,4
Jern (op- løst)	170.000	1,63	F.I	I.KK	200	i.r.	850
Kalium	1.400.000	F.I	F.I	I.KK	I.KK	i.r.	i.r.
Klorid	2.300.000	0,57	0	I.KK	250.000	i.r.	9,2
Kobber	200	0,28	100	1	100	200	2
Krom (to- tal)	540	0,18	23	3,4	25	159	21,6
Kviksølv	20	0,05	20	0,07	0,1	286	200
Mangan	12.000	F.I	F.I	150	50	80	240
Natrium	4.700.000	0,45	F.I	I.KK	175.000	i.r.	26,9
Nikkel	250	0,29	20	4	10	62,5	25
Pyren	0,27	F.I	17	0,0046	I.KK	58,7	i.r.
Selen	4,50	0,38	5	0,1	10	45	<1
Sulfat	2.700.000	0,33	0	I.KK	250.000	i.r.	10,8
Toluen	25	0,34	0,1	74	5	<1	5
Total-P	42.000	F.I	F.I	I.KK	I.KK	i.r.	i.r.
Xylener	160	0,14	0,2	10	5	16	32
Zink	75	0,28	20	7,8	100	9,6	<1
Xylenoler	94	F.I	0,011	13,1	0,5	7,2	188
Cresoler	773	F.I	0,022	100	0,5	7,7	1.546
Total kul- brinter (naphthalen)	1.370	0,073	0,5	I.KK	9	i.r.	152

F.I Der findes ingen værdi for kappa eller Kd for det pågældende stof. I kildestyrkeberegningerne sættes $\kappa=0$, og ved transportberegningerne sættes $K_d=0$

I.KK Intet kvalitetskrav

i.r. Ikke relevant

Total kulbrinterne er en samlebetegnelse for en hel række af stoffer, der både indeholder mobile og let nedbrydelige stoffer samt stort set immobile stoffer og svært nedbrydelige stoffer. Når der skal regnes på total kulbrinternes udvaskning og transport, er det nødvendigt at anvende modelstoffer. I /A/ (Miljøstyrelsen, 2018a) beskrives to forskellige tilgange til at anvende modelstoffer for kulbrinter. I den ene tilgang anvendes naftalen som modelstof for det samlede indhold af kulbrinter (C6-C35), og i den anden tilgang anvendes modelstoffer for hver af de tre fraktioner, som total kulbrinterne typisk inddeles i. For den lette fraktion C6-C10 anvendes benzen som modelstof, for mellemfraktionen C10-C25 anvendes dekan som modelstof, og for den tunge fraktion C25-C35 anvendes pentadecan som modelstof. Begge metoder er indledningsvist anvendt i dette beregningseksempel se afsnit 7.2.1.

Xylen er summen af o-, m- og p-xylen. Stofferne har stort set samme K_d-værdi og kappa-værdi, men ved beregningerne er anvendt værdier for p-xylen. Koncentrationen er angivet for summen af xylen, ligesom kvalitetskrav angives for summen.

Xylenoler er summen af de seks dimethylphenoler. I beregningseksemplet er xylenoler beregnet med 2,4-dimethylphenol som modelstof, mens kvalitetskravene og koncentrationen i receptor angives for summen af xylenoler.

Cresoler er summen af de tre methylphenoler (2-, 3- og 4-methylphenol). I beregningseksemplet er cresoler beregnet med 2-methylphenol som modelstof. Kvalitetskravene og koncentrationen i receptor angives for summen af cresoler.

5.4.4.1 Stoffer, hvor der ikke er grundlag for en beregningsmæssig risikovurdering

Såfremt der for et stof ikke kan fastlægges en C₀-værdi, kan stoffet ikke medtages i den videre risikovurdering. For stofferne i TABEL 5.6 har det ikke været muligt at fastlægge anvendelige C₀-værdier, hverken ud fra analyse af perkolatet eller ud fra default-værdier.

TABEL 5.6. Liste over stoffer hvor der ikke foreligger målte stofkoncentrationer i perkolatet eller default-værdier. For disse stoffer er det derfor ikke muligt at estimere en C₀-værdi.

Stof	K _d (l/kg)	Kappa	ILVK (µg/l)	KvG (µg/l)
Atrazin	0,058	Ingen værdi	0,0006	0,1
Klorfenoler*	0,22	Ingen værdi	0,0034	0,1
MCCP	0,0002	Ingen værdi	0,018	0,1
Ftalater (÷DEHP)**	0,063	Ingen værdi	2,3	1
Vanadium	Ingen værdi	0,04	0,0041	I.KK

* Miljøkvalitetskravet er for modelstoffet 2,6 diklorfenol

** Miljøkvalitetskravet og K_d er for modelstoffet dibutylftalat (DBP)

I.KK Der er intet kvalitetskrav for det pågældende stof

Alle fem stoffer i TABEL 5.6 er på basisstofflisten for blandet affald. Alle stofferne regnes for mobile (K_d kendes dog ikke for vanadium). For alle stofferne er der fastsat kvalitetskrav ved POC i begge receptorer undtagen for vanadium i grundvand. Det anbefales derfor, at alle fem stoffer indgår i den fremtidige monitoring for alle enheder, så stofferne på sigt kan indgå i en risikovurdering.

5.4.4.2 Stoffer, hvor der ikke foreligger kvalitetskrav for POC

For stofferne/samleparametrene i TABEL 5.7 mangler der kvalitetskrav for den ene eller begge relevante receptorer. For disse stoffer skal det i samarbejde med myndighederne overvejes, om der skal opstilles kvalitetskrav (ILVK eller KvG) for stoffet. En forudsætning for, at der skal opstilles et kvalitetskrav er, at man har et estimat for, om udsivningen giver anledning til et ikke uvæsentligt bidrag af det pågældende stof i receptor. En sådan vurdering kan f.eks. baseres på resultatet af kildestyrkeberegningerne, og er der behov for det, kan der endvidere efterfølgende foretages en stoftransportberegning.

TABEL 5.7 viser de stoffer fra basisstofflisten og monitoringsprogrammet, hvor der ikke forekommer kvalitetskrav til enten grundvand eller indlandsvand. De stoffer, som udgår på grund af, at C_0 er lavere end 5 gange kvalitetskravet, fremgår af sidste kolonne.

TABEL 5.7. Stoffer hvor der enten ikke forekommer miljøkvalitetskrav (ILVK) eller kravværdi for grundvandskrav (KvG), eller begge dele. For de stoffer, der udgår af stofflisten, er årsagen beskrevet i sidste kolonne, øvrige stoffer indgår i den stedsspecifikke stoffliste. Stoffer angivet med **fed** er fra basisstofflisten, de øvrige er stedsspecifikke stoffer fra monitoringen. For værdier angivet med rød er der anvendt default-værdi.

Stof	Kd (l/kg)	Kappa (kg/l)	Max C_0 (mg/l)	ILVK (mg/l)	KvG (mg/l)	Udgår pga.
Acenaphthen	1,7	F.I	0,00034	0,0038	I.KK	$C_0 < 5 \times \text{ILVK}$
Ammonium-N	F.I	1,08	1.200	I.KK	0,05	
Anthracen	6	F.I	0,00015	0,0001	I.KK	$C_0 < 5 \times \text{ILVK}$
Benz(a)anthracen	550	F.I	0,000056	0,000012	I.KK	$C_0 < 5 \times \text{ILVK}$
Benz(b+j+k)fluoranthren	330	F.I	0,000062	I.KK	0,0001	$C_0 < 5 \times \text{KvG}$
Benz(g,h,i)pyren	520	F.I	0,000013	I.KK	0,0001	$C_0 < 5 \times \text{KvG}$
Bisfenol A	0,5	F.I	0,022	0,0001	I.KK	
Cadmium	20	0,5	0,02	I.KK	0,0005	
Chrysen	160	F.I	0,000081	0,000014	I.KK	
Flouren	3	F.I	0,00023	0,0023	I.KK	$C_0 < 5 \times \text{ILVK}$
Fluorid	2	0,22	6,2	I.KK	1,5	$C_0 < 5 \times \text{KvG}$
Jern (opløst)	F.I	1,63	170	I.KK	0,2	
Kalium	F.I	F.I	1.400	I.KK	I.KK	
Klorid	0	0,57	2.300	I.KK	250	
Natrium	F.I	0,45	4.700	I.KK	175	
Phenanthren	6,3	F.I	0,00039	0,0013	I.KK	$C_0 < 5 \times \text{ILVK}$
Pyren	17	F.I	0,00027	0,0000046	I.KK	
Sulfat	0	0,33	2.700	I.KK	250	
Total kulbrinter	F.I	F.I	1,37	I.KK	0,009	
Total-P	F.I	F.I	42	I.KK	I.KK	

F.I: Den pågældende værdi foreligger ikke

I.KK Intet kvalitetskrav

De uorganiske ioner (Na, K, Ca og Fe, samt Cl og SO_4) er for indlandsvand ikke omfattet af listen over de vigtigste forurenende stoffer i bilag 2 i Bekendtgørelse 1625 /20/ (Miljø- og fødevareministeriet, 2017), men det kan overvejes, om de skal indgå ligesom næringsstofferne ved vurdering af vandområdets økologiske tilstand.

For næringsstofferne kvælstof og fosfor skal der foretages en vurdering af påvirkningen af overfladevandet i forhold til vandmiljøplanernes opstillede miljømål. Dette foretages i samråd med vandmyndigheden. Der foretages derfor beregninger af udsivningen af næringsstofferne.

5.4.5 Fastlæggelse af κ (kappa)

Grundet den driftsmæssige indretning af deponeringsanlægget kan data fra analyser af perkolatet ikke benyttes til en stedsspecifik estimering af kappa, da der for ingen af de fire beregningsenheder kan opstilles samhörende data for L/S-forholdet og de registrerede koncentrationer af perkolatet. Dette skyldes, at perkolatmængder i størstedelen af den samlede periode er registreret for det samlede anlæg og ikke for de enkelte deponeringsenheder.

Der benyttes derfor default-værdier for kappa for de betragtede stoffer.

Det skal bemærkes, at stoffer, hvor der ikke findes en kappa-værdi i litteraturen, kun kan medtages i risikovurderingen, såfremt kappa-værdien sættes til nul – svarende til konstant kildestyrke (dvs. at kildestyrken ikke reduceres med tiden, men forbliver konstant). Dette er en konservativ antagelse, og i det omfang ét eller flere af de stoffer, som må antages at have konstant kildestyrke, viser sig at være kritiske, bør der efterfølgende gennemføres de nødvendige tiltag til at bestemme kappa-værdien.

6. Beregning

6.1 Kildestyrkeberegning

Kildestyrkemodellen er sat op på den måde, at modellen regner på én beregningsenhed ad gangen, men estimerer kildestyrken for op til 23 stoffer i en beregning. Inddata for den enkelte beregningsenhed findes i TABEL 6.1 og indtastes i regnearket til kildestyrkeberegning under fanebladet "Grunddata og vandbalancer". Ved indtastning af data om kemiske stoffer indtastes værdier for alle de stoffer, som fremgår af den stedsspecifikke stofliste, se TABEL 5.5. For C_0 - og kappa-værdier gælder, at såfremt der ikke foreligger en stedsspecifik værdi, anvendes default-værdier. Hvis der ikke foreligger default-værdier for kappa, anvendes værdien "0", hvilket betyder, at modellen regner med konstant kildestyrke. Foreligger der hverken specifikke estimater eller default-værdier for C_0 , kan stoffet ikke indgå i beregningerne på det foreliggende grundlag, og man bør søge at gennemføre målinger, der kan danne grundlag for at fastsætte en stedsspecifik værdi for C_0 .

TABEL 6.1. Sammenfatning af oplysninger om de grundlæggende generelle, geografiske, fysiske og indretningsmæssige forhold med de nugældende regler og afgørelser.

	Enheder	Beregnings- enhed 1	Beregnings- enhed 2	Beregnings- enhed 3	Beregnings- enhed 4
Oplysninger om placering og indretningen:					
Årstal, for påbegyndelse af deponering	årstal	1978	1987	1994	2007
Årstal, hvor indfyldning stopper (og enheden slutaftdækkes)	årstal	1994	1992	2007	2020
Årstal, hvor perkolatafledning stoppes (Passiv tilstand påbegyndes og perkolatet tillades udsivet)	årstal	2024	2022	2037	2050
Årstal for start af visning af kildestyrke- beregningresultater i uddata: (Årstal for start af enhed eller senere afhængigt af situationen)	Årstal	1978	1987	1994	2050
Har enheden membransystem?				nej (enh. 3)	
○ Geologisk barriere		Nej	Nej	Ja(enh.4-5)	Ja
• Tykkelse	m	-	-	> 0,5 m	> 0,5 m
• Permeabilitetskoefficient	m/s	-	-	k<10-9 m/s	k<10-9 m/s
○ Bundmembran		0,5 mm LDPE med klæbe og svejsesam- linger	1,0 mm Polyethy- len med svejsesam- linger	1,0 mm Blackline (LDPE) med svejsesamlinger	
Hvis ingen membran: Er der gennemstrømning af grundvand i bund af enheden? (Har enheden membran kan der ikke være grundvandsgennemstrømning)	1:Ja 2:Nej	2	2	2	2
Længden af beregningsenhed i grund- vandets strømningsretning.	M	166	180	160	170
Arealet af beregningsenheden	m²	45.000	17.600	29.400	18.200

	Enheder	Beregnings- enhed 1	Beregnings- enhed 2	Beregnings- enhed 3	Beregnings- enhed 4
Oplysninger om enhedens placering (UTM E89 S32 koordinater for enhedens nedstrøms kant)	E: N:	497010 6175815	497220 6175890	497270 6176030	497050 6176030
Affaldsmængden / kapaciteten i beregningsenheden i vægt og/eller rumfang	m ³ tons	- 580.000	- 247.320	- 362.680	- 210.000
Gennemsnitstykkelse og rumvægt af affaldet	m t/m ³	13 ca. 1,0	15 ca. 0,94	13 ca. 0,95	12,5 ca. 0,93
Skal der korrigeres for klimaændring	0: NEJ 1:IPPC A2 2:IPPC B2 3:%-ændring	0	0	0	0
Hvis mulighed 3 for klimaændringer er valgt angives %-vis årlig ændring i infiltration og eventuelt indtrængende grundvand (Max. årlig procentuel ændring er 15%)	%				
Hvilken infiltrationsmetode skal anvendes?	1: INF-A 2: INF-B 3: INF-C	3	3	3	3
Utæt membran med kendskab til ind-/udstrømning?	0: nej 1: GV over membran 2: GV under membran	2	2	2	2
Under opfyldning: Hvad er grundvandsudsvining Qu2 ved utæt membran? Ellers 0 m ³ /år	m ³ /år	3.996	1.563	783	0
Efterbehandling: Hvad er grundvandsudsvining Qu2 ved utæt membran? Ellers 0 m ³ /år	m ³ /år	2.498	977	490	0
INF-C					
Qu1+Qu2: Den årlige infiltration inklusiv evt. udsvining under opfyldning anføres her:	m ³ /år (mm/m ² pr år)	21.600 (480)	8.448 (480)	14.112 (480)	8.712 (480)
Qu1+Qu2: Den årlige infiltration under efterbehandling inklusiv evt. udsvining anføres her:	m ³ /år (mm/m ² pr år)	13.500 (300)	5.280 (300)	8.820 (300)	5.445 (300)
Qi1+Qi2-Qu5-Qu6: Den årlige infiltration i passiv tilstand anføres her:	m ³ /år (mm/m ² pr år)	13.500 (300)	5.280 (300)	8.820 (300)	5.445 (300)

For hver af de 4 beregningsenheder foretages således beregninger med de i TABEL 5.5 anførte værdier for C₀ og kappa.

Resultatet fra kildestyrkeberegningerne foreligger i form af fanebladet "resultat til stoftransport", se eksemplet i den venstre del af FIGUR 6.1. Der fås et faneblad for hver beregningsenhed, som indeholder alle de stoffer, som fremgår af den stedsspecifikke stofliste, jf TABEL 5.5. For at kunne anvende data i transportmodellen, er det nødvendigt at transformere data over i en Unicode text-fil, således at den kan indlæses i GrundRisk Landfill, se den højre del af FIGUR 6.1. Se mere herom i bilag 5 i /F/ (Miljøstyrelsen, 2019).

Koordinatfr nfdstrøms punkt		X	613988	meter	Y	
Bredde	276,7	meter				
Længde	450	meter				
Areal	124500,0	m ²				
Stof		Klorid.mmoniumanaphthen	Atrazin	Barium		
Enhed		mg/l	µg/l	µg/l		
Årstal	Q m3/år	Koncentration				
1984	66427,33	1962	6453	4,77	8	1400
1985	66427,33	1772,653	2,040186	4,744086	8	1384,417
1986	66427,33	1601,58	0,000645	4,718313	8	1369,007
1987	66427,33	1447,016	2,04E-07	4,69268	8	1353,768
1988	66427,33	1307,369	6,45E-11	4,667187	8	1338,699
1989	66427,33	1181,198	2,04E-14	4,641831	8	1323,798
1990	66427,33	1067,204	6,44E-18	4,616614	8	1309,063
1991	66427,33	964,2117	2,04E-21	4,591534	8	1294,492
1992	66427,33	871,1584	6,44E-25	4,566589	8	1280,083
1993	66427,33	787,0855	2,04E-28	4,541781	8	1265,834
1994	66427,33	711,1262	6,44E-32	4,517107	8	1251,744
1995	66427,33	642,4975	2,04E-35	4,492567	8	1237,811
1996	66427,33	580,492	6,44E-39	4,46816	8	1224,033
1997	66427,33	524,4704	2,04E-42	4,443886	8	1210,408
1998	66427,33	473,8553	6,43E-46	4,419744	8	1196,935
1999	66427,33	428,1249	2,03E-49	4,395733	8	1183,612
2000	66427,33	386,8079	6,43E-53	4,371853	8	1170,437
2001	66427,33	349,4782	2,03E-56	4,348102	8	1157,409
2002	66427,33	315,7511	6,43E-60	4,32448	8	1144,526
2003	66427,33	285,2789	2,03E-63	4,300987	8	1131,786
2004	66427,33	257,7474	6,43E-67	4,277621	8	1119,189
2005	66427,33	232,873	2,03E-70	4,254382	8	1106,731
2006	66427,33	210,3991	6,42E-74	4,23127	8	1094,412
2007	66427,33	190,0941	2,03E-77	4,208283	8	1082,23
2008	66427,33	171,7487	6,42E-81	4,185421	8	1070,184
2009	66427,33	155,1737	2,03E-84	4,162683	8	1058,271
2010	21592,05	152,6353	5,48E-85	4,158999	8	1056,348
2011	21592,05	150,1384	1,48E-85	4,155318	8	1054,428
2012	21592,05	147,6823	3,99E-86	4,151641	8	1052,512
2013	21592,05	145,2664	1,08E-86	4,147967	8	1050,599
2014	21592,05	142,89	2,91E-87	4,144296	8	1048,689

Unit 1	Unit 1	Unit 1	Unit 2	Unit 2	Unit 2	Unit 3
Year	Q m3/Y	µg/l	Year	Q m3/Y	µg/l	Year
1984	66427,3276	4,77	2023	15207,0268		
1985	66427,3276	4,74408625		2024	5730,4	
1986	66427,3276	4,718313281		2025	5730,4	
1987	66427,3276	4,692680327		2026	5730,4	
1988	66427,3276	4,667186628		2027	5730,4	
1989	66427,3276	4,641831427		2028	5730,4	
1990	66427,3276	4,616613973		2029	5730,4	
1991	66427,3276	4,591533516		2030	5730,4	
1992	66427,3276	4,566589312		2031	5730,4	
1993	66427,3276	4,541780622		2032	5730,4	
1994	66427,3276	4,517106708		2033	5730,4	
1995	66427,3276	4,49256684		2034	5730,4	
1996	66427,3276	4,468160288		2035	5730,4	
1997	66427,3276	4,443886328		2036	5730,4	
1998	66427,3276	4,419744424		2037	5730,4	
1999	66427,3276	4,395733308		2038	5730,4	
2000	66427,3276	4,371852819		2039	5730,4	
2001	66427,3276	4,348102064		2040	5730,4	
2002	66427,3276	4,324480339		2041	5730,4	
2003	66427,3276	4,300986942		2042	5730,4	
2004	66427,3276	4,277621177		2043	5730,4	
2005	66427,3276	4,25438235		2044	5730,4	
2006	66427,3276	4,231269771		2045	5730,4	
2007	66427,3276	4,208282755		2046	5730,4	
2008	66427,3276	4,185420619		2047	5730,4	
2009	66427,3276	4,162682686		2048	5730,4	
2010	21592,04577	4,158998917		2049	5730,4	
2011	21592,04577	4,155318409		2050	5730,4	
2012	21592,04577	4,151641157		2051	5730,4	
2013	21592,04577	4,14796716		2052	5730,4	
2014	21592,04577	4,144296414		2053	5729,4	

FIGUR 6.1. Eksempel på udskrift fra kildestyrkeberegningen (til venstre). Eksempel på inddata for acenaphthen til Grundrisk Landfill (til højre).

6.2 Modellering af stoftransport

6.2.1 Valg af model

Som det fremgår af kapitel 4.4, sker udsivningen fra Grindsted Deponeringsanlæg under forholdvis simple geologiske og hydrogeologiske forhold. I nærværende beregningseksempel er det valgt at anvende en konservativ stoftransportmodel (GrundRisk Landfill) til beregning af stoftransport i umættet zone under Grindsted Deponeringsanlæg og i grundvandszonen under og nedstrøms deponeringsanlægget.

Som beskrevet i kapitel 4.4 deles det sekundære grundvandsmagasin nedstrøms deponeringsanlægget af en lerlinse i et terrænnært magasin og i et dybereliggende magasin. I risikoberegningerne er der taget udgangspunkt i, at alt grundvand, der er påvirket af perkolat, strømmer på oversiden af lerlinsen (i det terrænnære magasin).

Deponeringsanlæggets bund ligger generelt over grundvandsspejlet. For enkelte enheder ligger bunden i visse perioder på niveau med grundvandsspejlet. Der er dog ikke tale om en egentlig grundvandsstrømning gennem affaldet. Det er derfor valgt at foretage beregningerne med anvendelse GrundRisk Landfill model A-multi³.

³ I GrundRisk Landfill henviser " Model A" til, at der ikke er dele af enhederne, som er beliggende under grundvandsspejlet. "Multi" henviser til, at der regnes på mere end en beregningsenhed.

For hvert stof skal der udarbejdes en inddatafil til modellen, som for alle beregningsenhederne indeholder årstal, mængde af perkolat, der frigives til omgivelserne per år, samt koncentrationen af stoffet i perkolatet. Inddatafilen skal have et format som vist i FIGUR 6.1. Læg mærke til, at det er vigtigt at anvende punktum som decimalseparator og ikke komma i inddatafilen.

6.2.2 Inddata til GrundRisk Landfill

Geometriske inddata er angivet i TABEL 5.2 og er sammenfattet i TABEL 6.2.

TABEL 6.2. Anvendte geometridata for beregningsenhederne, data er hentet fra TABEL 5.2

Geometriske inddata til GrundRisk			Input
Source length	l _{max} (m)	Nordlig fane	170;160;
		Sydlig fane	166; 180;
Source width	b (m)	Nordlig fane	107;184;
		Sydlig fane	271;98;
Vert.Distance	(umættet zone) (m)	Nordlig fane	0.1;0.1;
		Sydlig fane	0.1;0.1;
L _{POC}	100 (grundvand)	Nordlig fane	100;270;
		Sydlig fane	100;266;
L _{POC}	40 (vandløb)	Nordlig fane	40; 210;
	310 (vandløb)	Sydlig fane	310; 476;

Der er gennemført modelberegninger med GrundRisk Landfill for POC i grundvandet beliggende 100 m nedstrøms Grindsted Deponeringsanlæg for den nordlige fane, hvor beregningerne får inddata fra beregningsenhederne 4 og 3, og for den sydlige fane, hvor beregningerne får inddata fra beregningsenhederne 1 og 2. Ligeledes er der udført beregninger for grundvandsstrømmen frem til Utoft Mosebæk dvs. 40 m nedstrøms Grindsted Deponeringsanlæg for den nordlige fane og 310 m for den sydlige fane. I FIGUR 6.2 er den konceptuelle opsætning af beregningerne illustreret.

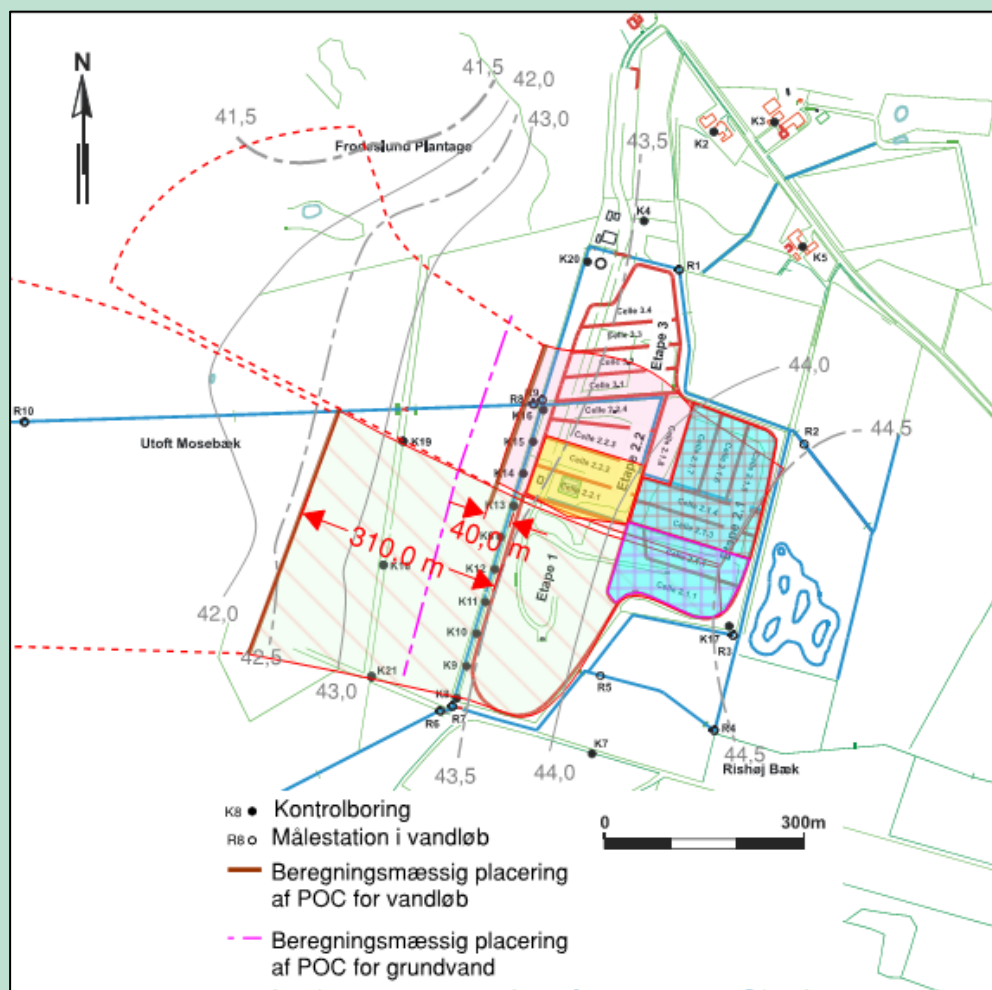
I GrundRisk Landfill skal der angives karakteristika for akviferen. Disse data findes i den hydrogeologiske model for Grindsted Deponeringsanlæg /7/ (COWI, 2003) og /8/ (COWI 1999). Data fremgår af TABEL 6.3.

TABEL 6.3. Inddata til GrundRisk Landfill vedrørende de to perkolfaner. Da de to grundvandsfaner løber i samme akvifer, er akviferdataene ens for de to faner.

Data vedr. placering af perkolfaner (plumes)		Data vedr. akvifer		
Nordlige Fane		Vandindhold	0,18	
Plume 1	4;3	Tykkelse af umættet zone	0,1	m
Plume 2	None	Tykkelse af akvifer	5	m
		Vandhastighed ¹	0,68	m/dag
Sydlige Fane		Porøsitet	0,25	
Plume 1	1;2	Rumvægt	1,8	t/m ³
Plume 2	None	Nettonedbør (Recharge) ²	0,000823	m/dag

1) 250 m/år => 250 [m/år] / 365 [dage/år] = 0,68 [m/dag]

2) 300 mm/år => 300 [mm/år] / (365 [dage/år] · 1000 [mm/m]) = 0,000823 m/dag



FIGUR 6.2. Illustration af placeringen af beregningspunkterne ved transportberegningen for POC for overfladevandet henholdsvis 40 og 310 m nedstrøms Grindsted Deponeringsanlæg, og for POC i grundvandet 100 m nedstrøms Grindsted Deponeringsanlæg.

Beregningerne af dispersiviteten følger de tre ligninger, der er anført under TABEL 6.4, og er afhængige af afstanden til målepunktet L_{POC} (afstanden fra deponeringsanlæggets kant til receptor). Som det fremgår af "Anvendelse af metodik for risikovurdering ved deponering af affald" /F/ (Miljøstyrelsen, 2019), kan der være flere metoder til fastsættelse af den langsgående dispersivitet. I dette beregningseksempel er det valgt at anvende standardværdien på "1" for langsgående dispersivitet ($D_{long.}$) ved 100 m, og at anvende en lineær afhængighed af afstanden til målepunktet L_{POC} for de to øvrige afstande, som fremgår af værdierne i kolonne 2 i TABEL 6.4.

TABEL 6.4. Inddata vedr. hydrogeologi

Inddata vedr. dispersivitet			
L_{POC} (m)	$D_{long.}^1$ (m)	D_{transv}^2 (m)	$D_{vert.}^3$ (m)
40	0,4	0,004	0,002
100	1,0	0,01	0,005
310	3,0	0,03	0,015

Ligning 1: $D_{long.} = 1$ for $L=100$ m

Ligning 2: $D_{transv.} = 0,01 * D_{long.}$

Ligning 3: $D_{vert.} = 0,5 * D_{transv.}$

Nedbrydningskonstanter

I GrundRisk Landfill skal der for relevante stoffer angives 1. ordens nedbrydningskonstanter i lodret retning (aerobt) og vandret retning (antages anaerobt). Disse konstanter er fundet ved opslag i stofdatabasen i JAGG 2.1 og i Miljøprojekt 2013 om nedbrydningsrater /12/ (Miljøstyrelsen, 2018). Nedbrydningskonstanterne fremgår af TABEL 6.5.

Retardationsfaktor

Når opløste forureningskomponenter transporteres igennem en jordmatrice, vil der ske en sorption til jordens partikler. Resultatet bliver, at stoffronten flytter sig langsommere end porevandet. Den faktor, hvormed stoffet forsinkes i forhold til det vand det transporteres i, kaldes stoffets retardationsfaktor (Rf). F.eks. betyder en retardationsfaktor på 2, at det tager stoffet dobbelt så lang tid som porevandet at tilbagelægge en given afstand:

Retardationsfaktorens størrelse afhænger dels af forureningsstoffets kemiske egenskaber og dels af jordmatrixens egenskaber. For transport igennem en homogen jordmatrice udtrykkes Rf ved:

$$R_f = 1 + (\rho_b \cdot K_d) / \varepsilon = 1 + \rho_b / \varepsilon \cdot K_d$$

hvor: Rf er stoffets retardationsfaktor [enhedsløs]

ρ_b er jordens bruttovolumenvægt [kg/L],

ε er i mættet zone jordens effektive vandfyldte porøsitet. I umættet zone anvendes jordens vandindhold [enhedsløs],

Kd er stoffets distributionskoefficient i det givne sediment [L/kg].

For Grindsted Deponeringsanlæg er jordens vandindholdet i umættet zone 0,18, og i mættet zone er den effektive porøsitet 0,23 /8/ (COWI, 1999). Ud fra en antagelse om en vægtfylde af jordskelettet på 2,65 kg/l og en total porøsitet på 0,45, kan jordens bruttovolumenvægt beregnes til ca. 1,64 kg/l i umættet zone og 1,91 i mættet zone.

Dette giver at: $R_f = 1 + K_d \cdot 9,10$ for umættet zone, og $R_f = 1 + K_d \cdot 8,29$ for mættet zone.

TABEL 6.5. Beregning af retardationsfaktoren Rf og nedbrydningskonstanter for henholdsvis lodret transport (umættet zone) og vandret transport (mættet zone). Stoffer angivet med **fed** er stoffer fra basisstoflisten, mens øvrige stoffer er stedsspecifikke stoffer tilføjet på baggrund af analyser af perkolatet.

Stof	Kd (l/kg)	Rf Umættet zone	Rf Mættet zone	Nedbrydning vertikalt (dag ⁻¹)	Nedbrydning horisontal (dag ⁻¹)
Ammonium-N	F.I	10,1	9,29		
Antimon	7	64,7	59,1		
Arsen	20	183	167		
Barium	14	128	117		
Benz(a)pyren	340	3094	2821		
Bisfenol A	0,5	5,55	5,15	0,0231	0,0231
Bly	100	911	830		
Bor	F.I	1	1		
Cadmium	20	183	167		
Chrysen	160	1457	1328		
Fenol	0,0048	1,04	1,04	0,03	0,03
Fluoranthren	34	310	283		0,002
Jern (opløst)	F.I	1	1		

Stof	Kd (l/kg)	Rf Umættet zone	Rf Mættet zone	Nedbrydning vertikalt (dag ⁻¹)	Nedbrydning horisontal (dag ⁻¹)
Kalium	F.I	10,1	9,29		
Klorid	0	1	1		
Kobber	100	911	830		
Krom (total)	23	210	192		
Kviksølv	20	183	167		
Mangan	F.I	1	1		
Natrium	F.I	1,91	1,83		
Nikkel	20	183	167		
Pyren	17	156	142		
Selen	5	46,5	42,5		
Sulfat	0	1	1		
Toluen	0,1	1,91	1,83		0,004
Total-P	F.I	1	1		
Xylener	0,2	2,82	2,66	0,0006	0,003
Zink	20	183	167		
Xylenoler	0,011	1,10	1,09		0,001
Cresoler	0,022	1,20	1,18		0,04
Total kulbrinter (naftalen)	0,5	5,55	5,15		
Kulbrinter (C6-C10) (benzen)	0,024	1,22	1,20		0,004
Kulbrinter (C11-C25) (decan)	100	911	830		
Kulbrinter (C26-C35) (pentadecan)	100	911	830		

F.I Der findes ingen værdi for Kd for det pågældende stof. Ved transportberegningerne sættes Kd=0.

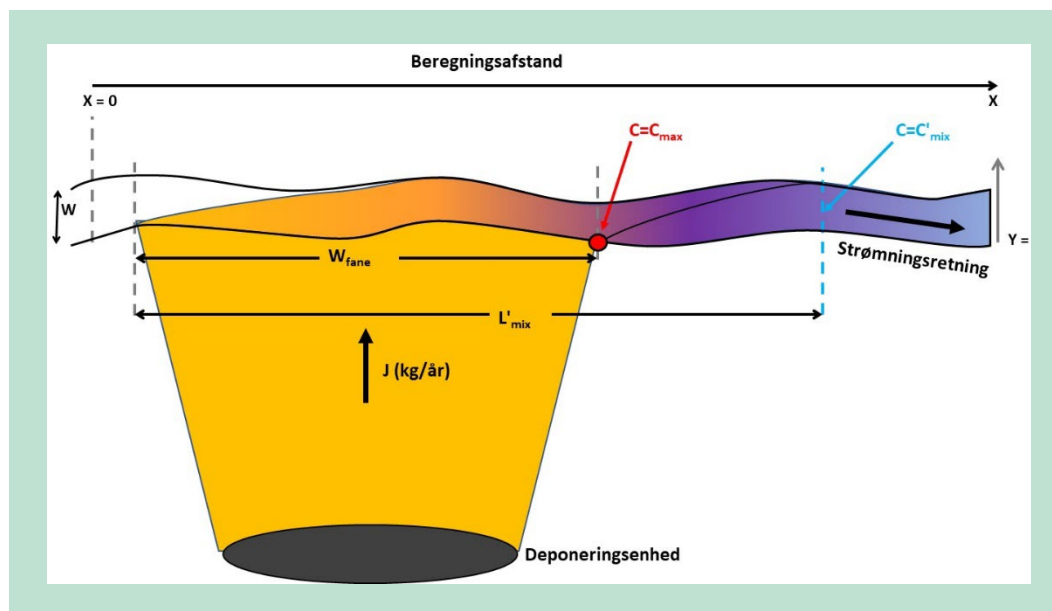
6.3 Udsivning til og opblanding i overfladevand

Vurderingen af udsivningen til overfladevand foretages i tre trin:

- I første trin – som allerede er udført i forbindelse med stofudvælgelsen – sammenlignes stofkoncentrationen i perkolatet ($C_{0,max}$ -værdien) med kvalitetskrav i receptor. Hvis $C_{0,max} > 5$ gange kvalitetskravet, så indgår stoffet i risikovurderingen.
- I andet trin foretages en sammenligning af den maksimale grundvandskoncentration ($C'_{max,GV}$) ved POC_{rec} (40 m ved nordlige fane, og 310 m ved sydlige fane) med miljøkvalitetskravet. Grundvandskoncentrationen beregnes ved anvendelse af GrundRisk Landfill. Hvis $C'_{max,GV} > \text{kvalitetskravet}$, så foretages fortyndingsberegninger for stoffet i trin tre.
- I tredje trin foretages en beregning af koncentrationen på kanten af blandingszonen (C_{max}). Da overfladevandet er et vandløb, foretages beregningerne ved hjælp af beregningsværktøjet DIMICON /E/ (Miljøstyrelsen, 2018), udviklet af DTU. Beregningerne foretages med udgangspunkt i den maksimale stofflux ved POC beregnet med GrundRisk Landfill. Der foretages to beregninger: en for den nordlige fane, og en for den sydlige fane. Ved beregning for den sydlige fane medtages bidraget fra den nordlige fane, ved at indsætte den beregnede fuldt opblandede vandløbskoncentration fra den nordlige fane som baggrundsværdi ved beregningerne i den sydlige fane i vandløbet. Bidraget fra den nordlige fane medtages kun, hvis vandløbskoncentrationen fra den nordlige fane er større end 0,1 gange ILVK.

Trin 3 Vurdering af koncentration i blandingszonen.

I dette beregningseksempel er estimering af fortyndingen ved udsivning til Utoft Mosebæk foretaget ved hjælp af DIMICON /E/ (Miljøstyrelsen, 2018), der beregner opblandingen i vandløbet. Beregningen foretages som en 2D-fortyndingsberegning, som ikke medtager nedbrydning eller fordampningsprocesser. I FIGUR 6.3 er givet en illustration af de faktorer, der indgår i beregningerne og de beregnede koncentrationer.



FIGUR 6.3. Illustration af beregningen af opblanding i vandløb. C_{max} er den maksimale koncentration der beregnes i vandløbet. C_{max} fås som output-værdi i beregningsværktøjet DIMICON. C'_{mix} er koncentrationen, hvor der er fuld opblanding i systemet. C'_{mix} er ikke det samme som den værdi for C'_{mix} , der angives i beregningsværktøjet, se forklaring sidst i nærværende afsnit.

Inddata til DIMICON fremgår af TABEL 6.6, og er gennemgået i det følgende.

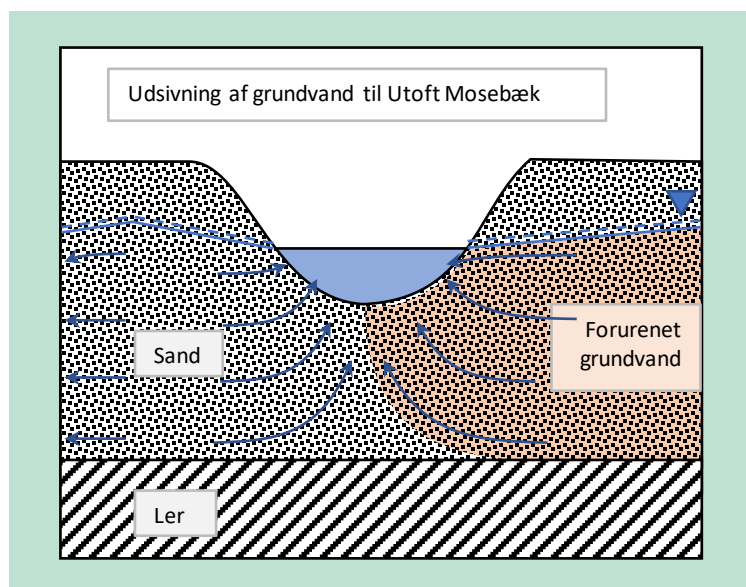
TABEL 6.6. Anvendte inddata for beregninger af opblanding i Utoft Mosebæk

Inddata til DIMI- CON		Input nordlig fane	Input sydlig fane
Beregningsparametre			
Beregningsafstand	A (m)	400 m	600 m
Netopløsning X	dx (m)	0,5 m	0,5 m
Netopløsning Y	dy (m)	0,1 m	0,1 m
Vandløbsparametre			
Dybde	h (m)	0,2 m	0,2 m
Bredde	W (m)	1,0 m	1,0 m
Hældning	(m/m)	0,0005	0,0005
Vandføring	F (m³/s)	0,044 m³/s	0,044 m³/s
Forureningsparametre			
Fanekoordinat	Opstrøms (m)	0 m	0 m
Fanebredde	W_{fane} (m)	319 (m)	456 (m)
Udsivning fra		Bund (halv bredde)	Bund (halv bredde)

Beregningsparametre: Beregningsparametrene beskriver sammen med bredden af vandløbet (W) det net, som beregningerne foretages i. Det er valgt at arbejde i et net, der er 1/10 del af vandløbets bredde og 0,5 m i længden. Da forureningsfanerne er meget brede, er beregningsafstanden valgt til at være ca. 1/3 længere end bredden af forureningsfanen (W_{fane}) dvs. 400 m for udsivningen ved den nordlige fane og 600 m ved udsivning fra den sydlige fane. Antallet af punkter i nettet har kun en minimal betydning for resultatet, så længe der vælges et rimeligt antal punkter i såvel længde som bredde. Antallet af beregningspunkter har dog indflydelse på tiden, det tager at gennemføre beregningen, hvilket man skal have for øje, hvis man vælger et alt for finmasket net.

Vandløbsparametre: Af vandløbsparametrene er det vandføringen, der har størst betydning for resultatet af beregningerne, mens vanddybde og hældning kun har en mindre betydning. Til vandføringen bør anvendes medianminimumsvandføring. Da denne ikke foreligger, er der anvendt en minimumsvandføring på 43,9 l/s, jf. afsnit 4.5. For vanddybde og vandløbets hældning er valgt standardparametre på henholdsvis 0,2 m og 0,5 ‰, idet disse værdier virker rimelige i forhold til, at det er et lille vandløb med en hældning på mindre end 3 ‰ jf. kapitel 4.5. Med en bredde, som er anslået til 1 m, får vandløbet en minimal vandhastighed på 0,2 m/s.

Forureningsparametre: Ved alle beregninger er fanekoordinatet sat til 0 m, ligesom fanebredden for alle stoffer er fastholdt til samme værdi for henholdsvis den nordlige og sydlige fane. I beregningerne kan der vælges mellem indsivning gennem bund eller brink, hvor indsivning gennem brink normalt antages at være den mest konservative. I dette beregningseksempel er det valgt, at indsivningen til vandløbet sker fra bunden. Kontrolberegningerne har vist, at i det konkrete tilfælde er der kun en lille forskel på de beregnede vandløbskoncentrationer på mindre end 10% på indsivning gennem brink og indsivning gennem bund. Da det er antaget, at vanddybden kun er 0,2 m, er brinken meget smal, og det virker derfor urealistisk, at der kun vil ske indsivning via denne jf. FIGUR 6.4.

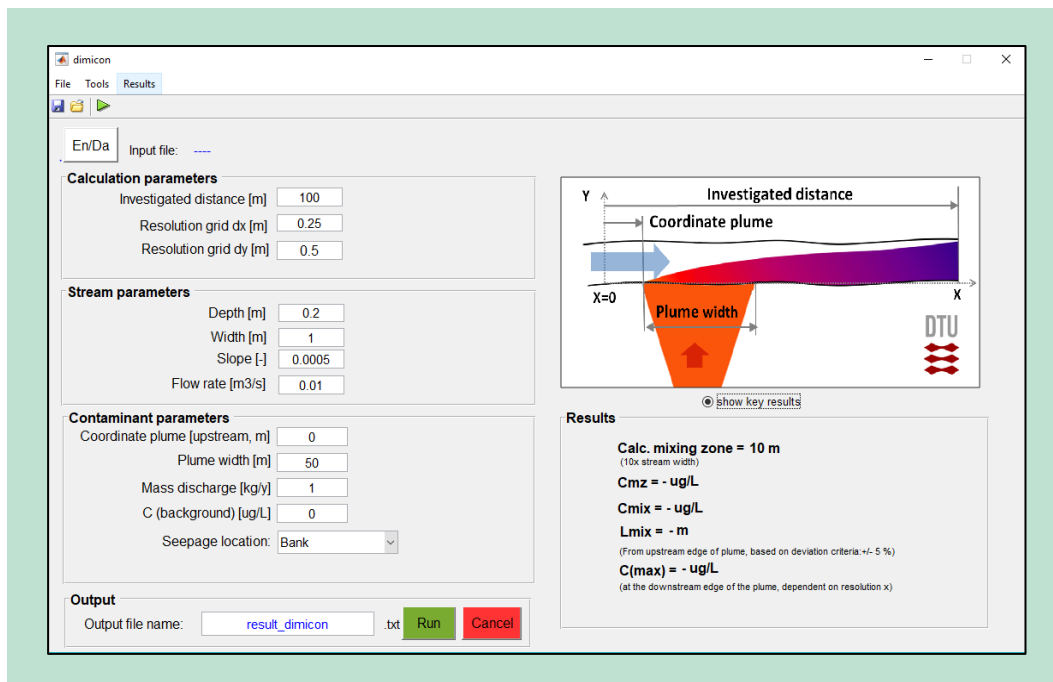


FIGUR 6.4. Illustration af udstrømning af terrænnært grundvand til Utoft Mosebæk

Foruden de data som er angivet i TABEL 6.6 skal der angives to stofspecifikke data:

- Forureningsflux, der angiver mængden af stof, der siver ind til vandløbet. I beregningerne er det valgt at anvende den maksimale flux for det pågældende stof, der er beregnet ved hjælp af GrundRisk Landfill.

- Koncentrationen af stoffet i vandløbet opstrøms udsivningen (C-baggrund) er for alle stoffer valgt til C-baggrund = 0 ved beregningerne af udsivningen fra den nordlige fane. Ved beregningerne for den sydlige fane er vandløbskoncentrationen allerede påvirket af udsivningen fra den nordlige fane, hvorfor C-baggrund = $C_{\max}$ for den nordlige fane.



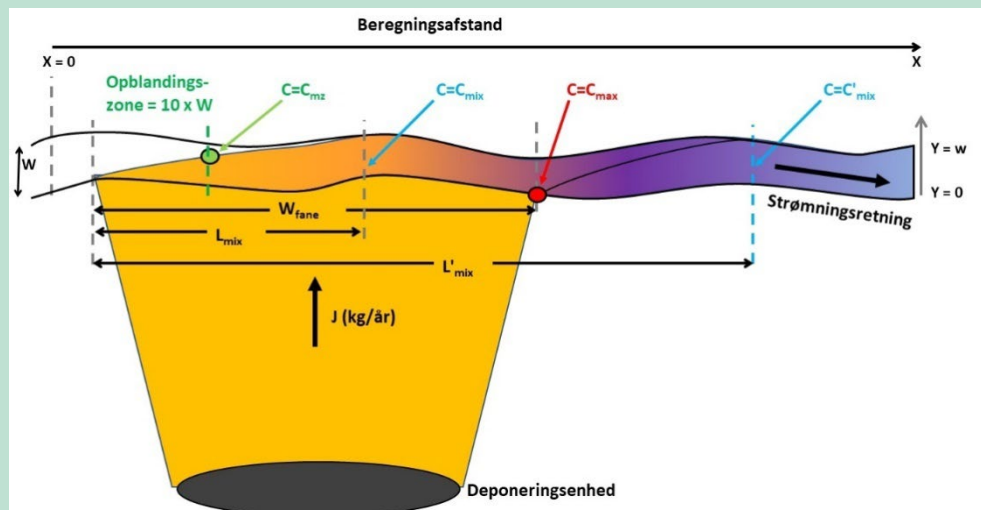
FIGUR 6.5. Screenshot af skærbilledet for DIMICON /E/ (Miljøstyrelsen, 2018).

Som det fremgår af FIGUR 6.5, beregner DIMICON fire værdier: tre forskellige koncentrationer (C_{mz} , (koncentrationen i en afstand af 10 gange bredden af vandløbet, anvendes ikke i forbindelse med risikovurderinger for deponeringsanlæg), C_{mix} (koncentrationen ved fuld opblanding) og $C_{\max}$, der er den maksimale koncentration i vandløbet) samt afstanden L_{mix} , der er afstanden fra udsivningspunktet til C_{mix} . Afstanden til C_{mix} er bestemt af vandløbets fysiske forhold og uafhængig af udsivningsbredden.

L_{mix} , afhænger af vandløbets vandføring (Q), bredde (W), dybde (d) og hældning (s). Beregningen af L_{mix} , foregår efter ligning 1 i /E/ (Miljøstyrelsen, 2018e).

I nogle tilfælde kan der forekomme fuld opblanding i vandløbet (ved L_{mix}) af den hidtil udsivede perkolatmængde, før vandløbet når forbi hele udsivningsfronten. Dette giver en underestimering af de beregnede koncentrationer for C_{mix} . Dette er forsøgt illustreret i FIGUR 6.6. Den sande C_{mix} kan findes i uddatafilen fra beregningerne som f.eks. dem, der vises i bilag 5, ved at finde det sted, hvor koncentrationerne er den samme i hele tværsnittet. I beregningseksemplet er denne kaldt C'_{mix} .

I beregningseksemplet er det derfor besluttet at anvende $C_{\max}$ som den beregnede koncentration i vandløbet. Beregningerne for Grindsted Deponeringsanlæg viser, at den koncentration, der beregnes ved fuld opblanding (C'_{mix}), er 2-3% lavere end $C_{\max}$, hvorfor det at anvende $C_{\max}$ kun giver en ubetydelig overestimering ved de udførte beregninger.



FIGUR 6.6. Illustration af udsivningen til et vandløb fra en deponeringsenhed, hvor bredden af perkolatfanen er større end de afstande, programmet i dette tilfælde angiver for fuld opblanding (L_{mix}). Dette er en brist, som i visse tilfælde kan forekomme i programmet, specielt ved udsivning til meget smalle vandløb. På figuren ses også afstanden til det faktiske sted for fuld opblanding (L'_{mix}).

7. Vurdering af resultat

7.1 Resultater af kildestyrkeberegninger

Ved estimering af kildestyrke beregnes for den enkelte beregningsenhed perkolatmængden, der kan forventes at udsive fra enheden, samt koncentrationen som funktion af tiden, beregnet som et årligt gennemsnit. For hvert stof sammenstilles data fra de fire beregningsenheder som vist i FIGUR 6.1. Data fra kildestyrkemodellen anvendes direkte som inddata i stoftransportmodellen. For yderligere beskrivelse af resultaterne af kildestyrkeberegningen henvises til "Anvendelse af metodik til risikovurdering ved deponering af affald" /F/ (Miljøstyrelsen, 2019), hvor resultatet af beregningerne er mere udførligt beskrevet.

7.2 Resultater fra transportmodellen

7.2.1 Påvirkning af grundvand

For alle stofferne på den stedsspecifikke stoffliste jf. TABEL 5.5 er følgende beregnet med stoftransportmodellen GrundRisk Landfill:

- Den maksimale koncentration C'_{max} i POC, dvs. 100 m nedstrøms deponeringsanlægget, er beregnet for en periode på 500 år regnet fra det tidspunkt, hvor udsivningen fra deponeringsanlægget til grundvandet antages at være påbegyndt. Disse beregninger er foretaget både for den nordlige fane, hvor grundvandet påvirkes af udsivning fra beregningsenhed 3 og 4, og for den sydlige fane, hvor grundvandet påvirkes af udsivning fra beregningsenhed 1 og 2.
- Årstallet for hvornår den maksimale koncentration forekommer.
- Den maksimale stofbelastning (kg/år).

I nedenstående TABEL 7.1 vises den maksimale koncentration af stoffet ved POC, idet denne er sammenlignet med kravværdien for grundvand (KvG). For hovedparten af stofferne er den maksimale koncentration estimeret til at forekomme i perioden efter 2018. På grund af jerns høje kappaværdi estimerer modellen, at for udsivningen fra beregningsenhed 1 og 2 forekommer de højeste koncentrationer før 2018, dvs. at den maksimale påvirkning af overfladevandet er vurderet til allerede at have fundet sted. For jern er der derfor også beregnet en maksimal koncentration for tiden efter 2018. Denne værdi anvendes til sammenligning med KvG.

Stoffer der overholder kravværdierne

Som det fremgår af TABEL 7.1 findes der kravværdier for grundvand (KvG) for 26 af de i alt 31 stoffer på den stedsspecifikke stoffliste. For cirka halvdelen af stofferne (13 for den nordlige og 13 for den sydlige fane) er den beregnede koncentration i grundvandet ved POC lavere end KvG. For følgende 10 stoffer er den beregnede koncentration i grundvandet lavere end KvG for begge faner: barium, benz(a)pyren, fenol, fluoranthen, kobber, krom, selen, toluen, zink og cresoler. For chrysen foreligger ingen KvG. Beregningerne viser, at chrysen ikke når frem til POC inden for de 500 år. Chrysen er derfor medtaget på listen over stoffer, som vurderes at overholde KvG i den periode, der risikovurderes for.

Koncentrationen af cadmium og jern er lavere end KvG i den nordlige fane, og koncentrationen af sulfat er lavere end KvG i den sydlige fane.

I nærværende beregningseksempel er eventuelle baggrundskoncentrationer i grundvandet ikke medtaget i beregningerne. Disse bør dog indgå ved en egentlig risikovurdering.

Stoffer der overskrider kravværdierne

I den nordlige fane er de beregnede koncentrationer mere end en faktor 50 højere end KvG for følgende stoffer: ammonium-N, mangan, total kulbrinter og xyleneoler. I den sydlige perkolatfane er der beregnet koncentrationer større end 50 gange KvG for de samme stoffer, dog undtagen xyleneolerne der har en lavere koncentrationen. Derudover er koncentrationen af jern og kviksølv også mere end 50 gange højere end KvG. Forskelle i koncentrationerne for den nordlige og den sydlige perkolatfane, kan skyldes ændringer i affaldssammensætningen. Den sydlige fane stammer fra de ældste enheder, hvor affaldet har haft et højere indhold af organisk affald, mens de nyere celler har en væsentligt større andel affaldsfraktioner med lavt indhold af organisk stof, bl.a. asbestaffald. Det giver anledning til et tyndere perkolat og dermed en mindre påvirkning af grundvandet fra den nordlige fane.

I TABEL 7.1 er stofferne rangeret, således at stoffer med størst overskridelse af KvG i enten den sydlige fane eller nordlige fane er øverst, og de stoffer, der ikke overskrider KvG, står nederst.

TABEL 7.1. Resultatet af de udførte beregninger med GrundRisk Landfill, hvor den maksimale koncentration i grundvandet ved POC 100 m nedstrøms deponeringsanlægget er anført, samt årstallet for, hvornår denne koncentration opnås. For værdier angivet med rødt er der anvendt en kappa-værdi på 0. For værdier skrevet med grønt overholdes kravværdierne, men for blå værdier overskrides KvG. Stoffer skrevet med **fed** forekommer på basisstofflisten. For stoffer der er understreget, er beregningen baseret på default-værdier for C_0 i alle beregningsenheder.

Stof	Datagrundlag		Nordlige fane			Sydlige fane		
	$C_{0, \max}$	KvG ($\mu\text{g/l}$)	$C'_{\max}$ ($\mu\text{g/l}$)	Årstal	Overskridelse antal gange	$C'_{\max}$ ($\mu\text{g/l}$)	Årstal	Overskridelse antal gange
Ammonium-N		50	46.661	2051	933	143.502	2026	2.870
Mangan		50	2.854	2493-	57	6.975	2467-	139
Kviksølv		0,1	0,25	2316	2,5	9	2305	93
Total kulbrinter (naftalen)		9	788	2056	88	723	2034	80
Xyleneoler (2,4-dimethylphenol)		0,5	41	2204-	82	12	2460-	24
Jern (opløst)		200	50	2051	<1	10.127	2026	51
Arsen	Delvist default C_0	8	102	2312	13	56	2311	7
Bor		300	3.895	2493-	13	4.010	2467-	13
Antimon	Delvist default C_0	2	22	2126	11	9	2121	5
Natrium		175.000	388.065	2052	2	1.386.502	2027	8
Bly		1	0,22	2494	<1	5	2478	5
Cadmium		0,5	0,11	2271	<1	2,3	2269	5
Xyleneer p-xylen	C_0 fra enhed 4	5	25	2053	5	26	2028	5
Nikkel		10	29	2296	3	37	2279	4
Sulfat	Delvist default C_0	250.000	647.951	2051	3	220.651	2027	<1
Klorid		250.000	416.249	2051	2	344.278	2026	1,4

Barium	C ₀ fra enhed 4	700	84	2221	<1	92	2212	<1
Benz(a)pyren	Delvist default C ₀	0,01	Når ikke frem til POC			Når ikke frem til POC		
Bisfenol A		I.KK	0,031	2405-	i.r.	0,031	2435-	i.r.
Chrysen	C ₀ fra enhed 4	I.KK	Når ikke frem til POC			Når ikke frem til POC		
Fenol ¹		0,5	<0,001	2051	<1	<0,001	2053	<1
Fluoranthren	Delvist default C ₀	0,1	0,071	2494	<1	0,015	2478	<1
Kalium	Delvist default C ₀	I.KK	388.228	2391-	i.r.	813.588	2478	i.r.
Kobber	Delvist default C ₀	100	0,37	2494	<1	7	2478	<1
Krom (total)		25	10	2312	<1	9	2298	<1
Pyren	C ₀ fra enhed 4	I.KK	0,15	2333-	i.r.	0,16	2334-	i.r.
Selen	C ₀ fra enhed 4	10	1,04	2102	<1	1,2	2093	<1
Toluen	C ₀ fra enhed 4	5	2	2052	<1	2,1	2027	<1
Total-P		I.KK	12.590	2493-	i.r.	24.412	2467-	i.r.
Cresoler (2-methylphenol)	C ₀ fra enhed 4	0,5	0,11	2051-	<1	0,11	2380-	<1
Zink	C ₀ fra enhed 4	100	i.r.	i.r.	i.r.	i.r.	i.r.	i.r.

¹ Fenol når at blive nedbrudt inden det når frem til POC

i.r. Beregningen er irrelevant

Årstal Årstal efterfulgt af en streg betyder at den maksimale koncentration forekommer fra dette årstal og indtil slutningen af beregningen (år 2494 for den nordlige fane og 2478 for den sydlige fane)

Datagrundlag I kolonnen datagrundlag anføres hvis C₀-værdien ikke foreligger for en eller flere enheder. "Delvist default C₀" betyder, at der er anvendt default-værdier i beregningsenheder, som der ikke er analyseret for det pågældende stof, mens "C₀ fra enhed 4" indikerer, at der ikke findes default-værdier for stoffet og derfor er der anvendt værdier målt i beregningsenhed 4.

Den største overskridelse af kravværdien beregnes for ammonium, idet koncentrationen er ca. 2.900 gange højere end KvG for den sydlige fane og ca. 950 gange højere for den nordlige fane. For mangan, kviksløv, total kulbrinter og xyleneoler overskrideres KvG med mere end 50 gange.

Default-værdier for C₀ og kappa

For mange stoffer er der anvendt default-værdier for C₀ for en eller flere beregningsenheder. Kun for to stoffer har det været nødvendigt at anvende default-værdier for C₀ for alle fire beregningsenheder (bisfenol A og bor).

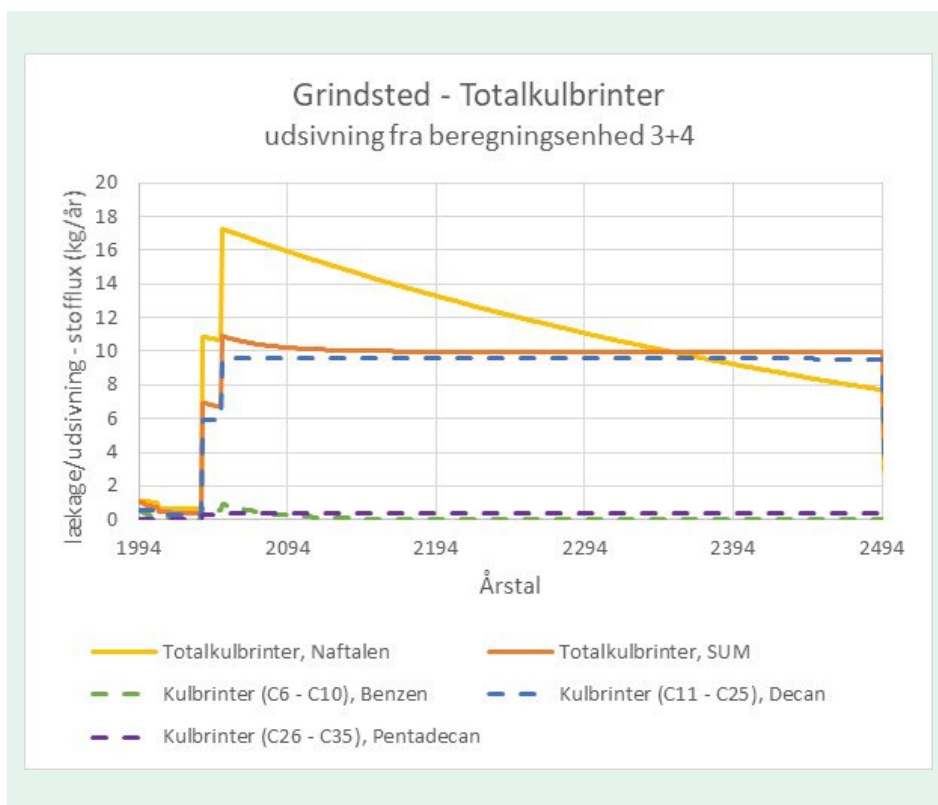
For alle stoffer er der anvendt default kappa-værdier, og for 11 stoffer er en kappa-værdi på nul anvendt, fordi der ikke foreligger en default-værdi for kappa.

Total kulbrinter

Som beskrevet i kapitel 5.4.4 kan totalkulbrinteindholdet beregnes under anvendelse af forskellige modelstoffer. I nærværende beregningseksempel er der dels foretaget beregning med naftalen som modelstof for det totale indhold af kulbrinter (C6-C35), dels foretaget beregning hvor kulbrinteindholdet er opdelt i tre fraktioner, som summeres. De tre fraktioner omfatter en let fraktion (C6-C10) med benzen som modelstof, en mellem fraktion (C10-C25) med decan

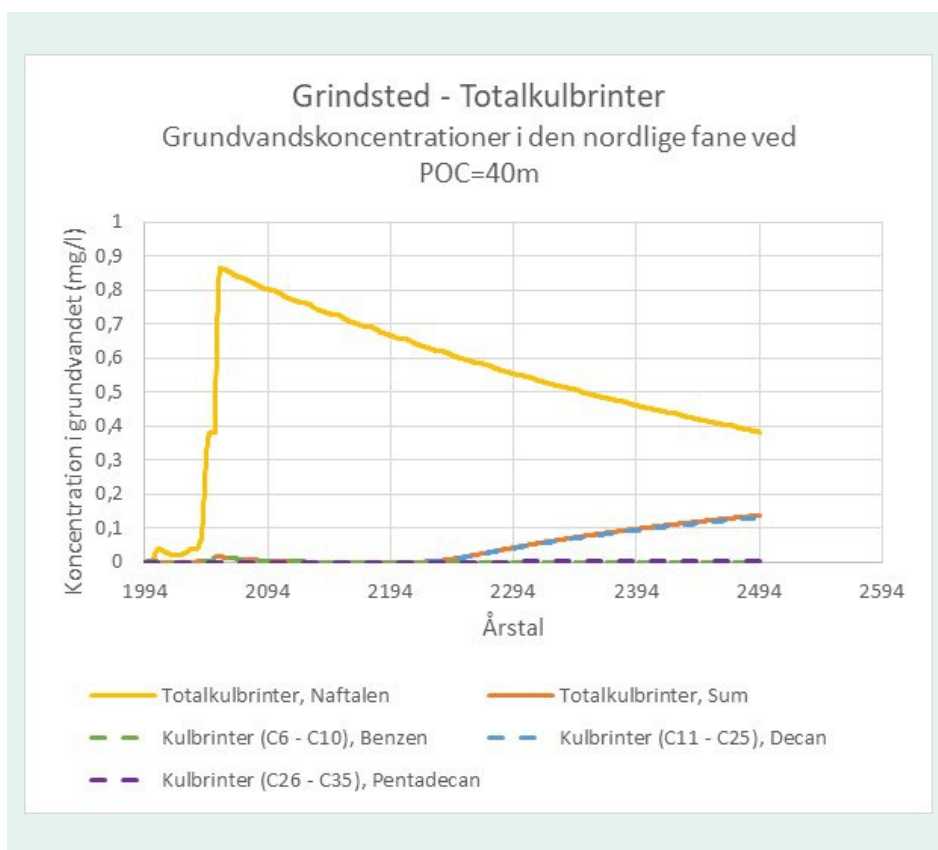
som modelstof og en tung fraktion (C25-C35) med pentadecan som modelstof. Når beregningen er gennemført for de tre fraktioner fås totalkulbrinte-indholdet ved at summere de tre fraktioner.

I FIGUR 7.1 ses resultatet af kildestyrkeberegningen for beregningsenhederne 3 og 4. Som det ses af figuren, giver beregningen med naftalen en højere udsivning i starten af beregningsperioden, mens beregningen med summen af de tre fraktioner giver størst udsivning fra deponeringsanlægget i den sidste del af beregningsperioden. Resultaterne ud fra en beregning på de tre fraktioner er domineret af den midterste fraktion, som anvender decan som modelstof.



FIGUR 7.1. Udsivning af total kulbrinter over tid fra beregningsenhed 3 og 4 med kildestyrke-modulet, idet der enten anvendes naftalen som modelstof for det samlede indhold af total kulbrinter, eller indholdet opdeles i tre fraktioner, som beregnes uafhængigt af hinanden, og herefter summeres.

Da decan og pentadecan har meget høje K_d -værdier, giver beregningerne med transportmodulet meget forskellige resultater, som det fremgår af FIGUR 7.2. Figuren illustrerer forskellen på resultatet af de to måder at anvende modelstoffer på. Ved anvendelse af naftalen som modelstof opnås ca. 6 gange højere maksimalkoncentration end ved opdelingen i fraktioner, ligesom maksimalkoncentrationen forekommer meget tidligere. Muligvis vil beregninger med opsplitning i fraktioner give en mere retvisende beregning, specielt fordi de påviste kulbrinteindhold i perkolatet er domineret af de mellemtunge og tunge fraktioner. Der er dog i nærværende eksempel anvendt den mest konservative tilgang for beregning af resultaterne, hvorfor naftalen er valgt som modelstof for at vurdere påvirkningen af total kulbrinter fra perkolatet.



FIGUR 7.2. Udviklingen i grundvandskoncentrationen af total kulbrinter over tid i den nordlige fane ved POC=40 m, beregnet med GrundRisk Landfill. Grafen viser forskellen mellem anvendelse af naftalen som modelstof for det samlede indhold af total kulbrinter (gul kurve), eller at indholdet er opdelt i tre fraktioner som beregnes uafhængigt af hinanden, og herefter summeres (orange kurve).

7.2.2 Påvirkning af overfladevand

For alle stofferne på den stedsspecifikke stoffliste – jf. TABEL 5.5 er følgende beregnet med transportmodellen GrundRisk Landfill:

- Den maksimale koncentration $C'_{\max}$ i POC 40 m nedstrøms deponeringsanlægget for den nordlige fane og 310 m nedstrøms deponeringsanlægget for den sydlige fane er beregnet for en periode på 500 år fra den første enhed blev taget i brug.
- Årstallet for hvornår den maksimale koncentration forekommer
- Den maksimale stofbelastning (kg/år)

I nedenstående TABEL 7.2 er resultatet af den maksimale grundvandskoncentration oplyst ($C'_{\max,gv}$) sammen med den maksimale stofflux (J) umiddelbart inden udsivning til vandløbet. I bilag 4 er givet supplerende oplysninger om beregningsresultater og inddataparametre.

Beregning i blandingszonen

Den maksimale grundvandskoncentration ($C'_{\max,gv}$) er sammenlignet med indlandsvandskravet (ILVK). For de stoffer hvor koncentrationen er højere end ILVK, er der foretaget en beregning af den maksimale stofkoncentration efter opblanding og fortynding i vandløbet ($C_{\max}$). Denne koncentration er sammenlignet med ILVK som anført i TABEL 7.2. Ved beregning af koncentrationerne for den sydlige fane medtages resultatet fra den nordlige fane ved at indsatte den som baggrundskoncentration. Påvirkningen fra den nordlige fane medtages kun, såfremt forholdet mellem den beregnede stofkoncentration og ILVK er mere end 0,1. Derfor

fremgår det af tabellens kolonne 6, om forholdet mellem den beregnede stofkoncentration og ILVK er mere end 0,1, af hensyn til om det medtages videre i beregningerne I bilag 4 findes yderligere oplysninger om C_0 og kappaværdier m.v.

TABEL 7.2. Beregnet mængde stof der strømmer ud i overfladevandet, angivet som maximal årlig flux. Vandkoncentrationen i receptor, C_{rec} , er sat til C_{max} se FIGUR 6.3. For værdier angivet med rødt er der anvendt kappa-værdier lig med 0. For værdier skrevet med grønt overholdes kravværdierne, mens de blå overskrider ILVK. Stoffer skrevet med **fed** forekommer på basisstofflisten. For stoffer, der er understreget, er beregningen baseret på default-værdier for C_0 .

Stof	ILVK (µg/l)	Den nordlige fane (40 m)				Den sydlige fane (310 m)			
		$C'_{max, GV}$ (µg/l)	Max. stofflux (J) (kg/år)	C_{rec} i vandløb (µg/l)	Over-skridelse antal gange	$C'_{max, GV}$ (µg/l)	Max. stofflux (J) (kg/år)	C_{rec} i vandløb (µg/l)	Over-skridelse antal gange
Ammonium-N	I.KK	61.390	1.393	1.000	i.r.	130.597	4.527	3.400	i.r.
Antimon	113	27	0,45		<0,1	8	0,30		<1
Arsen	4,3	126	2,19	1,6	0,37	48	1,81	2,9	<1
Barium	19	109	2,34	1,8	<0,1	78	2,92	3,9	<1
Benz(a)pyren	0,00017	Når ikke frem til POC			<0,1	Når ikke frem til POC			<1
Bisfenol A	0,1	0,245	0,003	0,002	<0,1	Når ikke frem til POC			0,002 <1
Bly	1,2	0,38	0,006	0,004	<0,1	Når ikke frem til POC			<1
Bor	94	4.927	98,4	74,1	0,8	3.500	130	170	2
Cadmium	0,08	0,012	<0,001		<0,1	2	0,07		<1
Chrysen	0,014	0,007	<0,001		<0,1	Når ikke frem til POC			<1
Fenol ¹	7,7	0,001	<0,001		<0,1	Når ikke frem til POC			<1
Fluoranthren	0,0063	0,1	0,001	0,001	0,18	0,004	<0,001	0,001	<1
Jern (opløst)	I.KK	61	0,98		i.r.	9.347	254		i.r.
Kalium	I.KK	494.465	9.775		i.r.	710.032	26.281		i.r.
Klorid	I.KK	527.284	10.345	7.800	i.r.	308.042	10.273	15.000	i.r.
Kobber	1	0,624	0,01		<0,1	Når ikke frem til POC			<1
Krom (total)	3,4	14	0,42	0,32	<0,1	8	0,28	0,53	<1
Kviksølv ^{##}	0,07	0,28	0,01	0,008	0,11	8	0,30	0,23	3
Mangan	150	3.440	51	38	0,26	6.087	225	210	1,4
Natrium	I.KK	496.373	10.036		i.r.	1.227.857	41.803		i.r.
Nikkel	4	41	1,11	0,838	0,21	31	1,12	1,67	<1
Pyren	0,0046	0,193	0,004	0,003	0,63	0,137	0,01	0,003	<1
Selen	0,1	1,35	0,03	0,02	0,21	1,03	0,04	0,05	<1
Sulfat	I.KK	804.608	14.212		i.r.	195.699	6.821		i.r.
Toluen	74	34	0,06		<0,1	1	0,02		<1
Total-P	I.KK	17.039	424		i.r.	21.305	789		i.r.
Xylener	10	40	0,70	0,53	<0,1	9	0,36	0,53	<1
Zink	7,8	22	0,33	0,25	<0,1	13	0,48	0,61	<1
Xylenoler	13,1	30	0,63	0,47	<0,1	8	0,30	0,69	<1
Cresoler	100	3,16	0,04		<0,1	Når ikke frem til POC			<1
Total kulbrinter	I.KK	864	17,2		i.r.	632	23,1		i.r.

¹ Fenol når at blive nedbrudt inden det når frem til POC

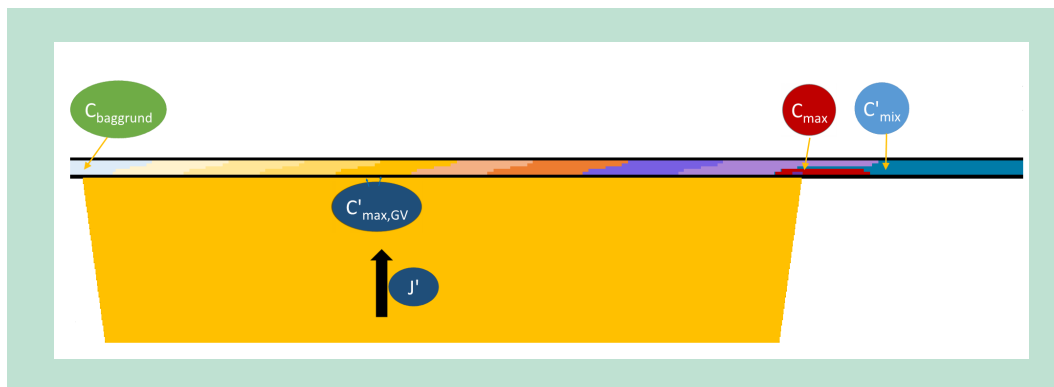
- ## For kviksølv og kviksølvforbindelser findes ikke et generelt kvalitetskrav for overfladevand. I stedet er der i beregningseksemplet anvendt den i BEK 1625/2017 anførte maksimumkoncentration.
- I.KK Intet kvalitetskrav for det pågældende stof
- i.r. Beregningen er irrelevant

Stoffer, der overskrider kvalitetskravene

Beregningerne viser, at for stofferne kviksølv, bor og mangan bliver koncentrationen i vandløbet nedstrøms den sydlige fane højere end ILVK. For ingen stoffer beregnes der overskridelse af ILVK allerede nedstrøms den nordlige fane.

Kviksølv giver den største overskridelse, på 3 gange ILVK, mens bor og mangan giver en overskridelse på hhv. 2 og 1,4 gange.

For de tre stoffer, der overskrider ILVK, tages koncentrationen ved fuldstændig opblanding C'_{mix} i betragtning, det vil sige, når der er samme koncentration i hele vandløbets tværsnit. Som det ses af TABEL 7.3, så er C'_{mix} kun en smule lavere end C_{max} (2-3%), hvilket betyder, at der stort set ikke er forskel på den maksimale koncentration i vandløbet og koncentrationen af et stof ved fuld opblanding i vandløbet. I nærværende beregningseksempel er det derfor en rimelig antagelse at anvende C_{max} som den opblandede koncentration i vandløbet. Tabellen viser også, at den totale opblanding forekommer ca. 50-90 m nedstrøms udsivningsfronten.



FIGUR 7.3. Illustration af resultatet af fortyndingsberegninger i Utoft Mosebæk for bor. De forskellige farver i bækken illustrerer forskellige vandkoncentrationer. Koncentrationerne vises med farver fra lysegul (lav koncentration, 74 µg/l) til mørkerød (høj koncentration, > 170 µg/l). Baggrundsdataen for figuren kan findes i bilag 5.

TABEL 7.3. Beregning af vandkoncentrationen i Utoft Mosebæk ved total opblanding.

Stof	C_{max} (µg/l)	C'_{mix} (µg/l)	L'_{mix} (m)	L'_{mix} (m) Nedstrøms udsivningsfronten
Bor	170	167,7	508,5	52,5
Kviksølv	0,231	0,224	515,5	59,5
Mangan	205,3	200,2	548,5	92,5

7.2.3 Påvirkning af overfladevand med næringsstoffer, salte og jern

Vandhandleplanerne omtaler ikke specifikt Utoft Mosebæk /9/ (Billund Kommune, 2015).

Vandløbet har en dårlig samlet økologisk tilstand men er målsat med god økologisk tilstand.

Ved vurderingen af påvirkningen af vandløb er det ofte mindre relevant at kigge på belastning med kvælstof (N) og fosfor (P). Næringsstofbelastning med N og P er relevant at medtage i vurderingen, hvis vandløbet nedstrøms passerer søer, hvor P-koncentrationen ofte er et problem, mens N har væsentlig betydning for en nedstrøms marin recipient. Det er valgt i nærværende eksempel at fokusere på de nærmeste recipienter, hvorfor der i stedet ses på giftvirkning ift. påvirkning med ammonium, klorid og jern – dvs. hvor der opstår høje koncentrationer i vandløbet som kan give en giftvirkning overfor fisk m.v.

Klorid er ikke omfattet af bekendtgørelsen om miljøkvalitetskrav til vandområder, og der er ikke fastsat miljøkvalitetskriterier for klorid i ferskvand. Klorid kan være skadeligt i ferskvandsmiljøet og toksisk over for visse organismer, og derfor skal miljømyndigheden forholde sig til udledningen af klorid som til ethvert andet forurenende stof i en udledning. Et litteraturstudie i forbindelse med en godkendelse af spildevandsudledning til et vandløb viser, at et miljøkvalitetskrav kunne ligge i mellem ca. 50 og 150 mg/l /24/ (Miljøministeriet, 2014). Kildestyrkeberegningerne viser, at der fra det samlede deponeringsanlæg sker en udsivning med maksimalt ca. 20 tons klorid om året, ligeligt fordelt med ca. 10 tons til den nordlige perkolfane og 10 tons til den sydlige perkolfane. Beregninger af opblandingen i Utoft Mosebæk viser, at de højeste koncentrationer i bækken, umiddelbart nedstrøms for udsivningsfronten for den sydlige fane, bliver ca. 15 mg/l, som således ligger under de værdier, som er skitseret i /24/ (Miljøministeriet, 2014).

Med de værktøjer der anvendes i forbindelse med nærværende beregningseksempel er det ikke muligt at foretage vurdering af andre parametre, som kan medføre en uacceptabel miljømæssig belastning af overfladevandet, f.eks. COD og BI5, idet de iltforbrugende processer ikke indgår transportmodellen.

I Bilag 7 til vandplanerne for 2009-2015 /25/ (Miljøministeriet) fremgår støtteparametre til vurdering af økologiske kvalitetselementer for vandløb, søer og kystvande og kvalitetskrav for vandkvaliteten. Af dette bilag fremgår det, at man for total NHX-N (ammonium og ammoniak) kan anvende værdien 1 mg/l som støtteparameter til vurdering af de økologiske kvalitetselementer for vandløb. Beregninger af påvirkningen af Utoft Mosebæk viser, at ved maksimal påvirkning fra den nordlige fane opnås en koncentration i vandløbet på 1,0 mg/l. Med den maksimale påvirkning fra den sydlige fane bliver den maksimale vandløbskoncentration 3,4 mg/l. Ud fra beregningerne kan det ses at ammonium vil kunne give anledning til overskridelser af den ovenfor angivne værdi i forhold til den økologiske kvalitetsmålsætning til vandløbet. Det skal bemærkes, at ca. 85 % af påvirkningen med ammonium stammer fra de allerede nedlukkede deponeringsenheder.

I Bilag 7 til vandplanerne for 2009-2015 /25/ (Miljøministeriet) fremgår desuden en støtteparameter til vurdering af påvirkningen af opløst jern (Fe^{2+}) i forhold til de økologiske kvalitetselementer for vandløb på 0,2 mg/l. For at kunne vurdere dette er det dog nødvendigt at have kendskab til redoxforholdene omkring udløbet. Beregningen medtager ikke de udfældninger, som vil ske, når redox-forholdene ændrer sig nedstrøms deponeringsanlægget samt ved udsivning til vandløbet, og der er derfor ikke beregnet en fortynding af jern i vandløbet i dette eksempel.

Der skal desuden tages stilling til, om salte (Na, K, SO_4 etc.) skal vurderes i forhold til miljømålsætningen for overfladevandet. Dette er ikke gjort i eksemplet.

8. Konklusioner

8.1 Overordnet konklusion

Nærværende beregninger er gennemført for at give et eksempel på, hvordan en risikovurdering kan gennemføres for et deponeringsanlæg bestående af både ældre og nyere enheder (Grindsted Deponeringsanlæg), som er beliggende ikke-kystnært, og hvor nærmeste overfladevand er et vandløb. Resultaterne af risikoberegningerne viser den beregnede påvirkning i perioden frem til 2478, idet det er forudsat, at efterbehandlingstiden for de enkelte deponeringsenheder er 30 år.

I modellen er det antaget, at Grindsted Deponeringsanlæg er den eneste kilde til påvirkning af receptorerne, og der er således ikke inddraget andre anlæg eller aktiviteter med udledning til grundvandet og Utoft Mosebæk, som giver påvirkning med samme stoffer. Resultatet af vurderingen er derfor alene et billede af, om Grindsted Deponeringsanlæg i sig selv kan give anledning til en manglende overholdelse af gældende miljømål og kvalitetskrav over tid. Vurderingen er gennemført uden hensyntagen til den naturlige baggrundskoncentration i grundvand og overfladevand.

For Grindsted er der konstateret overskridelser i åen for 3 af de analyserede stoffer (kviksølv, bor og mangan). Selv om overskridelserne er små, henholdsvis 3, 2 og 1,4 gange, vil en forlængelse af efterbehandlingsperioden på f.eks. yderligere 30 år beregningsmæssigt ikke vise en væsentlig miljøforbedring med det nuværende datagrundlag (kappa for kviksølv er baseret på en default-værdi og kappa for mangan er sat til 0). For at kunne vurdere om en forlængelse af efterbehandlingstiden vil have en effekt, vil det være nødvendigt at bestemme stedsspecifikke kappaværdier for de to stoffer.

I forhold til grundvandet giver total kulbrinter, mangan, kviksølv, xlenoler og jern koncentrationer i grundvandet på mere end 50 gange kravværdien for grundvand. Beregningerne for disse stoffer er baseret på målte C_0 -værdier og default kappa-værdier. Ved at bestemme stedsspecifikke kappa-værdier for stofferne vil man kunne give et bedre bud på, hvorvidt en forlængelse af efterbehandlingstiden vil kunne reducere påvirkningen af grundvandsmagasinet tilstrækkeligt. De overskridelser der ses, er dog så store, at det ikke vurderes sandsynligt, at en forlængelse af efterbehandlingsperioden vil kunne reducere koncentrationerne tilstrækkeligt. Således giver en kappa-værdi på 1 en halveringstid mellem 30 og 50 år, mens en kappa-værdi på ca. 0,5 giver en halveringstid på 60 til 100 år.

På det foreliggende datagrundlag og med den anvendte stoftransportmodel kan det ikke udelukkes, at Grindsted Deponeringsanlæg ved overgang til passiv tilstand efter 30 år for hver af beregningsenhederne vil give anledning til manglende opfyldelse af miljømål og en overskridelse af gældende kvalitetskrav for indlandsvand og grundvand inden for de kommende 500 år.

TABEL 8.1. Sammenfatning af de stoffer for Grindsted som beregningsmæssigt giver overskridelse af kvalitetskriterierne i enten overfladevand eller grundvand. Stoffer på basisstoflisten er anført med **fed skrift**.

Stof	Kappa	Kd	C ₀ (µg/l)	Grundvand nord	Grundvand syd	Overflade- vand
				Overskridelse antal gange		
Kviksølv	0,05	20	Målt	2,5	93	3
Mangan	F.I	F.I	Målt	57	139	1,4
Ammonium-N	1,08	F.I	Målt	933	2.870	IKK
Total kulbrinter (Naftalen)	0,073	0,5	Målt	88	80	IKK
Xylenoler (2,4-dimethylphenol)	F.I	0,011	Målt	82	24	<1
Jern (opløst)	1,63	F.I	Målt	<1	51	IKK
Bor	F.I	F.I	Default	13	13	2
Arsen	0,03	20	Delvist de- fault	13	7	<1
Antimon	0,11	7	Delvist de- fault	11	5	<1
Natrium	0,45	F.I	Målt	2	8	IKK
Xylener (p-xylen)	0,14	0,2	C ₀ fra enhed 4	5	5	<1
Cadmium	0,5	20	Målt	<1	5	<1
Bly	0,27	100	Målt	<1	5	<1
Nikkel	0,29	20	Målt	3	4	<1
Sulfat	0,33	0	Delvist de- fault	3	<1	IKK
Klorid	0,57	0	Målt	2	1,4	IKK

Næringsstoffer

Ved vurderingen af påvirkningen af vandløb er det ofte mindre relevant at kigge på belastning med N og P, idet belastningstilladene primært er relevante at vurdere ift. nedstrøms passage af søer og påvirkningen med kvælstof i den marine recipient. I dette eksempel ses der i stedet på giftvirkning ift. påvirkning med ammonium og klorid og jern – dvs. hvor der opstår høje koncentrationer i vandløbet som kan give en giftvirkning overfor fisk m.v. Giftvirkningen af øvrige salte og jern er ikke vurderet i dette eksempel

Ud fra beregningerne kan det ses, at ammonium vil kunne give anledning til overskridelser af værdien for den støtteparameter i forhold til den økologiske kvalitetsmålsætning til vandløbet. Det skal bemærkes, at ca. 85 % af påvirkningen med ammonium stammer fra de allerede nedlukkede deponeringsenheder. Beregningerne viser, at klorid ikke giver overskridelser af den anvendte støtteparameter værdi.

8.2 Konklusioner af kildestyrkeberegningen

8.2.1 Stofkoncentrationer – C₀-værdier

For en del stoffer har det været nødvendigt at anvende default-værdier for C₀. Default-værdier, eller værdier fra andre beregningsenheder, der anvendes i vurderingerne, skal eftervises ved målinger i perkolatet.

Risikoberegninger af koncentrationer af stoffer, som er gennemført med default-værdier for C₀ eller værdier fra andre beregningsenheder, er anført i TABEL 8.2.

De seks stoffer, der giver anledning til de største overskridelser i beregningerne er baseret på målte koncentrationer, se TABEL 7.1. Først på syvende, ottende og niende pladsen kommer stoffer, som er helt eller delvist baseret på defaultværdier for C₀.

TABEL 8.2. Liste over C₀-værdier anvendt til kildestyrkeberegninger. I tabellen medtages kun stoffer hvor C₀-værdien for en eller flere beregningsenheder ikke er bestemt ud fra analyser af perkolatet. C₀-værdier fastlagt ud fra analyser af perkolatet er angivet med **grønt**. Hvis der for beregningsenhed ikke foreligger analyser af perkolatet, så anvendes i stedet default-værdien for C₀ (angivet med **rødt**. I tabellen). Hvis der ikke foreligger en default-værdi, er der i nærværende beregningseksempel i stedet anvendt den højeste C₀-værdi fra de øvrige beregningsenheder (angivet med **blåt** i tabellen)

Stof	Beregningsenhed 4 µg/l	Beregningsenhed 3 µg/l	Beregningsenhed 1+2 µg/l	Anvendes Kappa=0 ?
Antimon	76	21	21	
Arsen	240	110	110	
Barium	260	260	260	
Benz(a)pyren	0,022	0,022	0,022	JA
Bisfenol A	22	22	22	JA
Bor	6.900	6.900	6.900	JA
Chrysen	81	81	81	JA
Fluoranthren	0,340	0,053	0,053	
Kalium	710.000	670.000	1.400.000	JA
Kobber	13	3,9	200	
Pyren	0,27	0,27	0,27	JA
Selen	4,50	4,50	4,50	
Sulfat	2.700.000	1.400.000	630.000	
Toluen	25	25	25	
Xylener	160	160	160	
Zink	130	38	130	
Cresoler	773	71	773	JA

For atrazin, klorfenoler, MCCP, ftalater og vanadium er der ikke grundlag for at foretage en beregningsmæssig risikovurdering, idet der ikke foreligger anvendelige C₀-værdier. Det anbefales derfor, at alle fem stoffer indgår i den fremtidige monitoring for Grindsted Deponeringsanlæg.

Anvendelse af default C₀-værdier giver kun indledende indikationer af påvirkningen fra perkolatet, men kan ikke danne grundlag for en egentlig risikovurdering.

8.2.2 Kappa-værdier

De foreliggende perkolatdata fra monitoringsprogrammet kan ikke anvendes til fastlæggelse af kappa-værdier, og derfor anvendes default-værdier.

For følgende stoffer findes der ikke en default-værdi for kappa og der er derfor anvendt en kappa-værdi på 0: (benz(a)pyren, bisfenol-A, bor, chrysen, kalium, mangan, pyren, total-P, xylener og chresoler.

Som det fremgår af TABEL 7.1 er der anvendt $\kappa=0$ i beregningerne for tre af de ti stoffer, der giver anledning til de største overskridelser.

8.3 Konklusioner af beregninger med GrundRisk Landfill

Mange af de data der indgår i transportberegningerne, er som udgangspunkt enten default-værdier eller beregnede værdier. Dette gælder: retardation (R_f eller K_d), nedbrydningskonstanter (vertikalt og horisontalt), grundvandshastighed, porøsitet og vandindhold, nettonedbør, dispersivitet, stofkoncentrationer og vandflux.

En generel vurdering af betydningen af usikkerheden af de enkelte faktorer er beskrevet i kapitel 3 i /F/ (Miljøstyrelsen, 2019). I det følgende gives en kort vurdering af den konkrete betydning for Grindsted Deponeringsanlæg.

8.3.1 Manglende data om mobilitet

For de stoffer, hvor der ikke er oplyst en K_d -værdi, kan der eventuelt søges supplerende oplysninger vedrørende stoffernes transportegenskaber. K_d har dog forholdsvis lille betydning for risikovurderingen, idet den umættede zone under Grindsted Deponeringsanlæg er meget lille. Dog kan K_d -værdien have betydning for resultatet af risikovurderingen, hvis værdien er høj.

8.3.2 Nedbrydelighed

For de organiske stoffer kan nedbrydeligheden have stor indflydelse på, om stoffet udgør en risiko eller ej. Der bør dog kun søges supplerende oplysninger for stoffer, hvor beregninger uden nedbrydning har vist, at stoffet giver en overskridelse af kvalitetskravene i POC. For Grindsted Deponeringsanlæg omfatter det total kulbrinter, xyleneoler og xyleneer.

8.3.3 Data om geologi og hydrogeologi

For Grindsted Deponeringsanlæg foreligger en god geologisk og hydrogeologisk redegørelse i form af en hydrogeologisk model /7/ (COWI, 2003) og /8/ (COWI, 1999). Yderligere oplysninger om de hydrologiske forhold vil være nyttige i forhold til at kunne kvalificere risikobilledet for overfladevand (f.eks. medianminimumsvandføring, forhold omkring den hydrauliske kontakt mellem grundvand og vandløb samt vandløbs geometri). Yderligere kortlægning af de hydrogeologiske forhold vil dog næppe ændre væsentligt ved de beregnede overskridelser i grundvandet.

8.3.4 Manglende kvalitetskrav

For stoffer, til hvilke der ikke foreligger kvalitetskrav i overfladevand (ILVK) eller grundvand (KvG) kan der ikke gennemføres en konkret risikovurdering i forhold til denne receptor. I TABEL 8.3 er givet en liste over de stoffer fra den stedsspecifikke stofliste, til hvilke der ikke findes kvalitetskrav i en eller begge receptorer. Det anbefales, at det i samarbejde med miljømyndigheden aftales, hvilke stoffer der bør opstilles stedsspecifikke kravværdier

TABEL 8.3 Tabel over stoffer, der fremgår af den stedsspecifikke stofliste, og for hvilke der ikke foreligger kvalitetskrav for enten overfladevand, grundvand eller begge. Stoffer på basisstoflisten er anført med **fed skrift**.

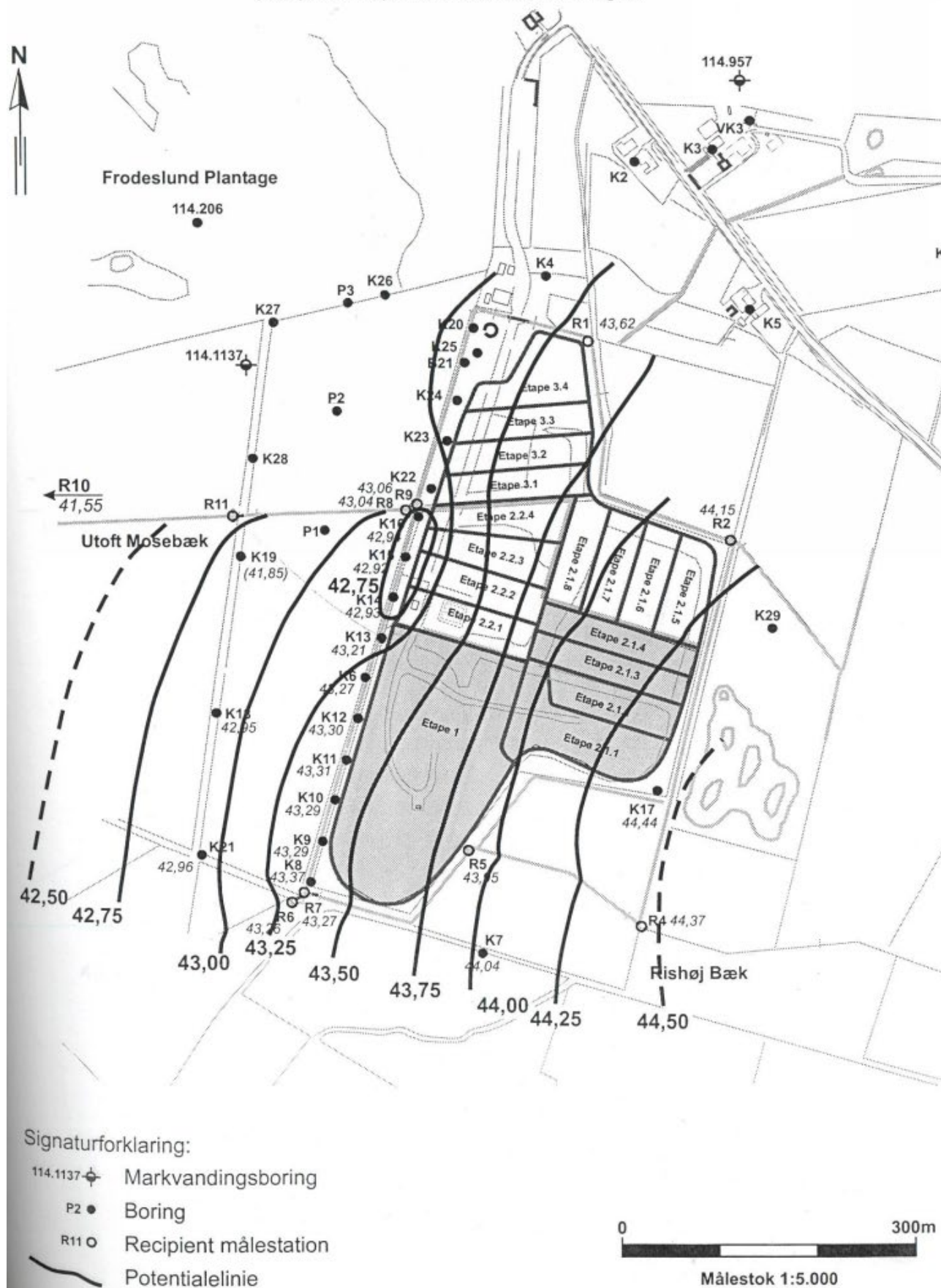
Stof	Max C ₀ (mg/l)	ILVK (mg/l)	KvG (mg/l)
Bisfenol A	0,022	0,0001	I.KK
Chrysen	0,000081	0,000014	I.KK
Jern (opløst)	170	I.KK	0,2
Kalium	1.400	I.KK	I.KK
Klorid	2.300	I.KK	250
Natrium	4.700	I.KK	175
Pyren	0,00027	0,0000046	I.KK
Sulfat	2.700	I.KK	250

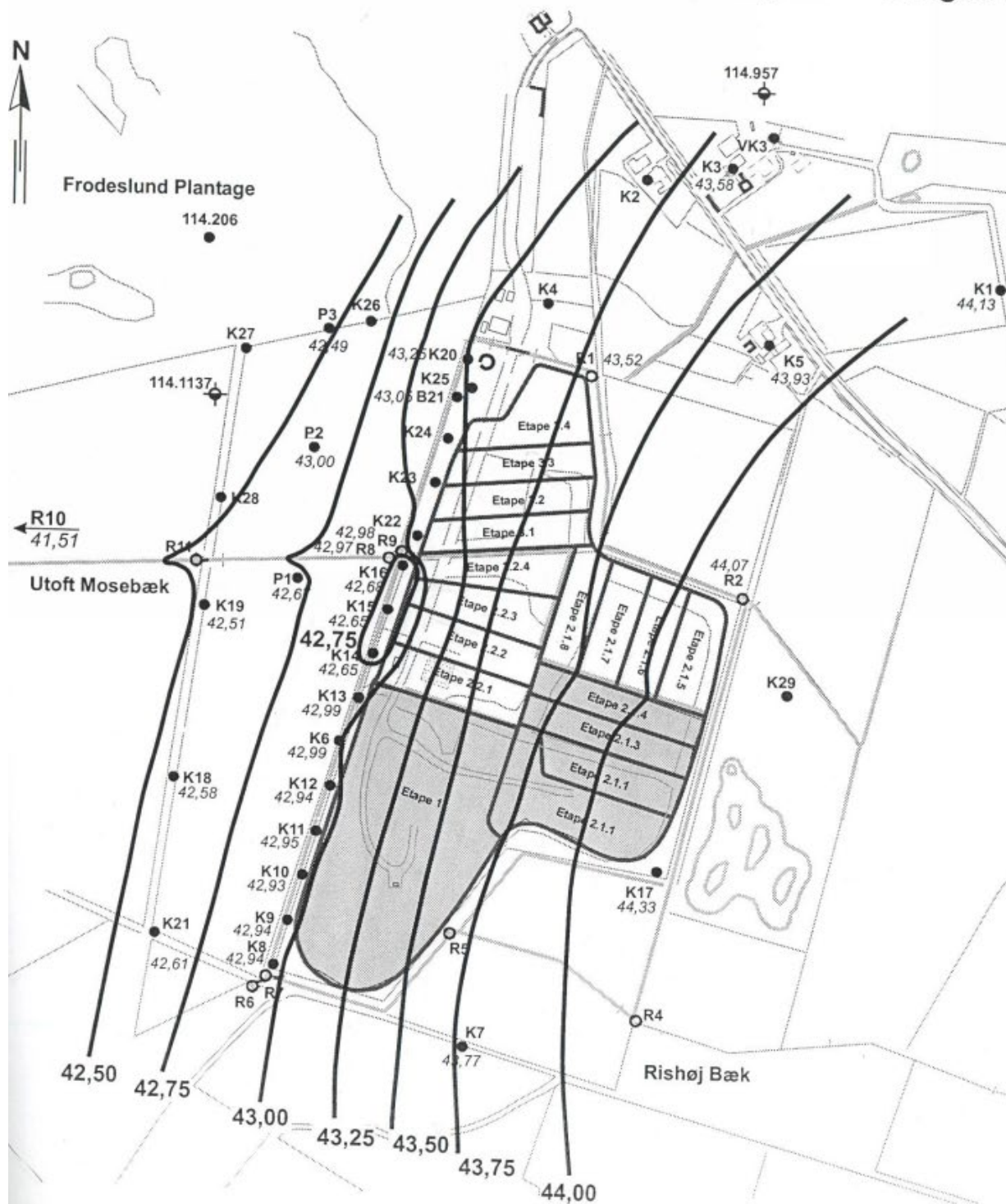
Bilag 1. Potentialekort og geologiske snit

Kilde; Geologiske snit og potentialekort "Grundvandskontrol ved Grindsted Losseplads, Ribe Landevej 6. Hydrogeologiske undersøgelser, grundvandsmodellering og risikovurdering". December 1999

Pejlet vandstand d. 28-3-98, øvre sekundære magasin (41,85) værdien repræsenterer nedre sekundære magasin

Bilag 8.1



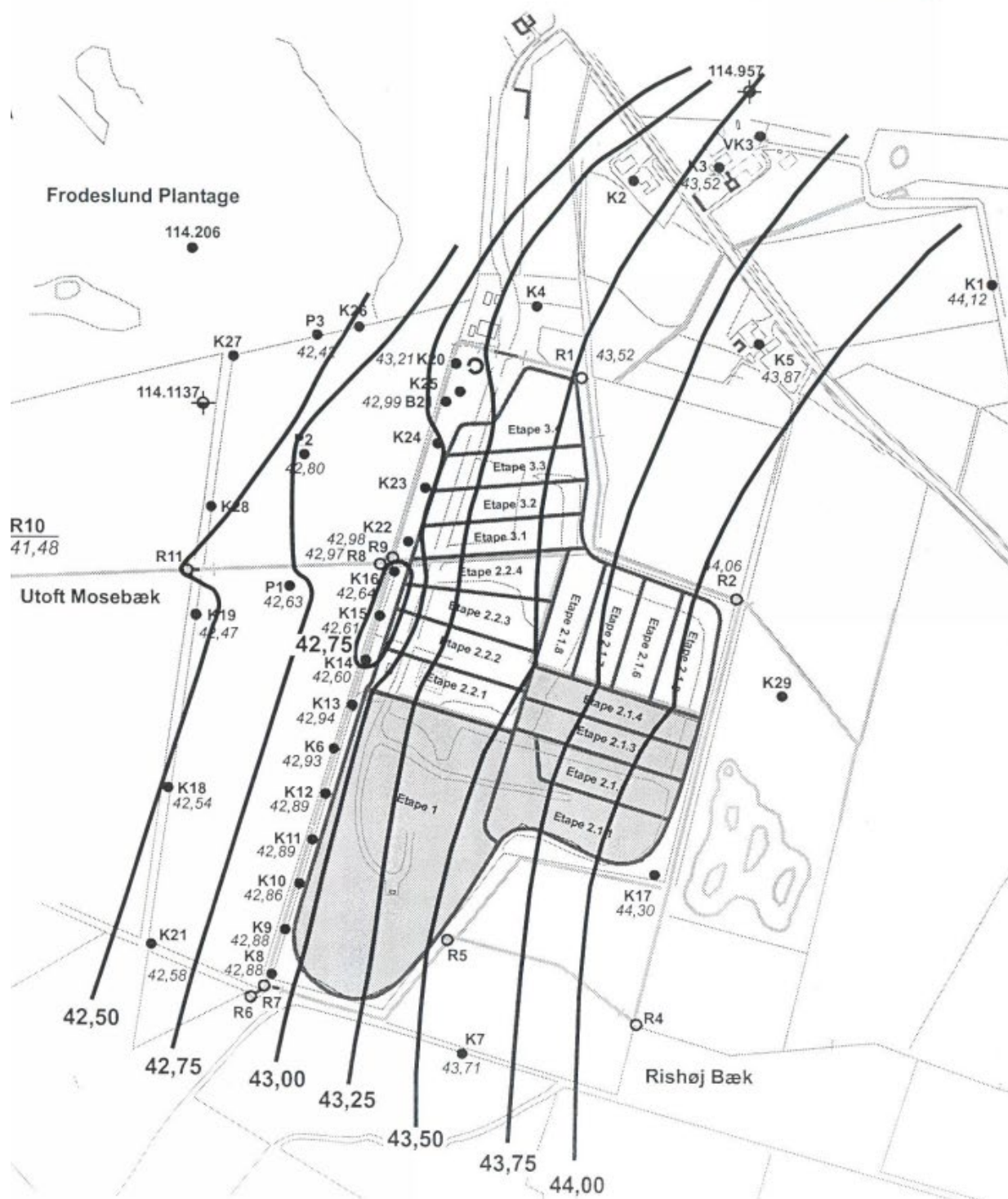


Signaturforklaring:

- 114.1137 ⚓ Markvandingsboring
- P2 • Boring
- R11 ○ Recipient målestation
- Potentialelinie

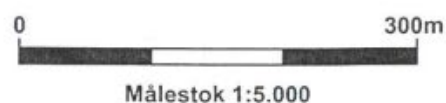


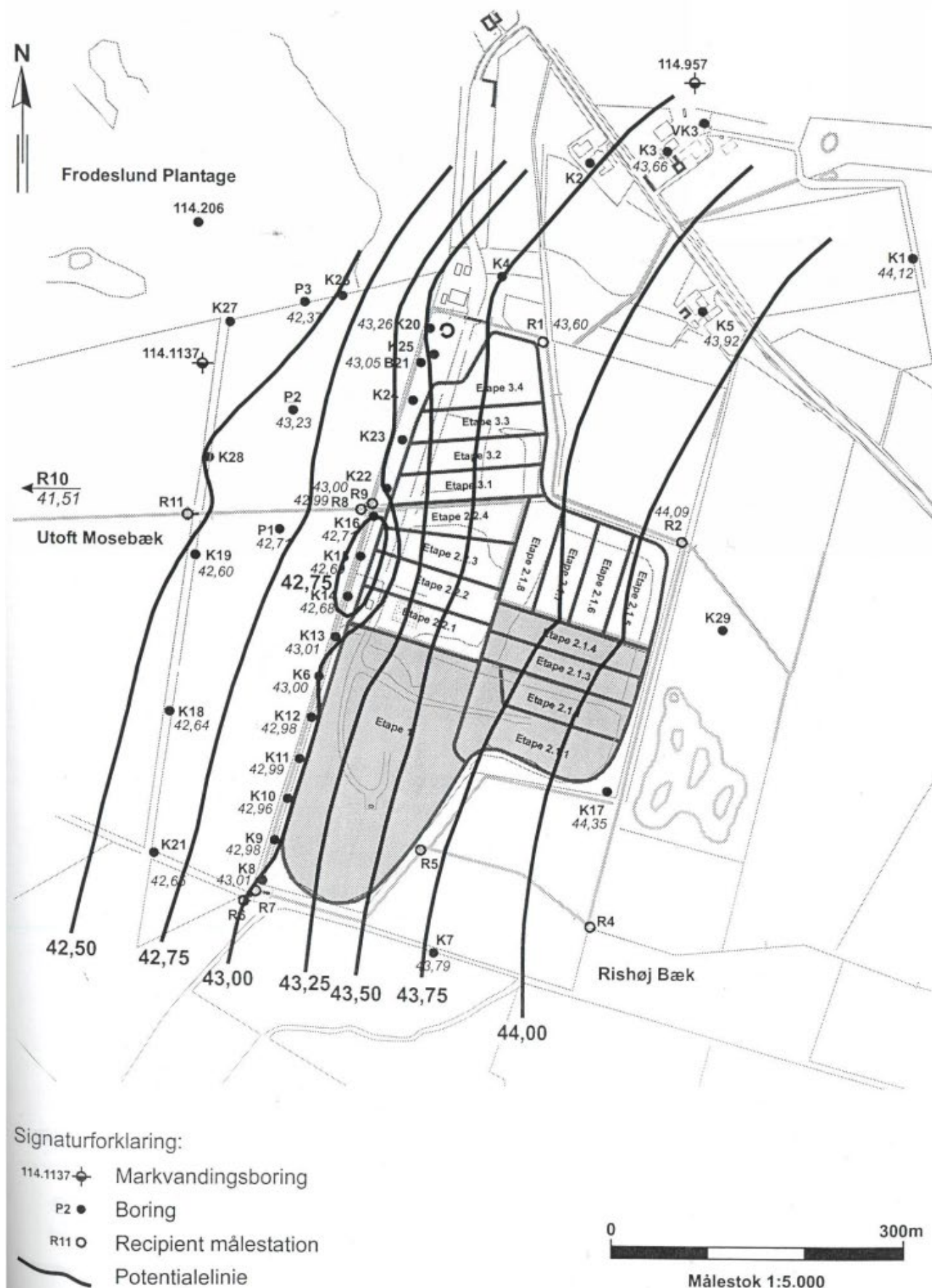
Målestok 1:5.000



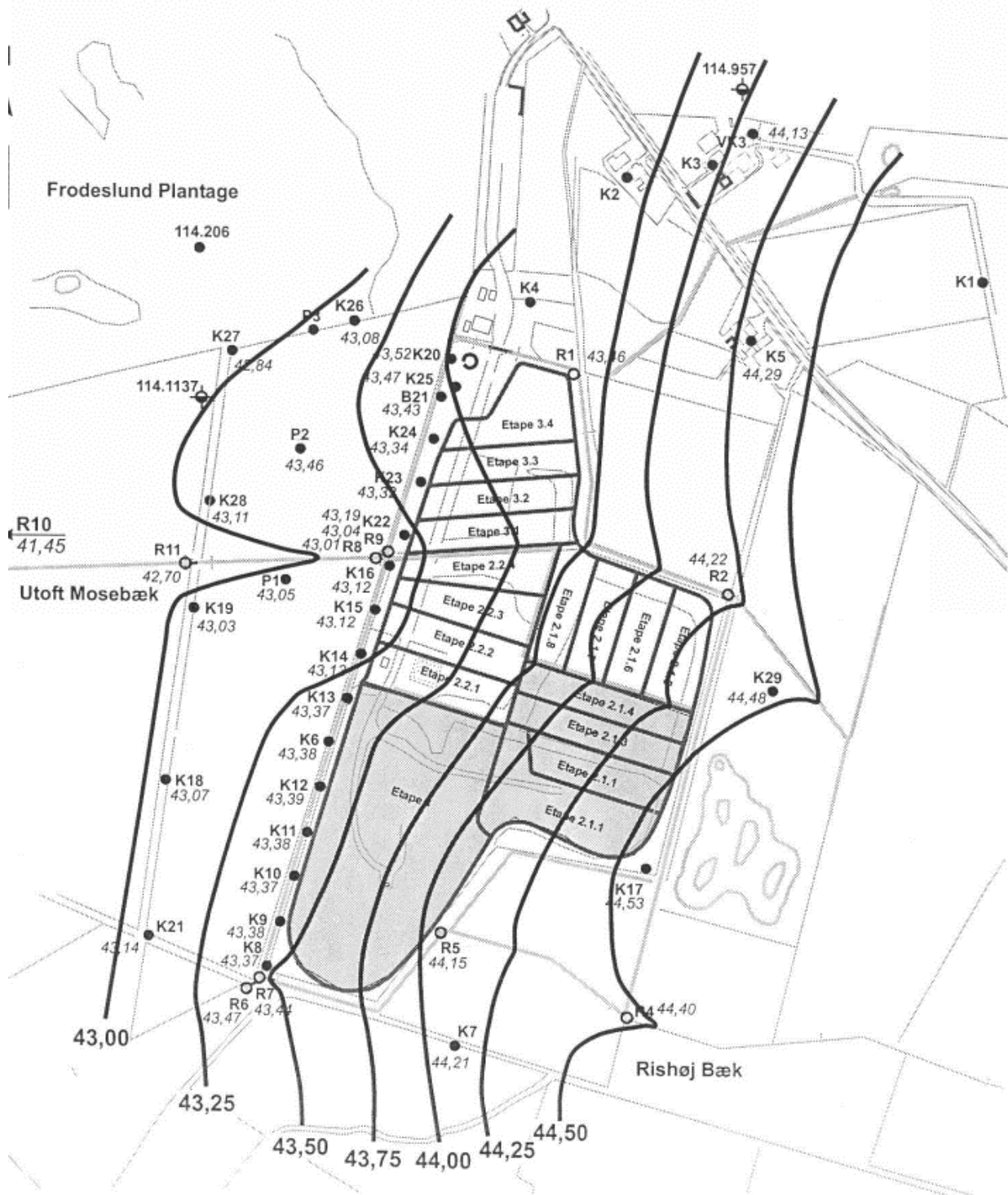
Legende:

- 14.1137 Markvandingsboring
- P2 Boring
- R11 Recipient målestation
- Potentialelinie





Bilag 8.5



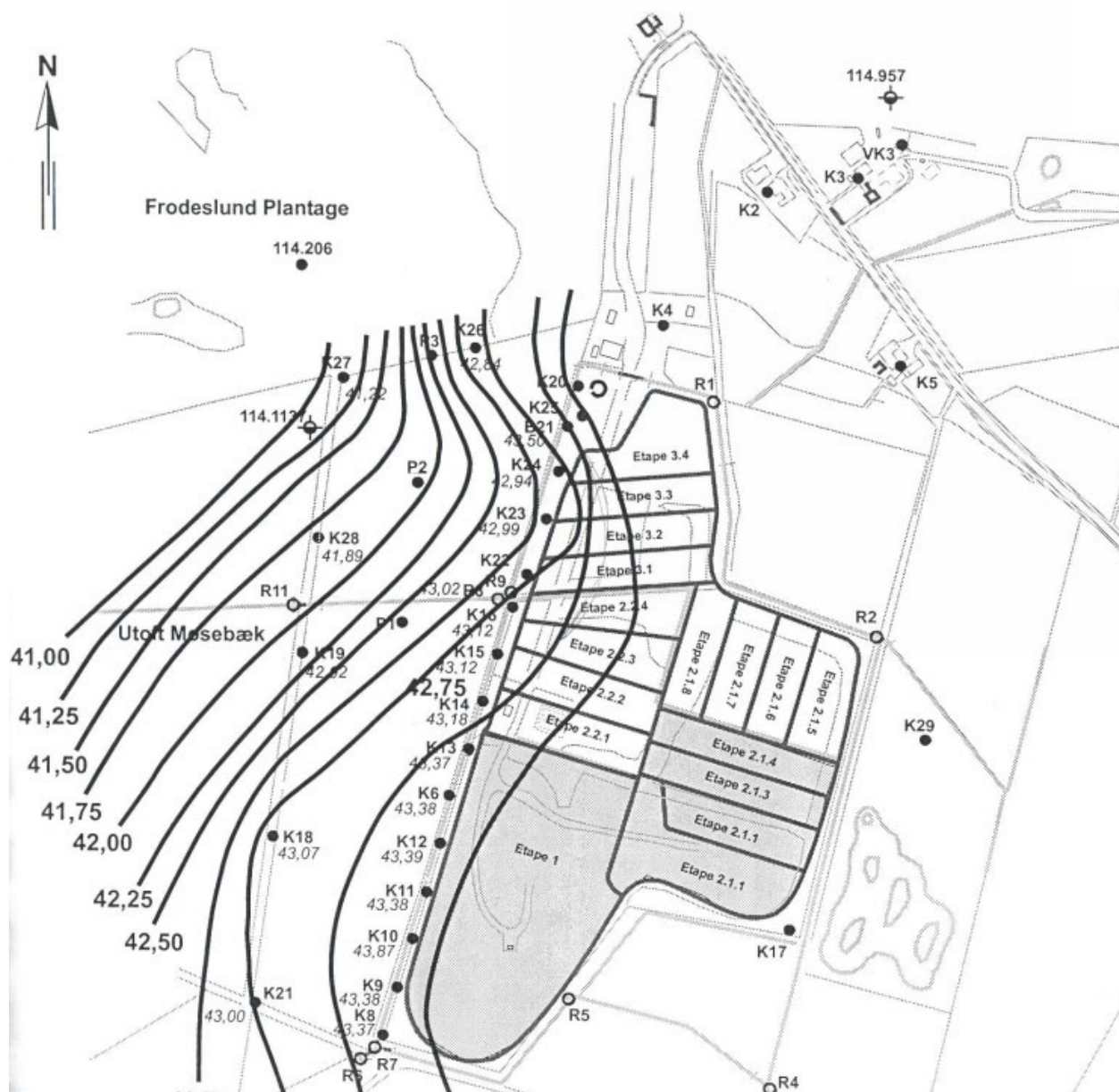
Signaturforklaring:

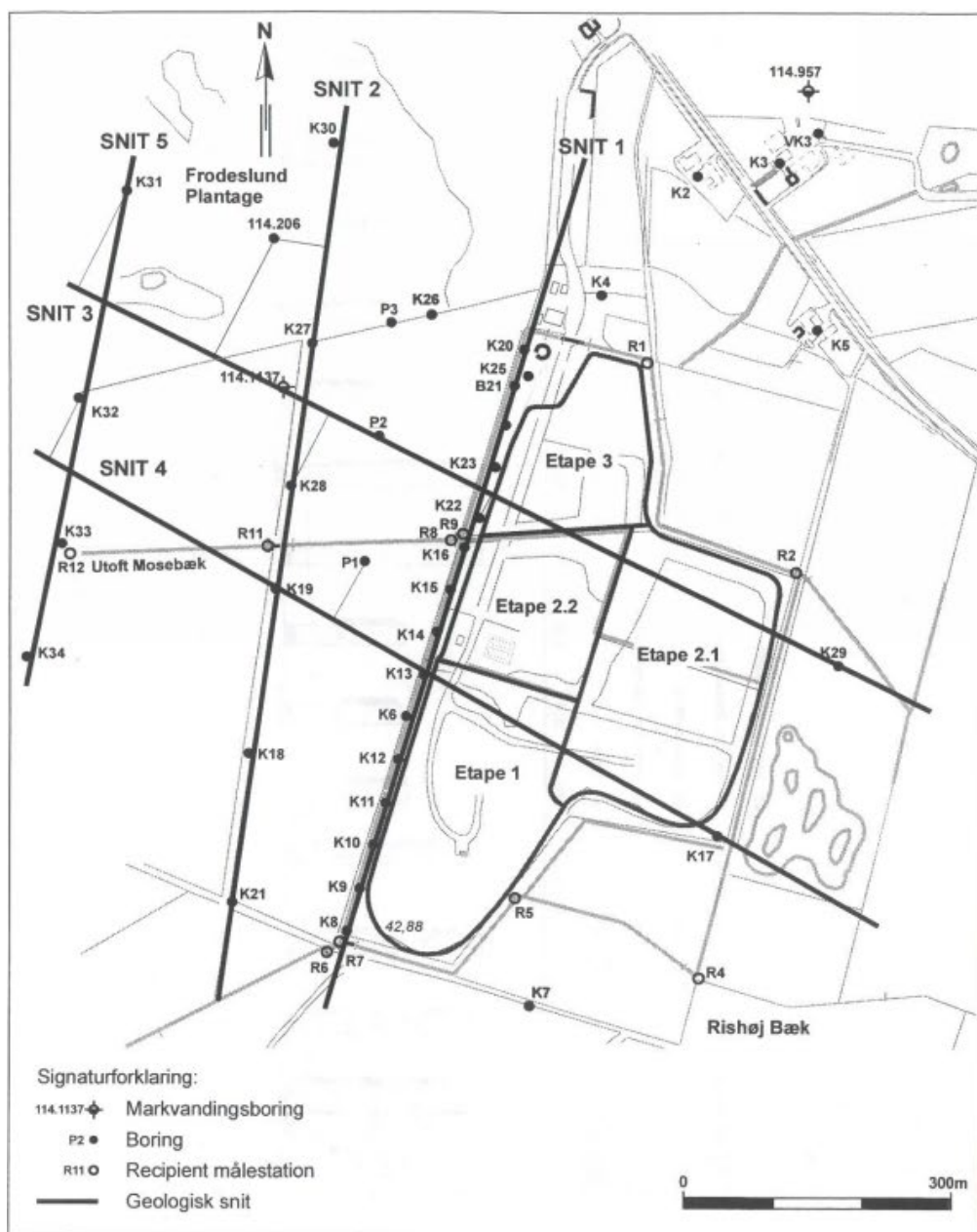
- 14.1137  Markvandsboring
P2  Boring
R11  Recipient målestation
 Potentialelinie



Målestok 1:5.000

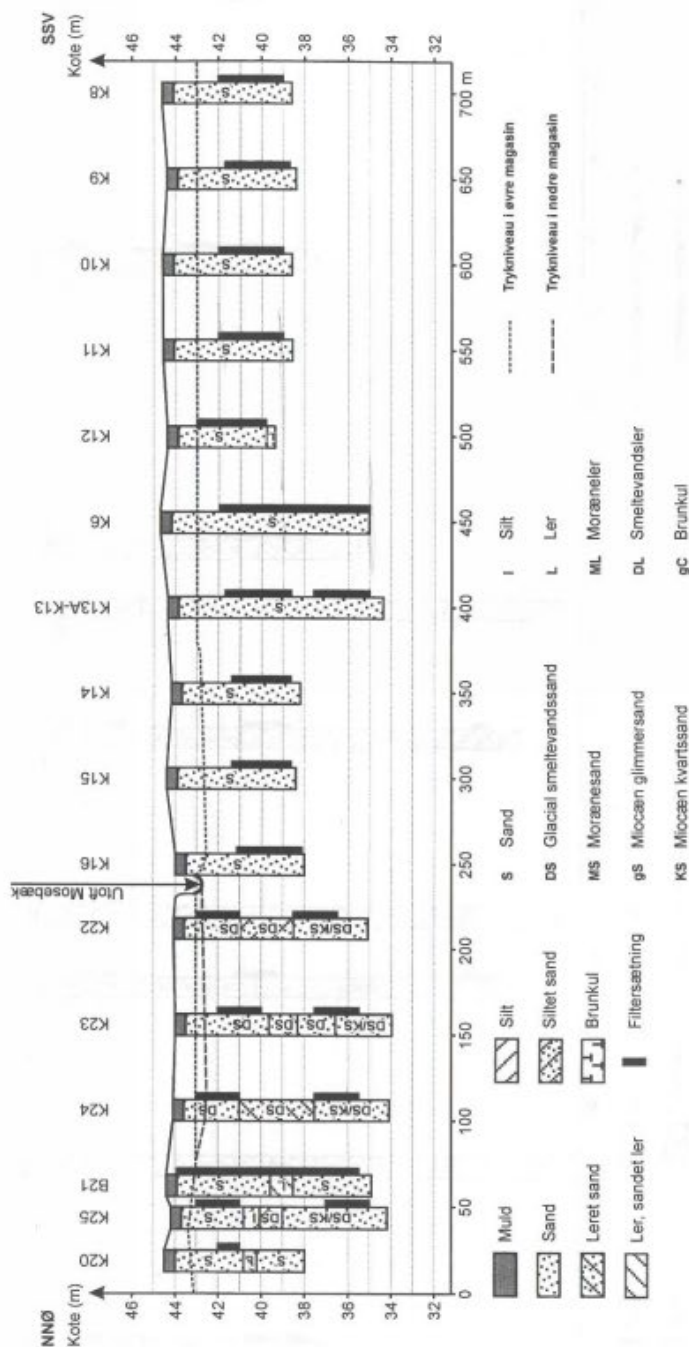
Pejlet vandstand d. 14-12-98, nedre sekundære magasin Bilag 8.6



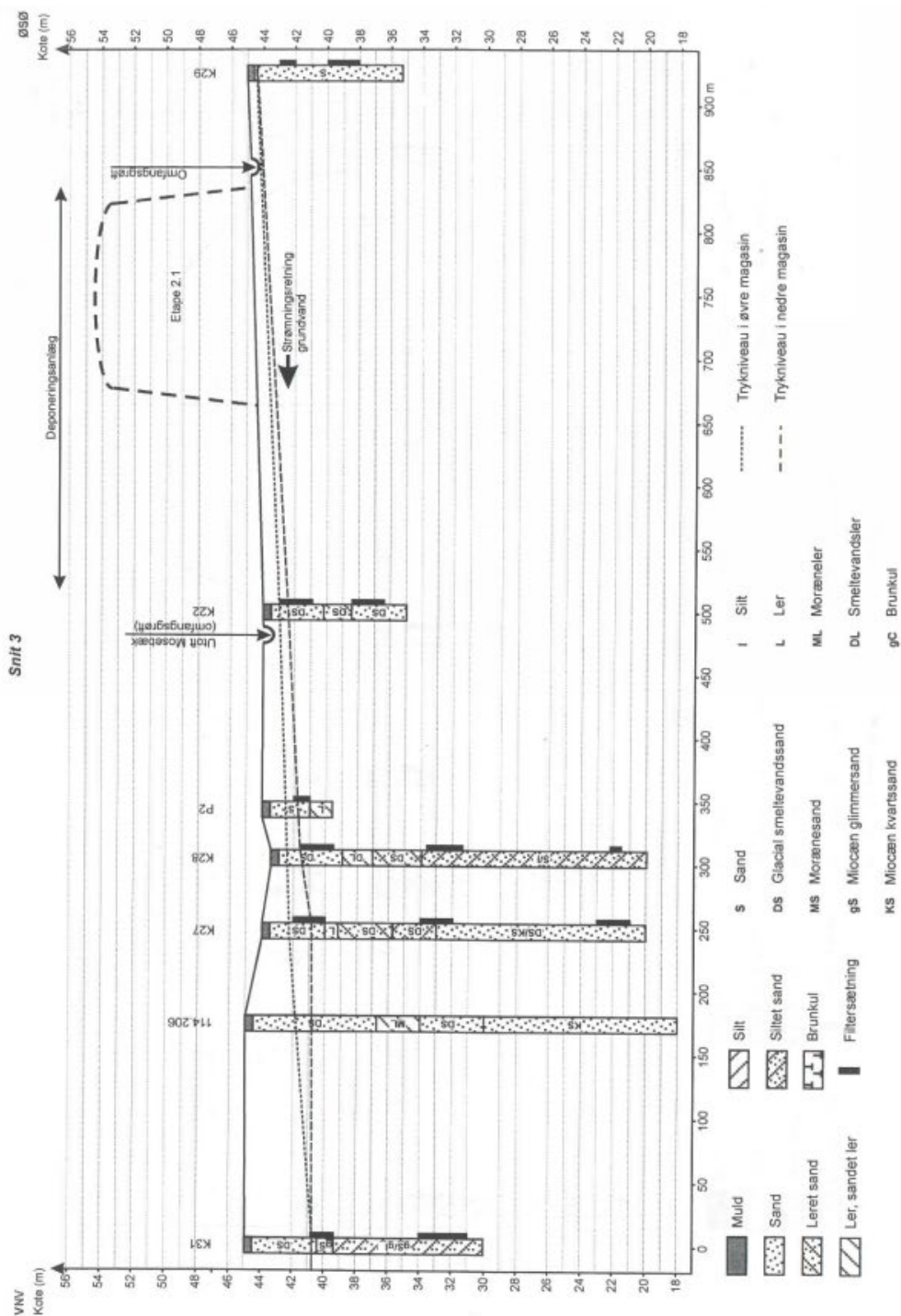


GRINDSTED KOMMUNE			
GRINDSTED AFFALDS- OG GENBRUGSCENTER			
MILJØTEKNISK BESKRIVELSE			
PLACERING AF GEOLOGISKE SNIT			
SKALA	DATO: 22 OKT 1999	COWI	BILAG 10.1

Snit 1



GRINDSTED KOMMUNE			
GRINDSTED AFFALDS- OG GENBRUGSCENTER			
MILJØTEKNISK BESKRIVELSE			
GEOLOGISK SNIT			
SKALA	DATO: 22 OKT 1999	COWI	BILAG 10.2



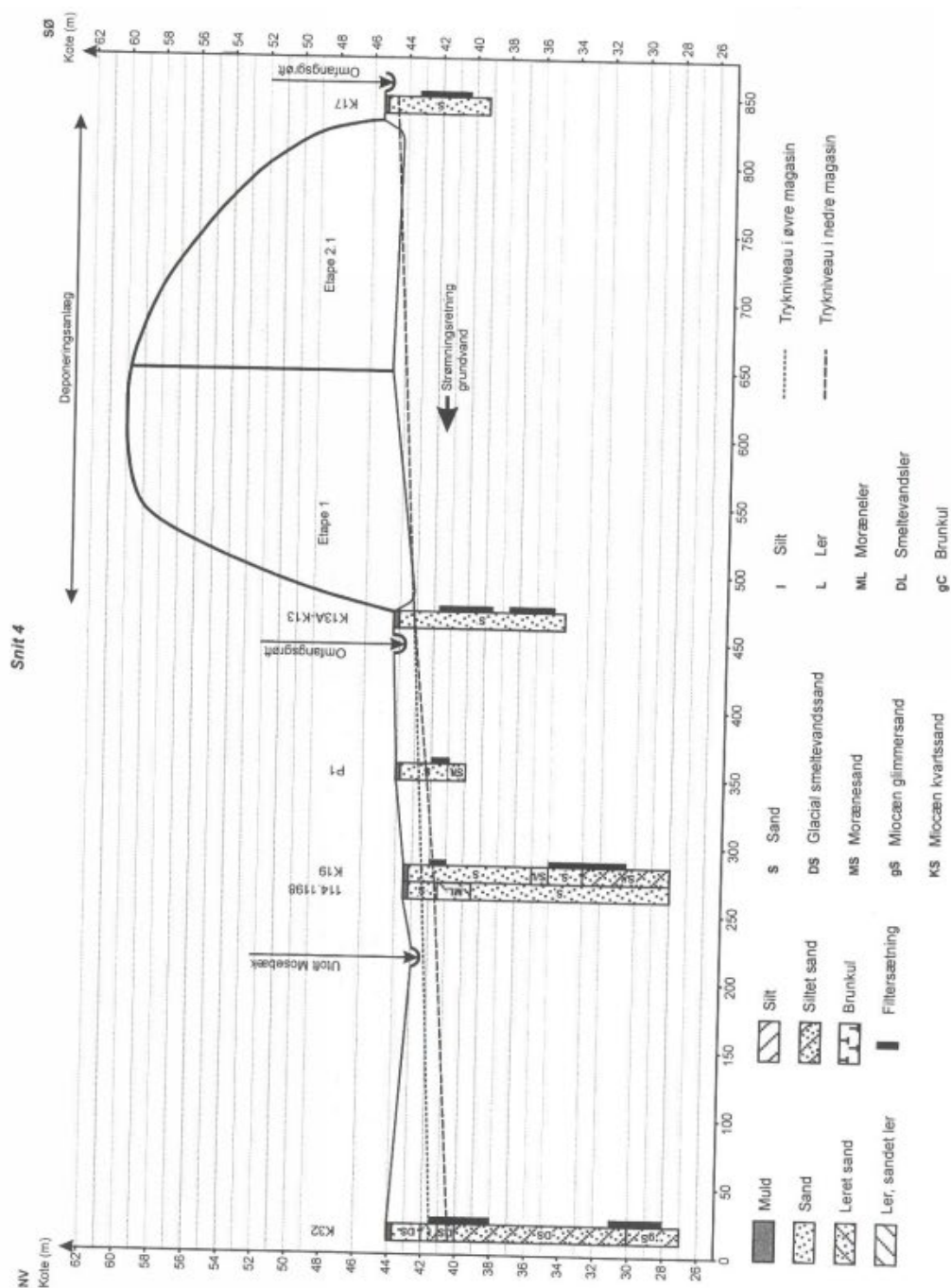
GRINDSTED KOMMUNE

GRINDSTED AFFALDS- OG GENBRUGSCENTER

MILJØTEKNISK BESKRIVELSE

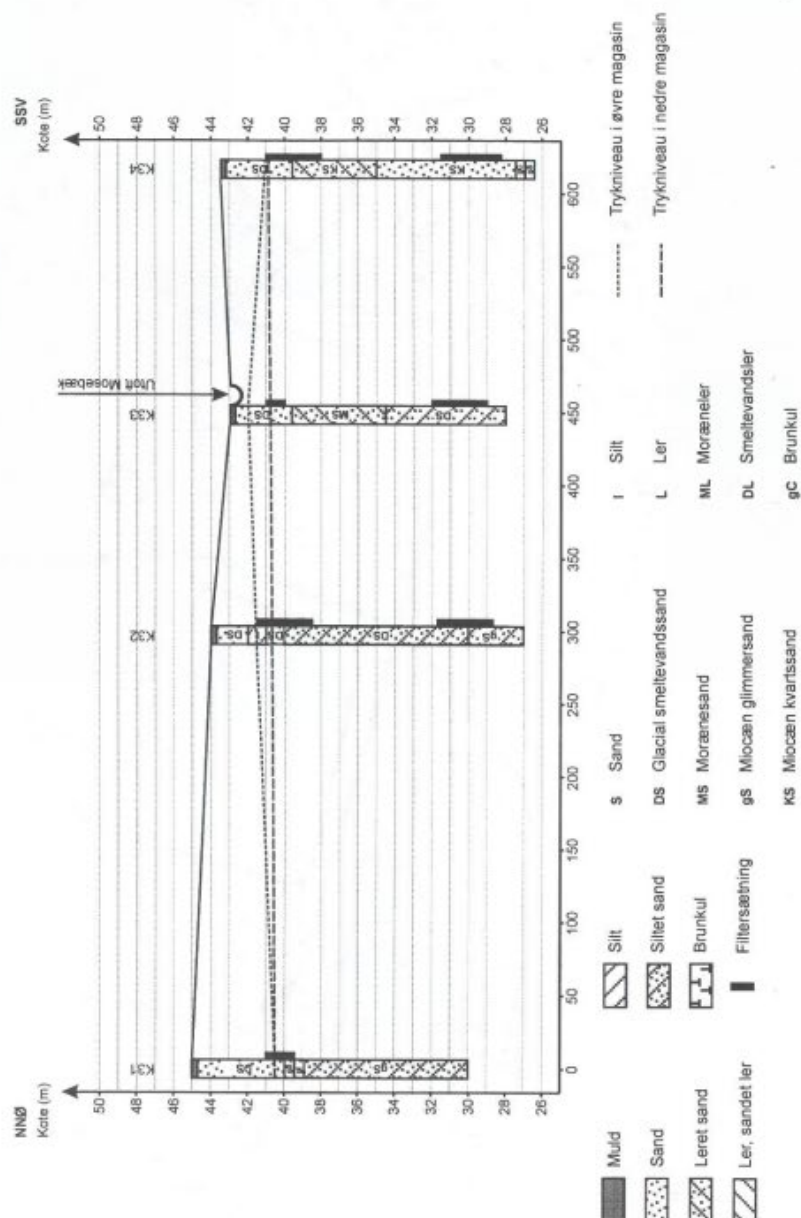
GEOLOGISK SNIT

SKALA	DATO: 22 OKT 1999	COWI	BILAG 10.4
-------	-------------------	------	------------



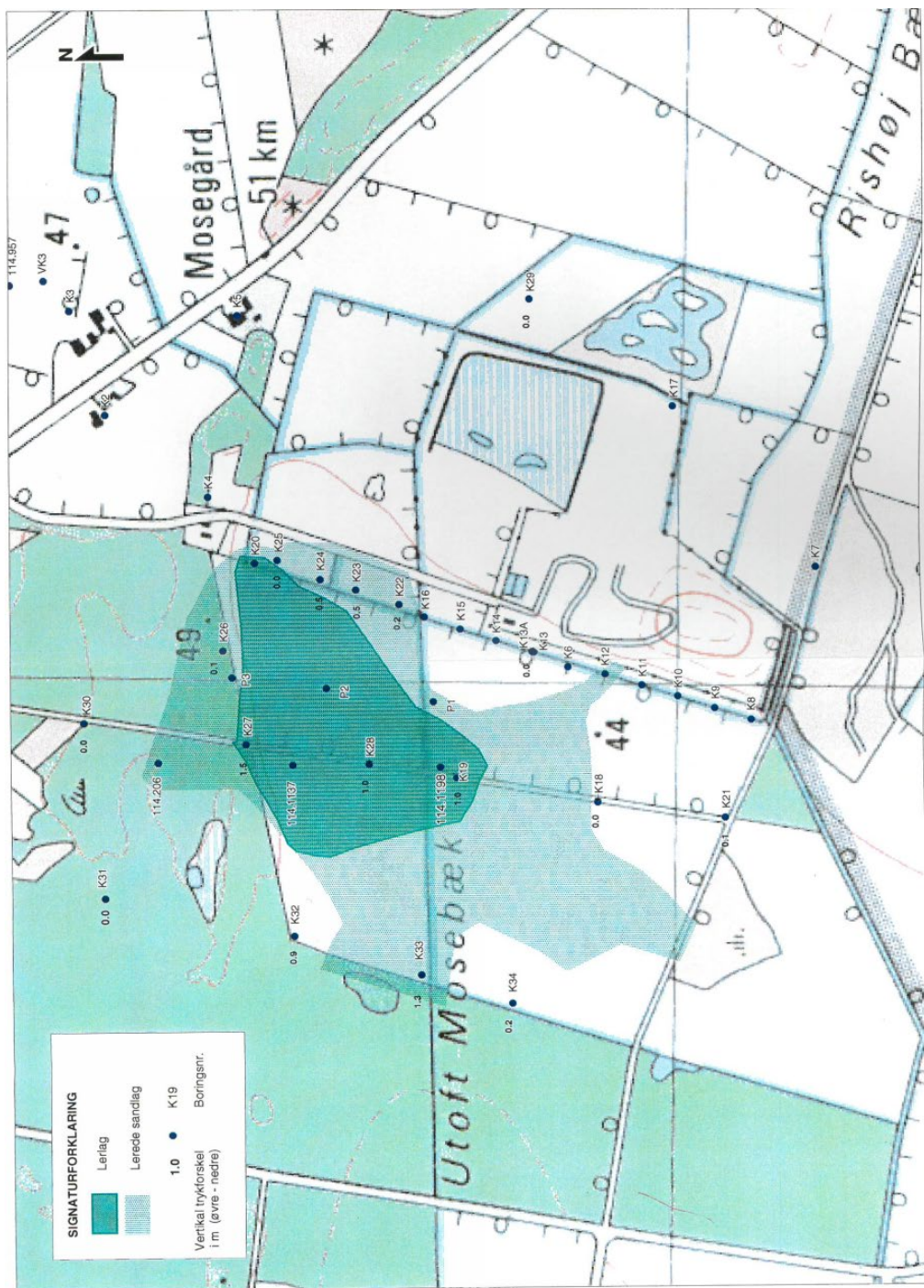
GRINDSTED KOMMUNE			
GRINDSTED AFFALDS- OG GENBRUGSCENTER			
MILJØTEKNISK BESKRIVELSE			
GEOLOGISK SNIT			
SKALA	DATO: 22 OKT 1999	COWI	BILAG 10.5

Snit 5



GRINDSTED KOMMUNE			
GRINDSTED AFFALDS- OG GENBRUGSCENTER			
MILJØTEKNISK BESKRIVELSE			
GEOLOGISK SNIT			
SKALA	DATO: 22 OKT 1999	COWI	BILAG 10.6

RT 15-Okt-1999 10:52 c:\data\grund\320\bha\43490_000_figur\snit\blokud.dwg



Grundmateriale© copyright Kort og Matrikelstyrelsen.
Reproduceret i henhold til tilladelse G11-98

GRINDSTED KOMMUNE

GRINDSTED AFFALDS- OG GENBRUGSCENTER

MILJØTEKNISK BESKRIVELSE

UDBREDELSE AF LERLAG OG LEREDE SANDLAG

SKALA 1:5000

DATE 22 OKT 1999

COWI

BILAG 10.7

Bilag 2. Fastlæggelse af C_0 og K_d for stoffer på den stedsspecifikke stofliste

For de stoffer, hvor der foreligger analysedata for perkolatet, er der foretaget en beregning af max, min, gennemsnit og 90 % fraktil. Som udgangspunkt svarer C_0 til den højest målte koncentration, men der kan forekomme såkaldte outliers, dvs. målinger der ligger meget højere eller meget lavere end de øvrige målinger. Ved bestemmelse af C_0 skal der ses bort fra outliers. Outliers kan f.eks. identificeres, hvis $C_{\max} > 90$ % fraktilen.

For de stoffer, hvor der ikke foreligger tilstrækkelige perkolatdata, er det nødvendigt at benytte default-værdier. Default-værdierne fremgår bl.a. af tabel 5.3 i dokumentationsrapport 1 /E/ (Miljøstyrelsen, 2018e). Alle de stoffer, der indgår i basisstoflisten og af perkolatdata, fremgår af Bilag 3.

C_0 -værdierne for hver beregningsenhed anvendes i kildestyrkeberegningerne. Ved screening af hvilke stoffer der skal indgå på den stedsspecifikke stofliste, anvendes den maksimale C_0 -værdi for hvert stof, se tabellen i bilag 3. De stoffer, det er valgt at foretage risikovurdering i forhold til den stedsspecifikke stofliste, er vist i TABEL 5.5.

Beregning af K_d -værdier

Som inddata til stoftransportmodulet skal der for de enkelte stoffer vurderes en værdi for K_d (fordelingskoefficient mellem jord og vand). I bilag 3 til dokumentationsrapport 1 /E/ (Miljøstyrelsen, 2018e) er angivet forslag til K_d -værdier for en række stoffer.

For de organiske stoffer beregnes K_d -værdien ud fra K_{oc} (Fordelingen mellem organisk kulstof og vand) og indholdet af organisk stof i sedimentet (f_{oc}) ud fra formelen $K_d = K_{oc} \cdot f_{oc}$. Da jordlagene under deponeringsanlægget består af mineralske materialer af sand, grus og kalk, er det her antaget, at det organiske indhold i både den umættede og den mættede zone er lavt og estimeres til $f_{oc} = 0,001$.

Anvendelse af modelstoffer

I denne sammenhæng anvendes termen modelstof om et kemisk stof, som kan indgå i risikoberegningerne i stedet for et andet stof eller en samleparameter. Modelstofferne er typisk rigtige stoffer som f.eks. naftalen, hvor det er muligt at finde værdier for de parametre som indgår i risikovurderingen, f.eks. κ , K_d og nedbrydningskonstanter.

Modelstofferne anvendes bl.a. for at lette risikovurderingen og mindske antallet af stoffer, der skal foretages beregninger for.

Modelstofferne anvendes som erstatning for andre specifikke stoffer med lignende fysiske og kemiske egenskaber eller for samleparametre. F.eks. anvendes stoffet "2,6-diklorfenol" som modelstof for andre klorfenoler, men også for samleparameteren "Klorfenoler". Modelstoffer anvendes, når der er tale om flere stoffer, der ligner hinanden kemisk, og når der ikke findes stoffs specifikke data, eller når der er tale om en såkaldt samleparameter (f.eks. BTEX). Dertil

kommer, at modelstoffet vælges, så det udgør en konservativ vurdering for den stofgruppe, som det fungerer som modelstof for.

Beregningen med modelstoffer anvendes på følgende vis:

- Hvis der foreligger perkolatanalyser for et specifikt stof, kan stoffet inddrages i risikovurderingen, idet der anvendes modelstoffets stofs specifikke beregningsværdier, f.eks. κ , K_d og nedbrydningskonstanter.
- Ved risikovurderingen foretages beregningen med modelstoffets data, dog anvendes stoffkoncentrationen for det pågældende stof (C_0), ligesom det beregnede resultat i POC sammenholdes med kvalitetskravet for det pågældende stof.

Afhængig af hvilket monitoringsprogram der er gennemført, vil der kunne fremkomme parametre, som dækker helt eller delvist over de samme stoffer f.eks. kan der for Ammonium-N foreligge analyser for både "Ammoniak + ammonium – N filtreret", "Ammonium-N ($\text{NH}_4\text{-N}$)" og "Total-N". Ved risikovurderingen kan der foretages beregninger for alle tre parametre, men da der anvendes samme modelstof, foreslås det, at der foretages beregning for den af parametrene, hvor der foreligger kvalitetskrav i POC. Hvis der foreligger kvalitetskrav for flere af parametrene, foretages beregningen for det af stofferne, hvor den største attenuering er nødvendig.

Bilag 3. Liste over stoffer der vurderes ved udarbejdelse af den stedsspecifikke stofliste for Grindsted Deponeringsanlæg

Stofnavn/ betegnelse	Stoffet udgår Xb: Afstand til receptor V-FRA: Vurderet og fraserteret i baggrundsrapport /A/	Kd		Kappa	C _p (mg/l)					C _{0,max}
		Kd	Kd<15?		Beregn.- enhed 4	Beregn.- enhed 3	Beregn.- enhed 1+2	Default- værdier		
Acenaphthen		1,7	Ja		0,00034				0,00034	
Aluminium	V-FRA								Ingen C ₀	
Total-N					460	1300	1300		1300	
Ammonium-N				1,08	450	1100	1200	690	1200	
Anthracen		6	Ja		0,00015				0,00015	
Antimon		7	Ja	0,11	0,076	0,021	0,021	0,021	0,076	
AOX, som Cl	V-FRA				0				Ingen C ₀	
Arsen		20	Nej	0,03	0,28	0,11	0,11	0,11	0,28	
Atrazin		0,058	Ja	ej listet				ej listet	Ingen C ₀	
Barium		14	Ja	0,15	0,26			ej listet	0,26	
Benzen		0,024	Ja	1,2	0,0047	0,0026	0,0026	0,0026	0,0047	
Benz(a)anthracen		550	Nej		0,000056				0,000056	
Benz(a)pyren	Xb	340	Nej	ej listet	0,000022			ej listet	0,000022	
Benz(b+j+k)fluoranthen		330	Nej		0,000062				0,000062	
benz(g,h,i)perylene		520	Nej		0,000013				0,000013	
BIS	V-FRA			2,17	1100	410	2700	509	2700	
Bisfenol A		0,5	Ja	ej listet	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	
Bly	Xb	100	Nej	0,27	0,0075	<0,0005	0,15	ej listet	0,15	
Bor				ej listet	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	
BTEX	V-FRA								Ingen C ₀	
Cadmium	Xb	20	Nej	0,5	0,00016	<0,00005	0,02	ej listet	0,02	
Calcium	V-FRA				500	340	2400		2400	
Chrysen		160	Nej		0,000081				0,000081	
COD	V-FRA				1700					
Dibutylphthalat	V-FRA								Ingen C ₀	
DOC/NVOC	V-FRA		Ja	1,1	350	520		680	680	
Ethylbenzen		0,92	Ja		0,0081				0,0081	
Fenol		0,0048	Ja	3,4	0,14	0,029	1,6	0,0051	1,6	
Fluoranthen		34	Nej	0,00086	0,00034			0,000053	0,00034	
Fluoren		3	Ja		0,00023				0,00023	
Fluorid		2	Ja					3,3	6,2	
				0,22	6,2					
Hydrogenkarbonat	V-FRA								Ingen C ₀	
Jern (opløst)				1,63	2,7	0,89	170	6,1	170	
Kalium				ej listet	710	670		1400	1400	
Klorbenzener		0,28	Ja	ej listet				0,0017	0,0017	
Klorfenoler		0,22	Ja	ej listet				ej listet	Ingen C ₀	
Klorid		0	Ja	0,57	2300	2200	1400	2800	2300	
Kobber		100	Nej	0,28	0,013	0,0039		0,2	0,2	
Krom (total)		23	Nej	0,18	0,13	0,54	0,2	0,048	0,54	
Krom(III)	V-FRA	100	Nej	0,18					Ingen C ₀	
Krom(VI)	V-FRA	1	Ja	0,18					Ingen C ₀	
Kviksølv	Xb	20	Nej	0,05	0,00043	0,00075	0,02	ej listet	0,02	
Mangan				ej listet	7,8	0,97	12	2,2	12	
MCCP		0,0002	Ja	ej listet				ej listet	Ingen C ₀	
Molybdæn		15	Nej	0,35	0,0086			0,045	0,045	
Naftalen		0,5	Ja	0,073	0,002			0,001	0,002	
Natrium				0,45	1600	1800	4700	1700	4700	
Nikkel		20	Nej	0,29	0,095	0,25	0,18	0,18	0,25	
Nitrat					5,6	4,2			5,6	
Nonylfenol				ej listet				0,0013	0,0013	
PCB	V-FRA								Ingen C ₀	
Phenanthren		6,3	Ja		0,00039				0,00039	
Phthalater (÷DEHP)								ej listet		
Butylbenzylftalat (BBP)										
Dibutylftalat (DBP)										
Pyren		17	Nej		0,00027				0,00027	
Selen		5	Ja	0,38	0,0045			ej listet	0,0045	
Sulfid-S	V-FRA				12	47	27		47	
Sulfat		0	Ja	0,33	2700		630	1400	2700	
TOC	V-FRA				0,38				0,38	
Toluen		0,1	Ja	0,34	0,025				0,025	
Total kulbrinter (C6-C35)					1370			ej listet	1370	
Total-P				ej listet	9,8	8,6	42	ej listet	42	
Triklorethylen		0,048	Ja	ej listet	0,00014			0,00014	0,00014	
Vanadium				0,04				ej listet	Ingen C ₀	
Xylener		0,2	Ja	0,14	0,16				0,16	
Zink	Xb	20	Nej	0,28	0,075	0,038		ej listet	0,075	
Xylenoler		0,011	Ja		0,094	0,0448	0,0299		0,094	
Cresoler		0,022	Ja		0,773	0,071			0,773	

Xylenoler = Sum dimethylfenoler

Cresoler = Sum methylfenoler

Stofnavn/ betegnelse	Overfladevand (mg/l)		Grundvand (mg/l)		Sortering til stedspecifik stofliste
	ILVK	NA (Se)	GVK	NA (GVK)	
Acenaphthen	0,0038	0,09	ingen GVK	ingen KK	Udgår: Ingen KvG og NA<5 (Ov)
Aluminium	ingen ILVK		0,2		Udgår: V-FRA
Total-N	ingen ILVK		0,05	26000,00	OK: Ingen KK (Ov)
Ammonium-N	ingen ILVK		0,05	24000,00	OK: Ingen KK (Ov)
Anthracen	0,0001	1,50	ingen GVK	ingen KK	Udgår: Ingen KvG og NA<5 (Ov)
Antimon	0,113	0,67	0,002	38,00	OK: NA<5 (Ov)
AOX, som Cl	ingen ILVK		ingen GVK		Udgår: V-FRA
Arsen	0,0043	65	0,008	35	OK
Atrazin	0,0006	ingen C0	0,0001	ingen C0	Udgår: Ingen C0
Barium	0,019	13,68	0,7	0,37	OK: NA<5 (Gv)
Benzen	0,01	0,47	0,001	4,70	Udgår: Na<5
Benz(a)anthracen	0,000012	4,67	ingen GVK	ingen KK	Udgår: Ingen KvG og NA<5 (Ov)
Benz(a)pyren	0,00000017	129,41	0,00001	2,20	OK: NA<5 (Gv)
Benz(b+j+k)fluoranthren	ingen ILVK		0,0001	0,62	Udgår: Ingen ILVK og NA<5 (Gv)
benz(g,h,i)perylene	ingen ILVK		0,0001	0,13	Udgår: Ingen ILVK og NA<5 (Gv)
BIS	ingen ILVK		ingen GVK		Udgår: V-FRA
Bisfenol A	0,0001	220,00	ingen GVK	ingen KK	OK: Ingen KK (Gv)
Bly	0,0012	125,00	0,001	150,00	OK:
Bor	0,094	73,40	0,3	23,00	OK
BTEX	ingen ILVK		ingen GVK		Udgår: V-FRA
Cadmium	ingen ILVK	ingen KK	0,0005	40,00	OK: Ingen KK (Ov)
Calcium	ingen ILVK	ingen KK	ingen GVK		Udgår: V-FRA
Chrysen	0,000014	5,79	ingen GVK	ingen KK	OK: Ingen KK (Gv)
COD					Udgår: V-FRA
Dibutylphthalat	0,0023		ingen GVK		Udgår: V-FRA
DOC/NVOC	ingen ILVK		4		Udgår: V-FRA
Ethylbenzen	0,02	0,41	0,005	1,62	Udgår: Na<5
Fenol	0,0077	207	0,0005	3200,00	OK
Fluoranthren	0,0000063	54,0	0,0001	3,40	OK: NA<5 (Gv)
Fluoren	0,0023	0,10	ingen GVK	ingen KK	Udgår: Ingen KvG og NA<5 (Ov)
Fluorid	ingen ILVK	ingen KK	1,5	4,13	Udgår: Ingen ILVK og NA<5 (Gv)
Hydrogenkarbonat	ingen ILVK		ingen GVK		Udgår: V-FRA
Jern (opløst)	ingen ILVK	ingen KK	0,2	850,00	OK: Ingen KK (Ov)
Kalium	ingen ILVK	ingen KK	ingen GVK	ingen KK	OK: Ingen KK
Klorbenzener	0,0004	4,25	0,001	1,70	Udgår: Na<5
Klorfenoler	0,0034	ingen C0	0,0001	ingen C0	Udgår: Ingen C0
Klorid	ingen ILVK	ingen KK	250	9,20	OK: Ingen KK (Ov)
Kobber	0,001	200	0,1	2,00	OK: NA<5 (Gv)
Krom (total)	0,0034	159	0,025	21,60	OK
Krom(III)	0,0049		0,025		Udgår: V-FRA
Krom(VI)	0,0034		0,001		Udgår: V-FRA
Kviksølv	0,00007	286	0,0001	200,00	OK
Mangan	0,15	80,0	0,05	240,00	OK
MCCP	0,018	ingen C0	0,0001	ingen C0	Udgår: Ingen C0
Molybdæn	0,067	0,67	0,02	2,25	Udgår: Na<5
Naftalen	0,002	1	0,001	2,00	Udgår: Na<5
Natrium	ingen ILVK	ingen KK	175	26,86	OK: Ingen KK (Ov)
Nikkel	0,004	62,5	0,01	25,00	OK
Nitrat	ingen ILVK	ingen KK	50	0,11	Udgår: Ingen ILVK og NA<5 (Gv)
Nonylfenol	0,0003	4,33	0,02	0,07	Udgår: Na<5
PCB	ingen ILVK		ingen GVK		Udgår: V-FRA
Phenanthren	0,0013	0,30	ingen GVK	ingen KK	Udgår: Ingen KvG og NA<5 (Ov)
Phthalater (+DEHP)	ingen ILVK	ingen KK	0,001		Udgår
Butylbenzylftalat (BBP)	0,0075				
Dibutylftalat (DBP)	0,0023				
Pyren	0,0000046	58,7	ingen GVK	ingen KK	OK: Ingen KK (Gv)
Selen	0,0001	45,0	0,01	0,45	OK: NA<5 (Gv)
Sulfid-S	ingen ILVK		ingen GVK		Udgår: V-FRA
Sulfat	ingen ILVK	ingen KK	250	10,80	OK: Ingen KK (Ov)
TOC	ingen ILVK		0,009		Udgår: V-FRA
Toluen	0,074	0,34	0,005	5,00	OK: NA<5 (Ov)
Total kulbrinter (C6-C35)	ingen ILVK	ingen KK	0,009	152,22	OK: Ingen KK
Total-P	ingen ILVK	ingen KK	ingen GVK	ingen KK	OK: Ingen KK
Triklørethylen	0,01	0,014	0,001	0,14	Udgår: Na<5
Vanadium	0,0041	ingen C0	ingen GVK		Udgår: Ingen C0
Xylen	0,01	16,0	0,005	32,00	OK
Zink	0,0078	9,6	0,1	0,75	OK: NA<5 (Gv)
Xylenoler	0,0131	7,2	0,0005	188,00	OK
Cresoler	0,1	7,73	0,0005	1546,00	OK

Xylenoler = Sum dimethylfens

Cresoler = Sum methylfenoler

Bilag 4. Liste med resultater af udførte transport- og fortyndingsberegning er

Stofnavn/ stofbetegnelse	Kd	Kappa	C ₀ (mg/l)			KvG µg/l
			Beregnings-enhed 4	Beregnings-enhed 3	Beregnings-enhed 1+2	
Ammonium-N		1,08	450	1100	1200	50
Antimon	7	0,11	0,076	0,021	0,021	2
Arsen	20	0,03	0,28	0,11	0,11	8
Barium	14	0,15	0,26			700
Benz(a)pyren	340	ej listet	0,000022			0,01
Bisfenol A	0,5	ej listet	0,022	0,022	0,022	ingen GVK
Bly	100	0,27	0,0075	<0,0005	0,15	1
Bor		ej listet	6,9	6,9	6,9	300
Cadmium	20	0,5	0,00016	<0,00005	0,02	0,5
Chrysen/Triphenylen	160		0,000081	0,000081	0,000081	ingen GVK
Fenol	0,0048	3,4	0,14	0,029	1,6	0,5
Fluoranthren	34	0,00086	0,00034	0,000053	0,000053	0,1
Jern (opløst)		1,63	2,7	0,89	170	200
Kalium		ej listet	710	670	1400	ingen GVK
Klorid	0	0,57	2300	2200	1400	250000
Kobber	100	0,28	0,013	0,0039	0,2	100
Krom (total)	23	0,18	0,13	0,54	0,2	25
Kviksølv	20	0,05	0,00043	0,00075	0,02	0,1
Mangan		ej listet	7,8	0,97	12	50
Natrium		0,45	1600	1800	4700	175000
Nikkel	20	0,29	0,095	0,25	0,18	10
Pyren	17		0,00027			ingen GVK
Selen	5	0,38	0,0045			10
Sulfat	0	0,33	2700	1400	630	250000
Toluen	0,1	0,34	0,025			5
Total-P		ej listet	9,8	8,6	42	ingen GVK
Xylener	0,2	0,14	0,16			5
Zink	20	0,28	0,075	0,038	0,075	100
Xylenoler	0,011		0,094	0,0448	0,0299	0,5
Cresoler	0,022		0,773	0,071		0,5
Total kulbrinter, Naftalen	0,5	0,073	1,37	1,36	0,671	9
Kulbrinter (C6 - C10), Benzen	0,024	1,2	0,7	0,68	0,11	
Kulbrinter (C11 - C25), Decalin	23,5	7,3E-05	0,67	0,68	0,46	
Kulbrinter (C26 - C35), Penta	151	2,4E-07	0,029	0,38	0,011	

Stofnavn/ stofbetegnelse	Nordlige fane			Sydlige fane		
	Årstal	µg/l	NA	Årstal	µg/l	NA
Ammonium-N	2051	46.661	933	2026	143.502	2.870
Antimon	2126	22	11	2121	9	5
Arsen	2312	102	13	2311	56	7
Barium	2221	84	<1	2212	92	<1
Benz(a)pyren		Når ikke frem til POC			Når ikke frem til POC	
Bisfenol A	2405-2494	0,031		2435-2478	0,031	
Bly	2494	0,221	<1	2478	5	5
Bor	2493-2494	3.859	13	2467-2478	4.010	13
Cadmium	2217	0,011	<1	2269	2,327	5
Chrysen/Triphenylen		Når ikke frem til POC			Når ikke frem til POC	
Fenol	2051	0,000	<1	2053	0,000	<1
Fluoranthren	2494	0,071	<1	2478	0,015	<1
Jern (opløst)	2051	50	<1	2026	10.127	51
Kalium	2391-2399	388.228		2478	813.588	
Klorid	2051	416.249	2	2026	344.278	1,4
Kobber	2494	0,371	<1	2478	7,017	<1
Krom (total)	2312	10	<1	2298	9	<1
Kviksølv	2316	0,247	2,5	2305	9	93
Mangan	2493-2494	2.854	57	2467-2478	6.975	139
Natrium	2052	388.065	2	2027	1.386.502	8
Nikkel	2296	29	3	2279	37	4
Pyren	2333-2494	0,151		2334-2478	0,157	
Selen	2102	1,04	<1	2093	1,20	<1
Sulfat	2051	647.951	3	2027	220.651	<1
Toluen	2042	1,97	<1	2027	2,13	<1
Total-P	2493-2494	12.590		2467-2470	24.412	
Xylen	2053	25	5	2028	26	5
Zink			<1			<1
Xylenoler	2204-2494	41	82	2460-2478	12	24
Cresoler	2051-2494	0,109	<1	2380-2478	0,109	<1
Total kulbrinter, Naftalen	2056	789	88	2034	723	80
Kulbrinter (C6 - C10), Benzen						
Kulbrinter (C11 - C25), Decan						
Kulbrinter (C26 - C35), Penta						

Stofnavn/ stofbetegnelse	Kd	Kappa	C ₀ (mg/l)			ILVK µg/l
			Beregnings- enhed 4	Beregnings- enhed 3	Beregnings- enhed 1+2	
Ammonium-N		1,08	450	1100	1200	ingen ILVK
Antimon	7	0,11	0,076	0,021	0,021	113
Arsen	20	0,03	0,28	0,11	0,11	4,3
Barium	14	0,15	0,26			19
Benz(a)pyren	340	ej listet	0,000022			0,00017
Bisfenol A	0,5	ej listet	0,022	0,022	0,022	0,1
Bly	100	0,27	0,0075	<0,0005	0,15	1,2
Bor		ej listet	6,9	6,9	6,9	94
Cadmium	20	0,5	0,00016	<0,00005	0,02	0,08
Chrysen	160		0,000081	0,000081	0,000081	0,014
Fenol	0,0048	3,4	0,14	0,029	1,6	7,7
Fluoranthen	34	0,00086	0,00034	0,000053	0,000053	0,0063
Jern (opløst)		1,63	2,7	0,89	170	ingen ILVK
Kalium		ej listet	710	670	1400	ingen ILVK
Klorid	0	0,57	2300	2200	1400	ingen ILVK
Kobber	100	0,28	0,013	0,0039	0,2	1
Krom (total)	23	0,18	0,13	0,54	0,2	3,4
Kviksølv	20	0,05	0,00043	0,00075	0,02	0,07
Mangan		ej listet	7,8	0,97	12	150
Natrium		0,45	1600	1800	4700	ingen ILVK
Nikkel	20	0,29	0,095	0,25	0,18	4
Pyren	17		0,00027			0,0046
Selen	5	0,38	0,0045			0,1
Sulfat	0	0,33	2700	1400	630	ingen ILVK
Toluen	0,1	0,34	0,025			74
Total-P		ej listet	9,8	8,6	42	ingen ILVK
Xylener	0,2	0,14	0,16			10
Zink	20	0,28	0,075	0,038	0,075	7,8
Xylenoler	0,011		0,094	0,0448	0,0299	13,1
Cresoler	0,022		0,773	0,071		100
Total kulbrinter, Naftalen	0,5	0,073	1,37	1,36	0,671	
Kulbrinter (C6 - C10), Benzer	0,024	1,2	0,7	0,68	0,11	
Kulbrinter (C11 - C25), Decar	23,5	0,000073	0,67	0,68	0,46	
Kulbrinter (C26 - C35), Penta	151	2,4E-07	0,029	0,38	0,011	

Stofnavn/ stofbetegnelse	Nordlige fane					
	Årstal 40m	grundvands- konc. µg/l	Overskri- delse	Max. Flow kg/år	vandløbs- konc. µg/l	Overskri- delse
Ammonium-N	2040	61.390		1.393	1.000	I.R.
Antimon	2116	27	<1	0,45	I.R.	<0,1
Arsen	2273	126	29	2,19	1,6	0,37
Barium	2198	109	6	2,355	1,8	<0,1
Benz(a)pyren		Når ikke frem til POC			I.R.	
Bisfenol A	2431-2494	0,245	2	0,003	0,002	<0,1
Bly	2494	0,38	<1	0,006	0,004	<0,1
Bor	2494	4.927	52	98,4	74,1	0,79
Cadmium	2181	0,012	0	<0,001	I.R.	
Chrysen	2494	0,007	<1	<0,001	I.R.	
Fenol	2051	0,001	<1	<0,001	I.R.	
Fluoranthren	2431	0,101	16	0,001	0,001	0,18
Jern (opløst)	2051	61		0,98	I.R.	I.R.
Kalium	2403	494.465		9.775	I.R.	I.R.
Klorid	2051	527.284		10.345	7.800	I.R.
Kobber	2493	0,624	<1	0,01	I.R.	
Krom (total)	2303	14	4	0,42	0,319	<0,1
Kviksølv	2278	0,282	4	0,01	0,008	0,11
Mangan	2494	3.440	23	51	38	0,26
Natrium	2052	496.373		10.036	I.R.	I.R.
Nikkel	2268	41	10	1,11	0,838	0,21
Pyren	2232	0,193	42	0,004	0,003	0,63
Selen	2093	1,35	14	0,03	0,02	0,21
Sulfat	2051	804.608		14.212	I.R.	I.R.
Toluen	2041	34	<1	0,06	I.R.	<0,1
Total-P	2494	17.039		424	I.R.	I.R.
Xylener	2052	40	4	0,70	0,528	<0,1
Zink	2187	22	3	0,33	0,250	<0,1
Xylenoler	2206-2494	30	2	0,63	0,47	<0,1
Cresoler	2394-2494	3,157	<1	0,04	I.R.	
Total kulbrinter, Naftalen	2055	864		17,20	I.R.	
Kulbrinter (C6 - C10), Benzen						
Kulbrinter (C11 - C25), Decan						
Kulbrinter (C26 - C35), Penta						

Stofnavn/ stofbetegnelse	Sydlige fane					
	Årstal 310m	grundvands- konc. µg/l	Overskri- delse	Max. Flow kg/år	vandløbs- konc. µg/l	Overskri- delse
Ammonium-N	2027	130.597		4.527	3.400	I.R.
Antimon	2172	8	<1	0,30	I.R.	
Arsen	2461	48	11	1,81	2,9	<1
Barium	2306	78	4	2,92	3,9	<1
Benz(a)pyren		Når ikke frem til POC			I.R.	
Bisfenol A	2414-2478	0,000	<1	<0,001	0,002	<1
Bly		Når ikke frem til POC			0,167	<1
Bor	2478	3.500	37	129,5	170	2
Cadmium	2391	2,003		0,07	I.R.	
Chrysen		Når ikke frem til POC			I.R.	
Fenol		Når ikke frem til POC			I.R.	
Fluoranthren	2478	0,004	<1	<0,001	0,001	<1
Jern (opløst)	2026	9.347		254	I.R.	I.R.
Kalium	2478	710.032		26.281	I.R.	I.R.
Klorid	2027	308.042		10.273	15.000	I.R.
Kobber		Når ikke frem til POC			I.R.	
Krom (total)	2433	8	2	0,28	0,526	<1
Kviksølv	2447	8	114	0,30	0,23	3
Mangan	2470-2478	6.087	41	225	210	1,4
Natrium	2029	1.227.857		41.803	I.R.	I.R.
Nikkel	2401	31	8	1,12	1,668	<1
Pyren	2478	0,137	30	0,01	0,003	<1
Selen	2123	1,03	10	0,04	0,05	<1
Sulfat	2028	195.699		6.821	I.R.	I.R.
Toluen	2029	1	<1	0,02	I.R.	<1
Total-P	2468-2471	21.305		789	I.R.	I.R.
Xylener	2031	9	<1	0,36	0,528	<1
Zink	2403	13	2	0,48	0,610	<1
Xylenoler	2460-2478	8	<1	0,30	0,69	<1
Cresoler	2027-2478	0,000	<1	0,00	I.R.	
Total kulbrinter, Naftalen	2040	632		23,14	I.R.	
Kulbrinter (C6 - C10), Benzen						
Kulbrinter (C11 - C25), Decan						
Kulbrinter (C26 - C35), Penta						

Bilag 5. Eksempel på beregninger med Dimicon

This .txt file is tab delimited and can be opened in Excel

-----INPUT PARAMETERS -----

Calculation parameters:

Transverse disp. coeff [m²/s]: 0.30
Long. disp. coeff [m²/s]: 0.07

Investigated length [m]: 600.00
Resolution - x [m]: 0.50
Resolution - y [m]: 0.25

Stream parameters:

Depth [m]: 0.20
Width [m]: 1.00
Flow rate [m³/s]: 0.044
Slope [-]: 0.00050

Contaminant parameters:

Plume coordinate, upstream [m]: 0.00
Plume width [m]: 456.00
Mass discharge [kg/y]: 130.00
Background concentration [ug/L]: 74.00
Seepage location: half streambed

-----RESULTS : MIXING POINT-----

Detection factor for fully mixed conditions [+/-%]: 5
Estimated fully mixed concentration [ug/L]: 133.1714
Estimated mixing distance [m]: 288.50
Estimated max. concentration [ug/L]: 170.6432
Estimated mean concentration, edge of the mixing zone (289 m) [ug/L]: 75.9518

-----RESULTS: CONCENTRATION [ug/L]-----

(The rows correspond to position (X) along the stream, with coordinates X in column A)
(The columns correspond to the transverse position (Y), with coordinates Y in line 38. The source is located from side Y=0)

	0	0.25	0.5	0.75	1
0	74	74	74	74	74
0.5	74	74	74	74	74
1	74.21	74.2	74.1	74	74
1.5	74.41	74.4	74.21	74.01	74
2	74.62	74.6	74.31	74.02	74
2.5	74.82	74.79	74.41	74.04	74
3	75.02	74.97	74.51	74.06	74
3.5	75.22	75.14	74.62	74.09	74.01
4	75.42	75.32	74.72	74.12	74.02
4.5	75.61	75.49	74.82	74.15	74.03
5	75.8	75.66	74.92	74.19	74.05
5.5	75.99	75.82	75.03	74.23	74.06
6	76.18	75.98	75.13	74.28	74.08
6.5	76.36	76.14	75.23	74.33	74.11
7	76.54	76.3	75.34	74.37	74.14
7.5	76.71	76.45	75.44	74.43	74.17
8	76.88	76.6	75.54	74.48	74.2
8.5	77.05	76.75	75.64	74.53	74.24
9	77.22	76.9	75.75	74.59	74.27
9.5	77.38	77.05	75.85	74.65	74.32
10	77.54	77.19	75.95	74.71	74.36
10.5	77.7	77.33	76.05	74.78	74.41
11	77.86	77.47	76.16	74.84	74.46
11.5	78.01	77.61	76.26	74.91	74.51
12	78.17	77.75	76.36	74.97	74.56
12.5	78.32	77.89	76.47	75.04	74.61
13	78.46	78.02	76.57	75.11	74.67
13.5	78.61	78.16	76.67	75.19	74.73
14	78.76	78.29	76.77	75.26	74.79
14.5	78.9	78.42	76.88	75.33	74.85
15	79.04	78.55	76.98	75.41	74.92
15.5	79.18	78.68	77.08	75.48	74.98
16	79.32	78.81	77.18	75.56	75.05
16.5	79.45	78.93	77.29	75.64	75.12
17	79.59	79.06	77.39	75.72	75.19
17.5	79.72	79.18	77.49	75.8	75.26
18	79.86	79.31	77.6	75.88	75.34
18.5	79.99	79.43	77.7	75.97	75.41
19	80.12	79.55	77.8	76.05	75.48
19.5	80.25	79.67	77.9	76.13	75.56
20	80.37	79.79	78.01	76.22	75.64
20.5	80.5	79.91	78.11	76.3	75.72
21	80.63	80.03	78.21	76.39	75.8
21.5	80.75	80.15	78.31	76.48	75.88
22	80.88	80.27	78.42	76.56	75.96
22.5	81	80.39	78.52	76.65	76.04
23	81.12	80.5	78.62	76.74	76.12
23.5	81.24	80.62	78.73	76.83	76.21
24	81.36	80.74	78.83	76.92	76.29
24.5	81.48	80.85	78.93	77.01	76.38
25	81.6	80.96	79.03	77.1	76.46
25.5	81.72	81.08	79.14	77.19	76.55
26	81.84	81.19	79.24	77.29	76.64
26.5	81.96	81.31	79.34	77.38	76.73
27	82.07	81.42	79.44	77.47	76.81
27.5	82.19	81.53	79.55	77.56	76.9
28	82.31	81.64	79.65	77.66	76.99
28.5	82.42	81.75	79.75	77.75	77.08
29	82.54	81.86	79.86	77.85	77.18

29.5	82.65	81.98	79.96	77.94	77.27
30	82.76	82.09	80.06	78.04	77.36
30.5	82.88	82.2	80.16	78.13	77.45
31	82.99	82.31	80.27	78.23	77.54
31.5	83.1	82.42	80.37	78.32	77.64
32	83.21	82.52	80.47	78.42	77.73
32.5	83.33	82.63	80.57	78.52	77.82
33	83.44	82.74	80.68	78.61	77.92
33.5	83.55	82.85	80.78	78.71	78.01
34	83.66	82.96	80.88	78.81	78.11
34.5	83.77	83.07	80.99	78.9	78.2
35	83.88	83.17	81.09	79	78.3
35.5	83.99	83.28	81.19	79.1	78.39
36	84.1	83.39	81.29	79.2	78.49
36.5	84.21	83.5	81.4	79.3	78.59
37	84.31	83.6	81.5	79.39	78.68
37.5	84.42	83.71	81.6	79.49	78.78
38	84.53	83.82	81.7	79.59	78.88
38.5	84.64	83.92	81.81	79.69	78.98
39	84.75	84.03	81.91	79.79	79.07
39.5	84.85	84.14	82.01	79.89	79.17
40	84.96	84.24	82.12	79.99	79.27
40.5	85.07	84.35	82.22	80.09	79.37
41	85.18	84.45	82.32	80.19	79.47
41.5	85.28	84.56	82.42	80.29	79.56
42	85.39	84.67	82.53	80.39	79.66
42.5	85.5	84.77	82.63	80.49	79.76
43	85.6	84.88	82.73	80.59	79.86
43.5	85.71	84.98	82.83	80.69	79.96
44	85.81	85.09	82.94	80.79	80.06
44.5	85.92	85.19	83.04	80.89	80.16
45	86.03	85.3	83.14	80.99	80.26
45.5	86.13	85.4	83.25	81.09	80.36
46	86.24	85.51	83.35	81.19	80.46
46.5	86.34	85.61	83.45	81.29	80.56
47	86.45	85.71	83.55	81.39	80.66
47.5	86.55	85.82	83.66	81.49	80.76
48	86.66	85.92	83.76	81.59	80.86
48.5	86.76	86.03	83.86	81.7	80.96
49	86.87	86.13	83.96	81.8	81.06
49.5	86.97	86.24	84.07	81.9	81.16
50	87.08	86.34	84.17	82	81.26
50.5	87.18	86.44	84.27	82.1	81.36
51	87.29	86.55	84.38	82.2	81.46
51.5	87.39	86.65	84.48	82.3	81.56
52	87.5	86.76	84.58	82.41	81.67
52.5	87.6	86.86	84.68	82.51	81.77
53	87.71	86.96	84.79	82.61	81.87
53.5	87.81	87.07	84.89	82.71	81.97
54	87.91	87.17	84.99	82.81	82.07
54.5	88.02	87.28	85.09	82.91	82.17
55	88.12	87.38	85.2	83.02	82.27
55.5	88.23	87.48	85.3	83.12	82.37
56	88.33	87.59	85.4	83.22	82.48
56.5	88.43	87.69	85.51	83.32	82.58
57	88.54	87.79	85.61	83.42	82.68
57.5	88.64	87.9	85.71	83.53	82.78
58	88.75	88	85.81	83.63	82.88
58.5	88.85	88.1	85.92	83.73	82.98
59	88.95	88.21	86.02	83.83	83.09
59.5	89.06	88.31	86.12	83.93	83.19
60	89.16	88.41	86.22	84.04	83.29
60.5	89.26	88.52	86.33	84.14	83.39
61	89.37	88.62	86.43	84.24	83.49
61.5	89.47	88.72	86.53	84.34	83.6
62	89.57	88.83	86.64	84.44	83.7
62.5	89.68	88.93	86.74	84.55	83.8
63	89.78	89.03	86.84	84.65	83.9
63.5	89.88	89.14	86.94	84.75	84
64	89.99	89.24	87.05	84.85	84.11
64.5	90.09	89.34	87.15	84.96	84.21
65	90.19	89.45	87.25	85.06	84.31
65.5	90.3	89.55	87.35	85.16	84.41
66	90.4	89.65	87.46	85.26	84.51
66.5	90.5	89.76	87.56	85.36	84.62
67	90.61	89.86	87.66	85.47	84.72
67.5	90.71	89.96	87.77	85.57	84.82
68	90.81	90.06	87.87	85.67	84.92
68.5	90.92	90.17	87.97	85.77	85.03
69	91.02	90.27	88.07	85.88	85.13
69.5	91.12	90.37	88.18	85.98	85.23
70	91.23	90.48	88.28	86.08	85.33
70.5	91.33	90.58	88.38	86.18	85.44
71	91.43	90.68	88.48	86.29	85.54
71.5	91.53	90.79	88.59	86.39	85.64
72	91.64	90.89	88.69	86.49	85.74
72.5	91.74	90.99	88.79	86.59	85.84
73	91.84	91.09	88.9	86.7	85.95
73.5	91.95	91.2	89	86.8	86.05
74	92.05	91.3	89.1	86.9	86.15
74.5	92.15	91.4	89.2	87	86.25
75	92.26	91.51	89.31	87.11	86.36
75.5	92.36	91.61	89.41	87.21	86.46
76	92.46	91.71	89.51	87.31	86.56
76.5	92.56	91.81	89.61	87.41	86.66
77	92.67	91.92	89.72	87.52	86.77
77.5	92.77	92.02	89.82	87.62	86.87
78	92.87	92.12	89.92	87.72	86.97

78.5	92.98	92.23	90.03	87.83	87.07
79	93.08	92.33	90.13	87.93	87.18
79.5	93.18	92.43	90.23	88.03	87.28
80	93.29	92.53	90.33	88.13	87.38
80.5	93.39	92.64	90.44	88.24	87.48
81	93.49	92.74	90.54	88.34	87.59
81.5	93.59	92.84	90.64	88.44	87.69
82	93.7	92.95	90.74	88.54	87.79
82.5	93.8	93.05	90.85	88.65	87.9
83	93.9	93.15	90.95	88.75	88
83.5	94.01	93.25	91.05	88.85	88.1
84	94.11	93.36	91.16	88.95	88.2
84.5	94.21	93.46	91.26	89.06	88.31
85	94.31	93.56	91.36	89.16	88.41
85.5	94.42	93.67	91.46	89.26	88.51
86	94.52	93.77	91.57	89.36	88.61
86.5	94.62	93.87	91.67	89.47	88.72
87	94.73	93.97	91.77	89.57	88.82
87.5	94.83	94.08	91.87	89.67	88.92
88	94.93	94.18	91.98	89.78	89.02
88.5	95.03	94.28	92.08	89.88	89.13
89	95.14	94.39	92.18	89.98	89.23
89.5	95.24	94.49	92.29	90.08	89.33
90	95.34	94.59	92.39	90.19	89.43
90.5	95.44	94.69	92.49	90.29	89.54
91	95.55	94.8	92.59	90.39	89.64
91.5	95.65	94.9	92.7	90.49	89.74
92	95.75	95	92.8	90.6	89.85
92.5	95.86	95.1	92.9	90.7	89.95
93	95.96	95.21	93	90.8	90.05
93.5	96.06	95.31	93.11	90.9	90.15
94	96.16	95.41	93.21	91.01	90.26
94.5	96.27	95.52	93.31	91.11	90.36
95	96.37	95.62	93.42	91.21	90.46
95.5	96.47	95.72	93.52	91.32	90.56
96	96.58	95.82	93.62	91.42	90.67
96.5	96.68	95.93	93.72	91.52	90.77
97	96.78	96.03	93.83	91.62	90.87
97.5	96.88	96.13	93.93	91.73	90.97
98	96.99	96.23	94.03	91.83	91.08
98.5	97.09	96.34	94.13	91.93	91.18
99	97.19	96.44	94.24	92.03	91.28
99.5	97.29	96.54	94.34	92.14	91.39
100	97.4	96.65	94.44	92.24	91.49
100.5	97.5	96.75	94.55	92.34	91.59
101	97.6	96.85	94.65	92.45	91.69
101.5	97.71	96.95	94.75	92.55	91.8
102	97.81	97.06	94.85	92.65	91.9
102.5	97.91	97.16	94.96	92.75	92
103	98.01	97.26	95.06	92.86	92.1
103.5	98.12	97.37	95.16	92.96	92.21
104	98.22	97.47	95.26	93.06	92.31
104.5	98.32	97.57	95.37	93.16	92.41
105	98.42	97.67	95.47	93.27	92.52
105.5	98.53	97.78	95.57	93.37	92.62
106	98.63	97.88	95.68	93.47	92.72
106.5	98.73	97.98	95.78	93.58	92.82
107	98.84	98.08	95.88	93.68	92.93
107.5	98.94	98.19	95.98	93.78	93.03
108	99.04	98.29	96.09	93.88	93.13
108.5	99.14	98.39	96.19	93.99	93.23
109	99.25	98.5	96.29	94.09	93.34
109.5	99.35	98.6	96.39	94.19	93.44
110	99.45	98.7	96.5	94.29	93.54
110.5	99.56	98.8	96.6	94.4	93.65
111	99.66	98.91	96.7	94.5	93.75
111.5	99.76	99.01	96.81	94.6	93.85
112	99.86	99.11	96.91	94.7	93.95
112.5	99.97	99.21	97.01	94.81	94.06
113	100.1	99.32	97.11	94.91	94.16
113.5	100.2	99.42	97.22	95.01	94.26
114	100.3	99.52	97.32	95.12	94.36
114.5	100.4	99.63	97.42	95.22	94.47
115	100.5	99.73	97.52	95.32	94.57
115.5	100.6	99.83	97.63	95.42	94.67
116	100.7	99.93	97.73	95.53	94.78
116.5	100.8	100	97.83	95.63	94.88
117	100.9	100.1	97.94	95.73	94.98
117.5	101	100.2	98.04	95.83	95.08
118	101.1	100.3	98.14	95.94	95.19
118.5	101.2	100.4	98.24	96.04	95.29
119	101.3	100.6	98.35	96.14	95.39
119.5	101.4	100.7	98.45	96.25	95.49
120	101.5	100.8	98.55	96.35	95.6
120.5	101.6	100.9	98.65	96.45	95.7
121	101.7	101	98.76	96.55	95.8
121.5	101.8	101.1	98.86	96.66	95.91
122	101.9	101.2	98.96	96.76	96.01
122.5	102	101.3	99.07	96.86	96.11
123	102.1	101.4	99.17	96.96	96.21
123.5	102.2	101.5	99.27	97.07	96.32
124	102.3	101.6	99.37	97.17	96.42
124.5	102.4	101.7	99.48	97.27	96.52
125	102.5	101.8	99.58	97.38	96.62
125.5	102.6	101.9	99.68	97.48	96.73
126	102.7	102	99.78	97.58	96.83
126.5	102.8	102.1	99.89	97.68	96.93
127	102.9	102.2	99.99	97.79	97.04

127.5	103	102.3	100.1	97.89	97.14
128	103.2	102.4	100.2	97.99	97.24
128.5	103.3	102.5	100.3	98.09	97.34
129	103.4	102.6	100.4	98.2	97.45
129.5	103.5	102.7	100.5	98.3	97.55
130	103.6	102.8	100.6	98.4	97.65
130.5	103.7	102.9	100.7	98.51	97.75
131	103.8	103	100.8	98.61	97.86
131.5	103.9	103.1	100.9	98.71	97.96
132	104	103.2	101	98.81	98.06
132.5	104.1	103.3	101.1	98.92	98.17
133	104.2	103.4	101.2	99.02	98.27
133.5	104.3	103.5	101.3	99.12	98.37
134	104.4	103.6	101.4	99.22	98.47
134.5	104.5	103.7	101.5	99.33	98.58
135	104.6	103.8	101.6	99.43	98.68
135.5	104.7	103.9	101.7	99.53	98.78
136	104.8	104	101.8	99.64	98.88
136.5	104.9	104.1	101.9	99.74	98.99
137	105	104.2	102	99.84	99.09
137.5	105.1	104.4	102.1	99.94	99.19
138	105.2	104.5	102.3	100	99.3
138.5	105.3	104.6	102.4	100.1	99.4
139	105.4	104.7	102.5	100.3	99.5
139.5	105.5	104.8	102.6	100.4	99.6
140	105.6	104.9	102.7	100.5	99.71
140.5	105.7	105	102.8	100.6	99.81
141	105.8	105.1	102.9	100.7	99.91
141.5	105.9	105.2	103	100.8	100
142	106	105.3	103.1	100.9	100.1
142.5	106.1	105.4	103.2	101	100.2
143	106.2	105.5	103.3	101.1	100.3
143.5	106.3	105.6	103.4	101.2	100.4
144	106.4	105.7	103.5	101.3	100.5
144.5	106.5	105.8	103.6	101.4	100.6
145	106.6	105.9	103.7	101.5	100.7
145.5	106.7	106	103.8	101.6	100.8
146	106.8	106.1	103.9	101.7	100.9
146.5	107	106.2	104	101.8	101
147	107.1	106.3	104.1	101.9	101.1
147.5	107.2	106.4	104.2	102	101.2
148	107.3	106.5	104.3	102.1	101.3
148.5	107.4	106.6	104.4	102.2	101.5
149	107.5	106.7	104.5	102.3	101.6
149.5	107.6	106.8	104.6	102.4	101.7
150	107.7	106.9	104.7	102.5	101.8
150.5	107.8	107	104.8	102.6	101.9
151	107.9	107.1	104.9	102.7	102
151.5	108	107.2	105	102.8	102.1
152	108.1	107.3	105.1	102.9	102.2
152.5	108.2	107.4	105.2	103	102.3
153	108.3	107.5	105.3	103.1	102.4
153.5	108.4	107.6	105.4	103.2	102.5
154	108.5	107.7	105.5	103.3	102.6
154.5	108.6	107.8	105.6	103.4	102.7
155	108.7	107.9	105.7	103.5	102.8
155.5	108.8	108	105.8	103.6	102.9
156	108.9	108.2	105.9	103.7	103
156.5	109	108.3	106.1	103.8	103.1
157	109.1	108.4	106.2	104	103.2
157.5	109.2	108.5	106.3	104.1	103.3
158	109.3	108.6	106.4	104.2	103.4
158.5	109.4	108.7	106.5	104.3	103.5
159	109.5	108.8	106.6	104.4	103.6
159.5	109.6	108.9	106.7	104.5	103.7
160	109.7	109	106.8	104.6	103.8
160.5	109.8	109.1	106.9	104.7	103.9
161	109.9	109.2	107	104.8	104
161.5	110	109.3	107.1	104.9	104.1
162	110.1	109.4	107.2	105	104.2
162.5	110.2	109.5	107.3	105.1	104.3
163	110.3	109.6	107.4	105.2	104.4
163.5	110.4	109.7	107.5	105.3	104.5
164	110.5	109.8	107.6	105.4	104.6
164.5	110.6	109.9	107.7	105.5	104.7
165	110.8	110	107.8	105.6	104.8
165.5	110.9	110.1	107.9	105.7	104.9
166	111	110.2	108	105.8	105
166.5	111.1	110.3	108.1	105.9	105.2
167	111.2	110.4	108.2	106	105.3
167.5	111.3	110.5	108.3	106.1	105.4
168	111.4	110.6	108.4	106.2	105.5
168.5	111.5	110.7	108.5	106.3	105.6
169	111.6	110.8	108.6	106.4	105.7
169.5	111.7	110.9	108.7	106.5	105.8
170	111.8	111	108.8	106.6	105.9
170.5	111.9	111.1	108.9	106.7	106
171	112	111.2	109	106.8	106.1
171.5	112.1	111.3	109.1	106.9	106.2
172	112.2	111.4	109.2	107	106.3
172.5	112.3	111.5	109.3	107.1	106.4
173	112.4	111.6	109.4	107.2	106.5
173.5	112.5	111.7	109.5	107.3	106.6
174	112.6	111.9	109.6	107.4	106.7
174.5	112.7	112	109.7	107.5	106.8
175	112.8	112.1	109.9	107.6	106.9
175.5	112.9	112.2	110	107.8	107
176	113	112.3	110.1	107.9	107.1

176.5	113.1	112.4	110.2	108	107.2
177	113.2	112.5	110.3	108.1	107.3
177.5	113.3	112.6	110.4	108.2	107.4
178	113.4	112.7	110.5	108.3	107.5
178.5	113.5	112.8	110.6	108.4	107.6
179	113.6	112.9	110.7	108.5	107.7
179.5	113.7	113	110.8	108.6	107.8
180	113.8	113.1	110.9	108.7	107.9
180.5	113.9	113.2	111	108.8	108
181	114	113.3	111.1	108.9	108.1
181.5	114.1	113.4	111.2	109	108.2
182	114.2	113.5	111.3	109.1	108.3
182.5	114.3	113.6	111.4	109.2	108.4
183	114.5	113.7	111.5	109.3	108.5
183.5	114.6	113.8	111.6	109.4	108.6
184	114.7	113.9	111.7	109.5	108.7
184.5	114.8	114	111.8	109.6	108.8
185	114.9	114.1	111.9	109.7	109
185.5	115	114.2	112	109.8	109.1
186	115.1	114.3	112.1	109.9	109.2
186.5	115.2	114.4	112.2	110	109.3
187	115.3	114.5	112.3	110.1	109.4
187.5	115.4	114.6	112.4	110.2	109.5
188	115.5	114.7	112.5	110.3	109.6
188.5	115.6	114.8	112.6	110.4	109.7
189	115.7	114.9	112.7	110.5	109.8
189.5	115.8	115	112.8	110.6	109.9
190	115.9	115.1	112.9	110.7	110
190.5	116	115.2	113	110.8	110.1
191	116.1	115.3	113.1	110.9	110.2
191.5	116.2	115.4	113.2	111	110.3
192	116.3	115.5	113.3	111.1	110.4
192.5	116.4	115.7	113.4	111.2	110.5
193	116.5	115.8	113.6	111.3	110.6
193.5	116.6	115.9	113.7	111.4	110.7
194	116.7	116	113.8	111.6	110.8
194.5	116.8	116.1	113.9	111.7	110.9
195	116.9	116.2	114	111.8	111
195.5	117	116.3	114.1	111.9	111.1
196	117.1	116.4	114.2	112	111.2
196.5	117.2	116.5	114.3	112.1	111.3
197	117.3	116.6	114.4	112.2	111.4
197.5	117.4	116.7	114.5	112.3	111.5
198	117.5	116.8	114.6	112.4	111.6
198.5	117.6	116.9	114.7	112.5	111.7
199	117.7	117	114.8	112.6	111.8
199.5	117.8	117.1	114.9	112.7	111.9
200	117.9	117.2	115	112.8	112
200.5	118	117.3	115.1	112.9	112.1
201	118.1	117.4	115.2	113	112.2
201.5	118.3	117.5	115.3	113.1	112.3
202	118.4	117.6	115.4	113.2	112.4
202.5	118.5	117.7	115.5	113.3	112.5
203	118.6	117.8	115.6	113.4	112.6
203.5	118.7	117.9	115.7	113.5	112.8
204	118.8	118	115.8	113.6	112.9
204.5	118.9	118.1	115.9	113.7	113
205	119	118.2	116	113.8	113.1
205.5	119.1	118.3	116.1	113.9	113.2
206	119.2	118.4	116.2	114	113.3
206.5	119.3	118.5	116.3	114.1	113.4
207	119.4	118.6	116.4	114.2	113.5
207.5	119.5	118.7	116.5	114.3	113.6
208	119.6	118.8	116.6	114.4	113.7
208.5	119.7	118.9	116.7	114.5	113.8
209	119.8	119	116.8	114.6	113.9
209.5	119.9	119.1	116.9	114.7	114
210	120	119.2	117	114.8	114.1
210.5	120.1	119.3	117.1	114.9	114.2
211	120.2	119.5	117.2	115	114.3
211.5	120.3	119.6	117.4	115.1	114.4
212	120.4	119.7	117.5	115.3	114.5
212.5	120.5	119.8	117.6	115.4	114.6
213	120.6	119.9	117.7	115.5	114.7
213.5	120.7	120	117.8	115.6	114.8
214	120.8	120.1	117.9	115.7	114.9
214.5	120.9	120.2	118	115.8	115
215	121	120.3	118.1	115.9	115.1
215.5	121.1	120.4	118.2	116	115.2
216	121.2	120.5	118.3	116.1	115.3
216.5	121.3	120.6	118.4	116.2	115.4
217	121.4	120.7	118.5	116.3	115.5
217.5	121.5	120.8	118.6	116.4	115.6
218	121.6	120.9	118.7	116.5	115.7
218.5	121.7	121	118.8	116.6	115.8
219	121.8	121.1	118.9	116.7	115.9
219.5	122	121.2	119	116.8	116
220	122.1	121.3	119.1	116.9	116.1
220.5	122.2	121.4	119.2	117	116.2
221	122.3	121.5	119.3	117.1	116.3
221.5	122.4	121.6	119.4	117.2	116.5
222	122.5	121.7	119.5	117.3	116.6
222.5	122.6	121.8	119.6	117.4	116.7
223	122.7	121.9	119.7	117.5	116.8
223.5	122.8	122	119.8	117.6	116.9
224	122.9	122.1	119.9	117.7	117
224.5	123	122.2	120	117.8	117.1
225	123.1	122.3	120.1	117.9	117.2

225.5	123.2	122.4	120.2	118	117.3
226	123.3	122.5	120.3	118.1	117.4
226.5	123.4	122.6	120.4	118.2	117.5
227	123.5	122.7	120.5	118.3	117.6
227.5	123.6	122.8	120.6	118.4	117.7
228	123.7	122.9	120.7	118.5	117.8
228.5	123.8	123	120.8	118.6	117.9
229	123.9	123.2	120.9	118.7	118
229.5	124	123.3	121	118.8	118.1
230	124.1	123.4	121.2	118.9	118.2
230.5	124.2	123.5	121.3	119.1	118.3
231	124.3	123.6	121.4	119.2	118.4
231.5	124.4	123.7	121.5	119.3	118.5
232	124.5	123.8	121.6	119.4	118.6
232.5	124.6	123.9	121.7	119.5	118.7
233	124.7	124	121.8	119.6	118.8
233.5	124.8	124.1	121.9	119.7	118.9
234	124.9	124.2	122	119.8	119
234.5	125	124.3	122.1	119.9	119.1
235	125.1	124.4	122.2	120	119.2
235.5	125.2	124.5	122.3	120.1	119.3
236	125.3	124.6	122.4	120.2	119.4
236.5	125.4	124.7	122.5	120.3	119.5
237	125.5	124.8	122.6	120.4	119.6
237.5	125.6	124.9	122.7	120.5	119.7
238	125.8	125	122.8	120.6	119.8
238.5	125.9	125.1	122.9	120.7	119.9
239	126	125.2	123	120.8	120
239.5	126.1	125.3	123.1	120.9	120.1
240	126.2	125.4	123.2	121	120.3
240.5	126.3	125.5	123.3	121.1	120.4
241	126.4	125.6	123.4	121.2	120.5
241.5	126.5	125.7	123.5	121.3	120.6
242	126.6	125.8	123.6	121.4	120.7
242.5	126.7	125.9	123.7	121.5	120.8
243	126.8	126	123.8	121.6	120.9
243.5	126.9	126.1	123.9	121.7	121
244	127	126.2	124	121.8	121.1
244.5	127.1	126.3	124.1	121.9	121.2
245	127.2	126.4	124.2	122	121.3
245.5	127.3	126.5	124.3	122.1	121.4
246	127.4	126.6	124.4	122.2	121.5
246.5	127.5	126.7	124.5	122.3	121.6
247	127.6	126.8	124.6	122.4	121.7
247.5	127.7	127	124.7	122.5	121.8
248	127.8	127.1	124.9	122.6	121.9
248.5	127.9	127.2	125	122.7	122
249	128	127.3	125.1	122.9	122.1
249.5	128.1	127.4	125.2	123	122.2
250	128.2	127.5	125.3	123.1	122.3
250.5	128.3	127.6	125.4	123.2	122.4
251	128.4	127.7	125.5	123.3	122.5
251.5	128.5	127.8	125.6	123.4	122.6
252	128.6	127.9	125.7	123.5	122.7
252.5	128.7	128	125.8	123.6	122.8
253	128.8	128.1	125.9	123.7	122.9
253.5	128.9	128.2	126	123.8	123
254	129	128.3	126.1	123.9	123.1
254.5	129.1	128.4	126.2	124	123.2
255	129.2	128.5	126.3	124.1	123.3
255.5	129.3	128.6	126.4	124.2	123.4
256	129.4	128.7	126.5	124.3	123.5
256.5	129.6	128.8	126.6	124.4	123.6
257	129.7	128.9	126.7	124.5	123.7
257.5	129.8	129	126.8	124.6	123.8
258	129.9	129.1	126.9	124.7	123.9
258.5	130	129.2	127	124.8	124.1
259	130.1	129.3	127.1	124.9	124.2
259.5	130.2	129.4	127.2	125	124.3
260	130.3	129.5	127.3	125.1	124.4
260.5	130.4	129.6	127.4	125.2	124.5
261	130.5	129.7	127.5	125.3	124.6
261.5	130.6	129.8	127.6	125.4	124.7
262	130.7	129.9	127.7	125.5	124.8
262.5	130.8	130	127.8	125.6	124.9
263	130.9	130.1	127.9	125.7	125
263.5	131	130.2	128	125.8	125.1
264	131.1	130.3	128.1	125.9	125.2
264.5	131.2	130.4	128.2	126	125.3
265	131.3	130.5	128.3	126.1	125.4
265.5	131.4	130.6	128.4	126.2	125.5
266	131.5	130.8	128.5	126.3	125.6
266.5	131.6	130.9	128.7	126.4	125.7
267	131.7	131	128.8	126.6	125.8
267.5	131.8	131.1	128.9	126.7	125.9
268	131.9	131.2	129	126.8	126
268.5	132	131.3	129.1	126.9	126.1
269	132.1	131.4	129.2	127	126.2
269.5	132.2	131.5	129.3	127.1	126.3
270	132.3	131.6	129.4	127.2	126.4
270.5	132.4	131.7	129.5	127.3	126.5
271	132.5	131.8	129.6	127.4	126.6
271.5	132.6	131.9	129.7	127.5	126.7
272	132.7	132	129.8	127.6	126.8
272.5	132.8	132.1	129.9	127.7	126.9
273	132.9	132.2	130	127.8	127
273.5	133	132.3	130.1	127.9	127.1
274	133.1	132.4	130.2	128	127.2

274.5	133.3	132.5	130.3	128.1	127.3
275	133.4	132.6	130.4	128.2	127.4
275.5	133.5	132.7	130.5	128.3	127.5
276	133.6	132.8	130.6	128.4	127.6
276.5	133.7	132.9	130.7	128.5	127.8
277	133.8	133	130.8	128.6	127.9
277.5	133.9	133.1	130.9	128.7	128
278	134	133.2	131	128.8	128.1
278.5	134.1	133.3	131.1	128.9	128.2
279	134.2	133.4	131.2	129	128.3
279.5	134.3	133.5	131.3	129.1	128.4
280	134.4	133.6	131.4	129.2	128.5
280.5	134.5	133.7	131.5	129.3	128.6
281	134.6	133.8	131.6	129.4	128.7
281.5	134.7	133.9	131.7	129.5	128.8
282	134.8	134	131.8	129.6	128.9
282.5	134.9	134.1	131.9	129.7	129
283	135	134.2	132	129.8	129.1
283.5	135.1	134.3	132.1	129.9	129.2
284	135.2	134.5	132.2	130	129.3
284.5	135.3	134.6	132.3	130.1	129.4
285	135.4	134.7	132.5	130.2	129.5
285.5	135.5	134.8	132.6	130.4	129.6
286	135.6	134.9	132.7	130.5	129.7
286.5	135.7	135	132.8	130.6	129.8
287	135.8	135.1	132.9	130.7	129.9
287.5	135.9	135.2	133	130.8	130
288	136	135.3	133.1	130.9	130.1
288.5	136.1	135.4	133.2	131	130.2
289	136.2	135.5	133.3	131.1	130.3
289.5	136.3	135.6	133.4	131.2	130.4
290	136.4	135.7	133.5	131.3	130.5
290.5	136.5	135.8	133.6	131.4	130.6
291	136.6	135.9	133.7	131.5	130.7
291.5	136.7	136	133.8	131.6	130.8
292	136.8	136.1	133.9	131.7	130.9
292.5	136.9	136.2	134	131.8	131
293	137.1	136.3	134.1	131.9	131.1
293.5	137.2	136.4	134.2	132	131.2
294	137.3	136.5	134.3	132.1	131.3
294.5	137.4	136.6	134.4	132.2	131.4
295	137.5	136.7	134.5	132.3	131.6
295.5	137.6	136.8	134.6	132.4	131.7
296	137.7	136.9	134.7	132.5	131.8
296.5	137.8	137	134.8	132.6	131.9
297	137.9	137.1	134.9	132.7	132
297.5	138	137.2	135	132.8	132.1
298	138.1	137.3	135.1	132.9	132.2
298.5	138.2	137.4	135.2	133	132.3
299	138.3	137.5	135.3	133.1	132.4
299.5	138.4	137.6	135.4	133.2	132.5
300	138.5	137.7	135.5	133.3	132.6
300.5	138.6	137.8	135.6	133.4	132.7
301	138.7	137.9	135.7	133.5	132.8
301.5	138.8	138	135.8	133.6	132.9
302	138.9	138.1	135.9	133.7	133
302.5	139	138.3	136	133.8	133.1
303	139.1	138.4	136.2	133.9	133.2
303.5	139.2	138.5	136.3	134	133.3
304	139.3	138.6	136.4	134.2	133.4
304.5	139.4	138.7	136.5	134.3	133.5
305	139.5	138.8	136.6	134.4	133.6
305.5	139.6	138.9	136.7	134.5	133.7
306	139.7	139	136.8	134.6	133.8
306.5	139.8	139.1	136.9	134.7	133.9
307	139.9	139.2	137	134.8	134
307.5	140	139.3	137.1	134.9	134.1
308	140.1	139.4	137.2	135	134.2
308.5	140.2	139.5	137.3	135.1	134.3
309	140.3	139.6	137.4	135.2	134.4
309.5	140.4	139.7	137.5	135.3	134.5
310	140.5	139.8	137.6	135.4	134.6
310.5	140.6	139.9	137.7	135.5	134.7
311	140.7	140	137.8	135.6	134.8
311.5	140.9	140.1	137.9	135.7	134.9
312	141	140.2	138	135.8	135
312.5	141.1	140.3	138.1	135.9	135.1
313	141.2	140.4	138.2	136	135.2
313.5	141.3	140.5	138.3	136.1	135.4
314	141.4	140.6	138.4	136.2	135.5
314.5	141.5	140.7	138.5	136.3	135.6
315	141.6	140.8	138.6	136.4	135.7
315.5	141.7	140.9	138.7	136.5	135.8
316	141.8	141	138.8	136.6	135.9
316.5	141.9	141.1	138.9	136.7	136
317	142	141.2	139	136.8	136.1
317.5	142.1	141.3	139.1	136.9	136.2
318	142.2	141.4	139.2	137	136.3
318.5	142.3	141.5	139.3	137.1	136.4
319	142.4	141.6	139.4	137.2	136.5
319.5	142.5	141.7	139.5	137.3	136.6
320	142.6	141.8	139.6	137.4	136.7
320.5	142.7	141.9	139.7	137.5	136.8
321	142.8	142.1	139.8	137.6	136.9
321.5	142.9	142.2	140	137.7	137
322	143	142.3	140.1	137.9	137.1
322.5	143.1	142.4	140.2	138	137.2
323	143.2	142.5	140.3	138.1	137.3

323.5	143.3	142.6	140.4	138.2	137.4
324	143.4	142.7	140.5	138.3	137.5
324.5	143.5	142.8	140.6	138.4	137.6
325	143.6	142.9	140.7	138.5	137.7
325.5	143.7	143	140.8	138.6	137.8
326	143.8	143.1	140.9	138.7	137.9
326.5	143.9	143.2	141	138.8	138
327	144	143.3	141.1	138.9	138.1
327.5	144.1	143.4	141.2	139	138.2
328	144.2	143.5	141.3	139.1	138.3
328.5	144.3	143.6	141.4	139.2	138.4
329	144.4	143.7	141.5	139.3	138.5
329.5	144.6	143.8	141.6	139.4	138.6
330	144.7	143.9	141.7	139.5	138.7
330.5	144.8	144	141.8	139.6	138.8
331	144.9	144.1	141.9	139.7	138.9
331.5	145	144.2	142	139.8	139.1
332	145.1	144.3	142.1	139.9	139.2
332.5	145.2	144.4	142.2	140	139.3
333	145.3	144.5	142.3	140.1	139.4
333.5	145.4	144.6	142.4	140.2	139.5
334	145.5	144.7	142.5	140.3	139.6
334.5	145.6	144.8	142.6	140.4	139.7
335	145.7	144.9	142.7	140.5	139.8
335.5	145.8	145	142.8	140.6	139.9
336	145.9	145.1	142.9	140.7	140
336.5	146	145.2	143	140.8	140.1
337	146.1	145.3	143.1	140.9	140.2
337.5	146.2	145.4	143.2	141	140.3
338	146.3	145.5	143.3	141.1	140.4
338.5	146.4	145.6	143.4	141.2	140.5
339	146.5	145.8	143.5	141.3	140.6
339.5	146.6	145.9	143.6	141.4	140.7
340	146.7	146	143.8	141.5	140.8
340.5	146.8	146.1	143.9	141.7	140.9
341	146.9	146.2	144	141.8	141
341.5	147	146.3	144.1	141.9	141.1
342	147.1	146.4	144.2	142	141.2
342.5	147.2	146.5	144.3	142.1	141.3
343	147.3	146.6	144.4	142.2	141.4
343.5	147.4	146.7	144.5	142.3	141.5
344	147.5	146.8	144.6	142.4	141.6
344.5	147.6	146.9	144.7	142.5	141.7
345	147.7	147	144.8	142.6	141.8
345.5	147.8	147.1	144.9	142.7	141.9
346	147.9	147.2	145	142.8	142
346.5	148	147.3	145.1	142.9	142.1
347	148.1	147.4	145.2	143	142.2
347.5	148.2	147.5	145.3	143.1	142.3
348	148.4	147.6	145.4	143.2	142.4
348.5	148.5	147.7	145.5	143.3	142.5
349	148.6	147.8	145.6	143.4	142.6
349.5	148.7	147.9	145.7	143.5	142.7
350	148.8	148	145.8	143.6	142.9
350.5	148.9	148.1	145.9	143.7	143
351	149	148.2	146	143.8	143.1
351.5	149.1	148.3	146.1	143.9	143.2
352	149.2	148.4	146.2	144	143.3
352.5	149.3	148.5	146.3	144.1	143.4
353	149.4	148.6	146.4	144.2	143.5
353.5	149.5	148.7	146.5	144.3	143.6
354	149.6	148.8	146.6	144.4	143.7
354.5	149.7	148.9	146.7	144.5	143.8
355	149.8	149	146.8	144.6	143.9
355.5	149.9	149.1	146.9	144.7	144
356	150	149.2	147	144.8	144.1
356.5	150.1	149.3	147.1	144.9	144.2
357	150.2	149.4	147.2	145	144.3
357.5	150.3	149.6	147.3	145.1	144.4
358	150.4	149.7	147.5	145.2	144.5
358.5	150.5	149.8	147.6	145.3	144.6
359	150.6	149.9	147.7	145.5	144.7
359.5	150.7	150	147.8	145.6	144.8
360	150.8	150.1	147.9	145.7	144.9
360.5	150.9	150.2	148	145.8	145
361	151	150.3	148.1	145.9	145.1
361.5	151.1	150.4	148.2	146	145.2
362	151.2	150.5	148.3	146.1	145.3
362.5	151.3	150.6	148.4	146.2	145.4
363	151.4	150.7	148.5	146.3	145.5
363.5	151.5	150.8	148.6	146.4	145.6
364	151.6	150.9	148.7	146.5	145.7
364.5	151.7	151	148.8	146.6	145.8
365	151.8	151.1	148.9	146.7	145.9
365.5	151.9	151.2	149	146.8	146
366	152	151.3	149.1	146.9	146.1
366.5	152.2	151.4	149.2	147	146.2
367	152.3	151.5	149.3	147.1	146.3
367.5	152.4	151.6	149.4	147.2	146.4
368	152.5	151.7	149.5	147.3	146.5
368.5	152.6	151.8	149.6	147.4	146.7
369	152.7	151.9	149.7	147.5	146.8
369.5	152.8	152	149.8	147.6	146.9
370	152.9	152.1	149.9	147.7	147
370.5	153	152.2	150	147.8	147.1
371	153.1	152.3	150.1	147.9	147.2
371.5	153.2	152.4	150.2	148	147.3
372	153.3	152.5	150.3	148.1	147.4

372.5	153.4	152.6	150.4	148.2	147.5
373	153.5	152.7	150.5	148.3	147.6
373.5	153.6	152.8	150.6	148.4	147.7
374	153.7	152.9	150.7	148.5	147.8
374.5	153.8	153	150.8	148.6	147.9
375	153.9	153.1	150.9	148.7	148
375.5	154	153.2	151	148.8	148.1
376	154.1	153.4	151.1	148.9	148.2
376.5	154.2	153.5	151.3	149	148.3
377	154.3	153.6	151.4	149.2	148.4
377.5	154.4	153.7	151.5	149.3	148.5
378	154.5	153.8	151.6	149.4	148.6
378.5	154.6	153.9	151.7	149.5	148.7
379	154.7	154	151.8	149.6	148.8
379.5	154.8	154.1	151.9	149.7	148.9
380	154.9	154.2	152	149.8	149
380.5	155	154.3	152.1	149.9	149.1
381	155.1	154.4	152.2	150	149.2
381.5	155.2	154.5	152.3	150.1	149.3
382	155.3	154.6	152.4	150.2	149.4
382.5	155.4	154.7	152.5	150.3	149.5
383	155.5	154.8	152.6	150.4	149.6
383.5	155.6	154.9	152.7	150.5	149.7
384	155.7	155	152.8	150.6	149.8
384.5	155.9	155.1	152.9	150.7	149.9
385	156	155.2	153	150.8	150
385.5	156.1	155.3	153.1	150.9	150.1
386	156.2	155.4	153.2	151	150.2
386.5	156.3	155.5	153.3	151.1	150.4
387	156.4	155.6	153.4	151.2	150.5
387.5	156.5	155.7	153.5	151.3	150.6
388	156.6	155.8	153.6	151.4	150.7
388.5	156.7	155.9	153.7	151.5	150.8
389	156.8	156	153.8	151.6	150.9
389.5	156.9	156.1	153.9	151.7	151
390	157	156.2	154	151.8	151.1
390.5	157.1	156.3	154.1	151.9	151.2
391	157.2	156.4	154.2	152	151.3
391.5	157.3	156.5	154.3	152.1	151.4
392	157.4	156.6	154.4	152.2	151.5
392.5	157.5	156.7	154.5	152.3	151.6
393	157.6	156.8	154.6	152.4	151.7
393.5	157.7	156.9	154.7	152.5	151.8
394	157.8	157.1	154.8	152.6	151.9
394.5	157.9	157.2	154.9	152.7	152
395	158	157.3	155.1	152.8	152.1
395.5	158.1	157.4	155.2	153	152.2
396	158.2	157.5	155.3	153.1	152.3
396.5	158.3	157.6	155.4	153.2	152.4
397	158.4	157.7	155.5	153.3	152.5
397.5	158.5	157.8	155.6	153.4	152.6
398	158.6	157.9	155.7	153.5	152.7
398.5	158.7	158	155.8	153.6	152.8
399	158.8	158.1	155.9	153.7	152.9
399.5	158.9	158.2	156	153.8	153
400	159	158.3	156.1	153.9	153.1
400.5	159.1	158.4	156.2	154	153.2
401	159.2	158.5	156.3	154.1	153.3
401.5	159.3	158.6	156.4	154.2	153.4
402	159.4	158.7	156.5	154.3	153.5
402.5	159.5	158.8	156.6	154.4	153.6
403	159.7	158.9	156.7	154.5	153.7
403.5	159.8	159	156.8	154.6	153.8
404	159.9	159.1	156.9	154.7	153.9
404.5	160	159.2	157	154.8	154
405	160.1	159.3	157.1	154.9	154.2
405.5	160.2	159.4	157.2	155	154.3
406	160.3	159.5	157.3	155.1	154.4
406.5	160.4	159.6	157.4	155.2	154.5
407	160.5	159.7	157.5	155.3	154.6
407.5	160.6	159.8	157.6	155.4	154.7
408	160.7	159.9	157.7	155.5	154.8
408.5	160.8	160	157.8	155.6	154.9
409	160.9	160.1	157.9	155.7	155
409.5	161	160.2	158	155.8	155.1
410	161.1	160.3	158.1	155.9	155.2
410.5	161.2	160.4	158.2	156	155.3
411	161.3	160.5	158.3	156.1	155.4
411.5	161.4	160.6	158.4	156.2	155.5
412	161.5	160.7	158.5	156.3	155.6
412.5	161.6	160.9	158.6	156.4	155.7
413	161.7	161	158.8	156.5	155.8
413.5	161.8	161.1	158.9	156.6	155.9
414	161.9	161.2	159	156.8	156
414.5	162	161.3	159.1	156.9	156.1
415	162.1	161.4	159.2	157	156.2
415.5	162.2	161.5	159.3	157.1	156.3
416	162.3	161.6	159.4	157.2	156.4
416.5	162.4	161.7	159.5	157.3	156.5
417	162.5	161.8	159.6	157.4	156.6
417.5	162.6	161.9	159.7	157.5	156.7
418	162.7	162	159.8	157.6	156.8
418.5	162.8	162.1	159.9	157.7	156.9
419	162.9	162.2	160	157.8	157
419.5	163	162.3	160.1	157.9	157.1
420	163.1	162.4	160.2	158	157.2
420.5	163.2	162.5	160.3	158.1	157.3
421	163.3	162.6	160.4	158.2	157.4

421.5	163.5	162.7	160.5	158.3	157.5
422	163.6	162.8	160.6	158.4	157.6
422.5	163.7	162.9	160.7	158.5	157.7
423	163.8	163	160.8	158.6	157.9
423.5	163.9	163.1	160.9	158.7	158
424	164	163.2	161	158.8	158.1
424.5	164.1	163.3	161.1	158.9	158.2
425	164.2	163.4	161.2	159	158.3
425.5	164.3	163.5	161.3	159.1	158.4
426	164.4	163.6	161.4	159.2	158.5
426.5	164.5	163.7	161.5	159.3	158.6
427	164.6	163.8	161.6	159.4	158.7
427.5	164.7	163.9	161.7	159.5	158.8
428	164.8	164	161.8	159.6	158.9
428.5	164.9	164.1	161.9	159.7	159
429	165	164.2	162	159.8	159.1
429.5	165.1	164.3	162.1	159.9	159.2
430	165.2	164.4	162.2	160	159.3
430.5	165.3	164.5	162.3	160.1	159.4
431	165.4	164.7	162.4	160.2	159.5
431.5	165.5	164.8	162.6	160.3	159.6
432	165.6	164.9	162.7	160.5	159.7
432.5	165.7	165	162.8	160.6	159.8
433	165.8	165.1	162.9	160.7	159.9
433.5	165.9	165.2	163	160.8	160
434	166	165.3	163.1	160.9	160.1
434.5	166.1	165.4	163.2	161	160.2
435	166.2	165.5	163.3	161.1	160.3
435.5	166.3	165.6	163.4	161.2	160.4
436	166.4	165.7	163.5	161.3	160.5
436.5	166.5	165.8	163.6	161.4	160.6
437	166.6	165.9	163.7	161.5	160.7
437.5	166.7	166	163.8	161.6	160.8
438	166.8	166.1	163.9	161.7	160.9
438.5	166.9	166.2	164	161.8	161
439	167	166.3	164.1	161.9	161.1
439.5	167.2	166.4	164.2	162	161.2
440	167.3	166.5	164.3	162.1	161.3
440.5	167.4	166.6	164.4	162.2	161.4
441	167.5	166.7	164.5	162.3	161.5
441.5	167.6	166.8	164.6	162.4	161.7
442	167.7	166.9	164.7	162.5	161.8
442.5	167.8	167	164.8	162.6	161.9
443	167.9	167.1	164.9	162.7	162
443.5	168	167.2	165	162.8	162.1
444	168.1	167.3	165.1	162.9	162.2
444.5	168.2	167.4	165.2	163	162.3
445	168.3	167.5	165.3	163.1	162.4
445.5	168.4	167.6	165.4	163.2	162.5
446	168.5	167.7	165.5	163.3	162.6
446.5	168.6	167.8	165.6	163.4	162.7
447	168.7	167.9	165.7	163.5	162.8
447.5	168.8	168	165.8	163.6	162.9
448	168.9	168.1	165.9	163.7	163
448.5	169	168.2	166	163.8	163.1
449	169.1	168.4	166.1	163.9	163.2
449.5	169.2	168.5	166.2	164	163.3
450	169.3	168.6	166.4	164.1	163.4
450.5	169.4	168.7	166.5	164.3	163.5
451	169.5	168.8	166.6	164.4	163.6
451.5	169.6	168.9	166.7	164.5	163.7
452	169.7	169	166.8	164.6	163.8
452.5	169.8	169.1	166.9	164.7	163.9
453	169.9	169.2	167	164.8	164
453.5	170	169.3	167.1	164.9	164.1
454	170.1	169.4	167.2	165	164.2
454.5	170.2	169.5	167.3	165.1	164.3
455	170.3	169.6	167.4	165.2	164.4
455.5	170.4	169.7	167.5	165.3	164.5
456	170.5	169.8	167.6	165.4	164.6
456.5	170.6	169.9	167.7	165.5	164.7
457	170.5	169.8	167.7	165.6	164.8
457.5	170.4	169.7	167.7	165.7	164.9
458	170.3	169.6	167.7	165.8	165
458.5	170.2	169.5	167.7	165.9	165.1
459	170.1	169.4	167.7	165.9	165.2
459.5	170	169.4	167.7	166	165.3
460	169.9	169.3	167.7	166.1	165.4
460.5	169.9	169.2	167.7	166.2	165.5
461	169.8	169.2	167.7	166.2	165.6
461.5	169.7	169.1	167.7	166.3	165.7
462	169.6	169	167.7	166.3	165.8
462.5	169.5	169	167.7	166.4	165.9
463	169.4	168.9	167.7	166.4	165.9
463.5	169.4	168.9	167.7	166.5	166
464	169.3	168.8	167.7	166.5	166.1
464.5	169.2	168.8	167.7	166.6	166.1
465	169.2	168.7	167.7	166.6	166.2
465.5	169.1	168.7	167.7	166.7	166.3
466	169.1	168.7	167.7	166.7	166.3
466.5	169	168.6	167.7	166.8	166.4
467	168.9	168.6	167.7	166.8	166.4
467.5	168.9	168.5	167.7	166.8	166.5
468	168.8	168.5	167.7	166.9	166.5
468.5	168.8	168.5	167.7	166.9	166.6
469	168.7	168.4	167.7	166.9	166.6
469.5	168.7	168.4	167.7	167	166.7
470	168.7	168.4	167.7	167	166.7

470.5	168.6	168.3	167.7	167	166.8
471	168.6	168.3	167.7	167.1	166.8
471.5	168.5	168.3	167.7	167.1	166.8
472	168.5	168.3	167.7	167.1	166.9
472.5	168.5	168.2	167.7	167.1	166.9
473	168.4	168.2	167.7	167.2	166.9
473.5	168.4	168.2	167.7	167.2	167
474	168.4	168.2	167.7	167.2	167
474.5	168.4	168.2	167.7	167.2	167
475	168.3	168.1	167.7	167.2	167
475.5	168.3	168.1	167.7	167.3	167.1
476	168.3	168.1	167.7	167.3	167.1
476.5	168.3	168.1	167.7	167.3	167.1
477	168.2	168.1	167.7	167.3	167.1
477.5	168.2	168.1	167.7	167.3	167.2
478	168.2	168	167.7	167.3	167.2
478.5	168.2	168	167.7	167.4	167.2
479	168.1	168	167.7	167.4	167.2
479.5	168.1	168	167.7	167.4	167.3
480	168.1	168	167.7	167.4	167.3
480.5	168.1	168	167.7	167.4	167.3
481	168.1	168	167.7	167.4	167.3
481.5	168.1	167.9	167.7	167.4	167.3
482	168	167.9	167.7	167.4	167.3
482.5	168	167.9	167.7	167.4	167.3
483	168	167.9	167.7	167.5	167.4
483.5	168	167.9	167.7	167.5	167.4
484	168	167.9	167.7	167.5	167.4
484.5	168	167.9	167.7	167.5	167.4
485	168	167.9	167.7	167.5	167.4
485.5	168	167.9	167.7	167.5	167.4
486	167.9	167.9	167.7	167.5	167.4
486.5	167.9	167.9	167.7	167.5	167.4
487	167.9	167.9	167.7	167.5	167.5
487.5	167.9	167.8	167.7	167.5	167.5
488	167.9	167.8	167.7	167.5	167.5
488.5	167.9	167.8	167.7	167.5	167.5
489	167.9	167.8	167.7	167.5	167.5
489.5	167.9	167.8	167.7	167.6	167.5
490	167.9	167.8	167.7	167.6	167.5
490.5	167.9	167.8	167.7	167.6	167.5
491	167.9	167.8	167.7	167.6	167.5
491.5	167.8	167.8	167.7	167.6	167.5
492	167.8	167.8	167.7	167.6	167.5
492.5	167.8	167.8	167.7	167.6	167.5
493	167.8	167.8	167.7	167.6	167.5
493.5	167.8	167.8	167.7	167.6	167.6
494	167.8	167.8	167.7	167.6	167.6
494.5	167.8	167.8	167.7	167.6	167.6
495	167.8	167.8	167.7	167.6	167.6
495.5	167.8	167.8	167.7	167.6	167.6
496	167.8	167.8	167.7	167.6	167.6
496.5	167.8	167.8	167.7	167.6	167.6
497	167.8	167.8	167.7	167.6	167.6
497.5	167.8	167.8	167.7	167.6	167.6
498	167.8	167.8	167.7	167.6	167.6
498.5	167.8	167.8	167.7	167.6	167.6
499	167.8	167.7	167.7	167.6	167.6
499.5	167.8	167.7	167.7	167.6	167.6
500	167.8	167.7	167.7	167.6	167.6
500.5	167.8	167.7	167.7	167.6	167.6
501	167.8	167.7	167.7	167.6	167.6
501.5	167.8	167.7	167.7	167.6	167.6
502	167.8	167.7	167.7	167.6	167.6
502.5	167.8	167.7	167.7	167.6	167.6
503	167.7	167.7	167.7	167.6	167.6
503.5	167.7	167.7	167.7	167.6	167.6
504	167.7	167.7	167.7	167.6	167.6
504.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.6
505	167.7	167.7	167.7	167.7	167.6
505.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.6
506	167.7	167.7	167.7	167.7	167.6
506.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.6
507	167.7	167.7	167.7	167.7	167.6
507.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.6
508	167.7	167.7	167.7	167.7	167.6
508.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
509	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
509.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
510	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
510.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
511	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
511.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
512	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
512.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
513	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
513.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
514	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
514.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
515	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
515.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
516	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
516.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
517	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
517.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
518	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
518.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
519	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7

[illegible]

568.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
569	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
569.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
570	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
570.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
571	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
571.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
572	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
572.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
573	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
573.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
574	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
574.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
575	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
575.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
576	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
576.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
577	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
577.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
578	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
578.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
579	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
579.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
580	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
580.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
581	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
581.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
582	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
582.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
583	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
583.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
584	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
584.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
585	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
585.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
586	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
586.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
587	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
587.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
588	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
588.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
589	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
589.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
590	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
590.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
591	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
591.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
592	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
592.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
593	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
593.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
594	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
594.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
595	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
595.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
596	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
596.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
597	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
597.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
598	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
598.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
599	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
599.5	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7
600	167.7	167.7	167.7	167.7	167.7

Referencer

Referencer, der indgår i Metodik til stedsspecifik risikovurdering ved deponering af affald:

/A/ Miljøstyrelsen (2018a)

Udvikling af metodik til risikovurdering ved deponering af affald, Delopgave 1: Kildestyrke – Konceptuelle modeller, Miljø- og fødevareministeriet, Miljøstyrelsen, Miljøprojekt nr. 2057, December 2018.

/B1/ Miljøstyrelsen (2018b)

Udvikling af metodik til risikovurdering ved deponering af affald, Delopgave 1: Kildestyrke - Opbygning af kildestyrkemodel, Miljø- og fødevareministeriet, Miljøstyrelsen, Miljøprojekt nr. 2058, December 2018.

/B2/ Miljøstyrelsen (2018b-2)

Udvikling af metodik til risikovurdering ved deponering af affald, Delopgave 1: Kildestyrke - Brugervejledning til kildestyrkemodel, Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, Dansk Affaldsforening og Deponet.

/C1/ Miljøstyrelsen (20xxf)

Udvikling af metodik til risikovurdering ved deponering af affald, Opblanding af perkolatforurenede grundvand i overfladevand samt vurdering af påvirkning, Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, Dansk Affaldsforening og Deponet. (Kommende udgivelse)

/C2/ Miljøstyrelsen (2018c-2)

User guideline, Groundwater risk assessment models for landfills, User Guideline of the risk assessment models for landfills.

/E/ Miljøstyrelsen (2018e)

Methodology for risk assessment of stream water contamination by landfills, Mixing of landfill leachate plumes in streams, Miljø- og fødevareministeriet, Miljøstyrelsen.

/F/ Miljøstyrelsen (2019)

Anvendelse af metodik for risikovurdering ved deponering af affald, Miljø- og fødevareministeriet, Miljøstyrelsen.

Øvrige referencer:

/1/ Miljøstyrelsen. Revurdering af miljøgodkendelse for Grindsted Affalds- og Genbrugscenter, april 2014.

/2/ Miljøstyrelsen, Revurdering af miljøgodkendelse for Grindsted Deponi, januar 2013.

/3/ Ribe Amt, Miljøgodkendelse af Grindsted Affalds- og Genbrugscenter, 2. oktober 2006.

/4/ Årsrapport 2017. Grindsted Deponi, Ribe Landevej 6, 7200 Grindsted, marts 2018.

/5/ COWI. Miljøteknisk beskrivelse – Grindsted Affalds- og Genbrugscenter, oktober 1999.

- /6/ COWI. Grundvandsmodellering, Grindsted Affalds- og Genbrugscenter, december 2003.
- /7/ COWI. Grundvandsmodellering, Grindsted Affalds- og Genbrugscenter, december 2003.
- /8/ COWI. Grundvandskontrol ved Grindsted Losseplads, Ribe Landevej 6. Hydrogeologiske undersøgelser, grundvandsmodellering og risikovurdering, december 1999.
- /9/ Billund Kommune vandhandleplan. Endelig vandhandleplan, rettet august 2015.
- /10/ Vandområdeplan 2015-2021 for Vandområdedistrikt Jylland og Fyn. Miljø- og fødevareministeriet, Styrelsen for vand- og naturforvaltning, juni 2016.
- /11/ Screeningsprincip for jordforureninger, der kan true overfladevand. Miljøstyrelsen, Miljøministeriet. http://mst.dk/media/mst/9439131/screeningsprincip_for_jordforurening.pdf
- /12/ Miljø- og fødevareministeriet, Miljøstyrelsen, Litteraturstudie, Nedbrydningsrater til brug i GrundRisk Risikovurdering, Miljøprojekt 2013, maj 2018.
- /13/ Vandløbssiden. Hydrometri i Danmark. Orbicon opdateret 22.maj 2019. <http://www.hydrometri.dk/hyd/>
- /14/ Den Nationale Vandressourcemodel. <http://dk.vandmodel.dk/>
- /15/ MiljøGIS - data om natur og miljø på webkort. Miljø- og fødevareministeriet, Miljøstyrelsen. <https://mst.dk/service/miljoegis/>
- /15a/ MiljøGIS Tema: Grundvandsdannelse og kortlægning/
Statslig grundvandskortlægning: <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?&profile=grundvand>
- /15b/ MiljøGIS Tema: Kvalificering af afgrænsning og udpegning af de vandløb, der indgår i vandområdeplanerne 2015-2021. Grunddata for vandrådsarbejdet 2017. <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?&profile=vandraadsarbejdet2017-grunddata>
- /15c/ MiljøGIS Tema: Vandområdeplan 2015-2021. Offentliggjort juni 2016. Vandområdeplan 2015-2021. <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=vandrammedirektiv2-2016>
- /16/ Miljø- og fødevareministeriet. Bekendtgørelse om overvågning af overfladevandets, grundvandets og beskyttede områders tilstand og om naturovervågning af internationale naturbeskyttelsesområder, nr. 1001 af 29.juni 2016.
- /17/ Miljø- og fødevareministeriet. Bekendtgørelse om overvågning af overfladevandets, grundvandets og beskyttede områders tilstand og om naturovervågning af internationale naturbeskyttelsesområder, nr. 1068 af 23. august 2018.
- /18/ Miljø- og fødevareministeriet, Miljøstyrelsen. Liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord, revideret juni 2018.
- /19/ Miljø- og fødevareministeriet. Bekendtgørelse om krav til udledning af visse forurenende stoffer til vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og havområder, nr. 1433 af 21. november 2017.

- /20/ Miljø- og fødevareministeriet. Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand, nr. 1625 af 19. december 2017.
- /21/ Miljø- og fødevareministeriet. Bekendtgørelse om fastsættelse af miljømål for vandløb, søer, kystvande, overgangsvande og grundvand, nr. 833 af 27. juni 2016.
- /22/ Miljø- og fødevareministeriet. Bekendtgørelse om indsatsprogrammer for vandområde-distrikter, nr. 1521 af 15. december 2017.
- /23/ Miljø- og Fødevareministeriet. Bekendtgørelse om deponeringsanlæg, nr. 1049 af 28. august 2013.
- /24/ Miljøministeriet. Tillæg til miljøgodkendelse Inkl. tilladelse til direkte udledning af spildevand. For Arla Foods amba Nr. Vium Mejeri. Miljøstyrelsen Den 20. marts 2014.
Bilag G: Baggrundsnotat om miljøfremmede stoffer og klorid.
- /25/ Miljøministeriet, Naturstyrelsen. Vandplan 2009-2015, Ringkøbing Fjord. Hovedopland 1.8. Vanddistrikt Jylland og Fyn

Eksempel på risikovurdering ved deponering af affald - Grindsted Deponeringsanlæg, Deponi Syd I/S og Grindsted Kommune

Dette notat indeholder et eksempel på, hvordan en vurdering af risiko i forhold til overfladevand ved deponering af affald kan gennemføres ved anvendelse af en metodik udviklet af Miljøstyrelsen, Dansk Affaldsforening og DepoNet. Eksemplet er gennemført alene med det formål at demonstrere anvendelsen af de beregningsværktøjer, som er udviklet til metodikken. Resultaterne udgør en væsentlig del af en risikovurdering ved deponering af affald.



Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk