



Opdatering af grænseværdier for restprodukter, beton og tegl i Restproduktbekendtgørelsen

Miljøprojekt nr. 2309

September 2025

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Ole Hjelmar, Danish Waste Solutions ApS

Jiri Hyks, Danish Waste Solutions ApS

Titel: Opdatering af grænseværdier for restprodukter, beton og tegl i Restproduktbekendtgørelsen

Formål:

Formålet med projektet er at understøtte revisionen af restproduktbekendtgørelsen ved at foreslå opdaterede grænseværdier for udvaskning af uorganiske stoffer fra knust beton/tegl og affaldsforbrændingsslagger. Forslagene bygger på scenarie- og modelbaserede risikovurderinger (MIKE SHE) og revers modellering med opdaterede grundvandskvalitets- og baggrundsværdier. Resultatet er kategoriserede grænseværdier (A, B, C) med tilhørende anvendelsesbetingelser, der skal sikre, at anvendelse af affaldsfraktionerne ikke medfører uacceptabel påvirkning af grundvand eller overfladevand.

Udarbejdet af:

Ole Hjelmar, Danish Waste Solutions ApS

Jiri Hyks, Danish Waste Solutions ApS

Udarbejdet for: Miljøstyrelsen

Finansieret af: Miljøstyrelsen (engangsbevilling)

Leveringsdato for rapport: 22. september 2025

ISBN: 978-87-7564-049-2

Indhold

Forord	4
Sammenfatning	5
1. Indledning	9
1.1 Baggrund og formål	9
1.2 Projektets omfang	9
1.2.1 Bygge- og nedrivningsaffald	9
1.2.2 Affaldsforbrændingsslagger	10
1.2.3 Afgrænsning	10
2. Knust beton og tegl	11
2.1 De tidligere gennemførte beregninger	11
2.2 Nye modelberegninger	14
2.2.1 Overordnet metodik	14
2.2.2 Omfang og forudsætninger	15
2.2.3 Beregning af E_{MAX} for knust beton og tegl	18
2.2.4 Konsekvenserne af etablering af grænseværdier baseret på beregningerne af E_{MAX} i forhold til nyttiggørelse af knust beton og tegl	20
2.3 Grænseværdier og anvendelsesbetingelser for knust beton og tegl	24
3. Affaldsforbrændingsslagger	29
4. Beregning/estimering af grænseværdier	31
4.1 Fælles grænseværdier for anvendelse af knust beton og tegl og slagger til vejbygning	31
4.2 Grænseværdier for restproduktet til andre anvendelser	37
4.3 Grænseværdier, som tillader alle de viste scenarier for anvendelse af beton/tegl og restprodukter	38
5. Forslag til grænseværdier og anvendelsesbetingelser	41
6. Referencer	46
Bilag 1 Estimering af kappa	
Bilag 2 Udvaskningsdata	
Bilag 3 Alle scenarier vurderet i forhold til 90%-fraktilen for knust beton og tegl	
Bilag 4 Alle scenarier vurderet i forhold til medianen for knust beton og tegl	
Bilag 5 Beregning af fælles grænseværdier for alle scenarier	

Forord

I forbindelse med en igangværende revision af Bekendtgørelse nr. 1672 af 15/12/2016 om anvendelse af restprodukter, jord og sorteret bygge- og anlægsaffald (Restproduktbekendtgørelsen), som omfatter grænseværdier for stofudvaskning fra restprodukter, herunder slagger fra affaldsforbrænding, som ønskes anvendt, har Miljøstyrelsen ønsket blandt andet at supplere bekendtgørelsen med grænseværdier for stofudvaskning fra knust beton og tegl, som ønskes anvendt. Miljøstyrelsen har derfor iværksat et projekt med henblik på udarbejdelse af et forslag til opdatering af Restproduktbekendtgørelsen med nye grænseværdier for restprodukter, jord samt beton og tegl med tilhørende anvendelsesscenarier, baseret på eksisterende viden fra tidligere udførte projekter.

Projektet, hvis resultater hermed foreligger, er udført af Danish Waste Solutions ApS ved Ole Hjelmars og Jiri Hyks. Fra Miljøstyrelsens side har koordineringen været varetaget af Emil Krag Madsen. De modelberegninger af attenueringsfaktorer, som har ligget til grund for de beregninger og estimer, som er gennemført i dette projekt, blev i 2017 og 2018 udført af en af Danmarks bedste hydrologer, Erik Aagaard Hansen, som desværre gik bort i oktober 2024.

Arbejdet har været fulgt af en styregruppe bestående af:

Emil Krag Madsen, Miljøstyrelsen (formand)
Anne Juul Jensen, Miljøstyrelsen
Cecilie Ehrenreich Baastrand, Miljøstyrelsen
Jiri Hyks, Danish Waste Solutions ApS
Ole Hjelmars, Danish Waste Solutions ApS

Sammenfatning

Til støtte for en igangværende opdatering af Bekendtgørelse nr. 1672 af 15/12/2016 om anvendelse af restprodukter, jord og sorteret bygge- og anlægsaffald er der udarbejdet forslag til fælles, opdaterede grænseværdier for stofudvaskning fra knust beton og tegl og slagger fra affaldsforbrænding med tilhørende anvendelsesbetingelser, som kan sikre grundvandet mod uacceptable påvirkninger.

Med udgangspunkt i de scenarie- og modelbaserede risikovurderinger, der blev gennemført i Miljøprojekt nr. 2055/2018: *Modellering af udvaskning af problematiske stoffer fra beton og tegl*, er der på et opdateret datagrundlag for en række realistiske anvendelsesscenarier (se tabellen nedenfor) for knust beton og tegl gennemført modelberegninger (opdelt i successive kildestyrke-, transport- og receptorscenarier) af den påvirkning, som udvaskning og spredning af en række potentielt problematiske stoffer kan have på kvaliteten af nedstrøms beliggende grundvand.

Nummer	Scenariebeskrivelse	H	B	Inf	UZ
		m	m	mm/år	m
1.1	Veje	0,20	10	35	1
1.2	Veje	0,20	10	70	1
1.3	Veje	0,20	20	35	1
1.4	Veje	0,20	20	70	1
1.5	Veje	0,70	10	35	1
1.6	Veje	0,70	10	70	1
1.7	Veje	0,70	20	35	1
1.8	Veje	0,70	20	70	1
2.1	Stier	0,20	2	350	1
3.1	Jernbaneunderbygning	0,50	5	350	1
4.1	Ledningsgrave	1,00	1	350	1
5.1	Pladser	1,00	100	70	1
5.2	Pladser	1,00	100	350	1
7.1	Støjvolde, ramper, diger, kældre	5,00	10	70	1
7.2	Støjvolde, ramper, diger, kældre	5,00	20	70	1
7.3	Støjvolde, ramper, diger, kældre	5,00	20	350	1
7.4	Støjvolde, ramper, diger, kældre	10,00	20	70	1
7.5	Støjvolde, ramper, diger, kældre	10,00	20	350	1
7.6	Støjvolde, ramper, diger, kældre	10,00	300	350	1

H: Højden/lagtykkelsen af knust beton og tegl
B: Bredden af vejen/anvendelsen
Inf.: Årlig infiltration af nedbør
UZ: Tykkelsen af den umættede zone under anvendelsen

Ved modelleringen blev kildestyrkekoncentrationen, C , i perkolatet fra et anvendelsesscenarie for et givet stof beskrevet som en eksponentielt aftagende funktion af væske-/faststofforholdet, L/S , $C = C_0 \times \exp(-(L/S \times \text{kappa}))$, hvor C_0 er den højeste koncentration målt ved udvaskning

af stoffet og kappa er en stof- og materialespecifik konstant, som er estimeret på grundlag af kolonneudvaskningsdata for knust beton og tegl. Kildestyrken beskrives som $C \times Q$, hvor Q er den gennemsnitlige og udsivende perkolatmængde. L/S-forløbet omsættes ved hjælp af anvendelsesscenariet til et tidsforløb.

Anvendelsesscenarierne er, som det ses, hver karakteriseret modelmæssigt ved en gennemsnits-højde, en længde i grundvandets strømningsretning, en årlig infiltration og gennemstrømning/udstrømning af nedbør samt tykkelsen af den umættede zone under anvendelsen. Der kan implicit være inkluderet nogle antagelser om materialets permeabilitet.

Transportscenarierne består af en umættet zone under det anvendte materiale og/eller en grundvandsstrømningszone (akvifer) under den umættede zone. Receptoren er her grundvand, og referencepunktet (POC, point of compliance) kan være placeret i disse i forskellige afstande fra anvendelsen.

Modelleringen af stoftransporten blev udført ved hjælp af MIKE SHE-modellen, som er en fuldt distribueret og integreret numerisk vandstrømnings- og stoftransportmodel for umættet zone, grundvand, overfladevand, infiltration og fordampning. Modellen medtager stoftilbageholdelse i umættet zone og akvifer, baseret på K_d -værdier.

Sammenhængen mellem den maksimale kildestyrke (C_0) og det resulterende koncentrationniveau for et givet stof i referencepunktet (POC) i grundvandet nedstrøms i en given afstand fra anvendelsesprojektet, som findes ved hjælp af modelleringen, vil være lineær, fordi sorptionen beskrives lineært ved hjælp af K_d . Fordi kildestyrken er aftagende med tiden, vil den resulterende koncentration af stoffet i grundvandet ved POC stige, indtil den på et tidspunkt når et maksimum, hvorefter den igen vil aftage. Når koncentration af stoffet ved POC sættes til grundvandskvalitets-kriteriet for det givne stof, kan man ved revers modellering beregne den værdi af C_0 , som (alt andet lige) sikrer, at koncentrationstoppen, når den fremkommer, netop vil overholde kvalitetskriteriet, C_{Max} , i grundvandet. Resultatet for hvert stof og scenarie bliver en maksimal udvasket mængde ved en given L/S-værdi, E_{MAX} , som ikke må overskrides, hvis grundvandskvalitetskriteriet skal overholdes ved POC:

$$E_{\text{MAX}} = (((1/f_a) \times (C_{\text{GVK}} - C_{\text{Baggr}}) + C_{\text{Baggr}}) / \kappa) \times ((1 - \exp(-(L/S)\kappa))),$$

hvor attenueringsfaktoren, $f_a = C_{\text{Max}}/C_0$, er beregnet af modellen for hvert stof, scenarie og POC.

Hvis $L/S = 2 \text{ L/kg}$ indsættes i ligningen sammen med værdierne af C_{GVK} og C_{Baggr} og de værdier af $1/f_a$, og κ , som svarer til et givet scenarie og et givet stof, vil E_{MAX} udgøre den grænseværdi, som for det givne stof ikke må overskrides ved testning af et materiale i henhold til EN 12457-1 (ved $L/S = 2 \text{ L/kg}$), hvis det skal sikres, at anvendelsen af materialet i henhold til det givne scenarie ikke medfører en overskridelse af grundvandskvalitetskravet (C_{GVK}) ved det til scenariet hørende POC. Ved de numeriske modelberegninger, som blev gennemført i Miljøprojekt 2055, blev der for hvert af de 20 viste anvendelsesscenarier for hvert stof og hver placering af POC (0 m, 10 m, 30 m og 100 m nedstrøms for kanten af scenariet) fastlagt en værdi af attenueringsfaktoren, f_a .

Da de numeriske modelberegninger, som for hvert stof er baseret på en specifik kombination af kappa (κ) og K_d , ikke har kunnet gentages inden for rammerne af dette projekt, udgør de tidligere beregnede værdier af f_a en nødvendig del af grundlaget for de videre beregninger (revers modellering) til udarbejdelse af potentielle grænseværdier for stofudvaskning fra knust beton og tegl.

For hvert af de viste scenarier er grundvandskvalitetskriterierne (C_{GVK}) og baggrundsværdierne (C_{Baggr}) i resultaterne fra Miljøprojekt 2055 i dette projekt blevet erstattet af opdaterede værdier ved beregningerne af E_{MAX} for hvert stof, scenarie og POC, mens de tidligere beregnede værdier af $1/fa$ er fastholdt. Der er i vurderingerne kun fokuseret på POC = 0 m, dvs. et referencepunkt i grundvandet lige under den nedstrøms kant af anvendelsen. Hvis E_{MAX} og dermed grundvands-kvalitetskravet er overholdt i grundvandet på dette sted, vil det samme være tilfældet overalt i grundvandet nedstrøms for anvendelsen.

For alle scenarier og POC'er er der beregnet E_{MAX} -værdier for As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, fluorid, klorid, sulfat, DOC/NVOC. Disse er så sammenlignet med 90%-fraktilerne (og medianværdierne) for udvaskning af de samme stoffer ved $L/S = 2$ L/kg (EN 12457-1) for et datasæt på 91 prøver af knust beton og tegl, $E_{L/S=2}$. Hvis $E_{L/S=2}/E_{MAX} \leq 1$, er grundvandskvalitetskriteriet overholdt. Med udgangspunkt i dette, er der opstillet forslag til to sæt udvaskningsgrænseværdier, Kategori A og Kategori B, for anvendelse af knust beton og tegl. Disse er vist i nedenstående tabel sammen med en tredje kategori, Kategori C, som angiver grænseværdier for stofudvaskning ved $L/S = 2$ L/kg fra beton/tegl og affaldsforbrændings-slagger, som overholder betingelserne for alle de 20 viste anvendelsesscenarier.

Parameter	Enhed	Kategori A	Kategori B	Kategori C
		Grænseværdi	Grænseværdi	Grænseværdi
As	mg/kg	0,10	0,016	0,016
Ba	mg/kg	2,0	0,60	0,29
Cd	mg/kg	0,010	0,0040	0,00037
Cr tot	mg/kg	0,70	0,20	0,012
Cu	mg/kg	4,0	0,20	0,093
Hg	mg/kg	0,0020	0,00050	0,00021
Mo	mg/kg	2,0	0,60	0,60
Na	mg/kg	3000	500	500
Ni	mg/kg	0,10	0,040	0,016
Pb	mg/kg	0,10	0,020	0,020
Sb	mg/kg	0,20	0,10	0,10
Se	mg/kg	0,016	0,0085	0,00092
Zn	mg/kg	1	0,20	0,027
Klorid	mg/kg	4000	400	360
Fluorid	mg/kg	5	2,0	2,0
Sulfat	mg/kg	6000	500	500
DOC	mg/kg	135	100	6,3

På basis af det ovenfor nævnte sæt af prøver af knust beton og tegl forventes det, at op til 90% af de producerede mængder vil tilhøre Kategori A, og op til 50% vil yderligere overholde de mere restriktive krav til Kategori B. På grundlag af data for udvaskning af slagger fra affaldsforbrænding fra Miljøprojekt nr.2205/2022 forventes det, at op til 90% af de danske slagger vil kunne overholde kravene til Kategori A, men på grund af for høje indhold af Na, klorid og sulfat vil ingen af slaggerne kunne overholde kravene til Kategori B. 90%-fraktilerne for både knust beton og tegl og affalds-forbrændingsslagger overholder i øvrigt de eksisterende udvaskningskrav til Kategori 3 i Restproduktbekendtgørelsen.

Fordi de skal tillade anvendelse i henhold til alle de 20 scenarier, er grænseværdierne for Kategori C så restriktive, at ingen af de ovennævnte datasæt af prøver af knust beton eller affaldsforbrændingsslagger vil kunne overholde dem, selv på 5%-fraktilniveau.

Nedenfor ses en samlet oversigt over de grænseværdier (udtrykt som Kategori A, B eller C) og de anvendelsesbetingelser, som nyttiggørelse af knust beton/tegl og restprodukter skal overholde i relation til hvert af de 19 undersøgte anvendelsesscenarier.

ID	Scenariebeskrivelse	H	B	Inf	UZ	Andre anlægsbetingelser	Kategorier af restprodukter, der kan anvendes i de forskellige scenarier		
		m	m	mm/år	m		A	B	C
1.1	Veje	0,20	10	35	1	Tæt belægning 2	X	X	X
1.2	Veje	0,20	10	70	1	Tæt belægning 1	X	X	X
1.3	Veje	0,20	20	35	1	Tæt belægning 2	X	X	X
1.4	Veje	0,20	20	70	1	Tæt belægning 1	X	X	X
1.5	Veje	0,70	10	35	1	Tæt belægning 2	X	X	X
1.6	Veje	0,70	10	70	1	Tæt belægning 1	X	X	X
1.7	Veje	0,70	20	35	1	Tæt belægning 2	X	X	X
1.8	Veje	0,70	20	70	1	Tæt belægning 1		X	X
1.8a	Veje	0,50	20	70	1	Tæt belægning 1	X	X	X
2.1	Stier	0,20	2	350	1	Fast belægning	X	X	X
3.1	Jernbaneunderbygninger	0,50	5	350		Fast belægning		X	X
4.1	Ledningsgrave	1,00	1	350	1	Fast belægning	X	X	X
5.1	Pladser	1,00	100	70	1	Tæt belægning 1			X
5.2	Pladser	1,00	100	350	1	Fast belægning			X
7.1	Støjvolde, ramper, diger, kældre	5,0	10	70	1	Tæt belægning 1		X	X
7.2	Støjvolde, ramper, diger, kældre	5,0	20	70	1	Tæt belægning 1			X
7.3	Støjvolde, ramper, diger, kældre	5,0	20	350	1	Fast belægning			X
7.4	Støjvolde, ramper, diger, kældre	10,0	20	70	1	Tæt belægning			X
7.5	Støjvolde, ramper, diger, kældre	10,0	20	350	1	Fast belægning			X
7.6	Støjvolde, ramper, diger, kældre	10,0	300	350	1	Fast belægning			X
H: Maksimal lagtykkelse/fyldehøjde af restprodukt									
B: Maksimal bredde af vejen/anvendelsen									
Inf: Maksimal infiltration af nedbør									
UZ: Minimumstykkelse af den umættede zone under applikationen – dvs. minimum 1 m over højeste grundvandsspejl									
Tæt belægning 1: Asfalt, beton mv., der sammen med bortledning af overfladevand reducerer mængde af vand, der kan infiltrere gennem belægningen og perkolere gennem restproduktet, til maksimalt 70 mm/år									
Tæt belægning 2: Asfalt, beton mv., der sammen med bortledning af overfladevand reducerer mængde af vand, der kan infiltrere gennem og perkolere gennem restproduktet, til maksimalt 35 mm/år									
Fast belægning: asfalt, beton, fliser, minimum 1 m ren jord, som sikrer mod kontakt									

1. Indledning

1.1 Baggrund og formål

Miljøstyrelsen har i en længere periode arbejdet på en revision af Restproduktbekendtgørelsen (Bekendtgørelse nr. 1672 af 15/12/2016 om anvendelse af restprodukter, jord og sorteret bygge- og anlægsaffald). Bekendtgørelsen sætter regler for den specifikke anvendelse af affaldsfraktioner i Danmark - nærmere bestemt bygge- og anlægsaffald, restprodukter og jord. Årligt genereres der ca. 0,7 millioner ton slagge og 5 millioner ton bygge- og anlægsaffald, hvoraf størstedelen bliver materialenyttiggjort i henhold til reglerne i den nuværende bekendtgørelse.

Grænseværdierne for stofudvaskning fra restprodukter og jord i bekendtgørelsen bygger på forældede risikovurderingsmetoder. Siden år 2000 er der blevet anvendt en anden metodik end den, som ligger til grund for grænseværdierne i den eksisterende bekendtgørelse. Dette betyder, at de nuværende grænseværdier ikke afspejler moderne metoder og forståelser, som for eksempel udgør grundlaget for deponeringsbekendtgørelsen.

Bygge- og anlægsaffald udgør mere end en tredjedel af den samlede nationale affaldsproduktion. På trods af denne affaldsfraktions omfang, er regelsættet omkring dens anvendelse utilstrækkeligt, og der er ikke fastsat konkrete grænseværdier for faststofindhold og stofudvaskning. Miljøstyrelsen har siden 2014 indsamlet data med henblik på at fastsætte grænser, men denne proces har endnu ikke resulteret i klare kriterier for affaldets anvendelse. Dette fører til, at store mængder affald genanvendes uden tilstrækkelig viden om deres miljømæssige påvirkninger.

På denne baggrund har Miljøstyrelsen anmodet Danish Waste Solutions ApS om at udarbejde forslag til opdatering af Restproduktbekendtgørelsen med nye grænseværdier for restprodukter, jord samt beton og tegl. Projektet skal bruge eksisterende viden fra tidligere udførte projekter til at fastsætte grænseværdier for beton og tegl med tilhørende anvendelsesscenarier. Projektet skal ligeledes undersøge, om den beregningsmodel, der er anvendt til beton og tegl, kan anvendes til at opdatere grænseværdierne for restprodukter og jord. Nyttiggørelse af knust asfalt, som er vurderet i Miljøprojekt nr. 1731/2015 er ikke omfattet.

I første omgang medtages kun udvaskningsgrænseværdier for uorganiske stoffer (og DOC). På grund af det meget begrænsede datagrundlag for udvaskning af organiske stoffer, som er til rådighed, vil det ikke blive forsøgt at opstille grænseværdier for udvaskning af organiske stoffer i dette projekt.

1.2 Projektets omfang

1.2.1 Bygge- og nedrivningsaffald

Der skal indføres grænseværdier for bygge- anlægsaffald i Restproduktbekendtgørelsen. Det er fastsat i initiativ 111 i "*Handlingsplan for cirkulær økonomi*", at der skal fastsættes grænseværdier for beton og tegl i bekendtgørelsen. For bygge- og nedrivningsaffald er udarbejdelsen af udvaskningsgrænseværdier den mest væsentlige ændring. Samtidig skal grænseværdierne sammenkobles med en række anvendelsesscenarier, som dikterer, hvilken anvendelse en forureningsgrad kan godkendes til. Udarbejdelsen af grænseværdierne for udvaskning fra bygge- anlægsaffald skal baseres på arbejdet der er præsenteret i Miljøprojekt 2055 – *Modellering af udvaskning af miljøfremmede stoffet fra beton og tegl*, desuden kan Miljøprojekterne 1806, 1991, 2143 og 2069 på samme område bruges i til arbejdet.

1.2.2 Affaldsforbrændingsslagger

Grænseværdierne i Restproduktbekendtgørelsen for anvendelse af restprodukter og jord, blev oprindeligt udarbejdet i 1998. Siden 2000 har en opdateret metode til risikovurdering og fastsættelse af grænseværdier været anvendt, blandt andet ved modelberegninger til etablering af forslag til grænseværdier for anvendelse af beton og tegl (Miljøprojekt nr. 2055/2018: *Modelle-ring af udvaskning af problematiske stoffer fra beton og tegl*). I dette projekt skal det undersøges, om denne opdaterede metodik, ud over anvendelsen til beregning af grænseværdier for bygge- og anlægsaffald, også kan overføres til andre restprodukter (specielt affaldsforbrændingsslagger) og dermed lægge fundamentet for reviderede grænseværdier for restprodukter og jord.

1.2.3 Afgrænsning

Dette projekt omfatter vurderinger af risikoen for påvirkning af grundvand i forbindelse med anvendelse af knust beton og tegl og affaldsforbrændingsslagger til de i Restproduktbekendtgørelsen beskrevne formål, og etablering af et grundlag for opstilling af grænseværdier for stofudvaskning fra knust beton og tegl og affaldsforbrændingsslagger, som sikrer, at sådanne anvendelser ikke medfører en uacceptabel påvirkning grundvand. Da det forventes, at regelsættet omkring anvendelse af jord vil blive håndteret særskilt i anden sammenhæng, vil udvikling af grænseværdier for stofudvaskning fra jord ikke blive behandlet i dette projekt.

Udviklingen af grænseværdier i dette projekt omfatter kun uorganiske stoffer og DOC/NVOC, idet datagrundlaget for fastlæggelse af grænseværdier for udvaskning af organiske stoffer pt. vurderes at være for spinkelt og utilstrækkeligt til at understøtte en nærmere vurdering af mulighederne for at indføre sådanne grænseværdier inden for de givne projektrammer. Både datagrundlag og testmetoder for især ikke-flygtige organiske stoffer er imidlertid under kraftig udvikling, og da behovet for grænseværdier og robuste testmetoder for organiske stoffer er betydeligt, bør problemstillingen genvurderes i en ikke alt for fjern fremtid.

De uorganiske stoffer, som indgår i udviklingen af grænseværdier for stofudvaskning i dette projekt, omfatter de stoffer, for hvilke der i forvejen eksisterer grænseværdier for stofudvaskning i Restproduktbekendtgørelsen (BEK1672/2016) med tilføjelse af de uorganiske stoffer (og DOC/NVOC), for hvilke der yderligere findes udvaskningsgrænseværdier i Deponeringsbekendtgørelsen (BEK1253/2019).

I projektet er der ikke foretaget nogen vurdering af eller forsøgt opstillet nogen grænseværdier for faststofindholdet af stoffer i knust beton og tegl eller affaldsforbrændingsslagger, som ønskes anvendt til de i bekendtgørelsens anførte formål. Det kan dog nævnes, at de allerede eksisterende grænseværdier for faststofindhold i relation til anvendelse som Kategori 1-materialer under Restproduktbekendtgørelsen, som for de flestes vedkommende svarer til Jordkvalitetskriterierne, faktisk overholdes på 90%-fraktil- og max-niveau af knust beton og knust beton og tegl (tabel 4.1 og tabel 4.2 i Miljøprojekt nr. 1991/2018), dog er der ikke målt faststofindhold af Cr(VI). Desuden overskrider faststofindholdet af Ba i knust beton og tegl jordkvalitetskriteriet, men Ba indgår ikke blandt grænseværdierne i den eksisterende Restproduktbekendtgørelse. Faststofindholdene er ikke interessante i forhold til affaldsforbrændingsslagger, som næppe, selv efter vidtgående behandling, vil kunne overholde kriterierne for faststofindhold i relation til anvendelse som Kategori 1-materialer (se f.eks. Bilag 1 i Miljøprojekt nr. 2205/2022).

Det bemærkes, at grænseværdierne for stofudvaskning i Restproduktbekendtgørelsen (og i dette projekt) alene gælder for aggregater (granulært og/eller nedknust materiale), hvor udvaskningen forventes af foregå under ligevægtslignende forhold, og ikke for monolitisk materiale, hvor udvaskningen forventes af ske som diffusion gennem overfladen under dynamiske forhold.

2. Knust beton og tegl

2.1 De tidligere gennemførte beregninger

Med hensyn til fastlæggelse af betingelser og grænseværdier for stofudvaskning for anvendelse af sorteret bygge- og anlægsaffald tages der først og fremmest udgangspunkt i den risiko- og scenariebaserede modelleringsmetodik, som er beskrevet Miljøprojekt nr. 2055/2018: Modellering af udvaskning af problematiske stoffer fra beton og tegl, under anvendelse af udvaskningsdata fra Miljøprojekt nr. 1991/2018: Forekomst og udvaskning af problematiske stoffer i knust beton og tegl. Den anvendte metodik svarer i princippet til de metoder, som er blevet udviklet og anvendt til fastlæggelse af stofudvaskningskriterier for modtagelse af affald til deponering i EU (Rådsbeslutning 2003/33/EF) og den efterfølgende implementering af disse i Danmark (Deponeringsbekendtgørelsen, BEK 1253/2019 om deponeringsanlæg), se f.eks. Hjelmar et al. (2005). Metodikken blev også anvendt til vurdering af behovet for udvaskningskriterier for knust asfalt, som ønskes nyttiggjort (Miljøprojekt nr. 1731/2015: Spredning af problematiske stoffer ved materialenyttiggørelse af asfalt til vejbygningsformål). Nyttiggørelse af asfalt indgår, som tidligere nævnt, ikke i dette projekt.

Hovedprincipperne i modelberegningerne i Miljøprojekt nr. 2055/2018, som der i øvrigt henvises til, er kort beskrevet i det følgende. I TABEL 2.1 ses de anvendelsesscenarier for knust beton og tegl, som lå til grund for estimeringen af potentielle grænseværdier for stofudvaskning i Miljøprojekt 2055/2018.

TABEL 2.1 Oversigt over anvendelsesscenarier anvendt ved modelberegningerne i Miljøprojekt nr. 2055/2018.

Nummer	Scenariebeskrivelse	H	B	Inf	UZ
		m	m	mm/år	m
1.1	Veje	0,20	10	35	1
1.2	Veje	0,20	10	70	1
1.3	Veje	0,20	20	35	1
1.4	Veje	0,20	20	70	1
1.5	Veje	0,70	10	35	1
1.6	Veje	0,70	10	70	1
1.7	Veje	0,70	20	35	1
1.8	Veje	0,70	20	70	1
2.1	Stier	0,20	2	350	1
3.1	Jernbaneunderbygning	0,50	5	350	1
4.1	Ledningsgrave	1,00	1	350	1
5.1	Pladser	1,00	100	70	1
5.2	Pladser	1,00	100	350	1
7.1	Støjvolde, ramper, diger, kældre	5,00	10	70	1
7.2	Støjvolde, ramper, diger, kældre	5,00	20	70	1
7.3	Støjvolde, ramper, diger, kældre	5,00	20	350	1
7.4	Støjvolde, ramper, diger, kældre	10,00	20	70	1
7.5	Støjvolde, ramper, diger, kældre	10,00	20	350	1
7.6	Støjvolde, ramper, diger, kældre	10,00	300	350	1
H: Højden/lagtykkelsen af knust beton og tegl					
B: Bredden af vejen/anvendelsen i grundvandets strømningsretning					
Inf.: Årlig infiltration af nedbør					
UZ: Tykkelsen af den umættede zone under anvendelsen					

I Miljøprojekt 2055/2018 er der for hvert af de 19 scenarier, som er vist i TABEL 2.1, beregnet/estimeret potentielle grænseværdier for udvaskning (ved L/S = 2 L/kg) fra knust beton og tegl af stofferne As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, fluorid, klorid, sulfat, DOC/NVOC, dekan, pentadekan, naftalen, fluoranthen og PCB28 til sikring af, at de

resulterende koncentrationer i grundvandet i nedstrøms afstande på 0, 10, 30 eller 100 m ikke overstiger de dengang accepterede grundvandskvalitetskrav inden for en periode på 500 år. I denne sammenhæng medtages dekan, pentadekan, naftalen, fluoranthen og PCB28 i første omgang ikke, da datagrundlaget for disse organiske stoffer er meget begrænset.

I beregningerne i Miljøprojekt 2055/2018 er det, som angivet for vejscenarierne i TABEL 2.1, antaget, at grundvandets strømningsretning (som en slags "worst case" i forhold til koncentrationniveauet af et givet stof i grundvandet i en given afstand fra en vej), er vinkelret på vejens længderetning. Generelt vil dette naturligvis ikke nødvendigvis være tilfældet, men der foreligger i Miljøprojekt 2055 ikke beregninger under andre forudsætninger for grundvandets strømningsretning. Det kan antages, at den transversale dispersivitet for andre strømningsretninger, end den anvendte, vil bidrage mere til opblandingen med det forbistrømmende grundvand, end denne, men betydningen heraf kendes ikke. Forudsætningen om, at grundvandets strømningsretning er vinkelret på vejens længderetning, bidrager derfor sammen med de skønnede gennemsnitsværdier for K_d (som kan variere betydeligt mellem forskellige jordtyper), de beregnede værdier af $kappa$, og antagelsen af jævn gennemstrømning af det anvendte materiale, til en ikke ubetydelig usikkerhed på de resulterende grænseværdier. Derfor er der generelt anvendt forholdsvis konservative skøn og valg ved fastsættelsen af de forskellige variable i beregningerne, ligesom de opdaterede grundvandskvalitetskriterier miljømæssigt må betegnes som forholdsvis restriktive.

Det antages modelmæssigt, at udvaskningen af et givet stof fra en given affaldstype kan estimeres som en eksponentielt aftagende funktion af L/S ved hjælp af følgende funktion:

$$C_i(L/S) = C_{i0} \times \exp(-(L/S) \times \kappa_i) \quad (2.1)$$

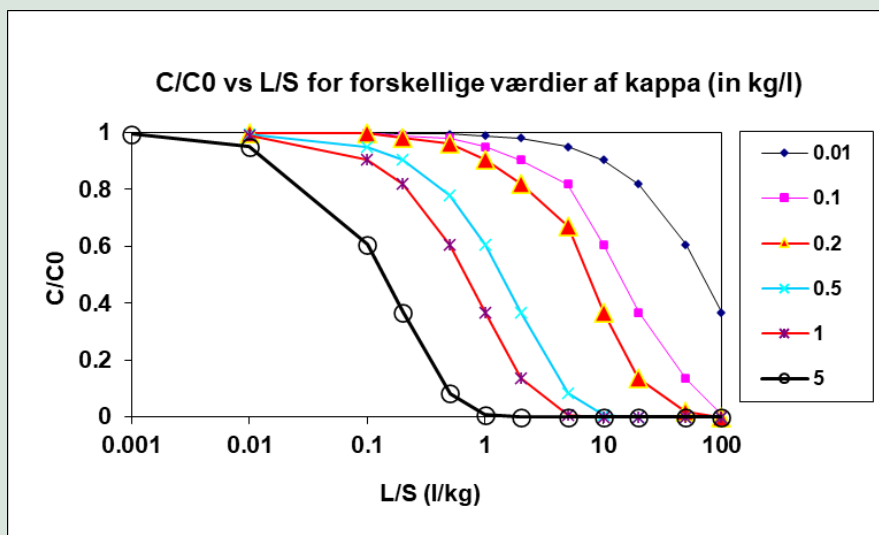
hvor:

- C_i er perkolatkoncentrationen af et givet stof (i) til et tidspunkt svarende til det anførte L/S -forhold (f.eks. i mg/L)
- C_{i0} er den maksimale perkolatkoncentration (oftest startkoncentrationen) af stoffet i , (også i mg/L)
- (L/S) er væske/faststofforholdet for affaldet i den pågældende celle til det pågældende tidspunkt (typisk i L/kg)
- κ_i er en førsteordens konstant, der beskriver den hastighed, hvormed koncentrationen af stoffet i aftager som funktion af L/S (typisk i kg/L). κ_i er en stof- og materialespecifik konstant, som kan fastlægges på grundlag af udvaskningsdata (jo større κ , jo hurtigere udvaskning).

Effekten af størrelsen af κ på udvaskningsforløbet som funktion af L/S er illustreret i **FIGUR 2.2.1**. Effekten af forskellige værdier af κ på den normede udvaskningshastighed, C/C_0 , når denne beregnes som $C_i/C_{i0} = \exp(-(L/S) \times \kappa_i)$ i henhold til ligning (2.1). Jo større κ er, jo hurtigere er udvaskningen af et givet stof. Rent modelteknisk normeres koncentrationen C i forhold til C_0 i forbindelse med beregningerne.

Ved integration af den ovenstående ligning (2.1) kan den udvaskede stofmængde, $E(L/S)$, som funktion af den akkumulerede L/S -værdi beregnes (typisk i mg/kg) for stoffet i :

$$E(L/S) = (C_{i0}/\kappa_i) \times (1 - \exp(-(L/S) \times \kappa_i)) \quad (2.2)$$



FIGUR 2.2.1 Effekten af forskellige værdier af κ på den normede udvaskningshastighed, C/C_0 , når denne beregnes som $C_i/C_{i0} = \exp(-(L/S) \times \kappa_i)$ i henhold til ligning (2.1).

I relation til modelleringen er der til hvert stof knyttet følgende egenskaber:

- κ (kappa), som er beskrevet ovenfor.
- K_d , som er en stofspecifik fordelingskoefficient for et stof mellem jord og vand, der ved transport af perkolat gennem jord og akvifer anvendes til at beskrive stoftilbageholdelse ved sorption. Stoftilbageholdelsen stiger med voksende K_d .
- C_{BG} , som er baggrundskoncentrationen af stoffet i grundvandet.
- C_{GVK} , som er grundvandskvalitetskravet til stoffet.

I TABEL 2.2 ses de værdier af de ovenstående parametre, som blev anvendt ved beregningerne af potentielle grænseværdier for stofudvaskning fra beton og tegl i Miljøprojekt 2055/2018.

TABEL 2.2 Modelparametre anvendt i Miljøprojekt 2055/2018.

Parameter	Udvaskning	Sorption	Baggrundskoncentration	Grundvandskvalitetskrav
	Kappa (kg/L)	Kd (L/kg)	C_{BG} (µg/L)	C_{GVK} (µg/L)
As	0,43	20	0,8	8
Ba	0,09	14	62	700
Cd	0,5	20	0,008	0,5
Cr tot	0,26	23	0,09	26
Cu	0,48	100	0,3	100
Hg	0,05	20	0,0011	0,1
Na	0,70	5,2*	0	175000
Mo	0,28	15	0,7	20
Ni	0,45	20	0,5	10
Pb	0,22	100	0,05	1
Sb	0,23	7	0,08	2

Parameter	Udvaskning	Sorption	Baggrundskoncentration	Grundvandskvalitetskrav
	Kappa (kg/L)	Kd (L/kg)	C _{BG} (µg/L)	C _{GVK} (µg/L)
Se	0,38	5	0,1	10
Zn	0,28	20	3	100
Klorid	0,62	0	25000	250000
Fluorid	0,11	2	500	1500
Sulfat	0,25	0	50000	250000
DOC	0,53	0	0	4000

De fleste af kappa-værdierne i TABEL 2.2 er beregnet som middelværdier af estimater baseret på resultaterne af 10 kolonneudvaskningstests på knust beton TABEL 2.2 og tegl (se Bilag 1 eller Miljøprojekt nr. 2055/2018). Datagrundlaget for disse beregninger, dvs. resultater af kolonneudvaskningstests på knust beton og tegl, kan ses i Miljøprojekt 1091/2018. Værdierne angivet med rødt i TABEL 2.2 er stof-, men ikke materialespecifikke defaultværdier, som er anvendt, fordi der ikke foreligger specifikke kappa-værdier for Cd, Hg, Se og Zn for knust beton og tegl (se Miljøprojekt 2055/2018 og Bilag 1).

Også de Kd-værdier, baggrundskoncentrationer og grundvandskvalitetskrav som blev anvendt i Miljøprojekt nr. 2055, er vist i TABEL 2.2. I mangel af grundvandskrav blev der for nogle stoffers vedkommende på daværende tidspunkt anvendt drikkevandskvalitetskrav.

Ved modelberegningerne i forbindelse med dette projekt vil det ikke være muligt at ændre på Kd-værdierne og i princippet heller ikke på kappa-værdierne, da disse indgår i den numeriske modellering af kildestyrke og stoftransport gennem jord og grundvand, som er kørt én gang for alle, og som udgør grundlaget for den efterfølgende beregning af potentielle grænseværdier.

Det vil derimod være muligt at ændre både baggrundskoncentrationerne og grundvandskvalitetskravene, hvilket er heldigt, da specielt grundvandskvalitetskravene er ændret betydeligt i forhold til de krav, som blev anvendt i Miljøprojekt nr. 2055/2018.

2.2 Nye modelberegninger

2.2.1 Overordnet metodik

Der henvises til den detaljerede beskrivelse af den numeriske modellering af kildestyrke og transport af en række stoffer gennem den umættede zone under et anvendelsesscenarie og gennem den mættede grundvandszone til punkter (POC, points of compliance, referencepunkter) i grundvandet i forskellige afstande nedstrøms for kanten af anvendelsesscenariet, som er givet i kapitlerne 2 og 3 i Miljøprojekt nr. 2055/2018. Ved de numeriske modelberegninger der for hvert af de i viste anvendelsesscenarier for hvert stof og hver placering af POC (0 m, 10 m, 30 m og 100 m nedstrøms for kanten af scenariet) blevet fastlagt en såkaldt attenueringsfaktor, fa . Denne faktor, som beskriver forholdet mellem den maksimale resulterende koncentration C_{max} af et givet stof, der vil forekomme i grundvandet ved et givet POC inden for en periode på 500 år, og den maksimale koncentration eller startkoncentrationen C_0 af stoffet i det perkolat, som ved gennemstrømning af nedbør dannes i anvendelseslaget og fra bunden af dette udsiver til den umættede zone. Da de numeriske modelberegninger, som for hvert stof er baseret på en specifik kombination af kappa og Kd, ikke umiddelbart kan gentages, udgør de tidligere beregnede værdier af fa en vigtig del af grundlaget for den videre behandling eller opdaterede modellering (revers modellering) til udarbejdelse af potentielle grænseværdier for stofudvaskning fra knust beton og tegl. Af ovenstående fås:

$$fa = C_{max}/C_0 \quad (2.3)$$

Attenueringsfaktoren er som nævnt en faktor, der multipliceres på startkoncentrationen, C_0 , for at beregne den maksimale resulterende koncentration, som kan optræde i POC. Den er et udtryk for den fortynding og tilbageholdelse, der for et givet stof sker på vejen fra anvendelsen til POC som følge af dispersion og sorption. Den reciprokke værdi $1/fa$ betegnes fortyndingen eller fortyndingsfaktoren, dvs. den værdi, som startkoncentrationen skal divideres med for at beregne koncentrationen i POC.

Ved integration af ligning (2.1) op til en given værdi af L/S fås en generaliseret version af ligning (2.2), som er et udtryk for den udvaskede stofmængde fra $L/S = 0$ l/kg til den aktuelle værdi af L/S :

$$E = (C_0/\kappa) \times (1 - \exp(-L/S \times \kappa)) \quad (2.4)$$

Hvis ligning (2.3) og ligning (2.4) kombineres, og baggrundskoncentrationen i grundvandet, C_{Baggr} , indregnes, og grundvandskvalitetskravet, C_{GVK} , indsættes i stedet for C_{max} , fås ved "revers modellering" ligning (2.5), der for det aktuelle scenarie giver den resulterende maksimale stofudvaskning for det givne stof ved den givne L/S -værdi i mg/kg, som sikrer, at koncentrationen af stoffet ved det pågældende POC ikke overskrider grundvandskvalitetskravet:

$$E_{MAX} = (((1/fa) \times (C_{GVK} - C_{Baggr}) + C_{Baggr})/\kappa) \times ((1 - \exp(-(L/S)\kappa))) \quad (2.5)$$

Hvis $L/S = 2$ l/kg indsættes i ligning (2.5) sammen med værdierne af C_{GVK} og C_{Baggr} og de værdier af $1/fa$, og κ , som svarer til et givet scenarie og et givet stof, vil E_{MAX} udgøre den grænseværdi, som for det givne stof ikke må overskrides ved testning af et materiale i henhold til EN 12457-1 (ved $L/S = 2$ l/kg), hvis det skal sikres, at anvendelsen af materialet i henhold til det givne scenarie ikke medfører en overskridelse af grundvandskvalitetskravet (C_{GVK}) ved det til scenariet hørende POC.

Med udgangspunkt i de tidligere beregnede værdier af $1/fa$ gennemføres der i det følgende revers modellering til fastlæggelse af E_{MAX} for de i TABEL 2.1 viste scenarier for knust beton og tegl. For hvert af de viste scenarier beregnes E_{MAX} ved POC henholdsvis 0 m, 10 m, 30 m og 100 m nedstrøms for kanten af anvendelsen.

2.2.2 Omfang og forudsætninger

Valg af stoffer til estimering af grænseværdier

Beregningerne gennemføres for en række uorganiske stoffer og opløst organisk kulstof (DOC eller NVOC¹). Stofvalget er udførligt beskrevet i Miljøprojekt nr. 2055/2018, men det kan nævnes, at det er fundet vigtigt at medtage de stoffer, for hvilke der er opstillet grænseværdier for stofudvaskning i den eksisterende version af Restproduktbekendtgørelsen (BEK 1672/2016): As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Na, Ni, Pb, Se, Zn, klorid og sulfat. Det er desuden fundet logisk at inddrage alle de stoffer, for hvilke der i Deponeringsbekendtgørelsen (BEK 1253/2019) er opstillet grænseværdier for stofudvaskning. Derved suppleres listen fra Restproduktbekendtgørelsen med Mo, Sb, fluorid og DOC/NVOC. Mn indgår i den generelle² stoffliste i Bilag 8 til Restproduktbekendtgørelsen, men optræder ikke på den specifikke stoffliste for

¹ DOC (dissolved organic carbon, opløst organisk kulstof) og NVOC (non-volatile organic carbon, ikke-flygtigt organisk kulstof) anvendes i denne sammenhæng synonymt for "opløst organisk kulstof", da det antages, at den (begrænsede) mængde VOC (volatile organic carbon, flygtigt organisk kulstof), som måtte være til stede, er forsvundet ved håndteringen af de testede materialer og under selve udvaskningstesten, så DOC i realiteten svarer til NVOC.

² I BEK 1672/2016 er der i Bilag 8 angivet (generelle) grænseværdier for udvaskning af en række stoffer. I Bilag 9 er det for hvert af restprodukterne i Bilag 1 angivet hvilke af disse stoffer, der skal testes for (de specifikke stofflister).

affaldsforbrændingsslagger. Da alle målinger af Mn-indholdet i eluat fra kolonnetests (EN 14405) udført på knust beton og tegl (Miljøprojekt nr. 2055/2018) ligger under rapporteringsgrænsen, har det ikke været muligt at finde data til bestemmelse af κ for Mn. Samtidig ligger også alle resultater for Mn fra batchtesten (EN 12457-1) under rapporteringsgrænsen. Etablering af grænseværdier for udvaskning af Mn indgår derfor ikke i dette projekt. Ca står på den specifikke stofliste for affaldsforbrændingsslagger i Restproduktbekendtgørelsen, men den blev i sin tid kun medtaget for at bidrage til en beskrivelse af makrokomponenterne i eluatet og er ikke aktuel i relation til grænseværdier. Ca indgår derfor heller ikke i dette projekt.

Med undtagelse af samleparameteren DOC/NVOC indgår bestemmelse af udvaskningsgrænseværdier for organiske stoffer ikke i dette projekt. Dette skyldes dels, at det er vanskeligere og mere ressourcekrævende at gennemføre udvaskningstests for organiske stoffer end for uorganiske stoffer, og at udvikling og introduktion af harmoniserede testmetoder til bestemmelse af udvaskningen af organiske stoffer, herunder specielt metoder, der kan anvendes til bestemmelse af κ -værdier, er langt bagefter i forhold til situationen for standarder til bestemmelse af udvaskningen af uorganiske stoffer. Der findes derfor kun få europæiske standardmetoder til bestemmelse af udvaskningen af organiske stoffer fra restprodukter. Det kan nævnes, at EN 12457-1 pt. er under revision og opdatering, hvilket blandt andet omfatter tilpasning til testning for udvaskning af ikke-flygtige organiske stoffer. Den reviderede udgave kan skønmæssigt forventes at blive publiceret en gang i 2025. Med henblik på etablering af κ -værdier vil kolonnetesten EN 14405 kunne tilpasses til også at omfatte testning af restprodukter for udvaskning af en række ikke-flygtige organiske stoffer under fastholdelse af kriterierne for partikelstørrelse og gennemstrømningshastighed, men under anvendelse af de forholdsregler i relation til udstyrsmaterialer og håndtering af eluater, som bl.a. findes i standarderne EN/ISO 21268-3 og EN 16637-3. Det skal bemærkes, at der også kan være analyse-mæssige udfordringer forbundet med bestemmelse af udvaskningen af ikke-flygtige organiske stoffer fra restprodukter, da mange af de relevante stoffer er til stede i meget lave koncentrationer i eluaterne. Det gælder i øvrigt også for nogle af de uorganiske stoffer.

Valg af receptor for risikovurderingen

I de tidligere gennemførte numeriske modelleringer, som ligger til grund for den reverse modellering eller beregning i dette projekt, var den valgte umiddelbare receptor (POC) grundvandet nedstrøms for anlægsprojektet/scenarie. Da der i dette projekt oven i købet lægges størst vægt på påvirkningen af grundvandskvaliteten ved POC = 0 m, dvs. grundvandet lige under den nedstrøms kant af anlægsprojektet, er det indlysende at fastholde grundvandet som receptor.

Valg af parametre til revers modellering

I beregningen af de potentielle grænseværdier, E_{MAX} , for hvert stof og for hvert af de 4 POC'er for hvert scenarie, indgår som vist i ligning (2.5) den tidligere beregnede scenarie- og POC-specifikke attenueringsfaktor, f_a . Den "hentes" i hver beregning ud fra filerne fra de tidligere gennemførte beregninger. Desuden anvendes den stofspecifikke værdi af κ for knust beton, som også blev anvendt ved den numeriske beregning af f_a . I dette projekt anvendes derfor de værdier, som er vist i TABEL 2.2. Endelig indgår også C_{GVK} og C_{Baggr} i ligning (2.5). Da der er sket betydelige ændringer, især af grundvandskvalitetskravene, C_{GVK} , er der i TABEL 2.3 og TABEL 2.4 foretaget både en opdatering og en præcisering af kilderne til disse.

TABEL 2.3 Oversigt over grundvandskvalitetskrav anvendt i dette projekt og i Miljøprojekt nr. 2055/2018.

Parame- ter/stof	C _{GVK}	Kilde	Anvendt i Miljøprojekt 2055/2018
	µg/L		µg/L
As	4,3	BEK 796/2023 (fastsat af DK)	8
Ba	19 tilføjet	BEK 796/2023 (fastsat af DK)	700
Cd	0,08	BEK 796/2023 (fastsat af EU)	0,5
Cr	2,5	BEK 796/2023 (fastsat af DK) – Cr(VI) – forventet ændring	26
Cu	4,9	BEK 796/2023 (fastsat af DK)	100
Hg	0,07	BEK 796/2023 (fastsat af EU) Max-værdi	0,1
Mn	150 tilføjet	BEK 796/2023 (fastsat af DK)	20
Mo	67	BEK 796/2023 (fastsat af DK)	20
Na	175.000	BEK 1023/2023 – (Drikkevandsbek., i mangel af bedre)	175.000
Ni	4	BEK 796/2023 (fastsat af EU) -gælder for biotilgængelig del	10
Pb	1,2	BEK 796/2023 (fastsat af EU) -gælder for biotilgængelig del	1
Sb	113	BEK 796/2023 (fastsat af DK)	2
Se	0,1 tilføjet	BEK 796/2023 (fastsat af DK)	10
Zn	7,8	BEK 796/2023 (fastsat af DK) -gælder for biotilgængelig del	100
Klorid	250.000	BEK 1023/2023 – (Drikkevandsbek., i mangel af bedre)	250.000
Fluorid	1.500	BEK 1023/2023 – (Drikkevandsbek., i mangel af bedre)	1.500
Sulfat	250.000	BEK 1023/2023 – (Drikkevandsbek., i mangel af bedre)	250.000
DOC	4.000	BEK 1023/2023 – (Drikkevandsbek., i mangel af bedre)	4.000

TABEL 2.4 Oversigt over baggrundskoncentrationer i grundvand anvendt i dette projekt.

Parame- ter/stof	C _{Baggrund}	Kilde	Anvendt i Miljøprojekt 2055/2018
	µg/L		µg/L
As	0,54	Medianværdi GRUMO 2004 – 2012 – NOVANA 2015	0,8
Ba	71	Medianværdi GRUMO 2004 – 2012 – NOVANA 2015	62
Cd	0,011	Medianværdi GRUMO 2004 – 2012 – NOVANA 2015	0,008
Cr	0,034	Medianværdi GRUMO 2004 – 2012 – NOVANA 2015	0,09
Cu	0,41	Medianværdi GRUMO 2004 – 2012 – NOVANA 2015	0,3
Hg	0,01	Middelværdi GRUMO 2004 – 2012 – NOVANA 2015	0,0011
Mn	-		0
Mo	0,7	Medianværdi GRUMO 1993 – 2002 – GEUS 2003	0,7
Na	0	Samme værdi som anvendt i Miljøprojekt nr. 2055/2018	0
Ni	1,1	Medianværdi GRUMO 2004 – 2012 – NOVANA 2015	0,5
Pb	0,03	Medianværdi GRUMO 2004 – 2012 – NOVANA 2015	0,05
Sb	0,0520	Medianværdi GRUMO 2004 – 2012 – NOVANA 2015	0,08
Se	0,0523	Medianværdi GRUMO 2004 – 2012 – NOVANA 2015	0,1
Zn	3,1	Medianværdi GRUMO 2004 – 2012 – NOVANA 2015	3
Klorid	25.000	Samme værdi som anvendt i Miljøprojekt nr. 2055/2018	25.000
Fluorid	500	Samme værdi som anvendt i Miljøprojekt nr. 2055/2018	500
Sulfat	50.000	Samme værdi som anvendt i Miljøprojekt nr. 2055/2018	50.000
DOC	0	Samme værdi som anvendt i Miljøprojekt nr. 2055/2018	0

I det følgende benyttes værdierne for C_{GVK} og C_{Baggr} i de ovenstående tabeller til beregning af en række potentielle grænseværdier (E_{MAX}) for de i TABEL 2.1 viste scenarier.

2.2.3 Beregning af E_{MAX} for knust beton og tegl

I det følgende er beregningerne af E_{MAX} illustreret for scenarie 1.8 (se TABEL 2.1), som svarer til en 20 m bred vej, hvor der f.eks. som bundsikring er udlagt et 70 cm tykt lag knust beton/knust beton og tegl, og hvor de overliggende lag, herunder f.eks. et asfaltlag sammen med en eventuel overfladeafstrømning sikrer, at infiltrationen af nedbør maksimalt udgør 70 mm/år. Jordlaget (den umættede zone) under bundsikringslaget har en tykkelse, som sikrer, at afstanden til højeste grundvandsspejl er mindst 1 m.

Dette scenarie er særlig interessant, fordi det på mange måder svarer til det scenarie, som danner grundlag for fastsættelse af udvaskningsgrænseværdier og anvendelsesbetingelser for restprodukter af Kategori 3 i Restproduktbekendtgørelsen, dvs. anvendelse til veje i lag på højst 1 m, tæt belægning, som tillader højst 10% af nedbøren at trænge gennem restproduktlaget, mindste afstand til indvindingsanlæg for drikkevand op 30 m og placering over højeste grundvandsspejl. Ved anvendelse til stier eller ledningsgrave skal der være en fast belægning, som sikrer mod kontakt (denne funktion varetages for vejenes vedkommende af den tætte belægning). For Kategori 3 er der ikke direkte krav til indhold af stoffer, men kun restprodukter, der er klassificeret som ikke-farligt affald, er omfattet af bekendtgørelsen.

I TABEL 2.5 er der ud fra ligning (2.5) foretaget beregning af E_{MAX} for POC = 0 m, 10 m, 30 m og 100 m for scenarie 1.8 for alle de valgte stoffer/parametre.

TABEL 2.5 Beregning af E_{MAX} for scenarie 1.8.

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg 90%-fraktil	1/fa fra numerisk model Scen. 1.8				Udvaskn.	Sorption	Baggr.- konc.	GVK	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				
		POC				Kappa	Kd	C _{Baggr.}	C _{GVK}	1.8-Vej-70cm-20m-70mm				
		mg/kg	0 m	10 m	30 m	100 m	kg/L	L/kg	µg/L	µg/L	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
											mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0.006	214	258	369	1179	0.43	20	0.54	4.3	1.1	1.3	1.9	5.9	
Ba	1.9	53	63	87	192	0.09	14	71	90	2.0	2.3	3.1	6.8	
Cd	0.0001	246	296	420	1308	0.50	20	0.011	0.08	0.021	0.026	0.037	0.11	
Cr tot	0.34	183	234	377	2069	0.26	23	0.04	2.5	0.70	0.9	1.4	7.9	
Cu	0.17					0.48	100	0.41	4.9					
Hg	0.0002	64	81	128	552	0.05	20	0.01	0.07	0.0073	0.0093	0.015	0.063	
Mo	0.072	115	138	189	404	0.28	15	0.7	67	12	14	19	41	
Na	220	103	124	170	362	0.70	5.2	0	175000	19421	23384	32045	68146	
Ni	0.036	223	269	383	1215	0.45	20	1.1	4	0.85	1.0	1.5	4.6	
Pb	0.03					0.22	100	0.03	1.2					
Sb	0.0022	60	73	99	211	0.23	7	0.05	113	11	13	18	38	
Se	0.0084	67	81	110	234	0.38	5	0.05	0.15	0.009	0.011	0.016	0.033	
Zn	0.01	148	181	265	912	0.28	20	3.1	7.8	1.1	1.3	1.9	6.6	
Klorid	262	28	34	46	97	0.62	0	25000	250000	7215	8671	11856	25062	
Fluorid	2.1	31	37	50	107	0.11	2	500	1500	56	67	91	193	
Sulfat	658	26	31	42	90	0.25	0	50000	250000	8184	9828	13416	28313	
DOC	59	27	33	45	95	0.53	0	0	4000	135	162	222	470	

Af TABEL 2.5 fremgår det, at E_{MAX} for alle stoffer som forventet øges med tiltagende afstand til POC. For POC = 0 m ligger hele attenueringen eller stoftilbageholdelsen i den umættede zone. Der er ikke vist resultater for Cu og Pb, fordi stoftilbageholdelsen for disse stoffer er så stor, at koncentrationerne af Cu og Pb for de fleste af scenarierne næsten ikke når at stige ved POC inden for de 500 år, som den numeriske modellering i Miljøprojekt nr. 2055/2018 simulerede. Modelmæssigt er dette udtrykt ved de store værdier af Kd (= 100 L/kg), som faktisk af hensyn til numeriske modelberegningers stabilitet og varighed er sat væsentligt lavere, end de i virkeligheden forventes at være (se f.eks. Bilag 1 i Miljøprojekt nr. 1285/2009). Med andre ord

tilbageholdes Cu og Pb så kraftigt under transporten gennem jord og akvifer, at de beregnede "grænseværdier" bliver så høje, at den anvendte beregningsmetode for de fleste scenarier bliver meningsløs og derfor ikke kan anvendes for disse stoffer. E_{MAX} for Cu og Pb bør derfor baseres på andre principper eller betragtninger. Kun for scenarierne med en meget stor gennemstrømning af nedbør (350 mm/år) kan der beregnes egentlige værdier af E_{MAX} , men disse værdier er formentlig meget konservative, fordi Kd blev reduceret til 100 L/kg.

I TABEL 2.6 og TABEL 2.7 er de beregnede E_{MAX} -værdier som eksempler vist for to andre scenarier, scenarie 1.7, som alene adskiller sig fra scenarie 1.8 ved kun at tillade en gennemstrømning, der er halvt så stor, dvs. 35 mm/år, og scenarie 7.5, som er en 10 m høj og 20 m bred støjvold, som gennemstrømmes af 350 mm nedbør per år.

TABEL 2.6 Beregning af E_{MAX} for scenarie 1.7.

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	1/fa fra numerisk model Scen. 1.7				Udvaskn.	Sorption	Baggr.-konc.	GVK	Beregnet maksimale udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E_{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC			
	90%-fraktil	POC				Kappa	Kd	C _{Baggr.}	C _{GVK}	1.7-Vej-70cm-20m-35mm			
	mg/kg	0 m	10 m	30 m	100 m	kg/L	L/kg	µg/L	µg/L	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
										mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0.006	4540	6915	16848	4746670	0.43	20	0.54	4.3	23	35	85	23942
Ba	1.9	365	481	796	3661	0.09	14	71	90	13	17	28	127
Cd	0.0001	4739	7161	17058	3457372	0.5	20	0.011	0.08	0.41	0.62	1.5	302
Cr tot	0.34	25150	67901	1663099	6.4E+19	0.26	23	0.04	2.5	96	260	6380	2.4E+17
Cu	0.17					0.48	100	0.41	4.9				
Hg	0.0002	3964	6623	21882	487931026	0.05	20	0.01	0.07	0.45	0.76	2.5	55719
Mo	0.072	654	868	1462	7543	0.28	15	0.7	67	66	88	148	766
Na	220	204	246	337	717	0.7	5.2	0	175000	38488	46361	63556	135106
Ni	0.036	4595	6982	16895	4302408	0.45	20	1.1	4	18	27	65	16454
Pb	0.03					0.22	100	0.03	1.2				
Sb	0.0022	119	143	197	418	0.23	7	0.05	113	21.55	25.96	35.58	75.6
Se	0.0084	132	159	218	463	0.38	5	0.05	0.15	0.019	0.022	0.031	0.06
Zn	0.01	4176	6509	16981	13127425	0.28	20	3.1	7.8	30	47	122	94485
Klorid	262	55	66	91	192	0.62	0	25000	250000	14184	17073	23383	49610
Fluorid	2.1	61	73	100	212	0.11	2	500	1500	110	132	180	382
Sulfat	658	51	61	84	178	0.25	0	50000	250000	16093	19364	26503	56175
DOC	59	54	65	89	189	0.53	0	0	4000	266	320	439	932

En sammenligning af de beregnede E_{MAX} -værdier i Tabel 2.5 og Tabel 2.6 viser, at halveringen af den årlige infiltration i scenarie 1.7 i forhold til scenarie 1.8 medfører betydelige forøgelser af E_{MAX} , dvs. potentielle grænseværdier, som er mindre restriktive i scenarie 1.7 end i scenarie 1.8. For forholdsvis små værdier af Kd svarer forøgelsen ca. til en fordobling, mens der for større værdier af Kd er tale om mangedoblinger.

Omvendt ses der for støjvoldsscenarioet 7.5 med stor fyldhøjde og stor gennemstrømning af nedbør i TABEL 2.7 en meget kraftig reduktion af de beregnede E_{MAX} -værdier, hvilket vil sige, at de potentielle grænseværdier er langt mere restriktive end værdierne for vejscenariet 1.8 i TABEL 2.5.

TABEL 2.7 Beregning af E_{MAX} for scenarie 7.5.

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	1/fa fra numerisk model Scen. 7.5				Udvaskn.	Sorption	Baggr.-konc.	GVK	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC			
	90%-fraktil	POC				Kappa	Kd	C _{baggr.}	C _{GVK}	7.5-Støjv-1000cm-20m-350mm			
	mg/kg	0 m	10 m	30 m	100 m	kg/l	l/kg	µg/l	µg/l	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
										mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0.006	8.6	10.2	14.0	29.8	0.43	20	0.54	4.3	0.044	0.052	0.071	0.15
Ba	1.9	5.9	7.0	9.5	19.8	0.09	14	71	90	0.33	0.37	0.46	0.82
Cd	0.0001	9	11	15	32	0.5	20	0.011	0.08	0.0008	0.0010	0.0013	0.0028
Cr tot	0.34	7.7	9.1	12.4	26.3	0.26	23	0.04	2.5	0.029	0.035	0.048	0.10
Cu	0.17	28	47	228	178428367	0.48	100	0.41	4.9	0.16	0.27	1.3	1029982
Hg	0.0002	5.7	6.8	9.2	19.2	0.05	20	0.01	0.07	0.00067	0.00080	0.0011	0.0022
Mo	0.072	7.1	8.5	11.6	24.4	0.28	15	0.7	67	0.72	0.87	1.2	2.5
Na	220	6.9	8.3	11.2	23.6	0.7	5.2	0	175000	1299	1554	2113	4437
Ni	0.036	8.7	10.4	14.2	30.3	0.45	20	1.1	4	0.035	0.041	0.056	0.12
Pb	0.03	20	35	193	219703927	0.22	100	0.03	1.2	0.037	0.067	0.37	415917
Sb	0.0022	6.0	7.2	9.8	20.4	0.23	7	0.05	113	1.1	1.3	1.8	3.7
Se	0.0084	6.2	7.4	10.0	20.9	0.38	5	0.05	0.15	0.0009	0.0011	0.0015	0.0030
Zn	0.01	7.5	8.9	12.2	25.8	0.28	20	3.1	7.8	0.059	0.069	0.093	0.19
Klorid	262	5.2	6.3	8.5	17.5	0.62	0	25000	250000	1381	1642	2210	4540
Fluorid	2.1	5.3	6.4	8.6	17.8	0.11	2	500	1500	10	12	16	33
Sulfat	658	25.9	30.9	41.8	86.4	0.25	0	50000	250000	8232	9806	13229	27267
DOC	59	5.2	6.2	8.4	17.4	0.53	0	0	4000	26	31	42	86

2.2.4 Konsekvenserne af etablering af grænseværdier baseret på beregningerne af E_{MAX} i forhold til nyttiggørelse af knust beton og tegl

Der er gennemført beregninger af E_{MAX} svarende til dem, der er vist i afsnit 2.2.3, for alle de i TABEL 2.1 viste anvendelsesscenarier. Med henblik på at kunne vurdere de konsekvenser, som en eventuel indførelse af nogle af de beregnede E_{MAX}-værdier som grænseværdier med tilhørende restriktioner svarende til de forskellige scenarier kan have for nyttiggørelsen af knust beton og tegl er der indsamlet række data for stofudvaskning (bestemt ved L/S = 2 L/kg i henhold til EN 12457-1) fra knust beton og knust beton og tegl (der skelnes i dette projekt ikke mellem knust beton og blandinger af knust beton og tegl, begge dele betegnes "knust beton og tegl"), som har været forbehandlet og klar til anvendelse. I TABEL 2.8 ses et datasæt med udvaskningsresultater for 91 prøver af knust beton/knust beton og tegl på fraktilform. Datasættet, som vurderes at være repræsentativt for knust beton og tegl, som pt. nyttiggøres/anvendes i Danmark, er sammensat af resultater fra testning af 36 prøver af knust beton og tegl fra perioden 2016-2017 (Miljøprojekt nr. 1991/2018) og resultater fra testning af 55 prøver af knust beton og tegl fra perioden 2021-2023 (leveret af genanvendelsesbranchen). De enkelte datasæt er vist i Bilag 2.

En sammenligning af et givet resultat for et givet stof af en udvaskningstest på en prøve af knust beton og tegl ved L/S = 2 L/kg, EL/S=2, med E_{MAX} for et givet scenarie ved et givet POC kan vise, om prøven for det givne stof overholder grundvandskvalitetskravet ved det pågældende scenarie og POC. Det er tilfældet, hvis $EL/S=2/E_{MAX} < 1$. Hvis 90%-fraktilen af EL/S=2 for et givet stof i Tabel 2.8 divideret med den beregnede E_{MAX} for samme stof for et givet scenarie og POC er mindre end 1, indikerer det, at det er sandsynligt, at 90% af den knuste beton og tegl i Danmark vil kunne overholde det grundvandskvalitetskrav for stoffet, som knytter sig til det pågældende anvendelsesscenarie og den aktuelle placering af POC.

90%-fraktilen i TABEL 2.8 vil derfor i det følgende sammen med beregninger af E_{MAX} for alle scenarier, POC'er og stoffer blive anvendt til at sandsynliggøre, hvilke anvendelsesscenarier der, hvis de benyttes, kan forventes at sikre, at 90% af den knuste beton og tegl i Danmark vil kunne nyttiggøres uden at grundvandskravene overskrides ved de pågældende POC'er.

TABEL 2.8 Kombineret datasæt for udvaskning fra beton og tegl fra 2016/2017 og 2021-2023.

Para- meter	Enhed	5%- fraktil	10%- fraktil	20%- fraktil	30%- fraktil	40%- fraktil	50%- fraktil	60%- fraktil	70%- fraktil	80%- fraktil	90%- fraktil	95%- fraktil	N
pH	-	11,4	11,5	11,7	12,05	12,2	12,3	12,3	12,4	12,4	12,6	12,6	36
As	mg/kg	0,0006	0,00076	0,0010	0,0012	0,0016	0,0016	0,0026	0,0040	0,0050	0,0060	0,0074	91
Ba	mg/kg	0,050	0,054	0,062	0,078	0,11	0,26	0,40	0,74	1,4	1,9	3,4	91
Cd	mg/kg	0,00006	0,00006	0,00006	0,00006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	91
Cr	mg/kg	0,029	0,034	0,064	0,092	0,12	0,14	0,16	0,20	0,28	0,34	0,40	91
Cu	mg/kg	0,039	0,044	0,062	0,076	0,086	0,096	0,11	0,12	0,14	0,17	0,23	91
Hg	mg/kg	0,00006	0,00006	0,0001	0,0001	0,00013	0,00017	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,00028	91
Mn	mg/kg	0,002	0,002	0,002	0,002	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	91
Mo	mg/kg	0,010	0,013	0,020	0,028	0,034	0,040	0,048	0,058	0,062	0,072	0,077	91
Na	mg/kg	59	68	91	101	112	140	156	170	200	220	314	44
Ni	mg/kg	0,0047	0,0060	0,011	0,014	0,015	0,017	0,019	0,022	0,028	0,036	0,039	91
Pb	mg/kg	0,00040	0,00042	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0018	0,0024	0,0034	0,03	0,3	91
Sb	mg/kg	0,0004	0,0004	0,0006	0,0012	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0022	0,0039	91
Se	mg/kg	0,0028	0,0032	0,004	0,004	0,004	0,0042	0,0052	0,0058	0,0070	0,0084	0,010	91
Zn	mg/kg	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,01	0,01	0,010	0,01	91
Klorid	mg/kg	17	22	54	72	82	101	122	147	189	262	334	44
Fluorid	mg/kg	0,4	0,41	0,56	0,74	0,78	0,9	1,0	1,0	1,1	2,1	3,0	44
Sulfat	mg/kg	2	2,0	3,5	4,2	7,3	27	75	128	172	658	828	44
DOC	mg/kg	9,3	11	13	16	20	22	30	32	43	59	70	44

Data vist med **rødt** indikerer, at de pågældende resultater er mindre end de viste rapporteringsgrænser.

Konsekvensberegningerne er illustreret for scenarie 1.8 TABEL 2.9 og scenarie 7.5 i TABEL 2.10 og, hvor $E_{L/S=2}$ fra 90%-fraktilen i TABEL 2.8 for alle de undersøgte stoffer er divideret med de beregnede grænseværdier (E_{MAX}) for POC = 0 m, 10 m, 30 m og 100 m.

TABEL 2.9 Beregning af forholdet mellem 90%-fraktilerne for stofudvaskning ved $L/S = 2$ L/kg fra knust beton og tegl og E_{MAX} (grænseværdien for stofudvaskning) for alle POC'er ved scenarie 1.8.

Para- meter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Ud- vaskn.	Sorp- tion	Baggr.- konc.	GVK	Beregnet maksimal udvaskning ved $L/S = 2$ L/kg, E_{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af $E_{L/S=2}/E_{MAX}$			
	90%-fraktil	Kappa	Kd	$C_{Baggr.}$	C_{GVK}	1.8-Vej-70cm-20m-70mm				1.8-Vej-70cm-20m-70mm			
	mg/kg	kg/L	L/kg	µg/L	µg/L	POC = 0 m mg/kg	POC = 10 m mg/kg	POC = 30 m mg/kg	POC = 100 m mg/kg	0 m mg/kg	10 m mg/kg	30 m mg/kg	100 m mg/kg
As	0,006	0,43	20	0,54	4,3	1,1	1,3	1,9	5,9	0,0056	0,0046	0,0032	0,0010
Ba	1,9	0,09	14	71	90	2,0	2,3	3,1	6,8	0,97	0,82	0,60	0,28
Cd	0,0001	0,50	20	0,011	0,08	0,021	0,026	0,037	0,11	0,0047	0,0039	0,0027	0,001
Cr tot	0,34	0,26	23	0,04	2,5	0,70	0,9	1,4	7,9	0,48	0,38	0,24	0,043
Cu	0,17	0,48	100	0,41	4,9								
Hg	0,0002	0,05	20	0,01	0,07	0,0073	0,009	0,015	0,063	0,027	0,022	0,014	0,0032
Mo	0,072	0,28	15	0,7	67	11,7	14,0	19,2	41,0	0,0062	0,0051	0,0037	0,0018
Na	220	0,70	5,2	0	175000	19421	23384	32045	68146	0,011	0,009	0,0069	0,0032
Ni	0,036	0,45	20	1,1	4	0,85	1,0	1,5	4,6	0,042	0,035	0,025	0,0077
Pb	0,03	0,22	100	0,03	1,2								
Sb	0,0022	0,23	7	0,05	113	10,9	13,2	18,0	38,2	0,00020	0,00017	0,00012	0,000058
Se	0,0084	0,38	5	0,05	0,15	0,009	0,011	0,016	0,033	0,89	0,74	0,54	0,26
Zn	0,01	0,28	20	3,1	7,8	1,1	1,3	1,9	6,6	0,0093	0,0077	0,0052	0,0015
Klorid	262	0,62	0	25000	250000	7215	8671	11856	25062	0,036	0,030	0,022	0,0105
Fluorid	2,1	0,11	2	500	1500	56	67	91	193	0,038	0,031	0,023	0,011
Sulfat	658	0,25	0	50000	250000	8184	9828	13416	28313	0,080	0,067	0,049	0,023
DOC	59	0,53	0	0	4000	135	162	222	470	0,44	0,36	0,27	0,13

TABEL 2.10. Beregning af forholdet mellem 90%-fraktile for stofudvaskning ved L/S = 2 L/kg fra knust beton og tegl og E_{MAX} (grænseværdien for stofudvaskning) for alle POC'er ved scenarie 7.5.

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Udvaskn.	Sorption	Baggr.-konc.	GVK	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E_{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af $E_{L/S=2}/E_{MAX}$			
	90%-fraktil	Kappa	Kd	$C_{baggr.}$	C_{GVK}	7.5-Støjv-1000cm-20m-350mm				7.5-Støjv-1000cm-20m-350mm			
	mg/kg	kg/l	l/kg	µg/l	µg/l	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
						mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	0,43	20	0,54	4,3	0,044	0,052	0,071	0,15	0,14	0,11	0,084	0,040
Ba	1,9	0,09	14	71	90	0,33	0,37	0,46	0,82	5,7	5,1	4,1	2,3
Cd	0,0001	0,5	20	0,011	0,08	0,0008	0,0010	0,0013	0,0028	0,12	0,10	0,08	0,036
Cr tot	0,34	0,26	23	0,04	2,5	0,029	0,035	0,048	0,10	11,6	9,7	7,1	3,4
Cu	0,17	0,48	100	0,41	4,9	0,16	0,27	1,3	1029982	1,05	0,63	0,13	0,00000017
Hg	0,0002	0,05	20	0,01	0,07	0,00067	0,00080	0,0011	0,0022	0,30	0,25	0,19	0,090
Mo	0,072	0,28	15	0,7	67	0,72	0,87	1,2	2,5	0,099	0,083	0,061	0,029
Na	220	0,7	5,2	0	175000	1299	1554	2113	4437	0,17	0,14	0,10	0,050
Ni	0,036	0,45	20	1,1	4	0,035	0,041	0,056	0,12	1,04	0,87	0,65	0,31
Pb	0,03	0,22	100	0,03	1,2	0,037	0,067	0,37	415917	0,80	0,45	0,082	0,000000072
Sb	0,0022	0,23	7	0,05	113	1,1	1,3	1,8	3,7	0,002	0,002	0,001	0,001
Se	0,0084	0,38	5	0,05	0,15	0,0009	0,0011	0,0015	0,0030	9,0	7,6	5,7	2,8
Zn	0,01	0,28	20	3,1	7,8	0,059	0,069	0,093	0,19	0,17	0,14	0,11	0,052
Klorid	262	0,62	0	25000	250000	1381	1642	2210	4540	0,19	0,16	0,12	0,058
Fluorid	2,1	0,11	2	500	1500	10	12	16	33	0,20	0,17	0,13	0,064
Sulfat	658	0,25	0	50000	250000	8232	9806	13229	27267	0,080	0,067	0,050	0,024
DOC	59	0,53	0	0	4000	26	31	42	86	2,3	1,9	1,4	0,69

Hvis grænseværdien er overholdt ($E_{L/S=2}/E_{MAX} < 1$) for et givet stof og et givet POC, er cellen hvid, og tallet i cellen angiver forholdet mellem $E_{L/S=2}$ og E_{MAX} . Det ses, at det gælder for alle stoffer og POC'er for scenarie 1.8 i TABEL 2.9. Hvis grænseværdien er overskredet ($E_{L/S=2}/E_{MAX} > 1$), bliver cellen rød, og et rødt tal angiver, hvor mange gange grænseværdien er overskredet. Det ses at være tilfældet for Ba, Cr, Cu, Ni, Se og DOC i forskelligt omfang for scenarie 7.5 i TABEL 2.10.

I Bilag 3 findes der skemaer svarende til TABEL 2.9 og TABEL 2.10 for alle de 19 scenarier, der er vist i TABEL 2.1. I TABEL 2.11 er resultaterne for $E_{L/S=2}/E_{MAX}$ baseret på 90%-fraktilen for knust beton og tegl beregnet for POC = 0 m opsummeret, mens TABEL 2.12 viser en tilsvarende opsummering af resultaterne for POC 30 m.

Røde celler angiver, at grænseværdien for det pågældende stof er overskredet for det pågældende scenarie, mens hvide celler indikerer, at grænseværdien er overholdt. Tallene angiver forholdet $E_{L/S=2}/E_{MAX}$. Grøn farve indikerer, at grænseværdierne for alle de undersøgte stoffer er overholdt for et givet scenarie.

I TABEL 2.11 og TABEL 2.12 indikerer celler, som ikke er røde, som nævnt, at grænseværdien for stof og scenarie er overholdt. De stoffer, som ikke er nævnt i skemaerne, dvs. As, Cd, Hg, Na, Mo, Sb, Zn, klorid og fluorid, har ikke givet anledning til overskridelser af grænseværdierne for nogen af scenarierne for 90%-fraktilen. De beregnede forhold mellem $E_{L/S=2}$ og E_{MAX} , som for en del af scenarierne er vist for de medtagne stoffer, er en indikator for, hvor "sikker" overholdelsen (eller overskridelsen) af grænseværdierne er. I Bilag 3 kan disse tal ses for alle scenarier og alle stoffer samt alle POC'er for 90%-fraktile for knust beton og tegl.

I TABEL 2.13 ses en opsummering af beregninger af $E_{L/S=2}/E_{MAX}$ for POC = 0 m for alle scenarierne, baseret på medianværdierne (50%-fraktilen) for udvaskningsresultaterne for knust beton og tegl (TABEL 2.8) Ikke overraskende fremgår det, at anvendelsen af medianværdierne medfører, at antallet af scenarier og stoffer, for hvilke grænseværdierne overholdes, øges. Det svarer i princippet til, at halvdelen af den producerede mængde knust beton og tegl skulle kunne forventes at kunne overholde de beregnede/estimerede udvaskningsgrænseværdier for scenarierne fra 1.1 til 4.1 samt 7.1 og 7.2. I Bilag 4 kan beregningerne af $E_{L/S=2}/E_{MAX}$ ses for alle scenarier og alle stoffer samt alle POC'er for medianværdierne for knust beton og tegl.

TABEL 2.11 Opsummering af beregninger af $E_{L/S=2}/E_{MAX}$ for POC = 0 m for alle scenarierne, hvor $E_{L/S=2}$ er baseret på 90%-fraktile for udvaskningsdata for 91 prøver af knust beton og tegl. Røde celler indikerer overskridelser af grænseværdien ($E_{L/S=2}/E_{MAX} > 1$).

						90%-fraktiler for udvaskning af knust beton og tegl							
						E(L/S=2)/E(MAX) ved POC = 0 m							
Nr.	Scenarie	H	B	Inf	UZ	Se	Ba	DOC	Cr	Ni	Pb	Cu	Sulfat
		m	m	mm/år	m								
1.1	Veje	0,20	10	35	1								
1.2	Veje	0,20	10	70	1								
1.3	Veje	0,20	20	35	1								
1.4	Veje	0,20	20	70	1								
1.5	Veje	0,70	10	35	1								
1.6	Veje	0,70	10	70	1								
1.7	Veje	0,70	20	35	1	0,45	0,15	0,22	0,004	0,002			0,0409
1.8	Veje	0,70	20	70	1	0,89	0,97	0,44	0,48	0,042			0,080
2.1	Stier	0,20	2	350	1	0,17	0,24	0,18	0,09	0,01			0,037
3.1	Jernbaneunderbg.	0,50	5	350	1	0,88	1,02	0,51	0,52	0,04			0,099
4.1	Ledningsgrave	1,00	1	350	1	0,28	0,31	0,12	0,20	0,015			0,0223
5.1	Pladser	1,00	100	70	1	3,3	3,0	1,4	1,5				
5.2	Pladser	1,00	100	350	1	9,1	6,5	5,2	6,1				
7.1	Støjvolde mv.	5,00	10	70	1	0,97	0,86	0,25	0,55	0,074			0,045
7.2	Støjvolde mv.	5,00	20	70	1	1,8	1,6						
7.3	Støjvolde mv.	5,00	20	350	1	2,1	1,75		2,8				
7.4	Støjvolde mv.	10,00	20	70	1	2,1	1,6						
7.5	Støjvolde mv.	10,00	20	350	1	9,0	5,69	2,3	11,6	1,04		1,05	
7.6	Støjvolde mv.	10,00	300	350	1	5,3	3,9	9,3	28	2,2	1,5	1,8	
H: Højden/lagtykkelsen af knust beton og tegl						B: Bredden af vejen/anvendelsen							
Inf: Årlig infiltration og gennemsvivning af nedbør						UZ: Tykkelsen af den umættede zone under anvendelsen							

TABEL 2.12 Opsummering af beregninger af $E_{L/S=2}/E_{MAX}$ for POC = 30 m for alle scenarierne, hvor $E_{L/S=2}$ er baseret på 90%-fraktile for udvaskningsdata for 91 prøver af knust beton og tegl. Røde celler indikerer overskridelser af grænseværdien ($E_{L/S=2}/E_{MAX} > 1$).

						90%-fraktiler for udvaskning af knust beton og tegl							
						E(L/S=2)/E(MAX) ved POC = 30 m							
Nr.	Scenarie	H	B	Inf	UZ	Se	Ba	DOC	Cr	Ni	Pb	Cu	Sulfat
		m	m	mm/år	m								
1.1	Veje	0,20	10	35	1								
1.2	Veje	0,20	10	70	1								
1.3	Veje	0,20	20	35	1								
1.4	Veje	0,20	20	70	1								
1.5	Veje	0,70	10	35	1								
1.6	Veje	0,70	10	70	1								
1.7	Veje	0,70	20	35	1	0,27							
1.8	Veje	0,70	20	70	1	0,54	0,60	0,27	0,24	0,025			0,049
2.1	Stier	0,20	2	350	1								
3.1	Jernbaneunderbg.	0,50	5	350	1								
4.1	Ledningsgrave	1,00	1	350	1								
5.1	Pladser	1,00	100	70	1	2,3	2,5						
5.2	Pladser	1,00	100	350	1	6,5	5,3	3,7	4,2				
7.1	Støjvolde mv.	5,00	10	70	1	0,58	0,51	0,15	0,24	0,04			0,027
7.2	Støjvolde mv.	5,00	20	70	1	1,1							
7.3	Støjvolde mv.	5,00	20	350	1	1,3	1,1		1,7				
7.4	Støjvolde mv.	10,00	20	70	1	1,3							
7.5	Støjvolde mv.	10,00	20	350	1	5,7	4,1	1,4	7,1				
7.6	Støjvolde mv.	10,00	300	350	1	0,20	0,19	7,5	22	1,8			
H: Højden/lagtykkelsen af knust beton og tegl						B: Bredden af vejen/anvendelsen							
Inf: Årlig infiltration og gennemsvivning af nedbør						UZ: Tykkelsen af den umættede zone under anvendelsen							

TABEL 2.13 Opsummering af beregninger af $E_{L/S=2}/E_{MAX}$ for POC = 0 m for alle scenarierne, hvor $E_{L/S=2}$ er baseret på 50%-fraktile (medianen) for udvaskningsdata for 91 prøver af knust beton og tegl. Røde celler indikerer overskridelser af grænseværdien ($E_{L/S=2}/E_{MAX} > 1$).

						Medianværdier for udvaskning af knust beton og tegl							
						E(L/S=2)/E(MAX) ved POC = 0 m							
Nr.	Scenarie	H	B	Inf	UZ	Se	Ba	DOC	Cr	Ni	Pb	Cu	Sulfat
		m	m	mm/år	m								
1.1	Veje	0,20	10	35	1								
1.2	Veje	0,20	10	70	1								
1.3	Veje	0,20	20	35	1								
1.4	Veje	0,20	20	70	1								
1.5	Veje	0,70	10	35	1								
1.6	Veje	0,70	10	70	1								
1.7	Veje	0,70	20	35	1	0,23	0,02	0,08	0,001	0,001			0,0017
1.8	Veje	0,70	20	70	1	0,44	0,13	0,16	0,20	0,020			0,003
2.1	Stier	0,20	2	350	1	0,09	0,03	0,07	0,04	0,003			0,002
3.1	Jernbaneunderbg.	0,50	5	350	1	0,44	0,14	0,19	0,21	0,02			0,004
4.1	Ledningsgrave	1,00	1	350	1	0,14	0,04	0,04	0,08	0,007			0,0009
5.1	Pladser	1,00	100	70	1	1,7	0,4	0,5	0,6				
5.2	Pladser	1,00	100	350	1	4,6	0,9	2,0	2,5				
7.1	Støjvolde mv.	5,00	10	70	1	0,48	0,12	0,09	0,22	0,035			0,002
7.2	Støjvolde mv.	5,00	20	70	1	0,9	0,2						
7.3	Støjvolde mv.	5,00	20	350	1	1,0	0,24		1,2				
7.4	Støjvolde mv.	10,00	20	70	1	1,0	0,2						
7.5	Støjvolde mv.	10,00	20	350	1	4,5	0,78	0,9	4,8	0,49		0,59	
7.6	Støjvolde mv.	10,00	300	350	1	2,6	0,5	3,5	12	1,0	0,0	1,03	
H: Højden/lagtykkelsen af knust beton og tegl					B: Bredden af vejen/anvendelsen								
Inf: Årlig infiltration og gennemsvivning af nedbør					UZ: Tykkelsen af den umættede zone under anvendelsen								

I det følgende er der på grundlag af resultaterne af modelberegningerne opstillet forslag til anvendelsesbetingelser og grænseværdier for stofudvaskning for knust beton og tegl.

2.3 Grænseværdier og anvendelsesbetingelser for knust beton og tegl

De gennemregnede anvendelsesscenarier fra oversigten i **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** stammer som nævnt fra Miljøprojekt 2055/2018, hvor de blev opstillet og anvendt i modelleringen efter diskussioner i den meget brede følgegruppe, som bl.a. omfattede repræsentanter for cement- og betonindustrien, genbrugs- og behandlingsindustrien for knust beton og tegl, miljø- og vejtekniske vidensinstitutioner, miljøbeskyttelsesorganisationer, kommunale tekniske forvaltninger og Miljøstyrelsen. På grundlag af diskussionerne i denne følgegruppe, som blandt andet var nedsat for at sikre, at modelleringsprojektet kom til at omfatte scenarier, som var relevante i forhold til praksis i branchen, må det anses for sandsynligt, at anvendelse af vejscenarierne, herunder specielt vejscenarie 1.8, som udgangspunkt for regler og betingelser for anvendelse af knust beton og tegl især til vejbygningsformål, i store træk vil svare til virkeligheden og behovet i branchen. Samtidig beskriver scenarie 1.8 i væsentligt omfang forhold, som i høj grad er sammenlignelige med de forhold, som lå til grund for opstilling af grænseværdier og anvendelsesbetingelser for restprodukter (pt. kun affaldsforbrændingsslagger), som tilhører Kategori 3 i Restproduktbekendtgørelsen. Det skal dog nævnes, at udvaskningsgrænseværdierne for anvendelse af restprodukter i Kategori 3 er opstillet efter en metodik, som er væsentligt anderledes end den, der anvendes i dette projekt, selv om begge er baseret på vurdering af risikoen for forurening af grundvand.

Af TABEL 2.11 ses det, at de beregnede grænseværdier for alle vejscenarierne overholdes for ved POC = 0 m (og derfor også for POC ved 10 m, 30 m og 100 m) for 90%-fraktile for alle de undersøgte stoffer. Detailberegningerne i Bilag 3 viser desuden, at scenarie 1.8 er det mest "kritiske" af vejscenarierne, forstået på den måde, at hvis udvaskningsresultaterne for en given

prøve overholder grænseværdierne for scenarie 1.8, så overholder de også grænseværdierne for de øvrige vejscenarier (scenarie 1.1 – scenarie 1.7).

Ved opstilling af et forslag til grænseværdier for stofudvaskning tages der derfor udgangspunkt i de grænseværdier, som er beregnet for scenarie 1.8. Her vælges i første omgang POC = 0 m, dvs. i grundvandet direkte under kanten af anvendelsen/vejen for at tage hensyn til eventuelle krav/regler i Vandrammedirektivet, som måtte medføre restriktioner med hensyn til placering af POC. Hvis det alligevel skulle vise sig at være hensigtsmæssigt, vil grænseværdier beregnet for POC = 0 m kunne gøres mindre restriktive ved at flytte POC 10 m eller 30 m nedstrøms. Effekten heraf kan direkte vurderes ud fra TABEL 2.9 eller den tilsvarende tabel i Bilag 3. Ulempen er så, at stofkoncentrationerne i grundvandet mellem applikationen og det valgte POC i princippet kan overskride grundvandskvalitetskravene.

Udgangspunktet for fastsættelsen af grænseværdier (E_{MAX}) for knust beton og tegl baseret på POC = 0 m ved vejscenarie 1.8 og 90%-fraktilen for datasættet i TABEL 2.8 er hentet i TABEL 2.5 og vist i TABEL 2.14 sammen med tilsvarende værdier af E_{MAX} for vejscenarierne 1.4, 1.6 og 1.7.

TABEL 2.14 Udvaskningsgrænseværdier (E_{MAX}) for anvendelse af knust beton til vejbygning i henhold til scenarie 1.8 (og scenarierne 1.4, 1.6 og 1.7). De anvendelsesbetingelser, som definerer scenarierne, er vist nederst i tabellen.

Parameter	Enhed	Scenarie 1.8	Scenarie 1.4	Scenarie 1.6	Scenarie 1.7
As	mg/kg	1,1	3,4	1,9	21
Ba	mg/kg	2,0	4,6	3,8	13
Cd	mg/kg	0,021	0,074	0,041	0,41
Cr tot	mg/kg	0,70	2,5	1,6	120
Cu	mg/kg				
Hg	mg/kg	0,0073	0,012	0,014	
Mo	mg/kg	12	40	24	66
Na	mg/kg	19421	62525	39802	38488
Ni	mg/kg	0,85	2,9	1,6	18
Pb	mg/kg				
Sb	mg/kg	10,9	29	22	21,6
Se	mg/kg	0,0090	0,027	0,019	0,019
Zn	mg/kg	1,1	3,4	2,0	30
Klorid	mg/kg	7215	9213	13820	14184
Fluorid	mg/kg	56	82	108	110
Sulfat	mg/kg	8184	9272	15626	16093
DOC	mg/kg	135	168	259	266
Lagtykkelse	cm	70	20	70	70
Bredde	m	20	20	10	20
Infiltration	mm/år	70	70	70	35
Umættet zone	m	1	1	1	1

90%-fraktilen for udvaskning fra knust beton og tegl i TABEL 2.8 er jo baseret på enkeltstoffer, så det er derfor nødvendigt at undersøge, hvor mange af de 91 prøver, som overholder grænseværdierne for POC = 0 m ved scenarie 1.8 for alle stofferne. En nærmere analyse af

datasættet viser, at 9 prøver alene overskrider grænsen for Ba og 6 prøver alene overskrider grænsen for Se, mens én prøve overskrider grænserne for Se og Zn, hvor Zn må betragtes som en outlier, og én prøve overskrider grænsen for Cd, hvilket også må betragtes som en outlier. Altså overholder 75 af de 91 prøver, hvilket svarer til 82%-fraktilen, alle grænseværdierne for POC = 0 m ved vejscenarie 1.8.

De betingelser, som ud over grænseværdierne for stofudvaskning skal knyttes til anvendelsen af knust beton og tegl, skal blandt andet afspejle definitionen af det valgte scenarie som har afgørende indflydelse på de estimerede grænseværdier (se TABEL 2.14). For scenarie 1.8 vil dette sige, at den maksimale fyldhøjde skal være 70 cm, den maksimale bredde af vejen skal være ca. 20 m, infiltrationen af nedbør skal begrænses til højst 70 mm/år, og den umættede zone under vejen (eller mindste afstand til højeste grundvandsniveau) skal være mindst 1 m. En reduktion af fyldhøjden, en reduktion af bredden af applikationen og en reduktion af infiltrationen af nedbør vil alle have en positiv effekt på udvaskningsgrænserne, således at forstå, at de vil øges og blive mindre restriktive. En forøgelse af den umættede zone i forhold til den fastsatte tykkelse på 1 m vil øge sikkerheden og må også forventes at kunne gøre udvaskningsgrænserne mindre restriktive. Ændringer i modsat retning vil tilsvarende have den modsatte effekt for alle restriktionernes vedkommende. Scenarierne 1.4, 1.6 og 1.7 er medtaget i TABEL 2.14 netop for at illustrere effekterne af ændringer i forhold til scenarie 1.8 med hensyn til lagtykkelse, vejbredde og infiltration af nedbør.

I TABEL 2.15 er der ved hjælp af lineær interpolation mellem lagtykkelsen i scenarie 1.8 POC = 0 m på 70 cm og lagtykkelsen i scenarie 1.4 POC = 0 m på 20 cm estimeret E_{MAX} -værdier for fire nye varianter af scenarie 1.8 POC = 0 m, nemlig scenarie 1.8a, scenarie 1.8b, scenarie 1.8c og scenarie 1.8d med lagtykkelser på henholdsvis 50 cm, 55 cm, 60 cm og 65 cm.

TABEL 2.15 Undersøgelse af ændringerne i E_{MAX} for scenarie 1.8 som følge af ændringer i lagtykkelsen, estimeret ved hjælp af lineær interpolation mellem lagtykkelserne for scenarierne 1.8 POC = 0 m og 1.4 POC 0 m, som kun afviger fra hinanden med hensyn til lagtykkelse.

Parameter	Enhed	Scen. 1.8	Scen. 1.4	Scen. 1.8a	Scen. 1.8b	Scen 1.8c	Scen.1.8d
As	mg/kg	1,1	3,7	2,1	1,9	1,6	1,4
Ba	mg/kg	2,0	4,6	3,0	2,8	2,5	2,2
Cd	mg/kg	0,021	0,074	0,043	0,037	0,032	0,027
Cr tot	mg/kg	0,70	2,0	1,2	1,1	1,0	0,8
Cu	mg/kg						
Hg	mg/kg	0,0073	0,012	0,0093	0,0088	0,0083	0,0078
Mo	mg/kg	11,7	39,7	23	20	17	14
Na	mg/kg	19421	62525	36662	32352	28042	23731
Ni	mg/kg	0,85	2,9	1,7	1,5	1,3	1,1
Pb	mg/kg						
Sb	mg/kg	10,9	29	18	16	15	13
Se	mg/kg	0,0090	0,027	0,016	0,014	0,013	0,011
Zn	mg/kg	1,1	3,4	2,0	1,8	1,5	1,3
Klorid	mg/kg	7215	9213	8014	7815	7615	7415
Fluorid	mg/kg	56	82	66	64	61	59
Sulfat	mg/kg	8184	9272	8619	8511	8402	8293
DOC	mg/kg	135	168	148	145	142	138
Lagtykkelse	cm	70	20	50	55	60	65

I TABEL 2.16 er der ved hjælp af lineær interpolation mellem vejbredden i scenarie 1.8 POC = 0 m på 20 m og vejbredden i scenarie 1.6 POC = 0 m på 10 m estimeret E_{MAX} -værdier for tre nye varianter af scenarie 1.8 POC = 0 m, nemlig scenarie 1.8e, scenarie 1.8f og scenarie 1.8g med vejbredder på henholdsvis 12 m, 15 m og 18 m.

TABEL 2.16 Undersøgelse af ændringerne i E_{MAX} for scenarie 1.8 som følge af ændringer i vejbredden, estimeret ved hjælp af lineær interpolation mellem vejbredderne for scenarierne 1.8 POC = 0 m og 1.6 POC 0 m, som kun afviger fra hinanden med hensyn til vejbredden.

Parameter	Enhed	Scen. 1.8	Scen. 1.6	Scen. 1.8e	Scen. 1.8f	Scen 1.8g
As	mg/kg	1,1	2,1	1,9	1,6	1,3
Ba	mg/kg	1,96	3,8	3,4	2,9	2,3
Cd	mg/kg	0,021	0,041	0,037	0,031	0,025
Cr tot	mg/kg	0,70	1,3	1,2	1,0	0,8
Cu	mg/kg					
Hg	mg/kg	0,0073	0,014	0,0124	0,0105	0,0086
Mo	mg/kg	11,7	24	22	18	14
Na	mg/kg	19421	39802	35725	29611	23497
Ni	mg/kg	0,85	1,6	1,5	1,2	1,0
Pb	mg/kg					
Sb	mg/kg	10,9	22	20	16	13
Se	mg/kg	0,0090	0,019	0,017	0,014	0,011
Zn	mg/kg	1,1	2,0	1,9	1,6	1,3
Klorid	mg/kg	7215	13820	12499	10518	8536
Fluorid	mg/kg	56	108	97	82	66
Sulfat	mg/kg	8184	15626	14138	11905	9672
DOC	mg/kg	135	259	234	197	160
Vejbredden	m	20	10	12	15	18

I TABEL 2.17 er der ved hjælp af lineær interpolation mellem infiltrationen af nedbør i scenarie 1.8 POC = 0 m på 70 mm/år og infiltrationen i scenarie 1.7 POC = 0 m på 35 mm/år estimeret E_{MAX} -værdier for fire nye varianter af scenarie 1.8 POC = 0 m, nemlig scenarie 1.8h, scenarie 1.8i, scenarie 1.8j og scenarie 1.8k med infiltrationer af nedbør på henholdsvis 50 mm/år, 55 mm/år, 60 mm/år og 65 mm/år.

TABEL 2.17 Undersøgelse af ændringerne i E_{MAX} for scenarie 1.8 som følge af ændringer i infiltrationen af nedbør, estimeret ved hjælp af lineær interpolation mellem infiltrationerne for scenarierne 1.8 POC = 0 m og 1.7 POC 0 m, som kun afviger fra hinanden med hensyn til infiltration af nedbør.

Parameter	Enhed	Scen. 1.8	Scen. 1.7	Scen. 1.8h	Scen. 1.8i	Scen 1.8j	Scen.1.8k
As	mg/kg	1,1	23	13,6	10,5	7,4	4,2
Ba	mg/kg	1,96	13	8,3	6,7	5,1	3,5
Cd	mg/kg	0,021	0,41	0,24	0,19	0,13	0,077
Cr tot	mg/kg	0,70	96	55	42	28	14
Cu	mg/kg						

Parameter	Enhed	Scen. 1.8	Scen. 1.7	Scen. 1.8h	Scen. 1.8i	Scen 1.8j	Scen.1.8k
Hg	mg/kg	0,0073	0,45				
Mo	mg/kg	11,7	66	43	35	27	19
Na	mg/kg	19421	38488	30316	27592	24869	22145
Ni	mg/kg	0,85	18	10,7	8,2	5,8	3,3
Pb	mg/kg						
Sb	mg/kg	10,9	21,6	17	15	14	12
Se	mg/kg	0,0090	0,019	0,015	0,013	0,012	0,010
Zn	mg/kg	1,1	30,0	18	13	9,3	5,2
Klorid	mg/kg	7215	14184	11197	10202	9206	8211
Fluorid	mg/kg	56	110	87	79	71	64
Sulfat	mg/kg	8184	16093	12703	11574	10444	9314
DOC	mg/kg	135	266	210	191	172	154
Infiltration	mm/år	70	35	50	55	60	65

3. Affaldsforbrændingsslagger

De anvendelsesbetingelser og udvaskningsgrænseværdier, som gælder for affaldsforbrændingsslagger i henhold til Restproduktbekendtgørelsen, er opsummeret i BOX 1 nedenfor.

BOX 1: Anvendelsesbetingelser og udvaskningsgrænseværdier for anvendelse af affaldsforbrændingsslagger i henhold til Restproduktbekendtgørelsen

Bekendtgørelsen nr. 1672/2016: Grænseværdier og betingelser for anvendelse af slaggegrus til bygge- og anlægsformål
Kun slagger klassificeret som ikke-farligt affald kan anvendes i henhold til bekendtgørelsen

Kategori 1: Fri anvendelse (ikke aktuel for slaggegrus)	Stofindhold	Enhed	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3
Kategori 2 og 3:	Total organisk kulstof, TOC	Vægt-%	3	3	3
Minumsdistance til drikkevandsboringer: 30 m	Arsen, As	mg/kg TS	20		
Placering over højeste grundvandsspejl	Kadmium, Cd	mg/kg TS	0,5		
	Krom-total, Cr	mg/kg TS	500		
	Krom 6, Cr(VI)	mg/kg TS	20		
Kategori 2-slagger kan anvendes til:	Kobber, Cu	mg/kg TS	500		
Veje - Fast belægning, maksimal højde 1 m	Kviksølv, Hg	mg/kg TS	1		
Stier - Fast belægning, maksimal højde 0,3 m	Nikkel, Ni	mg/kg TS	30		
Pladser - Fast belægning, maksimal højde 1 m	Bly, Pb	mg/kg TS	40		
Ledningsgrave - Fast belægning	Zink, Zn	mg/kg TS	500		
Ramper - Fast belægning, maksimal højde 4 m, i længderetning mindst 15 promilles fald					
Støjvolde - Fast belægning, maksimal højde 5 m. Kroens bredde må maksimalt være 2 m. Sider skal udføres med anlæg på 2 m eller mindre.	Stofudvaskning				
Fundamenter og gulve - maksimal højde 1 m	Klorid	mg/kg TS	300	300	6000
	Sulfat	mg/kg TS	500	500	8000
	Natrium, Na	mg/kg TS	200	200	3000
Kategori 3-slagger kan anvendes til:	Arsen, As	mg/kg TS	0,016	0,016	0,1
Veje - Tæt belægning og bortledning af overfladevand, maksimal højde 1 m.	Barium, Ba	mg/kg TS	0,6	0,6	8
Stier - Fast belægning, maksimal højde 0,3 m	Kadmium, Cd	mg/kg TS	0,004	0,004	0,08
Ledningsgrave - Fast belægning	Krom-total, Cr	mg/kg TS	0,02	0,02	1
Fundamenter og gulve - maksimal højde 1 m	Kobber, Cu	mg/kg TS	0,090	0,090	4
	Kviksølv, Hg	mg/kg TS	0,0002	0,0002	0,002
	Nikkel, Ni	mg/kg TS	0,020	0,020	0,14
	Bly, Pb	mg/kg TS	0,020	0,020	0,2
	Selen, Se	mg/kg TS	0,020	0,020	0,06
	Zink, Zn	mg/kg TS	0,200	0,200	3
Tæt belægning: Asfalt, beton mm, der reducerer mængden af vand, der trænger gennem overfladen. Bortledning af overfladevand medfører, at højst 10 % af nedbøren vil komme i kontakt med slaggegruset.	Faststofindhold af TOC bestemmes i henhold til EN 15936 (ikke EN13137)				
Fast belægning: Asfalt, beton, fliser, minimum 1 m Kategori 1-jord mm. der sikrer mod kontakt.	Faststofindhold af metaller bestemmes efter oplukning i henhold til DS 259				
	Stofudvaskning bestemmes ved L/S = 2 l/kg i henhold til EN 12457-1				

Restprodukter/slaggegrus, som ikke er omfattet af Kategori 1, 2 eller 3 eller de beskrevne anvendelser, kan eventuelt opnå tilladelse/godkendelse efter Miljøbeskyttelseslovens § 19 eller § 33. Det vil ofte forudsætte en specifik risikovurdering.

I relation til BOX 1 skal det bemærkes, at grænseværdierne er omregnet fra koncentrationer til udvaskede stofmængder, hvilket gøres ved at multiplicere de i bekendtgørelsen angivne koncentrationer med det L/S-forhold, hvorved de er bestemt (vha. batchudvaskningstesten EN 12457-1, som udføres ved L/S = 2 L/kg). Dette er i overensstemmelse med normal praksis i EU, og foreslås anvendt ved den forestående revision af bekendtgørelsen. Samtidig foreslås den logisk fejlagtige angivelse af grænseværdierne for de forskellige kategorier af restprodukter som intervaller ændret til simple øvre grænseværdier (som vist i BOX 1).

Grænseværdierne for stofudvaskning fra restprodukter i BEK 1672/2016 er primært baseret på scenarie- og modelbaserede risikovurderinger, hvor påvirkningen af grundvandskvaliteten i en drikkevandsboring med forskellige indvindingsgrader placeret 30 m nedstrøms for et

anlægsarbejde placeret vinkelret på grundvandsstrømmener er vurderet. Grundlaget for beregningerne er beskrevet i en Miljørapport af Rasmussen og Dahlstrøm (1999). Af rapporten og BEK 1672/2016 fremgår blandt andet følgende:

- Ved vurdering af påvirkningen af indvindingsboringer er der taget udgangspunkt i små indvindinger på 400 m³/år og 10000 m³/år.
- I beregningerne er der for alle aktuelle stoffer anvendt 90%-fraktiler fra indberetninger for 1997 til overvågningsprogrammet for grundvand i Danmark (GRUMO) til korrektion for det naturlige baggrundskoncentrationer i grundvandet.
- Der er ikke taget hensyn til, at kildestyrken af udvaskningen fra restproduktet mindskes i takt med at udvaskningen foregår, hvorfor den anvendte input-koncentration af de modellerede stoffer er konstant og kontinuert over tid.
- Ved kontrol af, om et givet restprodukt overholder de opstillede grænseværdier for stofudvaskning, sammenlignes disse med resultatet af en batchudvaskning af restproduktet ved $L/S = 2 \text{ L/kg}$ (EN 12457-1).
- Der er ikke taget højde for sorption af de udvaskede stoffer ved transporten gennem umættet zone og grundvandsmagasin.
- Opblandingsforholdene i magasinet er vurderet med og uden vandindvinding fra boringen.
- Modelleringen gennemføres for et modelstof.
- Når et opblandingsforhold er fundet for et givet scenarie for modelstoffet, omregnes dette til kravværdier for metaller og salte på baggrund af kvalitetskrav til grundvandet og kendskab til baggrundsniveauet.
- Den opstillede model repræsenterer et "værste tilfælde", hvor den maksimale påvirkning af grundvandet opnås inden for rammerne af det realistiske.

For yderligere informationer om grundlaget for fastsættelse af udvaskningsgrænseværdierne i BEK 1672/2016 henvises til Rasmussen og Dahlstrøm (1999), som dog ikke i detaljer dokumenterer den faktiske fastsættelse af grænseværdierne.

De vigtigste principielle forskelle mellem beregningerne fra 1999 og de beregninger, som er beskrevet og anvendt i Miljøstyrelsen (2018), og som er anvendt i nærværende rapport, er, at der nu anvendes en eksponentielt aftagende kildestyrkekoncentration over tid (eller som funktion af gennemstrømmende vandmængde) som input til modellen, og at der i modellen nu indregnes sorption af de udvaskede stoffer ved transporten gennem den umættede zone og akviferen/grundvandsmagasinet. De resulterende grænseværdier omregnes, således at kontrollen af, om et givet restprodukt overholder disse, fortsat kan baseres på resultatet af en batchudvaskningstest ved $L/S = 2 \text{ L/kg}$ (EN 12457-1). Generelt (men ikke i alle situationer) vil de nye grænseværdier være mindre restriktive end de gamle. Dette påvirkes også af, at der siden 1999 er sket en meget betydelig stramning af mange af grundvandskvalitetskriterierne (se f.eks. afsnit 2.2.2).

Det skal bemærkes, at kun restprodukter og jord, som er klassificeret som ikke-farligt affald, og som er optaget på Bilag 1 i bekendtgørelsen, er omfattet af bestemmelserne om stofudvaskning i BEK 1672/2016. I Bilag 1 finder man slagger fra affaldsforbrænding med TOC < 3 % (w/w) (skal bestemmes ved DS/EN 13137, som for mere end 5 år siden blev tilbagetrukket og erstattet med DS/EN 15936), bundaske og flyveaske fra kulfyrede kraftværker (disse restprodukter er næppe aktuelle mere), og forurenede jord, som kun er forurenede med de stoffer, som der ifølge BOX 1 skal testes for (det betyder, at BEK 1672/2016 stort set aldrig er blevet anvendt for forurenede jord, som ofte er forurenede med bl.a. olie). Der står intet om, hvordan et restprodukt kan blive optaget på Bilag 1. Det anbefales, at en procedure for dette inkluderes i en revideret bekendtgørelse.

4. Beregning/estimering af grænseværdier

4.1 Fælles grænseværdier for anvendelse af knust beton og tegl og slagger til vejbygning

Overholdelse af de estimerede grænseværdier for stofudvaskning ved scenarie 1.8 POC = 0 m sikrer for det knuste beton og tegl, at der ikke sker en uacceptabel påvirkning af grundvandet under og nedstrøms for vejen. I modelleringen indgår en beskrivelse af kildestyrken som en eksponentielt aftagende funktion af tiden (eller den gennemstrømmende nedbørsmængde), udtrykt ved $kappa$, og af stoftilbageholdelse i den umættede zone (og i akviferen, men denne medtages ikke ved POC = 0 m), udtrykt ved K_d . Også opdaterede værdier af grundvandskvalitetskrav og baggrundskoncentrationer for de vurderede stoffer indgår i modelleringen.

Overholdelse af Restproduktbekendtgørelsens Kategori 3-grænseværdier for stofudvaskning sikrer for affaldsforbrændingsslagger, at der ikke sker en uacceptabel påvirkning af drikkevand, som indvindes fra en nærmere specificeret boring placeret 30 m nedstrøms for vejen. I modelleringen indgår en beskrivelsen af en konstant kildestyrke, som koncentrationsmæssigt svarer til resultatet af en batchudvaskningstest ved $L/S = 2 \text{ L/kg}$, og der indgår ingen stoftilbageholdelse (sorption), hverken i den mættede zone eller i akviferen, kun hydrodynamisk dispersion (og det faktum, at kun en del af det vand, som indvindes fra boringen, indeholder stoffer fra slaggeanvendelsen). Grundvandskvalitetskrav og baggrundskoncentrationer af grundvand, som de var fastlagt omkring år 2000, indgik i modelleringen til bestemmelse af grænseværdierne for stofudvaskning.

Der er således tale om grænseværdier udviklet ved to forskellige risikovurderingsprincipper, men baseret på anvendelsesscenarier, som med hensyn til årlig gennemstrømning af nedbør og med hensyn til metodik for anvendelse af grundvandskvalitetskrav og baggrundskoncentrationer for uorganiske stoffer har store lighedspunkter.

Det antages indledningsvis, at det ud fra et genanvendelses-/nyttiggørelsesperspektiv er tilfredsstillende både for anvendelsen af knust beton og tegl og for anvendelsen af affaldsforbrændingsslagger, at 90%-fraktilen for knust beton og tegl overholder udvaskningsgrænseværdierne for scenarie 1.8 PO = 0 m, og at 90%-fraktilen for slaggerne overholder Restproduktbekendtgørelsens udvaskningsgrænseværdier for Kategori 3. Hvis det endvidere viser sig, at 90%-fraktilen for knust beton og tegl også overholder udvaskningsgrænseværdierne for slagger i Kategori 3, og at 90%-fraktilen for slaggerne yderligere overholder udvaskningsgrænseværdierne for scenarie 1.8 POC = 0 m, kunne man i princippet vælge ét enkelt af de to sæt grænseværdier til at kontrollere anvendelsen af begge typer restprodukter. Dette burde så ske under betingelser, som sikrer, at både de krav, som definerer scenarie 1.8, og de krav, der er knyttet til anvendelsen af Kategori 3-slagger, er overholdt. Derved ville man i begge tilfælde sikre, at grundvandskvaliteten i relation til knust beton og tegl ville være sikret i samme grad, som fastlagt ved udviklingen af grænseværdierne for scenarie 1.8, og relation til slagger som minimum i samme grad, som det var hensigten, da grænseværdierne for Kategori 3-slagger blev udviklet.

I TABEL 4.1 er 90%-fraktilerne for udvaskning ved $L/S = 2 \text{ L/kg}$ for knust beton og tegl og slagger testet på kryds og tværs i forhold til grænseværdierne for scenarie 1.8 POC = 0 m og Kategori 3-grænseværdierne fra Restproduktbekendtgørelsen. Det ses, at alle grænseværdier tilsyneladende overholdes, dog med undtagelse af scenarie 1.8-grænseværdien for Se for

slaggerne. Af Bilag 2 fremgår det imidlertid, at alle resultaterne af testning af slagger for udvaskning af Se ved L/S = 2 L/kg er mindre end rapporteringsgrænsen 0,02 mg/kg, som er brugt ved sammenligningen. Det bør vurderes nærmere, om den faktisk udvaskede mængde af Se fra slaggerne også vil være mindre end 0,01, hvilket i givet fald vil betyde, at begge 90%-fraktiler overholder begge sæt grænseværdier. Hvis det ikke er tilfældet, bør det overvejes, om grænseværdien for Se bør hæves lidt gennem en reduktion af påvirkningen af grundvandet. Dette kan f.eks. gøres gennem en modifikation af anvendelsesbetingelserne, herunder lagtykkelsen af restprodukt i vejscenariet 1.8 POC = 0 m, se afsnit 2.3. Der synes således under alle omstændigheder at være et godt grundlag for at etablere fælles udvaskningsgrænseværdier for anvendelse af knust beton og tegl og affaldsforbrændingsslagger til formål, som svarer til scenarie 1.8 (eventuelt modificeret), og som er beskrevet i Restproduktbekendtgørelsen for Kategori 3-slagger.

TABEL 4.1 Krydskontrol af, om 90%-fraktillerne for udvaskningsresultater ved L/S = 2 L/kg for knust beton og tegl ("knust beton") og affaldsforbrændingsslagger ("slagger") hver for sig begge overholder grænseværdierne for henholdsvis vejscenarie 1.8 ved POC = 0 m og grænseværdierne for Kategori 3-slagger i Restproduktbekendtgørelsen.

Stof	Enhed	Grænseværdier		90%-fraktil		Knust beton		Slagger	
		Vej 1.8	Kategori 3	Knust beton	Slagger	KB/Vej 1.8	KB/Kat 3	SL/Vej 1.8	SL/Kat 3
		POC=0 m		KB	SL				
As	mg/kg	1,1	0,1	0,006	0,010	0,0056	0,06	0,0093	0,1
Ba	mg/kg	2,0	8,0	1,9	0,22	0,97	0,24	0,11	0,028
Cd	mg/kg	0,021	0,08	0,0001	0,001	0,0047	0,0013	0,037	0,010
Cr	mg/kg	0,70	1	0,34	0,39	0,48	0,34	0,55	0,39
Cu	mg/kg		4	0,17	0,46	< 1	0,043	<< 1	0,12
Hg	mg/kg	0,0073	0,002	0,0002	0,000094	0,027	0,1	0,013	0,047
Mo	mg/kg	11,7		0,072	0,52	0,0062	Ingen Kat 3	0,044	Ingen Kat 3
Na	mg/kg	19421	3000	220	2406	0,011	0,073	0,12	0,80
Ni	mg/kg	0,85	0,14	0,036	0,0086	0,042	0,26	0,010	0,062
Pb	mg/kg		0,2	0,03	0,010	<< 1	0,15	<< 1	0,050
Sb	mg/kg	10,9		0,0022	0,074	0,00020	Ingen Kat 3	0,0068	Ingen Kat 3
Se	mg/kg	0,009	0,06	0,0084	0,020	0,89	0,14	2,1	0,33
Zn	mg/kg	1,1	3	0,01	0,045	0,0093	0,0033	0,042	0,015
Klorid	mg/kg	7215	6000	262	2948	0,036	0,044	0,41	0,49
Fluorid	mg/kg	56		2,1	0,79	0,038	Ingen Kat 3	0,014	Ingen Kat 3
Sulfat	mg/kg	8184	8000	658	4525	0,080	0,082	0,55	0,57
NVOC/DOC	mg/kg	135		59	112	0,44	Ingen Kat 3	0,83	Ingen Kat 3
Resultater med rødt er under rapporteringsgrænsen, som er angivet						Rødt celle betyder, at grænsværdien er overskredet			
Vej 1.8	Grænseværdier for stofudvaskning fra knust beton og tegl beregnet for POC = 0 m ved vejscenarie 1.8								
Kat 3	Udvaskningsgrænseværdier for slagger af Kategori 3 i relation til Restproduktbekendtgørelsen (BEK 1672/2016)								
KB	90%-fraktilen for udvasket stofmængde ved L/S = 2 L/kg for knust beton og tegl (N = 91)								
SL	90%-fraktilen for udvasket stofmængde ved L/S = 2 L/kg for affaldsforbrændingsslagger (N = 11)								

Der er flere forhold, der taler for at have ét fælles sæt udvaskningsgrænseværdier for anvendelse af knust beton og tegl og affaldsforbrændingsslagger under betingelser, som klart må forventes at udgøre langt det største anvendelsesområde for begge restproduktet. Det vil udgøre et robust system, som både for producenter, behandlere, bygherrer, rådgivere og testlaboratorier vil minimere risikoen for fejltagelser og misforståelser. Der vil også være et psykologisk aspekt, idet mange af de nævnte stakeholdere samt brugere og lægfolk, som ikke nødvendigvis har kendskab til de bagvedliggende beregninger, måske ville undre sig, hvis der for et givet stof er forskellige grænseværdier, afhængigt af om stoffet udvaskes fra knust beton og tegl eller fra slagger. Da knust beton og tegl og slagger generelt anvendes til sammenlignelige formål, kan der også opstå fejl og misforståelser, hvis anvendelsesbetingelserne og/eller grænseværdierne for de to typer restprodukter er forskellige.

Det foreslås derfor, at scenarie 1.8 POC = 0 m vælges som udgangspunkt for fastlæggelse af fælles grænseværdier for knust beton og tegl og affaldsforbrændingsslagger under skyldig hensyntagen til grænseværdier og anvendelsesbetingelser for Kategori 3-slagger i Restproduktbekendtgørelsen. Dette har den klare fordel, at der ikke vil være områder i grundvandet nedstrøms for applikationen/vejen, som på grund af påvirkning af stoffer udvasket fra de anvendte restprodukter kan overskride grundvandskvalitetskravene. En anden god grund til at vælge grænseværdier fra scenarie 1.8 frem for Kategori 3-grænseværdier er, at disse i modsætning til de eksisterende Kategori 3-grænseværdier omfatter Mo, Sb, fluorid og DOC/NVOC, som også indgår i testkravene til bl.a. inert affald i Deponeringsbekendtgørelsen.

I Fejl! Henvisningskilde ikke fundet. er der opstillet et indledende forslag til fælles grænseværdier for stofudvaskning (svarende til resultater af testning i henhold til EN 12457-1) for knust beton og tegl og affaldsforbrændingsslagger, som ønskes anvendt til vejbygning. Desuden er der givet forslag til tilhørende betingelser for anvendelsen.

Princippet har været, at de nye grænseværdier skulle overholde både de beregnede grænseværdier for knust beton og tegl for scenarie 1.8 POC = 0 m (hvilket betyder, at de tilsvarende grænseværdier for scenarierne 1.1 – 1.7 også er overholdt) og Kategori 3-grænseværdierne for slagger i Restproduktbekendtgørelsen (begge er angivet i tabellen). Ved fastsættelsen af grænseværdierne er det desuden kontrolleret, at de kan overholdes af 90%-fraktilerne for begge restprodukttyper (også angivet i tabellen). Den tilsyneladende overskridelse af 90%-fraktilen for slaggerne af den foreslåede grænseværdi for Se (som ikke umiddelbart kan hæves over grænseværdien for Scenarie 1.8 POC = 0 m), skyldes, at alle de værdier for Se, som indgår i datasættet for slaggerne (se Bilag 2), er rapporteret som "< 0,02 mg/kg", som derfor er anvendt i tabellen. Det bør derfor så vidt muligt undersøges, om resultaterne for Se for slaggerne også vil være < 0,009 mg/kg og dermed overholde den foreslåede nye grænseværdi.

TABEL 4.2 Forslag til fælles grænseværdier for knust beton og tegl og slagger til vejbygning.

Parameter	Enhed	Grænseværdier		90%-fraktiler		Indledende forslag til fælles grænseværdier
		Vej 1.8 POC=0m	Kategori 3	Knust beton & tegl	Slagger	Knust beton & tegl + slagger
As	mg/kg	1,1	0,1	0,006	0,010	0,10
Ba	mg/kg	2,0	8	1,9	0,22	2,0
Cd	mg/kg	0,021	0,08	0,0001	0,001	0,0120
Cr tot	mg/kg	0,70	1	0,34	0,39	0,70
Cu	mg/kg	meget stor	4	0,17	0,46	4,0
Hg	mg/kg	0,0073	0,002	0,00020	0,000094	0,002
Mo	mg/kg	12		0,072	0,52	2,0
Na	mg/kg	19421	3000	220	2406	3000
Ni	mg/kg	0,85	0,14	0,036	0,0086	0,10
Pb	mg/kg	meget stor	0,2	0,03	0,010	0,1
Sb	mg/kg	10,9		0,0022	0,074	0,2
Se	mg/kg	0,009	0,06	0,0084	0,020*	0,009
Zn	mg/kg	1,1	3	0,01	0,045	1,0
Klorid	mg/kg	7215	6000	262	2948	4000
Fluorid	mg/kg	56		2,1	0,79	54,0
Sulfat	mg/kg	8184	8000	658	4525	6000
DOC/NVOC	mg/kg	135		59	112	135

Parameter	Enhed	Grænseværdier		90%-fraktiler		Indledende forslag til fælles grænseværdier
		Vej 1.8 POC=0m	Kategori 3	Knust beton & tegl	Slagger	Knust beton & tegl + slagger

*Alle de fundne værdier for slagger for Se er < 0,02 mg/kg, så det er muligt, at de også er < 0,009 mg/kg – det bør dog kontrolleres.

Tilknyttede betingelser for anvendelse til vejbygning

Største lagtykkelse: 70 cm

Største vejbredde: 20 m

Tæt tildækning og bortledning af overfladevand, som højst tillader infiltration af 70 mm nedbør/år

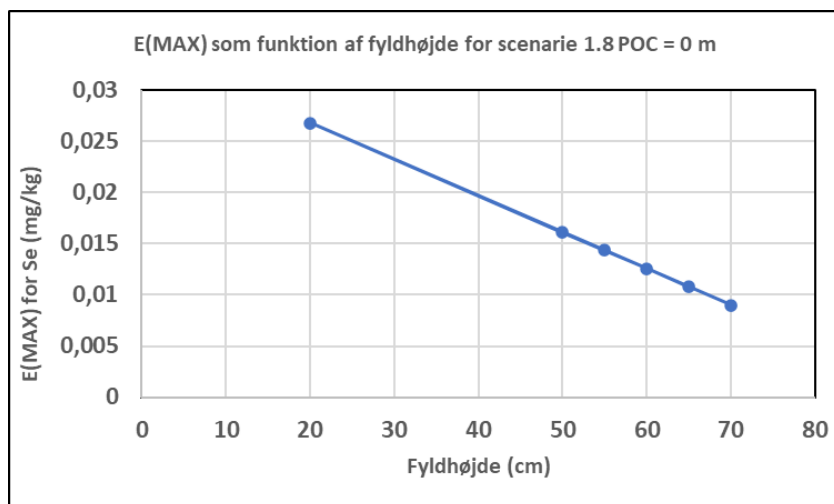
Mindste tykkelse af umættet zone, dvs. mindste afstand til højeste grundvandsniveau: 1 m

Mindste afstand til vandindvindingsboring: 30 m

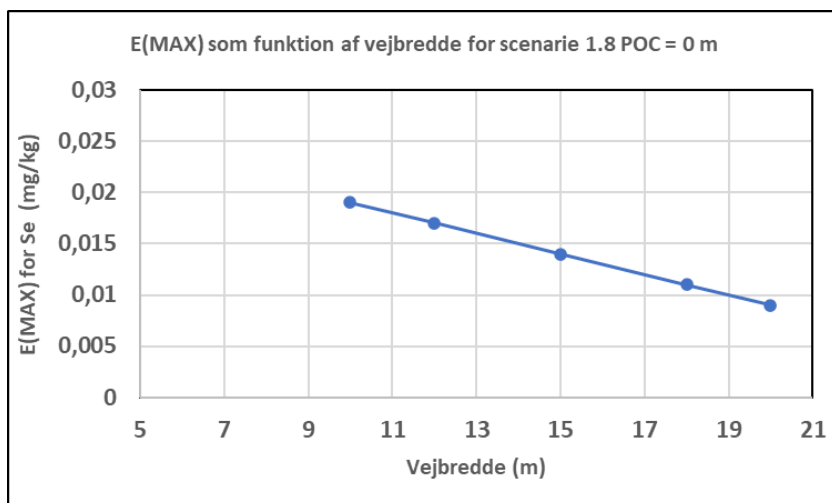
Såfremt det viser sig, at 90%-fraktilen for et større antal nyere slagger ikke kan overholde kriteriet for Se, kan man overveje at foretage en eller flere mindre ændringer i anvendelsesbetingelserne for scenarie 1.8 og derved muliggøre en forøgelse af grænseværdien for Se.

Dette kan i princippet gøres ved at modificere scenarie 1.8 POC = 0 m ved at estimere effekten af mindre ændringer i anvendelsesbetingelserne (lagtykkelse, vejbredde, årlig infiltration af nedbør) på E_{MAX} som beskrevet i afsnit 2.3. FIGUR 4.1, FIGUR 4.2 og FIGUR 4.3 illustrerer, hvorledes sådanne ændringer kan påvirke E_{MAX} (grænseværdien) for Se ved scenarie 1.8 POC = 0 m.

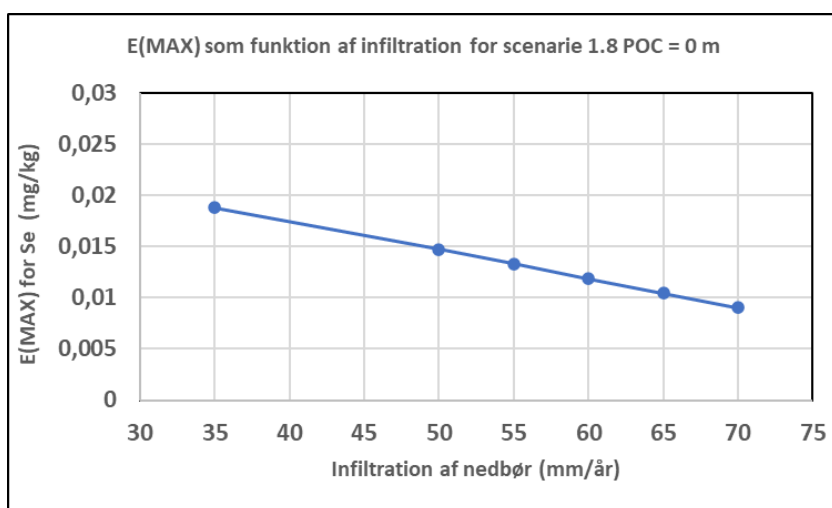
Hvis for eksempel den maksimale lagtykkelse ændres til 50 cm (i stedet for 70 cm) i scenarie 1.8 POC = 0 m, fremgår det af FIGUR 4.1 og TABEL 2.15 (scenarie 1.8a, se afsnit 2.3), at E_{MAX} for Se bliver 0,016 mg/kg. Indsættes 0,016 mg/kg i stedet for 0,009 mg/kg for Se i forslaget til grænseværdier TABEL 4.2, er det muligt, at 90%-fraktilen for slaggerne kan overholde denne grænseværdi. I Tabel 4.3 ses desuden en kontrol af, at de nye forslag til grænseværdier for så vidt angår knust beton og slagger, overholder E_{MAX} – værdierne for scenarie 1.8a POC = 0 m fra TABEL 2.15, hvor lagtykkelsen er reduceret til 50 cm.



FIGUR 4.1 E_{MAX} for Se som funktion af lagtykkelse/fyldehøjde for scenarie 1.8 POC = 0 m.



FIGUR 4.2 E_{MAX} for Se som funktion af vejbredden for scenarie 1.8 POC = 0 m.



FIGUR 4.3 E_{MAX} for Se som funktion af årlig infiltration af nedbør for scenarie 1.8 POC = 0 m.

TABEL 4.3. Kontrol af i hvor høj grad de foreslåede fælles grænseværdier fra TABEL 4.2 (med ændringen af Se fra 0,010 mg/kg til 0,016 mg/kg) overholder E_{MAX} for scenarie 1.8a. Hvis $GRV/E_{MAX} \leq 1$, er udvaskningsgrænserne for knust beton og tegl overholdt for scenariet.

Parameter	Forslag til fælles grænseværdier for knust beton og tegl og slagter (GRV)	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 l/kg, E_{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC = 0 m	Beregning af GRV/E_{MAX}
	L/S = 2 L/kg	1.8a-Vej-50cm-20m-70mm	1.8a-Vej-50cm-20m-70mm, POC=0
	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,1	2,1	0,0507
Ba	2,0	3,0	0,66
Cd	0,01	0,043	0,23
Cr tot	0,7	1,5	0,47
Cu	4		
Hg	0,002	0,0093	0,216

Parameter	Forslag til fælles grænseværdier for knust beton og tegl og slagger (GRV)	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 l/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC = 0 m		Beregning af GRV/E _{MAX}	
		L/S = 2 L/kg	1.8a-Vej-50cm-20m-70mm	1.8a-Vej-50cm-20m-70mm, POC=0	
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	
Mo	Mo		2	23	
Na	Na		3000	36662	
Ni	Ni		0,1	1,7	
Pb	Pb		0,1		
Sb	Sb		0,2	18	
Se	0,016		0,016	1,0	
Zn	1		2,0	0,4975	
Klorid	4000		8014	0,499	
Fluorid	5		66	0,075	
Sulfat	6000		8619	0,696	
DOC	135		148	0,90	

I TABEL 4.4 er det undersøgt, hvilke scenarier ud over scenarie 1.8a de fælles grænseværdier i TABEL 4.3 muliggør anvendelse af, uden at grundvandskvalitetskravene overskrides ved POC = 0 m. Restprodukter/beton og tegl, som overholder disse grænseværdier, benævnes i det følgende som Kategori A.

Restprodukter, der overholder de fælles grænseværdier i TABEL 4.3 vil således kunne anvendes til formål, som svarer til scenerierne 1.1 – 1.7, 1.8a, 2.1 og 4.1 med tilhørende anvendelsesbetingelser.

TABEL 4.4 Kontrol af for hvilke scenarier grundvandskvalitetskravene overholdes af forslaget til fælles grænseværdier i TABEL 4.3, som definerer Kategori A. Grønne felter indikerer, at grundvandskvalitetskravet for alle stoffer for et givet scenarie er overholdt. For røde felter er de ikke overholdt ($E_{L/S=2}/E_{MAX} > 1$). Hvide felter er ikke interessante i denne sammenhæng.

						Fælles grænseværdier for beton/tegl og restprodukter (Kategori A)																
						E(L/S=2)/E(MAX) ved POC = 0 m																
Nr.	Scenarie	H	B	Inf	UZ	Se	Ba	DOC	Cr	Ni	Pb	Cu	Sulfat	Klorid	Cd	As	Hg	Mo	Na	Sb	Zn	Fluorid
		m	m	mm/år	m																	
1.1	Veje	0,20	10	35	1	0,17																
1.2	Veje	0,20	10	70	1	0,32																
1.3	Veje	0,20	20	35	1	0,31																
1.4	Veje	0,20	20	70	1	0,60																
1.5	Veje	0,70	10	35	1	0,43																
1.6	Veje	0,70	10	70	1	0,84																
1.7	Veje	0,70	20	35	1	0,86	0,16	0,51	0,008	0,006			0,37	0,28	0,0242	0,00437	0,00442	0,03012	0,0779	0,0093	0,0333	0,046
1.8a	Veje	0,50	20	70	1	1,00	0,67	0,91	0,67	0,059			0,70	0,50	0,233	0,048	0,215	0,0870	0,082	0,0111	0,50	0,076
2.1	Stier	0,20	2	350	1	0,33	0,25	0,40	0,200	0,016			0,34	0,21	0,405	0,013	0,0887	0,02797	0,0314	0,0038	0,141	0,034
3.1	Jernbaneunderbg.	0,50	5	350	1	1,67	1,07	1,17	1,23	0,103			0,91	0,64	0,405	0,082	0,395	0,1599	0,156	0,0186	0,86	0,106
4.1	Ledningsgrave	1,00	1	350	1	0,53	0,33	0,28	0,46	0,041			0,20	0,153	0,162	0,0320	0,109	0,0562	0,0519	0,0057	0,322	0,026
5.1	Pladser	1,00	100	70	1	6,3	3,2	3,3	3,5	0,46			3,29	1,8	1,9							
5.2	Pladser	1,00	100	350	1	17	6,9	12	14	1,20			8,0	6,4	4,8							
7.1	Støjvolde mv.	5,00	10	70	1	1,8	0,91	0,58	1,3	0,204			0,41	0,33	0,869	0,157	0,181	0,2549	0,219	0,0187	1,21	0,057
7.2	Støjvolde mv.	5,00	20	70	1	3,5	1,6	1,11	2,4	0,383			0,78	0,63	1,6							
7.3	Støjvolde mv.	5,00	20	350	1	4,0	1,8	1,1	6,6	0,76			0,73	0,59	3,3							
7.4	Støjvolde mv.	10,00	20	70	1	4,0	1,7	1,1	2,5	0,444			0,78	0,64	1,9							
7.5	Støjvolde mv.	10,00	20	350	1	17	6,0	5,2	27,2	2,88	2,7	25	0,73	2,9	12							
7.6	Støjvolde mv.	10,00	300	350	1	10,1	4,1	21	66	6,1	4,9	43	2,9	11	27							
H: Højden/lagtykkelsen af knust beton og tegl						B: Bredden af vejen/anvendelsen																
Inf: Årlig infiltration og gennemsvivning af nedbør						UZ: Tykkelsen af den umættede zone under anvendelsen																

4.2 Grænseværdier for restproduktet til andre anvendelser

Med henblik på at etablere et sæt grænseværdier, som muliggør lidt bredere anvendelsesmuligheder end de ovenfor nævnte for grænseværdier uden at forringe beskyttelsen af grundvandskvaliteten, er der med udgangspunkt i udvaskningsgrænseværdierne for Kategori 1 & 2 i Restproduktbekendtgørelsen, men med talrige ændringer under hensyntagen til bl.a. 50%-fraktilen (medianen) for udvaskningsdataene for knust beton og tegl og til de krav, som skal overholdes for de forskellige scenarier, er der i TABEL 4.5 udarbejdet et forslag til yderligere et sæt grænseværdier for restprodukter, som ønskes anvendt til bygge- og anlægsformål. Restprodukter/beton og tegl, som overholder disse grænseværdier, benævnes i det følgende som Kategori B.

TABEL 4.5 Forslag til grænseværdier ved L/S = 2 L/kg for anvendelse af restprodukter til flere formål. Værdier, der er markeret med gult, er modificeret i forhold til udgangspunktet, Kategori 1+2 fra Restproduktbekendtgørelsen.

Parameter	Enhed	Forslag til grænseværdier Kategori B
As	mg/kg	0,016
Ba	mg/kg	0,60
Cd	mg/kg	0,0040
Cr tot	mg/kg	0,20
Cu	mg/kg	0,20
Hg	mg/kg	0,0005
Mo	mg/kg	0,60
Na	mg/kg	500
Ni	mg/kg	0,04
Pb	mg/kg	0,02
Sb	mg/kg	0,1
Se	mg/kg	0,0085
Zn	mg/kg	0,2
Klorid	mg/kg	400
Fluorid	mg/kg	2
Sulfat	mg/kg	500
DOC	mg/kg	100

I TABEL 4.6 er det undersøgt, hvilke anvendelsesscenarioer, som grænseværdierne i TABEL 4.5 (Kategori B), hvis de overholdes, muliggør anvendelse af uden at grundvandskvalitetskriterierne overskrides ved POC = 0 m.

Af TABEL 4.6 fremgår det, at overholdelse af Kategori B-grænseværdierne i TABEL 4.5 muliggør anvendelse af restprodukter efter betingelserne svarende til scenarierne 1.1 – 1.8, 2.1, 3.1. 4.1 og 7.1. Også scenarie 1.8a vil være tilladt for beton/tegl og restprodukter, der overholder grænseværdierne for Kategori B. Det bemærkes specielt, at scenarie 7.1 beskriver støjvolde, ramper, diger og kældre.

TABEL 4.6 Kontrol af for hvilke scenarier grundvandskvalitetskravene overholdes af forslaget Kategori B-grænseværdier i TABEL 4.5. Grønne felter indikerer, at grundvandskvalitetskravet for alle stoffer for et givet scenarie er overholdt. Røde felter indikerer, at de ikke er overholdt ($E_{L/S=2}/E_{MAX} > 1$). Hvide felter er ikke interessante i denne sammenhæng.

						Kategori B - mere restriktive grænseværdier - lidt bredere anvendelsesmuligheder																
						E(L/S=2)/E(MAX) ved POC = 0 m																
Nr.	Scenarie	H	B	Inf	UZ	Se	Ba	DOC	Cr	Ni	Pb	Cu	Sulfat	Klorid	Cd	As	Hg	Mo	Na	Sb	Zn	Fluorid
		m	m	mm/år	m																	
1.1	Veje	0,20	10	35	1	0,09																
1.2	Veje	0,20	10	70	1	0,17																
1.3	Veje	0,20	20	35	1	0,16																
1.4	Veje	0,20	20	70	1	0,32																
1.5	Veje	0,70	10	35	1	0,23																
1.6	Veje	0,70	10	70	1	0,45																
1.7	Veje	0,70	20	35	1	0,46	0,05	0,38	0,002	0,002			0,03	0,03	0,0097	0,00070	0,00110	0,00903	0,0130	0,0046	0,0067	0,018
1.8	Veje	0,70	20	70	1	0,90	0,31	0,74	0,28	0,047			0,06	0,06	0,186	0,015	0,068	0,0515	0,026	0,0092	0,19	0,036
2.1	Stier	0,20	2	350	1	0,17	0,07	0,30	0,050	0,006			0,03	0,02	0,162	0,002	0,0222	0,00839	0,0052	0,0019	0,028	0,013
3.1	Jernbaneunderbg.	0,50	5	350	1	0,89	0,32	0,87	0,31	0,041			0,08	0,06	0,162	0,013	0,099	0,0480	0,026	0,0093	0,17	0,042
4.1	Ledningsgrave	1,00	1	350	1	0,28	0,10	0,20	0,12	0,016			0,02	0,015	0,065	0,0051	0,027	0,0169	0,0086	0,0028	0,064	0,010
5.1	Pladser	1,00	100	70	1	3,4	0,96	2,4	0,86	0,18			2,4	0,2	0,74							
5.2	Pladser	1,00	100	350	1	9,2	2,1	8,9	3,6	0,48			0,7	0,6	1,9							
7.1	Støjvolde mv.	5,00	10	70	1	0,98	0,27	0,43	0,32	0,082			0,03	0,03	0,348	0,025	0,045	0,0765	0,036	0,0093	0,24	0,023
7.2	Støjvolde mv.	5,00	20	70	1	1,87	0,49	0,82	0,59	0,153			0,06	0,06	0,65							
7.3	Støjvolde mv.	5,00	20	350	1	2,1	0,55	0,78	1,7	0,30			0,06	0,06	1,3							
7.4	Støjvolde mv.	10,00	20	70	1	2,1	0,52	0,84	0,64	0,177			0,07	0,06	0,77							
7.5	Støjvolde mv.	10,00	20	350	1	9,1	1,8	3,9	6,8	1,2	0,53	1,2	0,06	0,3	5,0							
7.6	Støjvolde mv.	10,00	300	350	1	5,4	1,2	16	17	2,5	0,97	2,2	0,24	1,1	11							
H: Højden/lagtykkelsen af knust beton og tegl						B: Bredden af vejen/anvendelsen																
Inf: Årlig infiltration og gennemsvivning af nedbør						UZ: Tykkelsen af den umættede zone under anvendelsen																

4.3 Grænseværdier, som tillader alle de viste scenarier for anvendelse af beton/tegl og restprodukter

Man har ønsket at supplere grænseværdierne for Kategori A og Kategori B med yderligere et sæt grænseværdier med tilhørende anvendelsesbetingelser og -restriktioner, som er så restriktive, at beton/tegl og restprodukter, som overholder disse grænseværdier for stofudvaskning, vil kunne anvendes i henhold til hvert af de 20 scenarier, som har dannet grundlag for udarbejdelse af forslagene til grænseværdierne for Kategori A og Kategori B, uden risiko for uacceptabel påvirkning af grundvandskvaliteten. Dette gøres i det følgende, hvor de nye grænseværdier definerer Kategori C.

Ligesom for Kategori A og Kategori B tages der for hvert af anvendelsesscenarierne udgangspunkt i de beregnede/estimerede udvaskningsgrænseværdier, som for hvert stof er udtrykt som resultatet af en batchudvaskningstest ved $L/S = 2 \text{ L/kg}$ (EN 12457-1) beregnet på grundlag af den maksimale koncentration af stoffet i grundvandet ved referencepunktet POC = 0 m, dvs. lige under den umættede zone under den nedstrøms kant af applikationen (vejen, anvendelsen). Disse kan for hvert scenarie findes i 3. kolonne i tabellerne i Bilag 3 eller Bilag 4. Hvis grænseværdierne skal tillade anvendelse i henhold til alle 19 scenarier, skal grænseværdien for hvert enkelt stof indledningsvis svare til grænseværdien for det scenarie, der har den laveste grænseværdi. Disse værdier er beregnet i Bilag 5 og vist i TABEL 4.7 sammen med de tidligere foreslåede grænseværdier for Kategori A og Kategori B.

TABEL 4.7. Minimumsværdier for alle scenarier sammen med de foreslåede grænseværdier for Kategori A og Kategori B.

Parameter	Enhed	Kategori A	Kategori B	Minimumsværdier for alle scenarier
		Grænseværdi	Grænseværdi	
As	mg/kg	0,10	0,016	0,020
Ba	mg/kg	2,0	0,60	0,29
Cd	mg/kg	0,010	0,0040	0,00037

Parameter	Enhed	Kategori A	Kategori B	Minimumsværdier for alle scenarier
		Grænseværdi	Grænseværdi	
Cr tot	mg/kg	0,70	0,20	0,012
Cu	mg/kg	4,0	0,20	0,093
Hg	mg/kg	0,0020	0,00050	0,00021
Mo	mg/kg	2,0	0,60	0,72
Na	mg/kg	3000	500	1299
Ni	mg/kg	0,10	0,04	0,016
Pb	mg/kg	0,10	0,020	0,021
Sb	mg/kg	0,20	0,10	0,98
Se	mg/kg	0,016	0,0085	0,00092
Zn	mg/kg	1	0,20	0,027
Klorid	mg/kg	4000	400	362
Fluorid	mg/kg	5	2	5,5
Sulfat	mg/kg	6000	500	751
DOC	mg/kg	135	100	6,3

Af TABEL 4.7 fremgår det, at minimumsværdierne på tværs af alle scenarier for nogle stoffers vedkommende er højere end de foreslåede grænseværdier for Kategori B. Det gælder for As, Mo, Na, Sb, fluorid og sulfat. Det skyldes, at der ved udarbejdelsen af forslagene til grænseværdier for Kategori B ikke alene er taget hensyn til resultaterne i Bilag 3; der er bl.a. foretaget justeringer af nogle af resultaterne fra scenarieberegningerne i forhold til grænseværdierne for Kategori 1+2 fra den eksisterende Restproduktbekendtgørelse. Dette er gjort for at sikre, at grænseværdierne på et rimeligt sikkert grundlag kan anvendes både for beton og tegl (for hvilke, der foreligger attenueringsfaktorer baseret på materialespecifikke kappa-værdier) og for affaldsforbrændingsslagger, for hvilke dette ikke er tilfældet. For slaggerne sikres det i stedet, at de fælles grænseværdier ligger lavere eller på nogenlunde samme niveau, som Kategori 1+2 fra Restproduktbekendtgørelsen. For As, Mo, Na, Pb, Sb, fluorid og sulfat ændres resultaterne i TABEL 4.7 derfor til samme værdier som i Kategori B. Dette er gjort i TABEL 4.8, som viser de endelige forslag til grænseværdier for Kategori A, Kategori B og Kategori C. Det betyder samtidig, at grænseværdierne og anvendelseskriterierne for Kategori C i princippet kan anvendes for alle restprodukter, da de eksisterende grænseværdier for Kategori 1+2 i Restproduktbekendtgørelsen ikke er baseret på kappaværdier og attenueringsfaktorer, men alene på resultatet af en batchudvaskningstest efter EN 12457-1 (og et dispersionspotentiale).

TABEL 4.8 Forslag til grænseværdier for Kategorierne A, B og C udtrykt som resultater af udvaskningstests udført med EN 12457-1. Grænseværdier for Kategori C, som er korrigeret i forhold til TABEL 4.7, er vist med fed skrift.

Parameter	Enhed	Kategori A	Kategori B	Kategori C
		Grænseværdi	Grænseværdi	Grænseværdi
As	mg/kg	0,10	0,016	0,016
Ba	mg/kg	2,0	0,60	0,29
Cd	mg/kg	0,010	0,0040	0,00037
Cr tot	mg/kg	0,70	0,20	0,012
Cu	mg/kg	4,0	0,20	0,093
Hg	mg/kg	0,0020	0,00050	0,00021
Mo	mg/kg	2,0	0,60	0,60
Na	mg/kg	3000	500	500
Ni	mg/kg	0,10	0,040	0,016
Pb	mg/kg	0,10	0,020	0,020

Parameter	Enhed	Kategori A	Kategori B	Kategori C
		Grænseværdi	Grænseværdi	Grænseværdi
Sb	mg/kg	0,20	0,10	0,10
Se	mg/kg	0,016	0,0085	0,00092
Zn	mg/kg	1	0,20	0,027
Klorid	mg/kg	4000	400	360
Fluorid	mg/kg	5	2,0	2,0
Sulfat	mg/kg	6000	500	500
DOC	mg/kg	135	100	6,3

5. Forslag til grænseværdier og anvendelsesbetingelser

I TABEL 5.1 er forslagene til grænseværdier for stofudvaskning for restprodukter i Kategori A, Kategori B og Kategori C vist sammen med medianværdier og 90%-fraktiler for udvaskningsresultater for knust beton/tegl og affaldsforbrændingsslagger. Desuden ses de eksisterende udvaskningsgrænseværdier for slagger af Kategori 1+2 og Kategori 3 i Restproduktbekendtgørelsen.

Det fremgår, at medianværdierne for knust beton og tegl overholder grænseværdierne både for Kategori A og Kategori B, mens 90%-fraktilen for knust beton og tegl overholder grænseværdierne for Kategori A. Både medianværdierne og 90%-fraktilen for slaggerne overholder Kategori A-grænseværdierne for alle stoffer undtagen (måske) for Se. Det er tidligere nævnt, at alle Se-resultater for datasættet for slagger er angivet som < 0,02 mg/kg. Det foreslås, at der gøres forsøg på at tilvejebringe målinger af Se-udvaskning slagger med en lavere rapporteringsgrænse. På grund af den betydelige udvaskning af salte (Na, klorid og sulfat) fra slaggerne, vil hverken medianværdierne eller 90%-fraktilen for slaggerne kunne overholde grænseværdierne for Kategori B. Indtil videre vil Kategori B derfor kun være relevant for knust beton og tegl.

Hverken 90%-fraktilerne eller medianværdierne for knust beton og tegl eller for affaldsforbrændingsslaggerne vil kunne overholde Kategori C-grænseværdierne. Faktisk vil det samme være tilfældet for begge materialer selv på 5%-fraktilniveau.

TABEL 5.1 Forslagene til udvaskningsgrænseværdier (Kategori A, B og C) for anvendelse af restprodukter (knust beton og tegl og slagger) til bygge- og anlægsformål. Til sammenligning ses medianværdier (50%-fraktil) og 90%-fraktil for stofudvaskning ved L/S= 2 L/kg for knust beton og tegl og slagger samt de eksisterende udvaskningsgrænseværdier for slagger af Kategori 1+2 og Kategori 3 i Restproduktbekendtgørelsen.

Parameter	Enhed	Forslag til grænseværdier			Knust beton/tegl		Affaldsforbr.slagger		BEK 1672/2016	
		Kategori A	Kategori B	Kategori C	50%-fraktil	90%-fraktil	50%-fraktil	90%-fraktil	Kat 1+2	Kat 3
As	mg/kg	0,1	0,016	0,016	0,0016	0,006	0,01	0,010	0,016	0,1
Ba	mg/kg	2,0	0,60	0,29	0,26	1,9	0,13	0,22	0,60	8
Cd	mg/kg	0,010	0,004	0,00037	0,0001	0,0001	0,0008	0,001	0,004	0,08
Cr tot	mg/kg	0,70	0,20	0,012	0,14	0,34	0,09	0,39	0,02	1
Cu	mg/kg	4,0	0,20	0,093	0,096	0,17	0,12	0,46	0,090	4
Hg	mg/kg	0,0020	0,00050	0,00021	0,00017	0,00020	0,00002	0,000094	0,0002	0,002
Mo	mg/kg	2,0	0,60	0,60	0,040	0,072	0,36	0,52		
Na	mg/kg	3000	500	500	140	220	1168	2406	200	3000
Ni	mg/kg	0,10	0,040	0,016	0,017	0,036	0,004	0,0086	0,02	0,14
Pb	mg/kg	0,10	0,020	0,020	0,001	0,03	0,01	0,010	0,02	0,2
Sb	mg/kg	0,20	0,10	0,10	0,002	0,0022	0,038	0,074		
Se	mg/kg	0,016	0,009	0,00092	0,0042	0,0084	0,02	0,020	0,02	0,06
Zn	mg/kg	1,0	0,20	0,027	0,006	0,01	0,02	0,045	0,2	3
Klorid	mg/kg	4000	400	360	101	262	1698	2948	300	6000
Fluorid	mg/kg	5,0	2,0	2,0	0,86	2,1	0,4	0,79		
Sulfat	mg/kg	6000	500	500	27	658	4090	4525	500	8000
DOC	mg/kg	135	100	6,3	22	59	30	112		

I TABEL 5.2, TABEL 5.3 og TABEL 5.4 er der givet oversigter over anvendelsesmulighederne og anvendelsesbetingelserne for restprodukter i hhv. Kategori A, Kategori B og Kategori C.

TABEL 5.2 Anvendelsesmuligheder og anvendelsesbetingelser for knust beton/tegl og restprodukter af Kategori A.

ID	Scenariebeskrivelse	H	B	Inf	UZ	Andre anlægsbetingelser
		m	m	mm/år	m	
1.1	Veje	H	B	Inf	UZ	Tæt belægning 2
1.2	Veje	m	m	mm/år	m	Tæt belægning 1
1.3	Veje	0,20	10	35	1	Tæt belægning 2
1.4	Veje	0,20	10	70	1	Tæt belægning 1
1.5	Veje	0,20	20	35	1	Tæt belægning 2
1.6	Veje	0,20	20	70	1	Tæt belægning 1
1.7	Veje	0,70	10	35	1	Tæt belægning 2
1.8a	Veje	0,70	10	70	1	Tæt belægning 1
2.1	Stier	0,70	20	35	1	Fast belægning
4.1	Ledningsgrave	0,50	20	70	1	Fast belægning

H: Maksimal lagtykkelse/fyldhøjde af restprodukt

B: Maksimal bredde af vejen/anvendelsen

Inf: Maksimal infiltration af nedbør

UZ: Minimumstykkelse af den umættede zone under applikationen – dvs. minimum 1 m over højeste grundvandsspejl

Tæt belægning 1: Asfalt, beton mv., **der sammen med bortledning af overfladevand** reducerer mængde af vand, der kan infiltrere gennem belægningen og perkolere gennem restproduktet, til maksimalt 70 mm/år

Tæt belægning 2: Asfalt, beton mv., **der sammen med bortledning af overfladevand** reducerer mængde af vand, der kan infiltrere gennem og perkolere gennem restproduktet, til maksimalt 35 mm/år

Fast belægning: asfalt, beton, fliser, minimum 1 m ren jord, som sikrer mod kontakt

TABEL 5.3 Anvendelsesmuligheder og anvendelsesbetingelser for knust beton/tegl og restprodukter af Kategori B.

ID	Scenariebeskrivelse	H	B	Inf	UZ	Andre anlægsbetingelser
		m	m	mm/år	m	
1.1	Veje	0,20	10	35	1	Tæt belægning 2
1.2	Veje	0,20	10	70	1	Tæt belægning 1
1.3	Veje	0,20	20	35	1	Tæt belægning 2
1.4	Veje	0,20	20	70	1	Tæt belægning 1
1.5	Veje	0,70	10	35	1	Tæt belægning 2
1.6	Veje	0,70	10	70	1	Tæt belægning 1
1.7	Veje	0,70	20	35	1	Tæt belægning 2
1.8	Veje	0,70	20	70	1	Tæt belægning 1
1.8a	Veje	0,5	20	70	1	Tæt belægning 1
2.1	Stier	0,20	2	350	1	Fast belægning
3.1	Jernbaneunderbygning	0,50	5	350	1	Fast belægning

ID	Scenariebeskrivelse	H	B	Inf	UZ	Andre anlægsbetingelser
		m	m	mm/år	m	
4.1	Ledningsgrave	1,00	1	350	1	Fast belægning
7.1	Støjvolde, ramper, diger, kældre	5,00	10	70	1	Tæt belægning 1
H: Maksimal lagtykkelse/fyldhøjde af restprodukt						
B: Maksimal bredde af vejen/anvendelsen						
Inf: Maksimal infiltration af nedbør						
UZ: Minimumstykkelse af den umættede zone under applikationen – dvs. minimum 1 m over højeste grundvandsspejl						
Tæt belægning 1: Asfalt, beton mv., der sammen med bortledning af overfladevand reducerer mængde af vand, der kan infiltrere gennem belægningen og perkolere gennem restproduktet, til maksimalt 70 mm/år						
Tæt belægning 2: Asfalt, beton mv., der sammen med bortledning af overfladevand reducerer mængde af vand, der kan infiltrere gennem og perkolere gennem restproduktet, til maksimalt 35 mm/år						
Fast belægning: asfalt, beton, fliser, minimum 1 m ren jord, som sikrer mod kontakt						

TABEL 5.4 Anvendelsesmuligheder og anvendelsesbetingelser for knust beton/tegl og restprodukter af Kategori C.

ID	Scenariebeskrivelse	H	B	Inf	UZ	Andre anlægsbetingelser
		m	m	mm/år	m	
1.1	Veje	0,20	10	35	1	Tæt belægning 2
1.2	Veje	0,20	10	70	1	Tæt belægning 1
1.3	Veje	0,20	20	35	1	Tæt belægning 2
1.4	Veje	0,20	20	70	1	Tæt belægning 1
1.5	Veje	0,70	10	35	1	Tæt belægning 2
1.6	Veje	0,70	10	70	1	Tæt belægning 1
1.7	Veje	0,70	20	35	1	Tæt belægning 2
1.8	Veje	0,70	20	70	1	Tæt belægning 1
1.8a	Veje	0,50	20	70	1	Tæt belægning 1
2.1	Stier	0,20	2	350	1	Fast belægning
3.1	Jernbaneunderbygning	0,50	5	350		Fast belægning
4.1	Ledningsgrave	1,00	1	350	1	Fast belægning
5.1	Pladser	1,00	100	70	1	Tæt belægning 1
5.2	Pladser	1,00	100	350	1	Fast belægning
7.1	Støjvolde, ramper, diger, kældre	5,00	10	70	1	Tæt belægning 1
7.2	Støjvolde, ramper, diger, kældre	5,00	20	70	1	Tæt belægning 1
7.3	Støjvolde, ramper, diger, kældre	5,00	20	350	1	Fast belægning
7.4	Støjvolde, ramper, diger, kældre	10,00	20	70	1	Tæt belægning 1
7.5	Støjvolde, ramper, diger, kældre	10,00	20	350	1	Fast belægning
7.6	Støjvolde, ramper, diger, kældre	10,00	300	350	1	Fast belægning
H: Maksimal lagtykkelse/fyldhøjde af restprodukt						
B: Maksimal bredde af vejen/anvendelsen						
Inf: Maksimal infiltration af nedbør						

UZ: Minimumstykkelse af den umættede zone under applikationen – dvs. minimum 1 m over højeste grundvandsspejl

Tæt belægning 1: Asfalt, beton mv., der sammen med bortledning af overfladevand reducerer mængde af vand, der kan infiltrere gennem belægningen og perkolere gennem restproduktet, til maksimalt 70 mm/år

Tæt belægning 2: Asfalt, beton mv., der sammen med bortledning af overfladevand reducerer mængde af vand, der kan infiltrere gennem og perkolere gennem restproduktet, til maksimalt 35 mm/år

Fast belægning: asfalt, beton, fliser, minimum 1 m ren jord, som sikrer mod kontakt

Det anbefales, at man for alle anvendelsesscenarier fastholder kravet om, at mindste afstand til en drikkevandsboring skal være 30 m. Dette sikrer blandt andet, at også de "gamle" grænseværdier for anvendelse af affaldsforbrændingsslagger er overholdt for slagger.

I TABEL 5.5 ses en samlet oversigt over de krav med hensyn til kategori af restprodukter, som stilles til de enkelte anvendelsesscenarier.

TABEL 5.5 Samlet oversigt over anvendelsesmuligheder og -betingelser for de forskellige kategorier af knust beton og tegl og restprodukter.

ID	Scenariebeskrivelse	H	B	Inf	UZ	Andre anlægs-betingelser	Kategorier af restprodukter, der kan anvendes i de forskellige scenarier		
		m	m	mm/år	m		Kategori A	Kategori B	Kategori C
1.1	Veje	0,20	10	35	1	Tæt belægning 2	X	X	X
1.2	Veje	0,20	10	70	1	Tæt belægning 1	X	X	X
1.3	Veje	0,20	20	35	1	Tæt belægning 2	X	X	X
1.4	Veje	0,20	20	70	1	Tæt belægning 1	X	X	X
1.5	Veje	0,70	10	35	1	Tæt belægning 2	X	X	X
1.6	Veje	0,70	10	70	1	Tæt belægning 1	X	X	X
1.7	Veje	0,70	20	35	1	Tæt belægning 2	X	X	X
1.8	Veje	0,70	20	70	1	Tæt belægning 1		X	X
1.8a	Veje	0,50	20	70	1	Tæt belægning 1	X	X	X
2.1	Stier	0,20	2	350	1	Fast belægning	X	X	X
3.1	Jernbaneunderbygning	0,50	5	350		Fast belægning		X	X
4.1	Ledningsgrave	1,00	1	350	1	Fast belægning	X	X	X
5.1	Pladser	1,00	100	70	1	Tæt belægning 1			X
5.2	Pladser	1,00	100	350	1	Fast belægning			X
7.1	Støjvolde, ramper mv.	5,00	10	70	1	Tæt belægning 1		X	X
7.2	Støjvolde, ramper mv.	5,00	20	70	1	Tæt belægning 1			X
7.3	Støjvolde, ramper mv.	5,00	20	350	1	Fast belægning			X
7.4	Støjvolde, ramper mv.	10,00	20	70	1	Tæt belægning 1			X
7.5	Støjvolde, ramper mv.	10,00	20	350	1	Fast belægning			X
7.6	Støjvolde, ramper mv.	10,00	300	350	1	Fast belægning			X
H: Maksimal lagtykkelse/fylde af restprodukt									
B: Maksimal bredde af vejen/anvendelsen									
Inf: Maksimal infiltration af nedbør									
UZ: Minimumstykkelse af den umættede zone under applikationen – dvs. minimum 1 m over højeste grundvandsspejl									
Tæt belægning 1: Asfalt, beton mv., der sammen med bortledning af overfladevand reducerer mængde af vand, der kan infiltrere gennem belægningen og perkolere gennem restproduktet, til maksimalt 70 mm/år									

Tæt belægning 2: Asfalt, beton mv., der sammen med bortledning af overfladevand reducerer mængde af vand, der kan infiltrere gennem og perkolere gennem restproduktet, til maksimalt 35 mm/år

Fast belægning: asfalt, beton, fliser, minimum 1 m ren jord, som sikrer mod kontakt

6. Referencer

Hjelmar, O., J. Holm, J.G. Hansen, K. Dahlstrøm (2005): Implementation of the EU waste acceptance criteria for landfilling in Denmark. In Proceedings of 10th International Waste Management and Landfill Symposium, October 3-7, Cagliari, Sardinia, 2005.

Rasmussen, P.O., Dahlstrøm, K. (1999): Restprodukters påvirkning af grund- og indvindingsvand. Miljøprojekt nr. 467, Miljøstyrelsen, Miljø- og Energiministeriet, København.

Bilag 1. Estimering af κ

Tabel B1.1 Estimering af κ på grundlag af resultater af kolonneudvaskningstests (EN 14405) på prøver af knust beton og tegl (Miljøprojekt nr. 1991/2018 og Miljøprojekt nr. 2055/2018).

Prøve	Unit	As	Ba	Cr tot	Cu	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Klorid	Fluorid	Sulfat	DOC
1	kg/l	0,30	0,06	0,18	0,60	0,20	0,70	0,51	0,25	0,20	0,60	0,12	0,40	0,60
2	kg/l	0,50	0,10	0,25	0,70	0,25	0,80	0,47	0,25	0,30	0,40	0,30	0,40	0,65
3	kg/l	0,50	0,02	0,22	0,50	0,30	0,70	0,45	0,40	0,20	0,70	0,10	0,20	0,50
4	kg/l	0,50	0,10	0,06	0,30	0,12	0,65	0,37	0,12	0,30	0,60	0,02	0,04	0,40
5	kg/l	0,45	0,10	0,06	0,40	0,12	0,65	0,38	0,20	0,30	0,50	0,06	0,08	0,50
6	kg/l	0,70	0,05	0,25	0,70	0,25	0,80	0,55	0,11	0,70	0,55	0,17	0,30	0,75
7	kg/l	0,45	0,25	0,60	0,45	0,60	0,80	0,53		0,02	0,90	0,10	0,50	0,55
8	kg/l	0,07	0,07	0,10	0,35	0,10	0,65	0,40	0,20	0,05	0,40	0,06	0,10	0,50
9	kg/l	0,40	0,03	0,34	0,38	0,40	0,60	0,40	0,25	0,15	0,60	0,09	0,20	0,40
10	kg/l	0,45	0,10	0,50	0,40	0,50	0,65	0,45		0,09	0,90	0,09	0,30	0,40
Middelværdi	kg/l	0,43	0,088	0,26	0,48	0,28	0,70	0,45	0,22	0,23	0,62	0,11	0,25	0,53
Standardafvigelse	kg/l	0,16	0,064	0,18	0,14	0,17	0,07	0,06	0,09	0,19	0,18	0,08	0,15	0,12
Relativ Std.afv.	%	37	73	71	30	60	11	14	41	84	29	70	61	22
Antal prøver		10	10	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10

Tabel B1.2 Kappaværdier i kg/L estimeret fra kolonneudvaskningstests på 6 slaggeprøver fra Ydernæs (Hjelmar og Rosendal, 2021).

Parameter	Enhed	Felt A	Felt B	Felt C	Felt D	Felt E	Felt F	Middel	Min	Max	N	Default
As	kg/L	0,40	0,40	0,30	0,40	0,03	0,40	0,32	0,03	0,40	6	0,03
Ba	kg/L	0,20	0,20	0,20	0,17	0,20	0,12	0,18	0,12	0,20	6	0,15
Cd	kg/L	0,50	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,50	0,50	0,50	6	0,5
Cr-total	kg/L	0,18	0,18	0,18	0,18	0,25	0,20	0,20	0,18	0,25	6	0,18
Cu	kg/L	0,80	0,50	0,50	0,50	0,80	0,60	0,62	0,50	0,80	6	0,28
Hg	kg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	6	0,05
Mn	kg/L	0,59	0,15	0,25	1,00	0,50		0,50	0,15	1,00	5	
Mo	kg/L	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	6	0,35
Ni	kg/L	1,00	0,90	0,55	0,80	0,80	0,60	0,78	0,55	1,00	6	0,29
Pb	kg/L	0,27	0,03	0,20	0,27	0,40	0,25	0,24	0,03	0,40	6	0,27
Sb	kg/L	0,18	0,20	0,20	0,15	0,20	0,11	0,17	0,11	0,20	6	0,11
Se	kg/L	0,60	0,50	0,60	0,70	0,80	0,50	0,62	0,50	0,80	6	0,38
V	kg/L	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	6	0,04
Zn	kg/L	0,22	0,30	0,25	1,00	0,16	0,10	0,34	0,10	1,00	6	0,28
Na	kg/L	2,00	0,90	1,00	2,00	2,00	1,00	1,48	0,90	2,00	6	
Klorid	kg/L	2,50	2,00	1,50	2,00	2,50	1,50	2,00	1,50	2,50	6	0,57
Sulfat	kg/L	0,65	0,60	0,60	0,80	0,90	0,90	0,74	0,60	0,90	6	0,33
DOC	kg/L	0,40	0,70	0,50	0,60	1,00	0,60	0,63	0,40	1,00	6	0,17
Værdier med rødt er generelle defaultværdier for kappa.												
De er anvendt, når for mange kolonneudvaskningsdata er under detektionsgrænsen												

Bilag 2. Udvaskningsdata

Udvaskningsresultater ved L/S = 2 L/kg (EN 12457-1) for knust beton og tegl fra 2016-2017 (Miljøprojekt nr. 1991/2018)

Parameter	Enhed	5%-fraktil	10%-fraktil	20%-fraktil	30%-fraktil	40%-fraktil	50%-fraktil	60%-fraktil	70%-fraktil	80%-fraktil	90%-fraktil	95%-fraktil	N
pH	-	11,4	11,5	11,7	12,05	12,2	12,3	12,3	12,4	12,4	12,6	12,6	36
As	mg/kg	0,0004	0,001	0,00076	0,0009	0,001	0,0011	0,0014	0,00182	0,0026	0,005	0,0058	36
Ba	mg/kg	0,052	0,054	0,078	0,185	0,42	1,0	1,2	1,4	2,4	3,5	4,1	36
Cd	mg/kg	0,00006	0,00006	0,00006	6E-05	6E-05	0,00006	0,00006	0,00006	0,00006	0,00006	0,000061	36
Cr	mg/kg	0,025	0,028	0,032	0,034	0,048	0,063	0,088	0,115	0,134	0,19	0,2	36
Cu	mg/kg	0,024	0,039	0,044	0,052	0,062	0,078	0,08	0,09	0,094	0,105	0,1225	36
Hg	mg/kg	0,00020	0,00020	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	36
Mn	mg/kg	0,0020	0,0020	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	36
Mo	mg/kg	0,0088	0,010	0,012	0,0155	0,0192	0,025	0,034	0,039	0,046	0,058	0,0605	36
Na	mg/kg	56	66	90	94	108	118	142	156	182	250	350	36
Ni	mg/kg	0,0043	0,0051	0,009	0,011	0,012	0,014	0,015	0,019	0,024	0,029	0,034	36
Pb	mg/kg	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0007	0,0011	0,0016	0,0021	0,0024	0,0028	0,0044	36
Sb	mg/kg	0,00040	0,00040	0,0004	0,0004	0,0005	0,00058	0,00082	0,00097	0,0012	0,0018	0,001925	36
Se	mg/kg	0,0040	0,0040	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,0055	0,0076	36
Zn	mg/kg	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,0081	0,0105	36
Klorid	mg/kg	17	20	36	61	72	92	102	122	146	201	310	36
Fluorid	mg/kg	0,39	0,40	0,50	0,68	0,74	0,79	0,86	1,0	1,0	2,1	3,0	36
Sulfat	mg/kg	2,0	2,0	3,2	4,0	4,6	8,5	48	96	136	199	610	36
DOC	mg/kg	8,8	11	12	15	16	21	22	29	32	41	45	36

Udvaskningsresultater ved L/S = 2 L/kg (EN 12457-1) for knust beton og tegl fra 2021-2023 (leveret af branchen, 2024)

Parameter	Enhed	5%-fraktil	10%-fraktil	20%-fraktil	30%-fraktil	40%-fraktil	50%-fraktil	60%-fraktil	70%-fraktil	80%-fraktil	90%-fraktil	95%-fraktil	N
pH		10,8	11,0	11,1	11,4	11,5	11,9	12	12	12	12	12	55
As	mg/kg	0,00094	0,0011	0,0015	0,0016	0,0016	0,0026	0,0041	0,0050	0,0054	0,0064	0,0078	55
Ba	mg/kg	0,050	0,055	0,06	0,067	0,092	0,12	0,24	0,36	0,53	1,4	1,6	55
Cd	mg/kg	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	55
Cr	mg/kg	0,087	0,095	0,12	0,14	0,16	0,19	0,24	0,30	0,34	0,39	0,42	55
Cu	mg/kg	0,057	0,066	0,081	0,098	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,21	0,24	55
Hg	mg/kg	0,00006	0,00006	0,00006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,00014	0,00017	0,00024	0,00033	55
Mn	mg/kg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	55
Mo	mg/kg	0,019	0,026	0,028	0,038	0,043	0,048	0,059	0,062	0,070	0,076	0,079	55
Na	mg/kg	119	145	169	170	170	184	198	200	200	206	213	8
Ni	mg/kg	0,0067	0,01024	0,014	0,016	0,018	0,019	0,020	0,024	0,030	0,038	0,039	55
Pb	mg/kg	0,0006	0,0006	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0019	0,0031	0,011	0,30	0,30	55
Sb	mg/kg	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0020	0,0031	0,0048	55
Se	mg/kg	0,0023	0,0029	0,0035	0,0044	0,0051	0,0054	0,0062	0,0070	0,0078	0,0098	0,011	55
Zn	mg/kg	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	55
Klorid	mg/kg	99	118	146	168	193	210	220	220	256	298	319	8
Fluorid	mg/kg	1	1	1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	2,7	4,5	8
Sulfat	mg/kg	7,6	8,0	36	81	104	132	263	645	784	900	970	8
DOC	mg/kg	25	28	36	47	51	57	64	69	78	85	87	8

Markeringen med gult angiver, at pH > 12 er angivet som pH = 12.

Kombination af datasættene for udvaskning fra beton og tegl fra 2016/2017 og 2021-2023. Udvaskningen er gennemført i henhold til EN 12457-1.

Parameter	Enhed	5%-fraktil	10%-fraktil	20%-fraktil	30%-fraktil	40%-fraktil	50%-fraktil	60%-fraktil	70%-fraktil	80%-fraktil	90%-fraktil	95%-fraktil	N
pH	-	11,4	11,5	11,7	12,05	12,2	12,3	12,3	12,4	12,4	12,6	12,6	36
As	mg/kg	0,0006	0,00076	0,0010	0,0012	0,0016	0,0016	0,0026	0,0040	0,0050	0,0060	0,0074	91
Ba	mg/kg	0,050	0,054	0,062	0,078	0,11	0,26	0,40	0,74	1,4	1,9	3,4	91
Cd	mg/kg	0,00006	0,00006	0,00006	0,00006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	91
Cr	mg/kg	0,029	0,034	0,064	0,092	0,12	0,14	0,16	0,20	0,28	0,34	0,40	91
Cu	mg/kg	0,039	0,044	0,062	0,076	0,086	0,096	0,11	0,12	0,14	0,17	0,23	91
Hg	mg/kg	0,00006	0,00006	0,0001	0,0001	0,00013	0,00017	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,00028	91
Mn	mg/kg	0,002	0,002	0,002	0,002	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	91
Mo	mg/kg	0,010	0,013	0,020	0,028	0,034	0,040	0,048	0,058	0,062	0,072	0,077	91
Na	mg/kg	59	68	91	101	112	140	156	170	200	220	314	44
Ni	mg/kg	0,0047	0,0060	0,011	0,014	0,015	0,017	0,019	0,022	0,028	0,036	0,039	91
Pb	mg/kg	0,00040	0,00042	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0018	0,0024	0,0034	0,03	0,3	91
Sb	mg/kg	0,0004	0,0004	0,0006	0,0012	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0022	0,0039	91
Se	mg/kg	0,0028	0,0032	0,004	0,004	0,004	0,0042	0,0052	0,0058	0,0070	0,0084	0,010	91
Zn	mg/kg	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,01	0,01	0,010	0,01	91
Klorid	mg/kg	17	22	54	72	82	101	122	147	189	262	334	44
Fluorid	mg/kg	0,4	0,41	0,56	0,74	0,78	0,86	1,0	1,0	1,1	2,1	3,0	44
Sulfat	mg/kg	2	2,0	3,5	4,2	7,3	27	75	128	172	658	828	44
DOC	mg/kg	9,3	11	13	16	20	22	30	32	43	59	70	44

Resultater og median og 90%-fraktil fra batchudvaskning af 11 affaldsforbrændings-slagger ved L/S = 2 L/kg i henhold til EN 12457-1 (Miljøprojekt nr. 2205/2022).

Parameter	Enhed	Prøve A	Prøve B	Prøve C	Prøve D	Prøve E	Prøve F	Prøve G	Prøve H	Prøve I	Prøve J	Prøve K	Median	90%-fraktil
As	mg/kg	0,013	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Ba	mg/kg	0,037	0,163	0,083	0,085	0,494	0,212	0,142	0,223	0,133	0,119	0,117	0,13	0,22
Cd	mg/kg	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0026	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,001
Cr-tot	mg/kg	0,16	0,11	0,36	0,071	0,39	0,028	0,052	0,041	0,085	0,046	0,69	0,085	0,39
Cu	mg/kg	0,21	0,06	0,10	0,05	0,55	0,12	0,06	0,28	0,06	0,46	0,26	0,12	0,46
Hg	mg/kg	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00069	0,00002	0,00009	0,00002	0,00002	0,000094
Mo	mg/kg	0,43	0,27	0,36	0,24	0,42	0,28	0,36	0,36	0,27	0,65	0,52	0,36	0,52
Na	mg/kg	1554	1038	908	855	2819	1168	1026	1843	1007	2406	2052	1168	2406
Ni	mg/kg	0,0040	0,0040	0,0040	0,0040	0,0074	0,0040	0,0076	0,0095	0,0040	0,0086	0,0048	0,0040	0,0086
Pb	mg/kg	0,013	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Sb	mg/kg	0,060	0,024	0,074	0,020	0,089	0,038	0,048	0,035	0,057	0,020	0,020	0,038	0,074
Se	mg/kg	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Zn	mg/kg	0,045	0,004	0,021	0,004	0,023	0,020	0,015	0,195	0,015	0,017	0,020	0,020	0,045
Klorid	mg/kg	1335	673	1193	613	4899	1698	1869	2234	1371	2948	2495	1698	2948
Fluorid	mg/kg	0,85	0,20	0,70	0,20	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,79	0,40	0,402	0,79
Sulfat	mg/kg	1201	4417	596	4525	4619	3795	4090	4387	3800	4331	2776	4090	4525
DOC	mg/kg	61	12	16	13	126	30	15	30	9,1	49	112	30	112

Bilag 3. Alle scenarier vurderet i forhold til 90%-fraktilen for knust beton og tegl

I dette bilag er E_{MAX} (potentielle grænseværdier) og $E_{L/S=2}/E_{MAX}$ beregnet for alle medtagne stoffer og alle scenarier (og alle POC'er). 90%-fraktilen ($E_{L/S=2}$) for udvaskningsdata ved $L/S = 2$ L/kg for knust beton og tegl og de anvendte værdier af κ , K_d , C_{Baggr} og C_{GVK} , som er ens for alle scenarierne, er vist i nedenstående tabel. De tilfælde, hvor $E_{L/S=2}/E_{MAX}$ er større end 1 (og grænseværdien derved er overskredet), er angivet med rødt.

Parameter	Knust beton $L/S=2$ L/kg	Udvaskning	Sorption	Baggrunds koncentration	GVK
	90%-fraktil	Kappa	Kd	$C_{Baggr.}$	C_{GVK}
	mg/kg	kg/l	l/kg	µg/l	µg/l
As	0,006	0,43	20	0,54	4,3
Ba	1,9	0,09	14	71	90
Cd	0,0001	0,5	20	0,011	0,08
Cr tot	0,34	0,26	23	0,04	2,5
Cu	0,17	0,48	100	0,41	4,9
Hg	0,00020	0,05	20	0,01	0,07
Mo	0,072	0,28	15	0,7	67
Na	220	0,7	5,2	0	175000
Ni	0,036	0,45	20	1,1	4
Pb	0,03	0,22	100	0,03	1,2
Sb	0,0022	0,23	7	0,05	113
Se	0,0084	0,38	5	0,05	0,15
Zn	0,01	0,28	20	3,1	7,8
Klorid	262	0,62	0	25000	250000
Fluorid	2,1	0,11	2	500	1500
Sulfat	658	0,25	0	50000	250000
DOC	59	0,53	0	0	4000

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}				
		90%-fraktil	1.1-Vej-20cm-10m-35mm				1.1-Vej-20cm-10m-35mm			
		mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
As	0,006	76	108	222	6502	0,000079	0,000056	0,000027	0,0000009	
Ba	1,9	33	43	69	284	0,058	0,044	0,028	0,00669	
Cd	0,0001	1,5	2,1	4,2	110	0,000068	0,000048	0,000024	0,0000009	
Cr tot	0,34	140	242	977	1063385082	0,0024	0,0014	0,00035	0,0000000003	
Cu	0,17									
Hg	0,0002	0,79	1,2	3,3	5292	0,00025	0,00016	0,00006	0,00000004	
Mo	0,072	246	320	514	2184	0,00029	0,00022	0,00014	0,000033	
Na	220	221392	267996	369146	793504	0,0010	0,0008	0,00060	0,00028	
Ni	0,036	59	84	173	4883	0,00061	0,00043	0,00021	0,0000074	
Pb	0,03									
Sb	0,0022	102	123	170	365	0,000022	0,000018	0,000013	0,0000060	
Se	0,0084	0,09	0,11	0,15	0,3	0,09	0,075	0,055	0,025	
Zn	0,01	82	118	251	11655	0,000123	0,000085	0,000040	0,0000009	
Klorid	262	129573	134254	141549	167425	0,0020	0,0020	0,0019	0,0016	
Fluorid	2,1	299	362	498	1069	0,0070	0,0058	0,0042	0,0020	
Sulfat	658	131008	135692	143119	169127	0,0050	0,0048	0,0046	0,0039	
DOC	59	2377	2462	2598	3070	0,025	0,024	0,023	0,019	

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
		1.2-Vej-20cm-10m-70mm				1.2-Vej-20cm-10m-70mm			
	90%-fraktil	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	7,1	8,5	12	31	0,00085	0,00071	0,00051	0,00019
Ba	1,9	8,7	10	14	31	0,22	0,18	0,13	0,062
Cd	0,0001	0,14	0,17	0,24	0,63	0,00070	0,00059	0,00042	0,00016
Cr tot	0,34	3,8	4,7	7,1	30	0,088	0,072	0,048	0,011
Cu	0,17								
Hg	0,0002	0,023	0,028	0,043	0,15	0,0087	0,0070	0,0047	0,0013
Mo	0,072	76	92	127	273	0,00095	0,00078	0,00057	0,00026
Na	220	119760	144983	199780	430265	0,0018	0,0015	0,0011	0,00051
Ni	0,036	5,6	6,7	9	25	0,0064	0,0054	0,0039	0,0014
Pb	0,03								
Sb	0,0022	56	67	93	200	0,000039	0,000033	0,000024	0,000011
Se	0,0084	0,051	0,061	0,085	0,18	0,17	0,14	0,10	0,05
Zn	0,01	6,6	7,9	11	30,2	0,0015	0,0013	0,00092	0,00033
Klorid	262	17650	21336	29396	62892	0,015	0,012	0,0089	0,0042
Fluorid	2,1	156	189	260	557	0,013	0,011	0,0081	0,0038
Sulfat	658	17719	21405	29448	62980	0,037	0,031	0,0223	0,0104
DOC	59	323	391	537	1152	0,18	0,15	0,110	0,051

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}				
		90%-fraktil	1.3-Vej-20cm-20m-35mm				1.3-Vej-20cm-20m-35mm			
		mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
As	0,006	42	61	128	4786	0,00014	0,00010	0,000047	0,000001	
Ba	1,9	15	19	29	101	0,13	0,10	0,07	0,019	
Cd	0,0001	0,81	1,2	2	80	0,00012	0,000086	0,000041	0,0000013	
Cr tot	0,34	85	153	711	1030231756	0,0040	0,0022	0,00048	0,0000000003	
Cu	0,17									
Hg	0,0002	0,46	0,73	2,1	4879	0,00044	0,00027	0,000097	0,000000041	
Mo	0,072	113	143	218	747	0,00064	0,00050	0,00033	0,000096	
Na	220	125393	151036	207038	440054	0,0018	0,0015	0,0011	0,00050	
Ni	0,036	33	48	100	3577	0,0011	0,00076	0,00036	0,000010	
Pb	0,03									
Sb	0,0022	57	69	94	201	0,000038	0,000032	0,000023	0,000011	
Se	0,0084	0,05	0,06	0,09	0,18	0,16	0,13	0,10	0,046	
Zn	0,01	46	67	147	9024	0,00022	0,00015	0,00007	0,00000	
Klorid	262	17916	21571	29537	62713	0,015	0,012	0,0089	0,0042	
Fluorid	2,1	161	194	265	562	0,013	0,011	0,0079	0,0037	
Sulfat	658	18155	21850	29908	63407	0,036	0,030	0,022	0,0104	
DOC	59	328	395	542	1150	0,18	0,15	0,11	0,051	

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimaL udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
		1.4-Vej-20cm-20m-70mm				1.4-Vej-20cm-20m-70mm			
		90%-fraktil mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	3,7	4,4	6,1	16,7	0,0016	0,0014	0,0010	0,0004
Ba	1,9	4,6	5,5	7,5	15,8	0,41	0,34	0,25	0,12
Cd	0,0001	0,074	0,089	0,12	0,33	0,0013	0,0011	0,00082	0,00030
Cr tot	0,34	2,0	2,5	3,8	16,6	0,17	0,14	0,089	0,020
Cu	0,17								
Hg	0,0002	0,012	0,015	0,023	0,08	0,016	0,013	0,0088	0,0024
Mo	0,072	39,7	47,8	65,5	139,3	0,0018	0,0015	0,0011	0,00052
Na	220	62525	75285	103172	219437	0,0035	0,0029	0,0021	0,0010
Ni	0,036	2,9	3,5	4,8	13,2	0,012	0,010	0,0075	0,0027
Pb	0,03								
Sb	0,0022	29	35	48	102	0,000076	0,000063	0,000046	0,000022
Se	0,0084	0,027	0,032	0,04	0,09	0,32	0,26	0,19	0,09
Zn	0,01	3,4	4,1	5,7	16,1	0,0029	0,0024	0,0018	0,00062
Klorid	262	9213	11083	15163	32052	0,028	0,024	0,017	0,0082
Fluorid	2,1	82	98	134	284	0,026	0,021	0,016	0,0074
Sulfat	658	9272	11140	15222	32114	0,071	0,059	0,043	0,020
DOC	59	168	203	277	587	0,35	0,29	0,21	0,10

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	90%-fraktil	1.5-Vej-70cm-10m-35mm				1.5-Vej-70cm-10m-35mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	66	92	183	3489	0,00009	0,000065	0,000033	0,000002
Ba	1,9	19	25	39	147	0,10	0,077	0,049	0,013
Cd	0,0001	0,71	1,1	2,5	374	0,00014	0,000094	0,000041	0,0000003
Cr tot	0,34	98	160	492	11572995	0,0035	0,00213	0,00069	0,000000029
Cu	0,17								
Hg	0,0002	0,77	1,3	4,2	244646	0,00026	0,00016	0,000047	0,0000000008
Mo	0,072	96	125	198	783	0,00075	0,00058	0,00036	0,000092
Na	220	79419	96130	132395	284472	0,0028	0,0023	0,0017	0,00077
Ni	0,036	27	41	106	96363	0,0013	0,00087	0,00034	0,00000037
Pb	0,03								
Sb	0,0022	44	53	73	156	0,000050	0,000042	0,000030	0,000014
Se	0,0084	0,038	0,046	0,063	0,13	0,22	0,18	0,13	0,06
Zn	0,01	65	93	187	4465	0,00015	0,00011	0,000053	0,000002
Klorid	262	27308	33029	45463	97578	0,0096	0,0079	0,0058	0,0027
Fluorid	2,1	214	258	355	762	0,010	0,0081	0,0059	0,0028
Sulfat	658	30940	37416	51486	110434	0,021	0,018	0,013	0,0060
DOC	59	513	620	854	1834	0,12	0,095	0,069	0,032

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	90%-fraktil	1.6-Vej-70cm-10m-70mm				1.6-Vej-70cm-10m-70mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	2,1	2,5	3,6	11,0	0,0029	0,0024	0,0017	0,00054
Ba	1,9	3,8	4,6	6,2	13,6	0,50	0,42	0,30	0,14
Cd	0,0001	0,041	0,049	0,070	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr tot	0,34	1,3	1,7	2,7	13,8	0,26	0,20	0,13	0,02
Cu	0,17								
Hg	0,0002	0,014	0,017	0,027	0,11	0,015	0,012	0,0073	0,0018
Mo	0,072	24	29	40	86	0,0030	0,0025	0,0018	0,0008
Na	220	39802	48175	66358	142757	0,0055	0,0046	0,0033	0,0015
Ni	0,036	1,6	2,0	2,8	8,6	0,022	0,018	0,013	0,0042
Pb	0,03								
Sb	0,0022	22	27	37	79	0,00010	0,00008	0,00006	0,00003
Se	0,0084	0,019	0,023	0,032	0,07	0,44	0,37	0,27	0,12
Zn	0,01	2,0	2,5	3,6	12,1	0,0049	0,0040	0,0028	0,00083
Klorid	262	13820	16696	22956	49193	0,019	0,016	0,011	0,0053
Fluorid	2,1	108	130	179	383	0,019	0,016	0,012	0,0055
Sulfat	658	15626	18880	25937	55523	0,042	0,035	0,025	0,012
DOC	59	259	313	431	923	0,23	0,19	0,14	0,064

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	90%-fraktil	1.7-Vej-70cm-20m-35mm				1.7-Vej-70cm-20m-35mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	23	35	85	23942	0,00026	0,00017	0,000071	0,00000025
Ba	1,9	13	17	28	127	0,15	0,11	0,068	0,015
Cd	0,0001	0,41	0,62	1,5	302	0,00024	0,00016	0,000067	0,00000033
Cr tot	0,34	96	260	6380	243714706938529000	0,0035	0,00131	0,000053	
Cu	0,17								
Hg	0,0002	0,45	0,76	2,5	55719	0,00044	0,00026	0,000080	0,0000000036
Mo	0,072	66	88	148	766	0,0011	0,00082	0,00049	0,000094
Na	220	38488	46361	63556	135106	0,0057	0,0047	0,0035	0,0016
Ni	0,036	18	27	65	16454	0,0020	0,00135	0,00056	0,0000022
Pb	0,03								
Sb	0,0022	21,55	25,96	35,58	75,6	0,00010	0,000085	0,000062	0,000029
Se	0,0084	0,019	0,022	0,031	0,06	0,45	0,38	0,27	0,13
Zn	0,01	30	47	122	94485	0,0003	0,00021	0,00008	0,00000011
Klorid	262	14184	17073	23383	49610	0,018	0,015	0,011	0,0053
Fluorid	2,1	110	132	180	382	0,019	0,016	0,012	0,0055
Sulfat	658	16093	19364	26503	56175	0,041	0,034	0,025	0,012
DOC	59	266	320	439	932	0,22	0,18	0,13	0,063

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	90%-fraktil	1.8-Vej-70cm-20m-70mm				1.8-Vej-70cm-20m-70mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	0 m	10 m	30 m	100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	1,1	1,3	1,9	5,9	0,0056	0,0046	0,0032	0,0010
Ba	1,9	2,0	2,3	3,1	6,8	0,97	0,82	0,60	0,28
Cd	0,0001	0,021	0,026	0,037	0,11	0,0047	0,0039	0,0027	0,001
Cr tot	0,34	0,70	0,9	1,4	7,9	0,48	0,38	0,24	0,043
Cu	0,17								
Hg	0,0002	0,0073	0,009	0,015	0,063	0,027	0,022	0,014	0,0032
Mo	0,072	11,7	14,0	19,2	41,0	0,0062	0,0051	0,0037	0,0018
Na	220	19421	23384	32045	68146	0,011	0,009	0,0069	0,0032
Ni	0,036	0,85	1,0	1,5	4,6	0,042	0,035	0,025	0,0077
Pb	0,03								
Sb	0,0022	10,9	13,2	18,0	38,2	0,00020	0,00017	0,00012	0,000058
Se	0,0084	0,009	0,011	0,016	0,033	0,89	0,74	0,54	0,26
Zn	0,01	1,1	1,3	1,9	6,6	0,0093	0,0077	0,0052	0,0015
Klorid	262	7215	8671	11856	25062	0,036	0,030	0,022	0,0105
Fluorid	2,1	56	67	91	193	0,038	0,031	0,023	0,011
Sulfat	658	8184	9828	13416	28313	0,080	0,067	0,049	0,023
DOC	59	135	162	222	470	0,44	0,36	0,27	0,13

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	90%-fraktil	2.1-Sti-20cm-2m-350mm				2.1-Sti-20cm-2m-350mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	7,8	9,3	13,4	32,4	0,00077	0,00064	0,00045	0,00019
Ba	1,9	8,0	10,1	14,4	34,1	0,24	0,19	0,13	0,056
Cd	0,0001	0,16	0,19	0,27	0,7	0,00063	0,00052	0,00036	0,00015
Cr tot	0,34	4,0	4,8	6,9	16,5	0,085	0,071	0,050	0,021
Cu	0,17	51,8	66,0	146,7	5355242,3	0,0033	0,0026	0,0012	0,000000032
Hg	0,0002	0,023	0,027	0,038	0,09	0,0089	0,0075	0,0053	0,0022
Mo	0,072	71,5	91,1	131,5	318,4	0,0010	0,00079	0,00055	0,00023
Na	220	95593	121882	175574	424653	0,0023	0,0018	0,0013	0,00052
Ni	0,036	6,2	7,4	10,7	25,8	0,0058	0,0048	0,0034	0,0014
Pb	0,03	7,3	9,4	21,2	894553	0,0041	0,0032	0,0014	0,000000034
Sb	0,0022	53	67	96	229	0,000042	0,000033	0,000023	0,000010
Se	0,0084	0,05	0,06	0,09	0,21	0,17	0,13	0,09	0,04
Zn	0,01	7,1	8,4	12	29	0,0014	0,0012	0,00082	0,00034
Klorid	262	18617	23328	32990	70467	0,014	0,011	0,0079	0,0037
Fluorid	2,1	149	186	260	586	0,014	0,011	0,0081	0,0036
Sulfat	658	17722	22246	30112	66981	0,037	0,030	0,022	0,0098
DOC	59	335	422	588	1271	0,18	0,14	0,10	0,046

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	90%-fraktil	3.1-Jernb-50cm-5m-350mm				3.1-Jernb-50cm-5m-350mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	1,2	1,5	2,1	5,0	0,0049	0,0040	0,0028	0,0012
Ba	1,9	1,9	2,3	3,1	7,0	1,02	0,84	0,61	0,27
Cd	0,0001	0,025	0,030	0,043	0,10	0,0041	0,0033	0,0023	0,0010
Cr(tot)	0,34	0,7	0,8	1,1	2,7	0,52	0,43	0,30	0,13
Cu	0,17	8,3	10	26	1607475	0,021	0,016	0,0066	0,00000011
Hg	0,0002	0,0051	0,0061	0,0085	0,019	0,039	0,033	0,024	0,010
Mo	0,072	12,5	15,5	22,1	52,3	0,0058	0,0046	0,0033	0,0014
Na	220	19204	23787	33899	79987	0,011	0,009	0,0065	0,0028
Ni	0,036	1,0	1,2	1,7	4,0	0,037	0,030	0,021	0,0090
Pb	0,03	1,2	1,5	4,0	350395	0,025	0,019	0,0075	0,000000086
Sb	0,0022	10,7	13,2	18,7	42,9	0,00020	0,00017	0,00012	0,000051
Se	0,0084	0,010	0,012	0,017	0,04	0,88	0,71	0,51	0,22
Zn	0,01	1,2	1,4	2,0	4,7	0,0086	0,0071	0,0050	0,0021
Klorid	262	6240	7527	10229	22292	0,042	0,035	0,026	0,012
Fluorid	2,1	47	57	79	171	0,045	0,037	0,027	0,012
Sulfat	658	6621	7998	11065	23413	0,099	0,082	0,059	0,028
DOC	59	116	138	190	410	0,51	0,43	0,31	0,14

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	90%-fraktil	4.1-Ledngr-100cm-1m-350mm				4.1-Ledngr-100cm-1m-350mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	3,1	3,7	5,3	13	0,0019	0,0016	0,0011	0,0005
Ba	1,9	6,1	7,6	11	24	0,31	0,25	0,18	0,08
Cd	0,0001	0,062	0,074	0,11	0,25	0,0016	0,0014	0,00095	0,00040
Cr tot	0,34	1,7	2,1	2,9	6,9	0,20	0,16	0,116	0,049
Cu	0,17	19	24	58	3365098	0,0089	0,0070	0,0029	0,000000051
Hg	0,0002	0,018	0,021	0,030	0,067	0,011	0,0093	0,0067	0,0030
Mo	0,072	36	45	64	148	0,0020	0,0016	0,00113	0,00049
Na	220	57820	72885	103217	238999	0,0038	0,0030	0,0021	0,0009
Ni	0,036	2,5	2,9	4,2	10	0,015	0,012	0,0086	0,0036
Pb	0,03	2,8	3,7	9,6	952114	0,0105	0,0081	0,0031	0,000000032
Sb	0,0022	35	44	62	140	0,000062	0,000050	0,000035	0,000016
Se	0,0084	0,030	0,038	0,053	0,12	0,28	0,22	0,16	0,070
Zn	0,01	3,1	3,7	5,2	12,4	0,0032	0,0027	0,0019	0,0008
Klorid	262	26134	32281	44890	96686	0,010	0,0081	0,0058	0,0027
Fluorid	2,1	194	241	334	728	0,011	0,0087	0,0063	0,0029
Sulfat	658	29464	36630	50539	109182	0,022	0,018	0,013	0,0060
DOC	59	490	606	845	1814	0,12	0,097	0,070	0,033

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	90%-fraktil	5.1-Plads-100cm-100m-70mm				5.1-Plads-100cm-100m-70mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	0,28	0,34	0,47	1,45	0,022	0,018	0,013	0,0041
Ba	1,9	0,63	0,74	0,75	1,51	3,0	2,6	2,5	1,3
Cd	0,0001	0,0054	0,0065	0,0090	0,027	0,019	0,015	0,011	0,0037
Cr tot	0,34	0,23	0,30	0,46	2,35	1,5	1,1	0,73	0,14
Cu	0,17								
Hg	0,0002	0,0027	0,0034	0,0050	0,019	0,075	0,058	0,040	0,011
Mo	0,072	2,9	3,4	4,2	8,1	0,025	0,021	0,017	0,0088
Na	220	4842	5789	7166	12960	0,045	0,038	0,031	0,017
Ni	0,036	0,22	0,26	0,36	1,12	0,16	0,14	0,10	0,03
Pb	0,03								
Sb	0,0022	2,90	3,53	4,29	7,75	0,00	0,00	0,00	0,00
Se	0,0084	0,0025	0,0030	0,0036	0,007	3,3	2,8	2,3	1,3
Zn	0,01	0,30	0,37	0,52	1,7	0,03	0,03	0,019	0,0059
Klorid	262	2199	2795	3208	5788	0,12	0,094	0,082	0,045
Fluorid	2,1	17	22	24	44	0,12	0,097	0,087	0,048
Sulfat	658	2582	3288	3700	6674	0,25	0,20	0,18	0,099
DOC	59	41	52	61	109	1,4	1,1	0,97	0,54

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg 90%-fraktil	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
		5.2-Plads-100cm-100m-350mm				5.2-Plads-100cm-100m-350mm			
		POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	0,10	0,12	0,15	0,27	0,057	0,050	0,040	0,022
Ba	1,9	0,29	0,31	0,36	0,53	6,5	6,1	5,3	3,6
Cd	0,0001	0,0021	0,0024	0,0030	0,0054	0,048	0,042	0,033	0,018
Cr tot	0,34	0,056	0,064	0,08	0,14	6,1	5,3	4,2	2,4
Cu	0,17	0,85	1,3	4,0	30387	0,20	0,13	0,042	0,0000056
Hg	0,0002	0,00048	0,00055	0,00068	0,0012	0,41	0,37	0,29	0,17
Mo	0,072	1,1	1,3	1,6	2,8	0,066	0,057	0,045	0,026
Na	220	1764	2018	2540	4476	0,12	0,11	0,087	0,049
Ni	0,036	0,08	0,10	0,12	0,21	0,43	0,38	0,30	0,17
Pb	0,03	0,13	0,21	0,70	7553	0,22	0,14	0,043	0,0000040
Sb	0,0022	0,98	1,1	1,4	2,4	0,0022	0,0020	0,0016	0,00090
Se	0,0084	0,0009	0,0010	0,0013	0,0022	9,1	8,1	6,5	3,8
Zn	0,01	0,10	0,12	0,15	0,26	0,10	0,08	0,07	0,04
Klorid	262	630	709	880	1479	0,42	0,37	0,30	0,18
Fluorid	2,1	5,5	6,1	7,4	12	0,38	0,34	0,28	0,17
Sulfat	658	751	844	1025	1691	0,88	0,78	0,64	0,39
DOC	59	11	13	16	27	5,2	4,6	3,7	2,2

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg 90%-fraktil	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
		7.1-Støjt-500cm-10m-70mm				7.1-Støjt-500cm-10m-70mm			
		POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	0,64	0,80	1,3	5,2	0,009	0,007	0,005	0,0012
Ba	1,9	2,2	2,7	3,7	9,0	0,86	0,71	0,51	0,21
Cd	0,0001	0,012	0,014	0,023	0,09	0,01	0,01	0,00	0,001
Cr tot	0,34	0,62	0,8	1,4	9	0,55	0,41	0,24	0,036
Cu	0,17								
Hg	0,0002	0,011	0,014	0,023	0,10	0,018	0,014	0,0088	0,0020
Mo	0,072	7,8	9,6	14	34	0,0092	0,0075	0,0053	0,0021
Na	220	13699	16573	22808	48936	0,016	0,013	0,010	0,0045
Ni	0,036	0,49	0,6	1,0	3,9	0,074	0,058	0,037	0,009
Pb	0,03								
Sb	0,0022	11	13	18	38	0,00021	0,00017	0,00012	0,000057
Se	0,0084	0,009	0,010	0,014	0,031	0,97	0,80	0,58	0,27
Zn	0,01	0,82	1,0	1,6	7,0	0,012	0,010	0,0061	0,0014
Klorid	262	12238	14792	20337	43560	0,021	0,018	0,013	0,0060
Fluorid	2,1	88	106	146	311	0,024	0,020	0,014	0,0067
Sulfat	658	14747	17815	24479	52373	0,045	0,037	0,027	0,0126
DOC	59	233	281	387	829	0,25	0,21	0,15	0,071

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg 90%-fraktil	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
		7.2-Støjt-500cm-20m-70mm				7.2-Støjt-500cm-20m-70mm			
		POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	0,34	0,43	0,67	2,9	0,018	0,014	0,009	0,0021
Ba	1,9	1,2	1,5	2,0	4,8	1,6	1,3	0,95	0,40
Cd	0,0001	0,0061	0,0077	0,012	0,051	0,016	0,013	0,0083	0,0020
Cr tot	0,34	0,34	0,45	0,8	5,5	1,0	0,75	0,43	0,062
Cu	0,17								
Hg	0,0002	0,0059	0,0076	0,012	0,056	0,034	0,026	0,016	0,0035
Mo	0,072	4,1	5,0	7,0	18	0,018	0,014	0,0102	0,0041
Na	220	7145	8597	11766	24931	0,031	0,026	0,019	0,009
Ni	0,036	0,26	0,33	0,52	2,2	0,14	0,11	0,070	0,017
Pb	0,03								
Sb	0,0022	5,6	6,7	9,2	19	0,00039	0,00033	0,00024	0,00011
Se	0,0084	0,005	0,005	0,007	0,016	1,8	1,5	1,1	0,54
Zn	0,01	0,44	0,56	0,89	3,9	0,023	0,018	0,011	0,0026
Klorid	262	6393	7685	10503	22198	0,041	0,034	0,025	0,012
Fluorid	2,1	46	56	76	159	0,045	0,038	0,028	0,013
Sulfat	658	7725	9277	12663	26713	0,085	0,071	0,052	0,025
DOC	59	121	146	200	422	0,49	0,40	0,30	0,14

Parameter	Knut beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
		7.3-Støjt-500cm-20m-350mm				7.3-Støjt-500cm-20m-350mm			
	90%-fraktil	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	0,17	0,20	0,27	0,58	0,035	0,030	0,022	0,010
Ba	1,9	1,08	1,27	1,67	3,33	1,8	1,5	1,1	0,57
Cd	0,0001	0,003	0,004	0,005	0,010	0,033	0,028	0,020	0,010
Cr tot	0,34	0,12	0,14	0,20	0,41	2,8	2,4	1,7	0,83
Cu	0,17	0,55	1,0	5,5	6520547	0,31	0,17	0,031	0,000000026
Hg	0,0002	0,0031	0,0037	0,0050	0,010	0,064	0,054	0,040	0,019
Mo	0,072	3,1	3,7	5,0	10,4	0,023	0,020	0,014	0,0069
Na	220	5613	6708	9091	18936	0,039	0,033	0,024	0,012
Ni	0,036	0,13	0,16	0,21	0,44	0,27	0,23	0,17	0,08
Pb	0,03	0,15	0,29	1,7	2400252	0,20	0,105	0,018	0,00000001
Sb	0,0022	5,0	6,0	8,1	17	0,00044	0,00037	0,00027	0,00013
Se	0,0084	0,004	0,005	0,006	0,013	2,1	1,8	1,3	0,63
Zn	0,01	0,23	0,27	0,37	0,76	0,04	0,04	0,03	0,013
Klorid	262	6753	8056	10875	22471	0,039	0,033	0,024	0,012
Fluorid	2,1	48	57	77	158	0,044	0,037	0,027	0,013
Sulfat	658	8250	9827	13256	27329	0,080	0,067	0,050	0,024
DOC	59	128	153	207	429	0,46	0,38	0,28	0,14

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
		7.4-Støjt-1000cm-20m-70mm				7.4-Støjt-1000cm-20m-70mm			
	90%-fraktil	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	0,29	0,38	0,60	2,6	0,020	0,016	0,010	0,0023
Ba	1,9	1,2	1,4	1,9	4,6	1,63	1,36	0,99	0,41
Cd	0,0001	0,0052	0,0066	0,011	0,046	0,019	0,015	0,0095	0,0022
Cr tot	0,34	0,31	0,42	0,74	5,3	1,08	0,81	0,46	0,064
Cu	0,17								
Hg	0,0002	0,0058	0,0075	0,012	0,056	0,034	0,027	0,016	0,0036
Mo	0,072	3,6	4,4	6,2	16	0,020	0,017	0,012	0,0045
Na	220	5962	7173	9815	20787	0,037	0,031	0,022	0,011
Ni	0,036	0,23	0,29	0,46	2,0	0,16	0,13	0,079	0,018
Pb	0,03								
Sb	0,0022	5,0	6,1	8,3	18	0,00044	0,00036	0,00027	0,00013
Se	0,0084	0,004	0,005	0,007	0,014	2,1	1,7	1,3	0,6
Zn	0,01	0,40	0,51	0,82	3,7	0,025	0,019	0,012	0,0027
Klorid	262	6283	7552	10322	21814	0,042	0,035	0,025	0,012
Fluorid	2,1	45	54	74	155	0,046	0,039	0,028	0,014
Sulfat	658	7676	9218	12582	26542	0,086	0,071	0,052	0,025
DOC	59	119	143	196	415	0,50	0,41	0,30	0,14

Parameter	Krust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
		7.5-Støjt-1000cm-20m-350mm				7.5-Støjt-1000cm-20m-350mm			
		mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	0,044	0,052	0,071	0,15	0,14	0,11	0,084	0,040
Ba	1,9	0,33	0,37	0,46	0,82	5,7	5,1	4,1	2,3
Cd	0,0001	0,0008	0,0010	0,0013	0,0028	0,12	0,10	0,08	0,036
Cr tot	0,34	0,029	0,035	0,048	0,10	11,6	9,7	7,1	3,4
Cu	0,17	0,16	0,27	1,3	1029982	1,05	0,63	0,13	0,00000017
Hg	0,0002	0,00067	0,00080	0,0011	0,0022	0,30	0,25	0,19	0,090
Mo	0,072	0,72	0,87	1,2	2,5	0,099	0,083	0,061	0,029
Na	220	1299	1554	2113	4437	0,17	0,14	0,10	0,050
Ni	0,036	0,035	0,041	0,056	0,12	1,04	0,87	0,65	0,31
Pb	0,03	0,037	0,067	0,37	415917	0,80	0,45	0,082	0,000000072
Sb	0,0022	1,1	1,3	1,8	3,7	0,002	0,002	0,001	0,001
Se	0,0084	0,0009	0,0011	0,0015	0,0030	9,0	7,6	5,7	2,8
Zn	0,01	0,059	0,069	0,093	0,19	0,17	0,14	0,11	0,052
Klorid	262	1381	1642	2210	4540	0,19	0,16	0,12	0,058
Fluorid	2,1	10	12	16	33	0,20	0,17	0,13	0,064
Sulfat	658	8232	9806	13229	27267	0,080	0,067	0,050	0,024
DOC	59	26	31	42	86	2,3	1,9	1,4	0,69

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	90%-fraktil	7.6-Støjt-1000cm-300m-350mm				7.6-Støjt-1000cm-300m-350mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,006	0,020	0,022	0,025	0,039	0,30	0,28	0,24	0,16
Ba	1,9	0,49	1,0	10	4914	3,9	1,8	0,19	0,00039
Cd	0,0001	0,00037	0,00041	0,00048	0,00073	0,27	0,25	0,21	0,14
Cr tot	0,34	0,012	0,013	0,015	0,023	28	26	22	15
Cu	0,17	0,093	0,12	0,26	164	1,8	1,4	0,65	0,0010
Hg	0,0002	0,00021	0,00022	0,00025	0,00037	0,96	0,90	0,79	0,54
Mo	0,072	1,2	3,1	34	23190	0,058	0,023	0,0021	0,0000031
Na	220	2245	5655	61025	40003814	0,10	0,039	0,0036	0,0000055
Ni	0,036	0,016	0,018	0,021	0,031	2,2	2,0	1,8	1,2
Pb	0,03	0,021	0,029	0,066	53	1,5	1,05	0,46	0,00056
Sb	0,0022	1,9	4,8	52	27466	0,0011	0,00045	0,000042	0,00000008
Se	0,0084	0,0016	0,004	0,04	23	5,3	2,2	0,20	0,00037
Zn	0,01	0,027	0,029	0,033	0,047	0,37	0,35	0,31	0,21
Klorid	262	362	389	442	629	0,72	0,67	0,59	0,42
Fluorid	2,1	18	44	465	203082	0,12	0,048	0,0045	0,000010
Sulfat	658	2066	2224	2542	3657	0,32	0,30	0,26	0,18
DOC	59	6,3	6,8	7,8	11	9,3	8,7	7,5	5,2

Bilag 4. Alle scenarier vurderet i forhold til medianen for knust beton og tegl

I dette bilag er E_{MAX} (potentielle grænseværdier) og $E_{L/S=2}/E_{MAX}$ beregnet for alle medtagne stoffer og alle scenarier (og alle POC'er). 50%-fraktilen eller medianen ($E_{L/S=2}$) for udvaskningsdata ved $L/S = 2$ L/kg for knust beton og tegl og de anvendte værdier af kappa, K_d , C_{Baggr} og C_{GVK} , som er ens for alle scenarierne, er vist i nedenstående tabel. De tilfælde, hvor $E_{L/S=2}/E_{MAX}$ er større end 1 (og grænseværdien derved er overskredet), er angivet med rødt.

Parameter	Knust beton L/S=2 L/kg	Udvaskning	Sorption	Baggrunds koncentration	GVK
	Median = $E_{L/S=2}$	Kappa	K_d	$C_{Baggr.}$	C_{GVK}
	mg/kg	kg/l	l/kg	µg/l	µg/l
As	0,0016	0,43	20	0,54	4,3
Ba	0,26	0,09	14	71	90
Cd	0,0001	0,5	20	0,011	0,08
Cr tot	0,138	0,26	23	0,04	2,5
Cu	0,096	0,48	100	0,41	4,9
Hg	0,00017	0,05	20	0,01	0,07
Mo	0,04	0,28	15	0,7	67
Na	140	0,7	5,2	0	175000
Ni	0,017	0,45	20	1,1	4
Pb	0,001	0,22	100	0,03	1,2
Sb	0,002	0,23	7	0,05	113
Se	0,0042	0,38	5	0,05	0,15
Zn	0,006	0,28	20	3,1	7,8
Klorid	101	0,62	0	25000	250000
Fluorid	0,86	0,11	2	500	1500
Sulfat	26,9	0,25	0	50000	250000
DOC	22	0,53	0	0	4000

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	1.1-Vej-20cm-10m-35mm				1.1-Vej-20cm-10m-35mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	76	108	222	6502	0,000021	0,000015	0,000007	0,0000002
Ba	0,26	33	43	69	284	0,008	0,006	0,004	0,00092
Cd	0,0001	1,5	2,1	4,2	110	0,000068	0,000048	0,000024	0,0000009
Cr tot	0,14	140	242	977	1063385082	0,0010	0,0006	0,00014	0,0000000001
Cu	0,096								
Hg	0,00017	0,79	1,2	3,3	5292	0,00022	0,00014	0,00005	0,00000003
Mo	0,04	246	320	514	2184	0,00016	0,00012	0,00008	0,000018
Na	140	221392	267996	369146	793504	0,0006	0,0005	0,00038	0,00018
Ni	0,017	59	84	173	4883	0,00029	0,00020	0,00010	0,0000035
Pb	0,001								
Sb	0,002	102	123	170	365	0,000020	0,000016	0,000012	0,0000055
Se	0,0042	0,09	0,11	0,15	0,3	0,05	0,038	0,027	0,013
Zn	0,006	82	118	251	11655	0,000074	0,000051	0,000024	0,0000005
Klorid	101	129573	134254	141549	167425	0,0008	0,0008	0,0007	0,0006
Fluorid	0,86	299	362	498	1069	0,0029	0,0024	0,0017	0,0008
Sulfat	27	131008	135692	143119	169127	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
DOC	22	2377	2462	2598	3070	0,009	0,009	0,008	0,007

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	1.2-Vej-20cm-10m-70mm				1.2-Vej-20cm-10m-70mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	7,1	8,5	12	31	0,00023	0,00019	0,00014	0,00005
Ba	0,26	8,7	10	14	31	0,03	0,02	0,02	0,008
Cd	0,0001	0,14	0,17	0,24	0,63	0,00070	0,00059	0,00042	0,00016
Cr tot	0,14	3,8	4,7	7,1	30	0,036	0,030	0,020	0,005
Cu	0,096								
Hg	0,00017	0,023	0,028	0,043	0,15	0,0074	0,0060	0,0040	0,0011
Mo	0,04	76	92	127	273	0,00053	0,00043	0,00032	0,00015
Na	140	119760	144983	199780	430265	0,0012	0,0010	0,0007	0,00033
Ni	0,017	5,6	6,7	9	25	0,0030	0,0025	0,0018	0,0007
Pb	0,001								
Sb	0,002	56	67	93	200	0,000036	0,000030	0,000022	0,000010
Se	0,0042	0,051	0,061	0,085	0,18	0,08	0,07	0,05	0,02
Zn	0,006	6,6	7,9	11	30,2	0,0009	0,0008	0,00055	0,00020
Klorid	101	17650	21336	29396	62892	0,006	0,005	0,0034	0,0016
Fluorid	0,86	156	189	260	557	0,005	0,005	0,0033	0,0015
Sulfat	27	17719	21405	29448	62980	0,002	0,001	0,0009	0,0004
DOC	22	323	391	537	1152	0,07	0,06	0,041	0,019

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	1.3-Vej-20cm-20m-35mm				1.3-Vej-20cm-20m-35mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	42	61	128	4786	0,00004	0,00003	0,000013	0,000000
Ba	0,26	15	19	29	101	0,02	0,01	0,01	0,003
Cd	0,0001	0,81	1,2	2	80	0,00012	0,000086	0,000041	0,0000013
Cr tot	0,14	85	153	711	1030231756	0,0017	0,0009	0,00020	0,0000000001
Cu	0,096								
Hg	0,00017	0,46	0,73	2,1	4879	0,00037	0,00023	0,000083	0,000000035
Mo	0,04	113	143	218	747	0,00035	0,00028	0,00018	0,000054
Na	140	125393	151036	207038	440054	0,0011	0,0009	0,0007	0,00032
Ni	0,017	33	48	100	3577	0,0005	0,00036	0,00017	0,000005
Pb	0,001								
Sb	0,002	57	69	94	201	0,000035	0,000029	0,000021	0,000010
Se	0,0042	0,05	0,06	0,09	0,18	0,08	0,07	0,05	0,023
Zn	0,006	46	67	147	9024	0,00013	0,00009	0,00004	0,00000
Klorid	101	17916	21571	29537	62713	0,006	0,005	0,0034	0,0016
Fluorid	0,86	161	194	265	562	0,005	0,004	0,0032	0,0015
Sulfat	27	18155	21850	29908	63407	0,001	0,001	0,001	0,0004
DOC	22	328	395	542	1150	0,07	0,06	0,04	0,019

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
		1.4-Vej-20cm-20m-70mm				1.4-Vej-20cm-20m-70mm			
	Medianværdi	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	3,7	4,4	6,1	16,7	0,0004	0,0004	0,0003	0,0001
Ba	0,26	4,6	5,5	7,5	15,8	0,06	0,05	0,03	0,02
Cd	0,0001	0,074	0,089	0,12	0,33	0,0013	0,0011	0,00082	0,00030
Cr tot	0,14	2,0	2,5	3,8	16,6	0,07	0,06	0,037	0,008
Cu	0,096								
Hg	0,00017	0,012	0,015	0,023	0,08	0,014	0,011	0,0075	0,0020
Mo	0,04	39,7	47,8	65,5	139,3	0,0010	0,0008	0,0006	0,00029
Na	140	62525	75285	103172	219437	0,0022	0,0019	0,0014	0,0006
Ni	0,017	2,9	3,5	4,8	13,2	0,006	0,005	0,0035	0,0013
Pb	0,001								
Sb	0,002	29	35	48	102	0,000069	0,000057	0,000042	0,000020
Se	0,0042	0,027	0,032	0,04	0,09	0,16	0,13	0,10	0,05
Zn	0,006	3,4	4,1	5,7	16,1	0,0018	0,0015	0,0011	0,00037
Klorid	101	9213	11083	15163	32052	0,011	0,009	0,007	0,0032
Fluorid	0,86	82	98	134	284	0,010	0,009	0,006	0,0030
Sulfat	27	9272	11140	15222	32114	0,003	0,002	0,002	0,001
DOC	22	168	203	277	587	0,13	0,11	0,08	0,04

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	1.5-Vej-70cm-10m-35mm				1.5-Vej-70cm-10m-35mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	66	92	183	3489	0,00002	0,000017	0,000009	0,000000
Ba	0,26	19	25	39	147	0,01	0,011	0,007	0,002
Cd	0,0001	0,71	1,1	2,5	374	0,00014	0,000094	0,000041	0,0000003
Cr tot	0,14	98	160	492	11572995	0,0014	0,00088	0,00028	0,000000012
Cu	0,096								
Hg	0,00017	0,77	1,3	4,2	244646	0,00022	0,00013	0,000040	0,0000000007
Mo	0,04	96	125	198	783	0,00041	0,00032	0,00020	0,000051
Na	140	79419	96130	132395	284472	0,0018	0,0015	0,0011	0,00049
Ni	0,017	27	41	106	96363	0,0006	0,00041	0,00016	0,00000018
Pb	0,001								
Sb	0,002	44	53	73	156	0,000046	0,000038	0,000027	0,000013
Se	0,0042	0,038	0,046	0,063	0,13	0,11	0,09	0,07	0,03
Zn	0,006	65	93	187	4465	0,00009	0,00006	0,000032	0,000001
Klorid	101	27308	33029	45463	97578	0,0037	0,0031	0,0022	0,0010
Fluorid	0,86	214	258	355	762	0,004	0,0033	0,0024	0,0011
Sulfat	27	30940	37416	51486	110434	0,001	0,001	0,001	0,0002
DOC	22	513	620	854	1834	0,04	0,035	0,026	0,012

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	1.6-Vej-70cm-10m-70mm				1.6-Vej-70cm-10m-70mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	2,1	2,5	3,6	11,0	0,0008	0,0006	0,0005	0,00015
Ba	0,26	3,8	4,6	6,2	13,6	0,07	0,06	0,04	0,02
Cd	0,0001	0,041	0,049	0,070	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr tot	0,14	1,3	1,7	2,7	13,8	0,11	0,08	0,05	0,01
Cu	0,096								
Hg	0,00017	0,014	0,017	0,027	0,11	0,012	0,010	0,0062	0,0015
Mo	0,04	24	29	40	86	0,0017	0,0014	0,0010	0,0005
Na	140	39802	48175	66358	142757	0,0035	0,0029	0,0021	0,0010
Ni	0,017	1,6	2,0	2,8	8,6	0,010	0,009	0,006	0,0020
Pb	0,001								
Sb	0,002	22	27	37	79	0,00009	0,00008	0,00005	0,00003
Se	0,0042	0,019	0,023	0,032	0,07	0,22	0,18	0,13	0,06
Zn	0,006	2,0	2,5	3,6	12,1	0,0029	0,0024	0,0017	0,00050
Klorid	101	13820	16696	22956	49193	0,007	0,006	0,004	0,0021
Fluorid	0,86	108	130	179	383	0,008	0,007	0,005	0,0022
Sulfat	27	15626	18880	25937	55523	0,002	0,001	0,001	0,000
DOC	22	259	313	431	923	0,08	0,07	0,05	0,024

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	1.7-Vej-70cm-20m-35mm				1.7-Vej-70cm-20m-35mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	23	35	85	23942	0,00007	0,00005	0,000019	0,00000007
Ba	0,26	13	17	28	127	0,02	0,02	0,009	0,002
Cd	0,0001	0,41	0,62	1,5	302	0,00024	0,00016	0,000067	0,00000033
Cr tot	0,14	96	260	6380	243714706938529000	0,0015	0,00054	0,000022	
Cu	0,096								
Hg	0,00017	0,45	0,76	2,5	55719	0,00038	0,00022	0,000068	0,0000000031
Mo	0,04	66	88	148	766	0,0006	0,00045	0,00027	0,000052
Na	140	38488	46361	63556	135106	0,0036	0,0030	0,0022	0,0010
Ni	0,017	18	27	65	16454	0,0010	0,00064	0,00026	0,0000010
Pb	0,001								
Sb	0,002	21,55	25,96	35,58	75,6	0,00009	0,000077	0,000056	0,000026
Se	0,0042	0,019	0,022	0,031	0,06	0,23	0,19	0,14	0,06
Zn	0,006	30	47	122	94485	0,0002	0,00013	0,00005	0,00000006
Klorid	101	14184	17073	23383	49610	0,007	0,006	0,004	0,0020
Fluorid	0,86	110	132	180	382	0,008	0,007	0,005	0,0022
Sulfat	27	16093	19364	26503	56175	0,002	0,001	0,001	0,000
DOC	22	266	320	439	932	0,08	0,07	0,05	0,024

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	1.8-Vej-70cm-20m-70mm				1.8-Vej-70cm-20m-70mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	0 m	10 m	30 m	100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	1,1	1,3	1,9	5,9	0,0015	0,0012	0,0009	0,0003
Ba	0,26	2,0	2,3	3,1	6,8	0,13	0,11	0,08	0,04
Cd	0,0001	0,021	0,026	0,037	0,11	0,0047	0,0039	0,0027	0,001
Cr tot	0,14	0,70	0,9	1,4	7,9	0,20	0,16	0,10	0,018
Cu	0,096								
Hg	0,00017	0,0073	0,009	0,015	0,063	0,023	0,018	0,012	0,0027
Mo	0,04	11,7	14,0	19,2	41,0	0,0034	0,0029	0,0021	0,0010
Na	140	19421	23384	32045	68146	0,007	0,006	0,0044	0,0021
Ni	0,017	0,85	1,0	1,5	4,6	0,020	0,017	0,012	0,0037
Pb	0,001								
Sb	0,002	10,9	13,2	18,0	38,2	0,00018	0,00015	0,00011	0,000052
Se	0,0042	0,009	0,011	0,016	0,033	0,44	0,37	0,27	0,13
Zn	0,006	1,1	1,3	1,9	6,6	0,0056	0,0046	0,0031	0,0009
Klorid	101	7215	8671	11856	25062	0,014	0,012	0,009	0,0040
Fluorid	0,86	56	67	91	193	0,015	0,013	0,009	0,004
Sulfat	27	8184	9828	13416	28313	0,003	0,003	0,002	0,001
DOC	22	135	162	222	470	0,16	0,14	0,10	0,05

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	2.1-Sti-20cm-2m-350mm				2.1-Sti-20cm-2m-350mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	7,8	9,3	13,4	32,4	0,00020	0,00017	0,00012	0,00005
Ba	0,26	8,0	10,1	14,4	34,1	0,03	0,03	0,02	0,008
Cd	0,0001	0,16	0,19	0,27	0,7	0,00063	0,00052	0,00036	0,00015
Cr tot	0,14	4,0	4,8	6,9	16,5	0,035	0,029	0,020	0,008
Cu	0,096	51,8	66,0	146,7	5355242,3	0,0019	0,0015	0,0007	0,000000018
Hg	0,00017	0,023	0,027	0,038	0,09	0,0075	0,0064	0,0045	0,0019
Mo	0,04	71,5	91,1	131,5	318,4	0,0006	0,00044	0,00030	0,00013
Na	140	95593	121882	175574	424653	0,0015	0,0011	0,0008	0,00033
Ni	0,017	6,2	7,4	10,7	25,8	0,0027	0,0023	0,0016	0,0007
Pb	0,001	7,3	9,4	21,2	894553	0,0001	0,0001	0,0000	0,000000001
Sb	0,002	53	67	96	229	0,000038	0,000030	0,000021	0,000009
Se	0,0042	0,05	0,06	0,09	0,21	0,09	0,07	0,05	0,02
Zn	0,006	7,1	8,4	12	29	0,0008	0,0007	0,00049	0,00021
Klorid	101	18617	23328	32990	70467	0,005	0,004	0,0031	0,0014
Fluorid	0,86	149	186	260	586	0,006	0,005	0,0033	0,0015
Sulfat	27	17722	22246	30112	66981	0,002	0,001	0,001	0,0004
DOC	22	335	422	588	1271	0,07	0,05	0,04	0,017

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	3.1-Jernb-50cm-5m-350mm				3.1-Jernb-50cm-5m-350mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	1,2	1,5	2,1	5,0	0,0013	0,0011	0,0008	0,0003
Ba	0,26	1,9	2,3	3,1	7,0	0,14	0,11	0,08	0,04
Cd	0,0001	0,025	0,030	0,043	0,10	0,0041	0,0033	0,0023	0,0010
Cr(tot)	0,14	0,7	0,8	1,1	2,7	0,21	0,18	0,12	0,05
Cu	0,096	8,3	10	26	1607475	0,012	0,009	0,0037	0,00000006
Hg	0,00017	0,0051	0,0061	0,0085	0,019	0,034	0,028	0,020	0,009
Mo	0,04	12,5	15,5	22,1	52,3	0,0032	0,0026	0,0018	0,0008
Na	140	19204	23787	33899	79987	0,007	0,006	0,0041	0,0018
Ni	0,017	1,0	1,2	1,7	4,0	0,017	0,014	0,010	0,0042
Pb	0,001	1,2	1,5	4,0	350395	0,001	0,001	0,0003	0,000000003
Sb	0,002	10,7	13,2	18,7	42,9	0,00019	0,00015	0,00011	0,000047
Se	0,0042	0,010	0,012	0,017	0,04	0,44	0,36	0,25	0,11
Zn	0,006	1,2	1,4	2,0	4,7	0,0052	0,0043	0,0030	0,0013
Klorid	101	6240	7527	10229	22292	0,016	0,013	0,010	0,005
Fluorid	0,86	47	57	79	171	0,018	0,015	0,011	0,005
Sulfat	27	6621	7998	11065	23413	0,004	0,003	0,002	0,001
DOC	22	116	138	190	410	0,19	0,16	0,12	0,05

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	4.1-Ledngr-100cm-1m-350mm				4.1-Ledngr-100cm-1m-350mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	3,1	3,7	5,3	13	0,0005	0,0004	0,0003	0,0001
Ba	0,26	6,1	7,6	11	24	0,04	0,03	0,02	0,01
Cd	0,0001	0,062	0,074	0,11	0,25	0,0016	0,0014	0,00095	0,00040
Cr tot	0,14	1,7	2,1	2,9	6,9	0,08	0,07	0,048	0,020
Cu	0,096	19	24	58	3365098	0,0050	0,0039	0,0017	0,000000029
Hg	0,00017	0,018	0,021	0,030	0,067	0,009	0,0079	0,0057	0,0025
Mo	0,04	36	45	64	148	0,0011	0,0009	0,00063	0,00027
Na	140	57820	72885	103217	238999	0,0024	0,0019	0,0014	0,0006
Ni	0,017	2,5	2,9	4,2	10	0,007	0,006	0,0040	0,0017
Pb	0,00	2,8	3,7	9,6	952114	0,0004	0,0003	0,0001	0,000000001
Sb	0,002	35	44	62	140	0,000057	0,000045	0,000032	0,000014
Se	0,0042	0,030	0,038	0,053	0,12	0,14	0,11	0,08	0,035
Zn	0,006	3,1	3,7	5,2	12,4	0,0019	0,0016	0,0011	0,0005
Klorid	101	26134	32281	44890	96686	0,004	0,0031	0,0022	0,0010
Fluorid	0,86	194	241	334	728	0,004	0,0036	0,0026	0,0012
Sulfat	27	29464	36630	50539	109182	0,001	0,001	0,001	0,0002
DOC	22	490	606	845	1814	0,04	0,036	0,026	0,012

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	5.1-Plads-100cm-100m-70mm				5.1-Plads-100cm-100m-70mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	0,28	0,34	0,47	1,45	0,006	0,005	0,003	0,0011
Ba	0,26	0,63	0,74	0,75	1,51	0,4	0,4	0,3	0,2
Cd	0,0001	0,0054	0,0065	0,0090	0,027	0,019	0,015	0,011	0,0037
Cr tot	0,14	0,23	0,30	0,46	2,35	0,6	0,5	0,30	0,06
Cu	0,096								
Hg	0,00017	0,0027	0,0034	0,0050	0,019	0,064	0,050	0,034	0,009
Mo	0,04	2,9	3,4	4,2	8,1	0,014	0,012	0,009	0,0049
Na	140	4842	5789	7166	12960	0,029	0,024	0,020	0,011
Ni	0,017	0,22	0,26	0,36	1,12	0,08	0,06	0,05	0,02
Pb	0,001								
Sb	0,002	2,90	3,53	4,29	7,75	0,00	0,00	0,00	0,00
Se	0,0042	0,0025	0,0030	0,0036	0,007	1,7	1,4	1,2	0,6
Zn	0,006	0,30	0,37	0,52	1,7	0,02	0,02	0,012	0,0035
Klorid	101	2199	2795	3208	5788	0,05	0,036	0,031	0,017
Fluorid	0,86	17	22	24	44	0,05	0,040	0,035	0,020
Sulfat	27	2582	3288	3700	6674	0,01	0,01	0,01	0,004
DOC	22	41	52	61	109	0,5	0,4	0,36	0,20

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	5.2-Plads-100cm-100m-350mm				5.2-Plads-100cm-100m-350mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	0,10	0,12	0,15	0,27	0,015	0,013	0,011	0,006
Ba	0,26	0,29	0,31	0,36	0,53	0,9	0,8	0,7	0,5
Cd	0,0001	0,0021	0,0024	0,0030	0,0054	0,048	0,042	0,033	0,018
Cr tot	0,14	0,056	0,064	0,08	0,14	2,5	2,2	1,7	1,0
Cu	0,096	0,85	1,3	4,0	30387	0,11	0,07	0,024	0,0000032
Hg	0,00017	0,00048	0,00055	0,00068	0,0012	0,35	0,31	0,25	0,14
Mo	0,04	1,1	1,3	1,6	2,8	0,036	0,032	0,025	0,014
Na	140	1764	2018	2540	4476	0,08	0,07	0,055	0,031
Ni	0,017	0,08	0,10	0,12	0,21	0,20	0,18	0,14	0,08
Pb	0,001	0,13	0,21	0,70	7553	0,01	0,00	0,001	0,0000001
Sb	0,002	0,98	1,1	1,4	2,4	0,0020	0,0018	0,0014	0,00082
Se	0,0042	0,0009	0,0010	0,0013	0,0022	4,6	4,0	3,3	1,9
Zn	0,006	0,10	0,12	0,15	0,26	0,06	0,05	0,04	0,02
Klorid	101	630	709	880	1479	0,16	0,14	0,11	0,07
Fluorid	0,86	5,5	6,1	7,4	12	0,16	0,14	0,12	0,07
Sulfat	27	751	844	1025	1691	0,04	0,03	0,03	0,02
DOC	22	11	13	16	27	2,0	1,7	1,4	0,8

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	7.1-Stølv-500cm-10m-70mm				7.1-Stølv-500cm-10m-70mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	0,64	0,80	1,3	5,2	0,003	0,002	0,001	0,0003
Ba	0,26	2,2	2,7	3,7	9,0	0,12	0,10	0,07	0,03
Cd	0,0001	0,012	0,014	0,023	0,09	0,01	0,01	0,00	0,001
Cr tot	0,14	0,62	0,8	1,4	9	0,22	0,17	0,10	0,015
Cu	0,096								
Hg	0,00017	0,011	0,014	0,023	0,10	0,015	0,012	0,0075	0,0017
Mo	0,04	7,8	9,6	14	34	0,0051	0,0042	0,0030	0,0012
Na	140	13699	16573	22808	48936	0,010	0,008	0,006	0,0029
Ni	0,017	0,49	0,6	1,0	3,9	0,035	0,028	0,018	0,004
Pb	0,001								
Sb	0,002	11	13	18	38	0,00019	0,00015	0,00011	0,000052
Se	0,0042	0,009	0,010	0,014	0,031	0,48	0,40	0,29	0,14
Zn	0,006	0,82	1,0	1,6	7,0	0,007	0,006	0,0036	0,0009
Klorid	101	12238	14792	20337	43560	0,008	0,007	0,005	0,0023
Fluorid	0,86	88	106	146	311	0,010	0,008	0,006	0,0028
Sulfat	27	14747	17815	24479	52373	0,002	0,002	0,001	0,0005
DOC	22	233	281	387	829	0,09	0,08	0,06	0,027

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	7.2-Stølv-500cm-20m-70mm				7.2-Stølv-500cm-20m-70mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	0,34	0,43	0,67	2,9	0,005	0,004	0,002	0,0006
Ba	0,26	1,2	1,5	2,0	4,8	0,2	0,2	0,13	0,05
Cd	0,0001	0,0061	0,0077	0,012	0,051	0,016	0,013	0,0083	0,0020
Cr tot	0,14	0,34	0,45	0,8	5,5	0,4	0,31	0,18	0,025
Cu	0,096								
Hg	0,00017	0,0059	0,0076	0,012	0,056	0,029	0,022	0,014	0,0030
Mo	0,04	4,1	5,0	7,0	18	0,010	0,008	0,0057	0,0023
Na	140	7145	8597	11766	24931	0,020	0,016	0,012	0,006
Ni	0,017	0,26	0,33	0,52	2,2	0,07	0,05	0,033	0,008
Pb	0,001								
Sb	0,002	5,6	6,7	9,2	19	0,00036	0,00030	0,00022	0,00010
Se	0,0042	0,005	0,005	0,007	0,016	0,9	0,8	0,6	0,27
Zn	0,006	0,44	0,56	0,89	3,9	0,014	0,011	0,007	0,0016
Klorid	101	6393	7685	10503	22198	0,016	0,013	0,010	0,005
Fluorid	0,86	46	56	76	159	0,019	0,015	0,011	0,005
Sulfat	27	7725	9277	12663	26713	0,003	0,003	0,002	0,001
DOC	22	121	146	200	422	0,18	0,15	0,11	0,05

Parameter	Knut beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}				
		Medianværdi	7.3-Støjt-500cm-20m-350mm				7.3-Støjt-500cm-20m-350mm			
			mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
As	0,0016	0,17	0,20	0,27	0,58	0,009	0,008	0,006	0,003	
Ba	0,26	1,08	1,27	1,67	3,33	0,2	0,2	0,2	0,08	
Cd	0,0001	0,003	0,004	0,005	0,010	0,033	0,028	0,020	0,010	
Cr tot	0,14	0,12	0,14	0,20	0,41	1,2	1,0	0,7	0,34	
Cu	0,096	0,55	1,0	5,5	6520547	0,18	0,10	0,018	0,000000015	
Hg	0,00017	0,0031	0,0037	0,0050	0,010	0,054	0,046	0,034	0,016	
Mo	0,04	3,1	3,7	5,0	10,4	0,013	0,011	0,008	0,0038	
Na	140	5613	6708	9091	18936	0,025	0,021	0,015	0,007	
Ni	0,017	0,13	0,16	0,21	0,44	0,13	0,11	0,08	0,04	
Pb	0,001	0,15	0,29	1,7	2400252	0,01	0,003	0,001	0,00000000	
Sb	0,002	5,0	6,0	8,1	17	0,00040	0,00033	0,00025	0,00012	
Se	0,0042	0,004	0,005	0,006	0,013	1,0	0,9	0,7	0,32	
Zn	0,006	0,23	0,27	0,37	0,76	0,03	0,02	0,02	0,008	
Klorid	101	6753	8056	10875	22471	0,015	0,013	0,009	0,004	
Fluorid	0,86	48	57	77	158	0,018	0,015	0,011	0,005	
Sulfat	27	8250	9827	13256	27329	0,003	0,003	0,002	0,001	
DOC	22	128	153	207	429	0,17	0,14	0,11	0,05	

Parameter	Knut beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}				
		Medianværdi	7.4-Støjt-1000cm-20m-70mm				7.4-Støjt-1000cm-20m-70mm			
		mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
As	0,0016	0,29	0,38	0,60	2,6	0,005	0,004	0,003	0,0006	
Ba	0,26	1,2	1,4	1,9	4,6	0,22	0,19	0,14	0,06	
Cd	0,0001	0,0052	0,0066	0,011	0,046	0,019	0,015	0,0095	0,0022	
Cr tot	0,14	0,31	0,42	0,74	5,3	0,45	0,33	0,19	0,026	
Cu	0,096									
Hg	0,00017	0,0058	0,0075	0,012	0,056	0,029	0,023	0,014	0,0030	
Mo	0,04	3,6	4,4	6,2	16	0,011	0,009	0,006	0,0025	
Na	140	5962	7173	9815	20787	0,023	0,020	0,014	0,007	
Ni	0,017	0,23	0,29	0,46	2,0	0,08	0,06	0,037	0,008	
Pb	0,001									
Sb	0,002	5,0	6,1	8,3	18	0,00040	0,00033	0,00024	0,00011	
Se	0,0042	0,004	0,005	0,007	0,014	1,0	0,9	0,6	0,3	
Zn	0,006	0,40	0,51	0,82	3,7	0,015	0,012	0,007	0,0016	
Klorid	101	6283	7552	10322	21814	0,016	0,013	0,010	0,005	
Fluorid	0,86	45	54	74	155	0,019	0,016	0,012	0,006	
Sulfat	27	7676	9218	12582	26542	0,004	0,003	0,002	0,001	

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	7.5-Støjt-1000cm-20m-350mm				7.5-Støjt-1000cm-20m-350mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	0 m	10 m	30 m	100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	0,044	0,052	0,071	0,151	0,04	0,03	0,022	0,011
Ba	0,26	0,33	0,37	0,46	0,82	0,8	0,7	0,6	0,3
Cd	0,0001	0,0008	0,0010	0,0013	0,0028	0,12	0,10	0,08	0,036
Cr tot	0,14	0,029	0,035	0,048	0,10	4,8	4,0	2,9	1,4
Cu	0,096	0,16	0,27	1,3	1029982	0,59	0,36	0,07	0,00000009
Hg	0,00017	0,00067	0,00080	0,0011	0,0022	0,25	0,21	0,16	0,077
Mo	0,04	0,72	0,87	1,2	2,5	0,055	0,046	0,034	0,016
Na	140	1299	1554	2113	4437	0,11	0,09	0,07	0,032
Ni	0,017	0,035	0,041	0,056	0,12	0,49	0,41	0,30	0,14
Pb	0,001	0,037	0,067	0,37	415917	0,03	0,01	0,003	0,000000002
Sb	0,002	1,1	1,3	1,8	3,7	0,0018	0,0015	0,0011	0,00054
Se	0,0042	0,0009	0,0011	0,0015	0,0030	4,5	3,8	2,8	1,4
Zn	0,006	0,059	0,069	0,093	0,19	0,10	0,09	0,06	0,031
Klorid	101	1381	1642	2210	4540	0,07	0,06	0,05	0,022
Fluorid	0,86	10	12	16	33	0,08	0,07	0,05	0,026
Sulfat	27	8232	9806	13229	27267	0,003	0,003	0,002	0,001
DOC	22	26	31	42	86	0,9	0,7	0,5	0,26

Parameter	Knust beton, L/S=2 L/kg	Beregnet maksimal udvaskning ved L/S = 2 L/kg, E _{MAX} , som sikrer, at GVK opfyldes ved POC				Beregnete værdier af E _{L/S=2} /E _{MAX}			
	Medianværdi	7.6-Støjv-1000cm-300m-350mm				7.6-Støjv-1000cm-300m-350mm			
	mg/kg	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m	POC = 0 m	POC = 10 m	POC = 30 m	POC = 100 m
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,0016	0,020	0,022	0,025	0,039	0,08	0,07	0,06	0,04
Ba	0,26	0,49	1,0	10	4914	0,5	0,3	0,03	0,00005
Cd	0,0001	0,00037	0,00041	0,00048	0,00073	0,27	0,25	0,21	0,14
Cr tot	0,14	0,012	0,013	0,015	0,023	12	11	9	6
Cu	0,096	0,093	0,12	0,26	164	1,0	0,8	0,37	0,0006
Hg	0,00017	0,00021	0,00022	0,00025	0,00037	0,82	0,76	0,67	0,46
Mo	0,04	1,2	3,1	34	23190	0,032	0,013	0,0012	0,0000017
Na	140	2245	5655	61025	40003814	0,06	0,025	0,0023	0,0000035
Ni	0,017	0,016	0,018	0,021	0,031	1,0	1,0	0,8	0,5
Pb	0,001	0,021	0,029	0,066	53	0,0	0,04	0,02	0,00002
Sb	0,002	1,9	4,8	52	27466	0,0010	0,00041	0,000038	0,00000007
Se	0,0042	0,0016	0,004	0,04	23	2,6	1,1	0,10	0,00019
Zn	0,006	0,027	0,029	0,033	0,047	0,22	0,21	0,18	0,13
Klorid	101	362	389	442	629	0,28	0,26	0,23	0,16
Fluorid	0,86	18	44	465	203082	0,05	0,020	0,0019	0,000004
Sulfat	27	2066	2224	2542	3657	0,01	0,01	0,01	0,01
DOC	22	6,3	6,8	7,8	11	3,5	3,2	2,8	1,9

Bilag 5. Beregning af fælles grænseværdier for alle scenarier

Nedenfor ses de estimerede grænseværdier for stofudvaskning ved EN 12457-1 ved POC = 0 m for hvert af de 20 scenarier 1.1 – 7.6 samt beregning af minimumsværdien for samtlige scenarier for hvert stof. Resultater angivet med fed skrift viser, fra hvilke scenarier minimumsværdierne for hvert stof stammer. Det ses, at de laveste værdier primært stammer fra scenarie 7.6, men for nogle stoffer er minimumsværdierne beregnet for 5.2 og 7.5. Dataene stammer fra Bilag 3 (og Bilag 4)).

	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.8a	2.1	3.1
Stof	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	76	7,1	42	3,7	66	2,1	23	1,1	2,1	7,8	1,2
Ba	33	8,7	15	4,6	19	3,8	13	2,0	3,0	8,0	1,9
Cd	1,5	0,14	0,81	0,074	0,71	0,041	0,41	0,021	0,043	0,16	0,025
Cr tot	140	3,8	85	2,0	98	1,3	96	0,70	1,5	4,0	0,7
Cu										51,8	8,3
Hg	0,79	0,023	0,46	0,012	0,77	0,014	0,45	0,0073	0,0093	0,023	0,0051
Mo	246	76	113	39,7	96	24	66	11,7	23,0	71,5	12,5
Na	221392	119760	125393	62525	79419	39802	38488	19421	36662	95593	19204
Ni	59	5,6	33	2,9	27	1,6	18	0,85	1,7	6,2	1,0
Pb										7,3	1,2
Sb	102	56	57	29	44	22	21,55	10,9	18	53	10,7
Se	0,092	0,051	0,052	0,027	0,038	0,019	0,019	0,0094	0,016	0,049	0,010
Zn	82	6,6	46	3,4	65	2,0	30	1,1	2,0	7,1	1,2
Klorid	129573	17650	17916	9213	27308	13820	14184	7215	8014	18617	6240
Fluorid	299	156	161	82	214	108	110	56	66	149	47
Sulfat	131008	17719	18155	9272	30940	15626	16093	8184	8619	17722	6621
DOC	2377	323	328	168	513	259	266	135	148	335	116

	4.1	5.1	5.2	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	Minimum 1.1-7.6
Stof	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	3,1	0,28	0,10	0,64	0,34	0,17	0,29	0,044	0,020	0,020
Ba	6,1	0,63	0,29	2,2	1,2	1,08	1,2	0,33	0,49	0,29
Cd	0,062	0,0054	0,0021	0,012	0,0061	0,003	0,0052	0,0008	0,00037	0,00037
Cr tot	1,7	0,23	0,056	0,62	0,34	0,12	0,31	0,029	0,012	0,012
Cu	19		0,85			0,55		0,16	0,093	0,093
Hg	0,018	0,0027	0,00048	0,011	0,0059	0,0031	0,0058	0,00067	0,00021	0,00021
Mo	36	2,9	1,1	7,8	4,1	3,1	3,6	0,72	1,2	0,72
Na	57820	4842	1764	13699	7145	5613	5962	1299	2245	1299
Ni	2,5	0,22	0,08	0,49	0,26	0,13	0,23	0,035	0,016	0,016
Pb	2,8		0,13			0,15		0,037	0,021	0,021
Sb	35	2,90	0,98	11	5,6	5,0	5,0	1,1	1,9	0,98
Se	0,030	0,0025	0,00092	0,0087	0,0046	0,0040	0,0040	0,00094	0,0016	0,00092
Zn	3,1	0,30	0,10	0,82	0,44	0,23	0,40	0,059	0,027	0,027
Klorid	26134	2199	630	12238	6393	6753	6283	1381	362	362
Fluorid	194	17	5,5	88	46	48	45	10	18	5,5
Sulfat	29464	2582	751	14747	7725	8250	7676	8232	2066	751
DOC	490	41	11	233	121	128	119	26	6,3	6,3

Opdatering af grænseværdier for restprodukter, beton og tegl i Restproduktbekendtgørelsen

Til støtte for en igangværende opdatering af Bekendtgørelse nr. 1672 af 15/12/2016 om anvendelse af restprodukter, jord og sorteret bygge- og anlægsaffald er der udarbejdet forslag til fælles, opdaterede grænseværdier for stofudvaskning fra knust beton og tegl og slagge fra affaldsforbrænding med tilhørende anvendelsesbetingelser, som kan sikre grundvandet mod uacceptable påvirkninger.



Miljøstyrelsen
Lerchesgade 35
5000 Odense C

www.mst.dk