



De juiste milieuklassen in vier stappen

De Europese norm NEN-EN 206-1 voor betontechnologie, met daarbij de Nederlandse invulling NEN 8005, zal niet uitsluitend gebruikt worden door de betontechnoloog voor het maken van betonmengsels. De ontwerper/betonconstructeur zal bij het ontwerp en de berekening van de constructie per bouwdeel de van toepassing zijnde milieuklassen moeten bepalen. Hieruit kan dan de voor het betreffende bouwdeel de minimale betondekking én de toelaatbare scheurwijdte worden bepaald volgens NEN 6720. De in dit informatieblad beschreven methodiek is bedoeld om zowel de ontwerper/betonconstructeur als de betontechnoloog behulpzaam te zijn bij het bepalen van de milieuklassen die van toepassing zijn.

In NEN-EN 206-1 zijn 18 milieuklassen gedefinieerd, zie tabel 1. De ontwerper/betonconstructeur is degene die van elk bouwdeel of onderdeel de milieuklassen die van toepassing zijn moet bepalen. Hierbij wordt doelbewust gesproken over milieuklassen in meervoud! Omdat er per bouwdeel in principe meerdere milieuklassen van toepassing kunnen zijn die betrekking hebben op de verschillende oorzaken van aantasting van wapening en beton. Minimaal is 1 en maximaal zijn 5 milieuklassen van toepassing.

Welke milieuklassen zijn van toepassing?

Dit is de vraag die de ontwerper/betonconstructeur zal moeten beantwoorden. Omdat het eenduidig beantwoorden van deze vraag met alleen tabel 1 niet zo eenvoudig is, wordt de gebruiker in de hier beschreven methodiek op een praktische wijze in vier stappen geleid naar het antwoord op de bovengenoemde vraag.

Toelichting van de methodiek

Stap 1

In deze stap worden 2 vragen gesteld:

- welke vochthuishouding is van toepassing: zeer droog, droog, vochtig, nat / droog, nat of permanent onder water;
- welke additionele invloeden zijn van toepassing: vorst of een combinatie van vorst met chloriden.

Op basis hiervan is met tabel 2 de van toepassing zijnde milieuklasse XC te bepalen, al dan niet in combinatie met de milieuklassen XD, XS en XF.

Voor de juiste keuze van de vochthuishouding die van toepassing is, geeft de toelichting bij tabel 2 een handreiking. Hierbij wordt onderscheidt gemaakt tussen constructies in het binnenland en constructies in een maritiem milieu.

ENCI B.V.

Postbus 3233
5203 DE 's-Hertogenbosch

Technische Voorlichting

Tel: 073 640 12 20
Fax: 073 640 12 84

Email

tv@enci.nl

Internet

www.enci.nl



Stap 2

In stap 1 zijn alle milieuklassen vastgelegd, behalve die voor een chemisch agressief milieu XA. Om NEN-EN 206-1 goed te kunnen toepassen zal er, naast het grondmechanisch advies, ook een geochemisch advies nodig zijn dat over het grondwater én de bodem de volgende informatie geeft:

- grondwater: gehalte sulfaat, zuurgraad, gehalte kalkoplossend koolzuur, gehalte ammonium en gehalte magnesium;
- bodem: gehalte sulfaat en zuurgraad.

Op basis van deze informatie is met tabel 3 de van toepassing zijnde milieuklasse XA te bepalen.

Als een bouwdeel in contact kan komen met chemicaliën, bijvoorbeeld in de agrarische sector of in de industrie, dan kan uit tabel 4 de mate van agressiviteit worden afgelezen, onderverdeeld van onschadelijk tot zeer sterk agressief. Hiermee kan met het keuzeschema de milieuklasse XA worden bepaald.

Stap 3

Voor een wand of plaat kunnen de condities, van belang voor de duurzaamheid, per zijde zeer verschillend zijn. Daarom moeten voor deze bouwdelen per zijde de milieuklassen die van toepassing zijn bepaald worden. Ook voor balken in een vloer of kolommen die een onderdeel vormen van een wand kunnen verschillende milieus per zijde optreden.

Stap 4

Uit de stappen 1 t/m 3 volgen nu per bouwdeel de correcte milieuklassen én bij wanden en vloeren de milieuklassen per zijde.

Deze combinatie van milieuklassen moet in de projectspecificaties worden opgenomen voor gebruik door:

- ontwerper/betonconstructeur: voor het bepalen van de minimale betondekking en toelaatbare scheurwijdte;
- betontechnoloog: voor het bepalen van de maximale water-cement-/bindmiddelfactor en minimum cement-/bindmiddelgehalte én eventueel toe te passen luchtgehalte.

In tabel 5 zijn deze ontwerpparameters samengebracht in samenhang met de milieuklassen.



Tabel 1 Milieuklassen conform art. 4.1 van NEN-EN 206-1

klassen-aanduiding	beschrijving van het milieu
1. geen risico op corrosie of aantasting	
X0	Voor beton zonder wapening of ingesloten metalen: alle milieus, behalve bij vorst-/dooi, afslijting of chemische aantasting. Voor beton met wapening of ingesloten metalen: zeer droog
2. corrosie ingeleid door carbonatie	
Indien beton, dat wapening of andere ingesloten metalen bevat, is blootgesteld aan lucht en vocht, moet het milieu als volgt worden ingedeeld:	
XC1	droog of blijvend nat
XC2	nat, zelden droog
XC3	matige vochtigheid
XC4	wisselend nat en droog
<i>Opmerking</i>	
<i>De vochtconditie heeft betrekking op de betondekking op de wapening of op andere ingesloten metalen. Vaak kan de vochtconditie in de betondekking echter worden afgeleid van die in het omringende milieu. In die gevallen kan worden volstaan met de indeling van het omringende milieu.</i>	
<i>Dit zal echter niet het geval zijn als het beton van zijn omgeving is afgesloten.</i>	
3. corrosie ingeleid door chloriden anders dan afkomstig uit zeewater	
Indien beton, dat wapening of andere ingesloten metalen bevat, in contact staat met chloridenhoudend water, inclusief dooizouten afkomstig uit bronnen anders dan zeewater, moet het milieu als volgt worden ingedeeld:	
XD1	matige vochtigheid
XD2	nat, zelden droog
XD3	wisselend nat en droog
4. corrosie ingeleid door chloriden afkomstig uit zeewater	
Indien beton, dat wapening of andere ingesloten metalen bevat, wordt blootgesteld aan chloriden uit zeewater of zich in de spatzone bevindt, moet het milieu als volgt worden ingedeeld:	
XS1	blootgesteld aan zouten in de lucht maar niet in direct contact met zeewater
XS2	blijvend onder water
XS3	getijde- en spat- en stuifzone
5. aantasting door vorst/dooi-wisselingen met of zonder dooizouten	
Indien beton is blootgesteld aan flinke vorst/dooi-wisselingen en nat is, moet het milieu als volgt worden ingedeeld:	
XF1	niet-volledig verzadigd met water, zonder dooizouten
XF2	niet-volledig verzadigd met water, met dooizouten
XF3	verzadigd met water, zonder dooizouten
XF4	verzadigd met water, met dooizouten of zeewater
6. chemische aantasting	
Indien beton is blootgesteld aan chemische aantasting door chemicaliën vanuit natuurlijke grond en grondwater, zoals aangegeven in tabel 3, moeten de milieuklassen worden ingedeeld zoals hieronder is aangegeven. De indeling van zeewater hangt af van de geografische ligging, zoals de indeling van toepassing is die geldt op de plaats van gebruik van het beton:	
XA1	zwak agressief chemisch milieu volgens tabel 3
XA2	matig agressief chemisch milieu volgens tabel 3
XA3	sterk agressief chemisch milieu volgens tabel 3
<i>Opmerking</i>	
<i>Het kan nodig zijn een speciale studie te verrichten om de van toepassing zijnde milieuklasse vast te stellen in geval van:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Ligging buiten de grenzen van tabel 3; • Andere agressieve chemicaliën; • Chemisch verontreinigde grond of water; • hoge watersnelheid in combinatie met de chemische stoffen in tabel 3 	

Tabel 2 Diverse milieus met de daarbij van toepassing zijnde milieuklassen

milieus	aanvullende invloeden	aantastingsmechanismen gewapend- voorgespannen beton						
		geen aantasting	aantasting wapening			aantasting beton		
			carbonatatie	chloriden		vorst	chemisch	
				zout	zeewater			XF
X0	XC	XD	XS	-	dooizout	XA		
zeer droog		X0						-
droog			XC1					-
vochtig – binnenland	-		XC3					?
vochtig – binnenland	vorst		XC3			XF1		?
vochtig – binnenland	chloriden ¹⁾		XC3	XD1				?
vochtig – binnenland	vorst, chloriden ¹⁾		XC3	XD1			XF2	?
vochtig – maritiem	vorst		XC3		XS1	XF1		?
vochtig – maritiem	vorst, chloriden ¹⁾		XC3	XD1	XS1		XF2	?
nat / droog – binnenland	-		XC4					?
nat / droog – binnenland	vorst		XC4			XF3		?
nat / droog – binnenland	chloriden ¹⁾		XC4	XD3				?
nat / droog – binnenland	vorst, chloriden ¹⁾		XC4	XD3			XF4	?
nat / droog – maritiem	vorst		XC4		XS3	XF3		?
nat / droog – maritiem	vorst, chloriden ¹⁾		XC4	XD3	XS3		XF4	?
nat – binnenland	-		XC2					?
nat – binnenland	vorst		XC2			XF3		?
nat – binnenland	chloriden ¹⁾		XC2	XD2				?
nat – binnenland	vorst, chloriden ¹⁾		XC2	XD2			XF4	?
nat – maritiem	vorst		XC2		XS2	XF3		?
nat – maritiem	vorst, chloriden ¹⁾		XC2	XD2	XS2		XF4	?
permanent onder water - binnenland			XC1					?
permanent onder water - maritiem			XC1		XS2			?

¹⁾ chloriden niet afkomstig uit zeewater (bijvoorbeeld dooizout, zwembadwater of industrieel water met chloriden)

Toelichting bij tabel 2

De tabel is van toepassing op gewapend- en voorgespannen beton met altijd minimaal één milieuklasse (XC) tot maximaal 5 milieuklassen.

Bij ongewapend beton en staalvezelbeton komen de milieuklassen XC en XD niet voor.

De bij de hieronder gedefinieerde vochtregimes in de milieuklassen XC is een relatie gelegd met de relatieve vochtigheid (RV) volgens de classificatie van NEN 6720, art. 6.1.5 (kruipcoëfficiënt) en art.6.1.6 (krimpvorkorting).

Binnenland

Conditie waarbij beton niet in contact komt met chloriden afkomstig uit zeewater.

Maritiem

Conditie waarbij beton in contact komt met chloriden afkomstig uit zeewater.

De beton zal dan ook altijd onderhevig kunnen zijn aan vorst.

Indeling milieus (met uitzondering van milieus 'zeer droog' en 'droog')

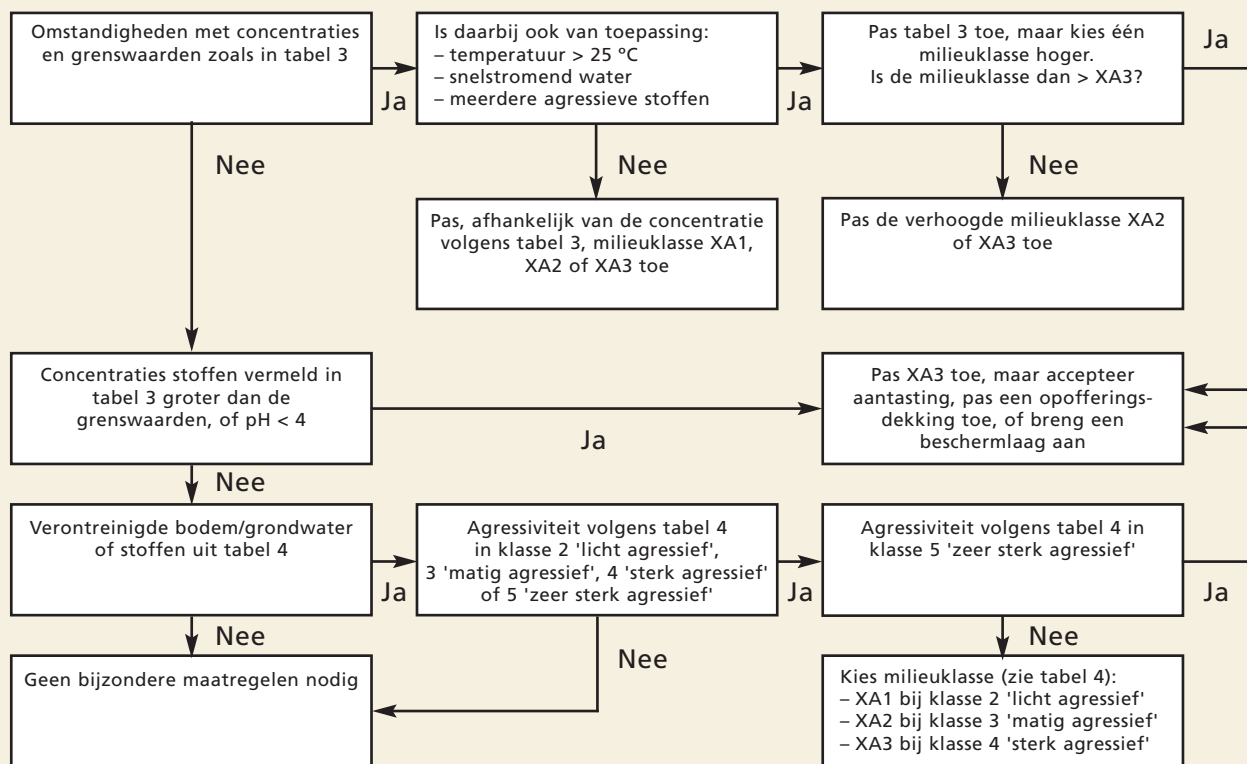
Bij de indeling in milieus is onderscheid gemaakt tussen 'Binnenland' en 'Maritiem'. In combinatie hiermee kunnen de volgende aanvullende invloeden optreden:

- geen andere invloed;
- alleen vorst;
- alleen chloriden niet afkomstig uit zeewater;
- vorst in combinatie met chloriden niet afkomstig uit zeewater.

Bij alle bovengenoemde invloeden kan ook milieuklasse XA1, XA2 of XA3 van toepassing zijn.

vochthuishouding	relatieve vochtigheid (RV)	toelichting
milieu 'zeer droog' (X0)	in NEN 8005 buiten beschouwing gelaten	zeer droog milieu
milieu 'droog' (XC1)	RV < 60 %	droog binnenmilieu
milieu 'vochtig' (XC3)	60 % ≤ RV < 85 %	buitenlucht, beschermd
milieu 'nat / droog' (XC4)	60 % ≤ RV < 100 %	buitenlucht, afwisselend nat / droog, onbeschermd, getijde- en spatzone
milieu 'nat' (XC2)	85 % ≤ RV < 100 %	buitenlucht, vrijwel altijd nat, onbeschermd
milieu 'permanent onder water' (XC1)	RV = 100 %	onder LLW of laagste grondwaterstand

Keuzeschema voor de beoordeling van chemische agressiviteit



Tabel 3 Grenswaarden van de milieuklassen met chemische aantasting door natuurlijke grond en grondwater

Het agressieve chemische milieu, zoals hieronder ingedeeld, is gebaseerd op natuurlijke grond en grondwater met een water-/grondtemperatuur tussen 5 °C en 25 °C en een zo lage watersnelheid dat een statische situatie wordt benaderd.

chemische bestanddelen	referentie beproevingsmethode	XA1	XA2	XA3
<i>grondwater</i>				
SO ₄ ²⁻ mg/l	NEN-EN 196-2	≥200 en ≤600	>600 en ≤3000	>3000 en ≤6000
pH	ISO 4316	≤6,5 en ≥5,5	<5,5 en ≥4,5	<4,5 en ≥4,0
CO ₂ mg/l agressief	PrEN 13577:1999	≥15 en ≤40	>40 en ≤100	>100
NH ₄ ⁺ mg/l	ISO 7150-1 of -2	≥15 en ≤30	>30 en ≤60	>60 en ≤100
Mg ²⁺ mg/l	ISO 7980	≥300 en ≤1000	>1000 en ≤3000	>3000
<i>grond</i>				
SO ₄ ²⁻ mg/kg ^{a)}	NEN-EN 196-2 ^{b)}	>2000 en ≤3000	3000 ^{c)} en ≤12000	>12000 en ≤24000
zuurgehalte (ml/kg)	DIN 4030-2	>200	In de praktijk niet waargenomen	

a) kleigrond met een doorlaatbaarheid kleiner dan 10⁻⁵ m/s mag in een lagere klasse worden geplaatst.
 b) de beproevingsmethode schrijft de extractie voor van SO₄²⁻ door middel van zoutzuur. Als alternatief mag de extractie met behulp van water worden toegepast, als op de plaats van het gebruik van het beton ervaring beschikbaar is.
 c) de grens van 3000 mg/kg moet worden verlaagd tot 2000 mg/kg indien gevaar bestaat voor opeenhoping van sulfationen in het beton, ten gevolge van nat/droog-wisselingen of capillaire opzuiging.

Tabel 4 Overzicht chemicaliën met globale indicatie van de agressiviteit voor beton conform bijlage A, tabel A.2 van NEN 8005

naam	reactie	agres- siviteit	naam	reactie	agres- siviteit	naam	reactie	agres- siviteit
zuren			magnesium	U/E	3	dierlijk vet en vetzuren		
azijnzuur	O	3-4	natrium	U/E	3	beenderolie	O	2
boorzuur	O	2				varkensvet	O	2
carbolzuur (fenol)	O/U	2-3	sulfaten van			visolie	O	2
citroenzuur	O	4	aluminium	E	4	slachtafval	O	3
fosforzuur	O	4	ammonium	U/E	5			
humuszuur	O	4	calcium	E	4	diversen		
melkzuur	O	3	kalium	E	4	alcohol		1
mierenzuur	O	3	koper	E	4	aceton		1
oxaalzuur	O	1	mangaan	E	4	ammoniak (water)		1
salpeterzuur	O	5	magnesium	U/E	5	bier	O	2
tannine (looistof)	O	1-2	natrium	E	4	bleekwater	C	2
waterstoffluoride	O	5	nikkel	E	4	borax		1
wijnsteenzuur	O	1	ijzer	E	4	caustic soda		1
zoutzuur	O/C	5	zink	E	4	cider, appelwijn	O	4
zwavelwaterstof	O	2				ether		1
zwavelzuur	O/E	5	petroleumdestillaten			etherische olie		1
			benzine		1	fenol	U	3
zouten en alkaliën			kerosine		1	glucose	U	3
			naftaleen		1	glycerine	U	2
<i>carbonaten van</i>			petroleum		1	honing		1
ammonium	U	2	zwارة olie		1	houtpap, houtsljip		1
kalium	E	2	dieselolie		1	kaliumpermanganaat		1
natrium (soda)	E	2				kalk		1
			koolteerdestillaten			karnemelk	O	3
<i>chloriden van</i>			anthraceen		1	koolzuurgas		1
aluminium	U/C	3	benzeen		1	kuilvoer (silage)	O	5
ammonium (salmiak)	U/C	3	cumeen		1	lood		1
calcium	C	1	kreosoot (olie)	U	2	looistoffen		1
kalium	C/E	1	kresol	U	2	melasse, suikerstroop	U	3
koper	C	1	paraffine		1	melk		1
kwik	C	1	teer		1	mest	O/U	4
magnesium	U/C	3	tolueen		1	suiker: droog		1
natrium (pekkel, zout)	C/E	2	xyleen		1	suikeroplossing	U	3
ijzer	C	2				tetra		1
zink	C	2	plantaardige oliën			tolueen		1
			amandelolie	U	3	tri (chloorethyleen)		1
<i>fluoriden</i>			chinese houtolie	U	3	ureum		1
ammonium	U	4	katoenzaadolie	U	3	urine	O/U	3
			kokosolie	U	3	vaseline		1
<i>hydroxyden van</i>			lijfolie	U	3	vruchtensap	O	4
ammonium		1	maanzaadolie	U	3	watrglas		1
calcium		1	olijfolie	U	3	wei	O	3
kalium (loog)	E	2	pinda-olie	U	3	wijn		1
natrium (loog)	E	2	raapolie	U	3	zacht water ¹⁾	O	3
			ricinusolie	U	3	zeep		1
<i>nitraten van</i>			soyaboonolie	U	3	zwavel		1
ammonium	U	5	terpentijn	U	3			
calcium		1	walnootolie	U	3			
kalium (salpeter)	U/E	3						

Toelichting bij tabel A

Agressiviteit: 1 = onschadelijk; 2 = licht agressief; 3 = matig agressief; 4 = sterk agressief; 5 = zeer sterk agressief

Reactietype: O = oplossing; U = uitwisseling; E = expansie; C = corrosie wapening.

Tabel 5 Milieuklassen volgend NEN-EN 206-1 en de daarbij behorende eisen volgens NEN 8005 en NEN 6720, wijzigingsblad A3, 2004

NEN 8005		NEN-EN 206-1						
maximum wcf / wbf	min. cement geh. (kg/m ³)	geen aantasting	aantasting wapening			aantasting beton		chemische aantasting
			carbonatatie	chloriden		vorst		
				dooizout	zeewater	-	dooizout	
0,70	200	X0						
0,65	260		XC1					
0,60	280			XC2				
0,55	280			XC3				
0,55	300				XD1		XF1	XF2-lucht
0,50	300			XC4	XD2	XS1	XF3	XF4-lucht
0,50	320							XA2
0,45	300				XD3	XS2		XF2
0,45	320					XS3		XF4
0,45	340							XA3
NEN 6720, tabel 44 ¹⁾		betondekking c ¹⁾ (mm)						
plaat, wand	-	15	25	30		25	30	
balk, poer, console	-	25	30	35		30	35	
kolom	-	30	35	40		35	40	
NEN 6720, tabel 2		scheurwijdte w (mm)						
zonder voorspanstaal	-	0,4	0,3	0,2		0,3	0,2	
met voorspanstaal	-	0,3	0,2	0,1		0,2	0,1	

1) Op de minimale betondekking is een toeslag van 5 mm van toepassing in geval van:

- een nabewerkt oppervlak;
- een oncontroleerbaar oppervlak;
- beton met een karakteristieke kubusdruksterkte $f'_{ck} < 25 \text{ N/mm}^2$.

Indien deze gevallen zich tegelijkertijd voordoen, moeten de toeslagen worden gesuperponeerd.

Stappenplan

Stap 1:

Bepaling milieuklassen XC, XD, XS, XF

Bepaal voor het betreffende bouw(onder)deel:

- de vochthuishouding;
- de additionele invloeden.

Uit tabel 2 kan hiermee de juiste combinatie van milieuklassen worden afgelezen.

Opmerking

Voor de bepaling van de vochthuishouding wordt verwezen naar de toelichting bij tabel 2.

Stap 2:

Bepaling milieuklasse XA

Funderingsconstructies

Bepaal op grond van de informatie uit het geochemisch onderzoek met behulp van tabel 3, de milieuklasse XA.

Constructie in contact met chemische stoffen

Bepaal aan de hand van tabel 4 de mate van agressiviteit (1 t/m 5).

Bepaal hiermee vervolgens uit het keuzeschema de milieuklasse XA.

Stap 3:

Bij wand of vloer

Voer bij een wand of vloer voor de beide zijden van deze bouwdelen de stappen 1 en 2 uit.

Stap 4:

Maatgevende ontwerpparameters

Het doorlopen van de stappen 1 t/m 3 geeft per bouwdeel (en bij wanden en vloeren per zijde) de juiste milieuklassen. Hiermee is met behulp van tabel 5 te bepalen:

- de minimale betondekking in combinatie met de toelaatbare scheurwijdte;
- de laagste waarde van de maximale water-cement-/bindmiddelfactor in combinatie met de hoogste waarde van het minimale cement-/bindmiddelgehalte én indien van toepassing het luchtgehalte.

Voorbeelden

Opslag-/kuilplaat (agrarische sector)

Randvoorwaarden

soort constructie:	opslag-/kuilplaat van gewapend beton
plaats:	binnenland
mogelijk chemische aantasting:	ja, door kuilvoer op de plaat

Stap 1: Milieuklassen bovenzijde plaat

Vochthuishouding: nat/droog – binnenland: XC4 (zie tabel 2).

Additionele invloeden: vorst: XF3 (zie tabel 1).

Stap 2: Chemische aantasting:

Het beton kan worden aangetast door sap uit kuilvoer.

Voor de bepaling van de milieuklasse XA maken we gebruik van tabel 4 en het keuzeschema.

Uit tabel 4 wordt afgelezen dat voor kuilvoer geldt: zeer sterk agressief (5). Uit het keuzeschema volgt nu de milieuklasse XA3.

Accepteer aantasting, pas een opofferingsdekking toe of breng een bescherm-laag aan.

Stap 3: Milieuklassen onderzijde plaat

Vochthuishouding: vochtig: XC3.

Additionele invloeden: geen.

Resultaat stap 1 t/m 3

Bovenzijde plaat: XC4 – XF3 – XA3.

Onderzijde plaat: XC3.

Stap 4: Maatgevende ontwerp-parameters

Constructief

Voor de bovenzijde van de betonplaat volgt uit tabel 5, met XA3 als bepalende milieuklasse:

- minimale betondekking = 30 mm;
- grenswaarde scheurwijdte = 0,2 mm.

Voor de onderzijde van de betonplaat volgt uit tabel 5, met XC3 als maatgevende milieuklasse:

- minimale betondekking = 25 + 5 = 30 mm;
- grenswaarde scheurwijdte = 0,3 mm.

Betontechnologisch

Milieuklasse XA3 is bepalend voor de betonsamenstelling. Uit tabel 5 volgt:

- maximale water-cement/bindmiddel-factor = 0,45;
- minimum cement/bindmiddelgehalte = 340 kg/m³.



Vloer parkeergarage

Randvoorwaarden

soort constructie:	tussenvloer in een meerlaagse parkeer- garage
plaats:	binnenland
mogelijk chemische aantasting:	nee

Stap 1: Milieuklassen bovenzijde plaat

Vochthuishouding: nat / droog – binnenland.

Additionele invloeden: chloriden uit dooizouten.

Uit tabel 2 volgt: Milieuklassen XC4 – XD3.

Stap 2: Chemische aantasting:

Niet van toepassing.

Stap 3: Milieuklassen onderzijde plaat

Vochthuishouding: vochtig – binnenland.

Additionele invloeden: geen.

Uit tabel 2 volgt: Milieuklassen XC3.

Resultaat stap 1 t/m 3

Bovenzijde plaat: XC4 – XD3.

Onderzijde plaat: XC3.

Stap 4: Maatgevende ontwerp-parameters

Constructief

Voor de bovenzijde van de betonplaat volgt uit tabel 5:

- minimale betondekking = 30 mm;
- grenswaarde scheurwijdte = 0,2 mm.

Voor de onderzijde van de betonplaat volgt uit tabel 5:

- minimale betondekking = 25 mm;
- grenswaarde scheurwijdte = 0,3 mm.

Betontechnologisch

Milieuklasse XD3 is bepalend voor de betonsamenstelling. Uit tabel 5 volgt:

- maximale water-cement/bindmiddel-factor = 0,45;
- minimum cement/bindmiddelgehalte = 300 kg/m³.



Balkon galerijflat

Randvoorwaarden

soort constructie:	voor weersinvloeden open loopgang langs de flats
plaats:	binnenland
mogelijk chemische aantasting:	nee

Stap 1: Milieuklassen bovenzijde plaat

Vochthuishouding: nat/droog – binnenland.

Additionele invloeden: vorst met chloriden uit doozouten.

Uit tabel 2 volgt: Milieuklassen XC4 – XD3 – XF4.

Stap 2: Chemische aantasting:

Niet van toepassing.

Stap 3: Milieuklassen onderzijde plaat

Vochthuishouding: vochtig - binnenland.

Additionele invloeden: vorst.

Uit tabel 2 volgt: Milieuklassen XC3 – XF1.

Resultaat stap 1 t/m 3

Bovenzijde plaat: XC4 – XD3 – XF4.

Onderzijde plaat: XC3 – XF1.

Stap 4: Maatgevende ontwerpparameters

Constructief

Voor de bovenzijde van de betonplaat volgt uit tabel 5:

- minimale betondekking = 30 mm;
- grenswaarde scheurwijdte = 0,2 mm.

Voor de onderzijde van de betonplaat volgt uit tabel 5:

- minimale betondekking = 25 mm;
- grenswaarde scheurwijdte = 0,3 mm.

Betontechnologisch

Milieuklasse XF4 is bepalend voor de betonsamenstelling. Uit tabel 5 volgen de twee mogelijkheden:



1. XF4 zonder ingebrachte lucht

- maximale water-cement/bindmiddel-factor = 0,45;
- minimum cement/bindmiddelgehalte = 320 kg/m³.

2. XF4 met ingebrachte lucht (3,5 % lucht bij $D_{\max} = 31,5$ mm)

- maximale water-cement/bindmiddel-factor = 0,50;
- minimum cement/bindmiddelgehalte = 300 kg/m³.

N.B. Met deze optie met ingebrachte lucht wordt echter niet voldaan aan de eisen bij milieuklasse XD3, te weten een maximale water-cement/bindmiddelfactor van 0,45 met een minimum cement/bindmiddelgehalte van 300 kg/m³. Een mogelijkheid om wel aan de eisen bij XD3 te voldoen, is het toepassen van een maximale water-cement/bindmiddelfactor van 0,45 en een minimum cement/bindmiddelgehalte van 300 kg/m³ in combinatie met ingebrachte lucht.

Brugdek in maritiem milieu

Randvoorwaarden

soort constructie:	betonnen brugdek
plaats:	aan zee
mogelijk chemische aantasting:	nee

Stap 1: Milieuklassen bovenzijde plaat

Vochthuishouding: vochtig – maritiem.
Additionele invloeden: vorst met chloriden uit dooizouten.

Uit tabel 2 volgt: Milieuklassen XC4 – XD3 – XS3 – XF4.

Stap 2: Chemische aantasting:

Niet van toepassing.

Stap 3: Milieuklassen onderzijde plaat

Vochthuishouding: nat / droog – maritiem.

Additionele invloeden: vorst.

Uit tabel 2 volgt: Milieuklassen XC3 – XS1 – XF1.

Resultaat stap 1 t/m 3

Bovenzijde plaat: XC4 – XD3 – XS3 – XF4.

Onderzijde plaat: XC3 – XS1 – XF1.

Stap 4: Maatgevende ontwerp-

parameters

Constructief

Voor de bovenzijde van de betonplaat volgt uit tabel 5

- minimale betondekking = 30 mm;
- grenswaarde scheurwijdte = 0,2 mm.

Voor de onderzijde van de betonplaat volgt uit tabel 5

- minimale betondekking = 30 mm;
- grenswaarde scheurwijdte = 0,2 mm.

Betontechnologisch

De milieuklassen XS3 en XF4 (zonder ingebrachte lucht) zijn bepalend voor de betonsamenstelling. Uit tabel 5 volgt:

- maximale water-cement/bindmiddel-factor = 0,45;
- minimum cement/bindmiddelgehalte = 320 kg/m³.



Literatuur

1. NEN-EN 196-2, Beproevingmethoden voor cement - Deel 2: Chemische analyse van cement. Delft, NEN, 1995
2. NEN-EN 206-1, Beton - Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit. Delft, NEN, 2001
3. ISO 4316, Surface active agents - Determination of pH of aqueous solutions - Potentiometric method. Geneve, ISO, 1977
4. NEN 6720, TGB 1990 - Voorschriften Beton - Constructieve eisen en rekenmethoden (VBC 1995). Delft, NEN, 1995
5. NEN-ISO 7150-1, Water - Bepaling van ammonium - Deel 1: Handmatige spectrometrische methode. Delft, NEN, 2002
6. ISO 7150-2, Water quality - Determination of ammonium - Part 2: Automated spectrometric method. Geneve, ISO, 1986
7. NEN 8005, Nederlandse invulling van NEN-EN 206-1: Beton - Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit. Delft, NEN, 2004
8. Ontw. NEN-EN 13577, Waterkwaliteit - Bepaling van het gehalte aan agressieve koolstofdioxide. Delft, NEN, 1999
9. NEN-EN-ISO 7980, Water - Bepaling van calcium en magnesium - Atomaire absorp-

tie spectrometrische methode. Delft, NEN, 2000

10. DIN 4030-2, Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase; Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben. Berlin, Beuth, 1991

Inlichtingen

Voor nadere informatie:
ENCI Technische Voorlichting