

Препоръчителна консистенция на бетонната смес в зависимост от вида на
конструкцията

Клас по слягане	Слягане в mm	Предназначение на бетонната смес	Време за уплътнение в s	Клас по Vebe време
S1	10 – 40	Бетонова смес за неармирани елементи или слабо армирани крупно мащабни стоманобетонни елементи, като язовирни стени, подпорни стени, фундаментни плочи, подложен бетон под фундаменти, бетонови настилки, самолетни писти и др. Бетонова смес за готови стоманобетонни изделия, изготвени чрез вибропресоване и при стендова технология	≥ 31	V0
S2	50 – 90	Бетонова смес за масивни стоманобетонни елементи плочи, греди, колони, шайби и др., транспортирана с краново средство и кубел. Плочи с дебелина до 12 cm и гъсто армирани елементи с хоризонтално бетониране	30 – 21	V1
S3	100 – 150	Бетонова смес за масивни стоманобетонни елементи плочи, греди, колони, шайби и др., транспортирана с бетонпомпа. Бетонова смес за готови стоманобетонни изделия, изготвени чрез касетна (вертикална) технология Бетонова смес, която ще се полага с бетонпомпа.	20 – 11	V2
S4	160 – 210	Бетонова смес за тънки стени, колони, бункери, силози и греди с дебелина до 12 cm.	10 – 6	V3
S5	≥ 220	Бетонова смес с висока подвижност, предназначена за гъсто армирани, тънкостенни стоманобетонни елементи с ограничена възможност за уплътняване. Подходяща консистенция за самоуплътняващи се бетони.	5 – 3	V4

Определяне на максималната едрина на добавъчния материал

$$d_{\max} \leq \left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{5}\right) b$$

$$d_{\max} \leq \frac{1}{3} D$$

$$d_{\max} \leq \frac{1}{2} d_{pl}$$

$$d_{\max} \leq \frac{2}{3} a$$

$$d_{\max} \leq 1,2 c_1$$

$$d_{\max} \leq 0,8 c_2$$

където:

- b - Минимален размер на напречното сечение на бетонирания елемент или група елементи;
- D - Вътрешен диаметър на тръбата на използваната за транспортиране на бетонната смес бетонпомпа;
- d_{pl} - Дебелина на междуетажната плоча или дебелина на изпълняваната бетонова настилка;
- a - Минимално светло разстояние между армировъчните пръти;
- c_1 - Бетоново покритие на носещата армировка при разположение на прътите в един ред;
- c_2 - Бетоново покритие на носещата армировка при многоредово разположение на прътите;

Препоръки за избор на цимент съгласно DIN 1045-2 – национално приложение на Германия към EN 206-1

Клас по въздействие			Без корозия	Корозия на армировката									Корозия на бетона									Предварително напрегнат бетон				
				Чрез карбонизация					Въздействие от хлориди				Противозамр. соли				Агресивна химическа среда			Абразивно въздействие						
									Хлориди, различни от морска вода		Хлориди от морска вода															
Вид цимент			X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3			
CEM I			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
CEM II	A/B	S	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	A	D	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	A/B	P/Q	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	○	
	A	V	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	
	B		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	
	A	W	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	B		●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	A/B	T	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	A	LL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	B		●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	A	L	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
	B		●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
A	M	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
B		●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
CEM III	A		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	B		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	C		●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
CEM IV	A/B		●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
CEM V	A/B		●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
● - препоръчва се												○ – не се препоръчва														

Клас по въздействие	Без корозия	Корозия на армировката											Корозия на бетона									Предвари телно напрегнат бетон		
		Чрез карбонизация					Въздействие от хлориди						Противозамр. соли				Агресивна химически среда			Абразивно въздействие				
							Хлориди, различни от морска вода			Хлориди от морска вода														
Вид цимент	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3			
CEMII/A-M	S-D, S-T, S-LL, D-T, D-LL, T-LL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	S-P, S-V, D-P, D-V, P-V, P-T, P-LL, V-LL, V-T	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●
CEMII/B-M	S-D, S-T, D-T	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	S-P, D-P, P-T	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○
	S-V, D-V, P-V, V-T	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
	S-LL, D-LL, P-LL, V-LL, T-LL	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
CEM IV	B P	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	○	○	○	○
CEM V	A/B S-P	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	○	○	○	○
● - препоръчва се											○ – не се препоръчва													

Таблица F1 на БДС EN 206-1:2002 Препоръчителни гранични стойности за състав и характеристики на бетона

	Класове по въздействие																	
	Без риск от корозия или агресивно въздействие	Карбонизация – предизвикваща корозия				Хлориди - предизвикващи корозия						Въздействие при замразяване/размразяване				Химически агресивна околна среда		
						Морска вода			Хлориди, различни от морска вода									
X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Максимално В/Ц	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Минимален клас по якост	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Минимално съдържание на цимент (kg/m ³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Минимално съдържание на въздух (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 ^a	4,0 ^a	4,0 ^a	-	-	-
Други изисквания												Добавъчни материали, устойчиви на замразяване/размразяване, в съответствие с изискванията на prEN 12620				Сулфатостойчив цимент ^b		

^a Ако бетона е без въвлечен въздух, свойствата на бетона се определят съгласно подходящи методи за изпитване като се сравняват с бетон с доказана мразоустойчивост за съответния клас по въздействие.

^b Когато съдържанието на SO₄²⁻ определя класове по въздействие XA2 и XA3 е важно да се използва сулфатостойчив цимент. Когато циментът е класифициран по сулфатостойчивост като умерено или високо сулфатостойчив цимент, той трябва да се използва при клас по въздействие XA2 (и при клас по въздействие XA1 по преценка), а при клас по въздействие XA3 трябва да се използва високосулфатостойчив цимент.

Класове на бетона по якост на натиск

Клас по БДС EN 206-1	Клас по БДС EN 206-1/NA
Допълнителен C 6/8	B 7,5
C 8/10	B 10
Допълнителен C 10/12	B 12,5
C 12/15	B 15
C 16/20	B 20
C 20/25	B 25
C 25/30	B 30
Допълнителен C 28/35	B 35
C 30/37	-
Допълнителен C32/40	B 40
C 35/45	B 45
C 40/50	B 50
C 45/55	B 55
C 50/60	B 60
C55/67	-
C60/75	-
C70/85	-
C80/95	-
C90/105	-
C100/115	-

Класове въздействие по	Максимално В/Ц	Минимален клас по якост на натиск	Мин. съдържание на цимент (kg/m ³)
X0	-	C12/15	-
XC1	0,65	C20/25	260
XC2	0,6	C25/30	280
XC3	0,55	C30/37	280
XC4	0,5	C30/37	300
XS1	0,5	C30/37	300
XS2	0,45	C35/45	320
XS3	0,45	C35/45	340
XD1	0,55	C30/37	300
XD2	0,55	C30/37	300
XD3	0,45	C35/45	320
XF1	0,55	C37/37	300
XF2	0,55	C25/30	300
XF3	0,5	C30/37	320
XF4	0,45	C30/37	340
XA1	0,55	C30/37	300
XA2	0,5	C30/37	320
XA3	0,45	C35/45	360

Класове по въздействие по БДС EN 206-1:2002

Означение на класа	Описание на околната среда	Информационни примери, където могат да се срещнат класовете по въздействие
1. Без риск от корозия или агресивно действие		
XO	За бетон без армировка или забетонирани метални части: Всички въздействия с изключение на замразяване/размразяване, изтриваемост или химично агресивно действие За бетон с армировка или забетонирани метални части: Много суха	Бетон във вътрешността на сградите с много ниска влажност на въздуха
2. Корозия, предизвикана от карбонизация		
<p>Когато бетонът, съдържащ армировка или други забетонирани метални части, е изложен на въздух и влага, въздействието се класифицира както следва:</p> <p>ЗАБЕЛЕЖКА: Условието за влажност се отнася до бетоновото покритие върху армировката или други забетонирани метални части, но в много случаи условията в бетоновото покритие могат да бъдат приети като отражение на околната среда. В тези случаи е меродавна класификацията на околната среда. Тя не е меродавна, ако има бариера между бетона и заобикалящата го среда.</p>		
XC1	Суха или постоянно под вода	Бетон във вътрешността на сградите с ниска влажност на въздуха. Бетон, постоянно потопен във вода
XC2	Под вода, рядко суха	Бетонни повърхности обект на дълговременен контакт с вода В много случаи при фундаменти
XC3	Умерена влажност	Бетон във вътрешността на сгради с умерена или висока влажност на въздуха. Външен бетон, предпазен от дъжд
XC4	Циклично намокряне и изсушаване	Бетонни повърхности в контакт с вода, но не в клас по въздействие XC2

3 Корозия, предизвикана от хлориди, различни от тези в морска вода		
<p>Когато бетонът, съдържащ армировка или други вбетонирани метални части, е в контакт с вода, съдържаща хлориди, включително противозамръзващи соли, от източници, различни от морска вода, въздействието се класифицира както следва: ЗАБЕЛЕЖКА: По отношение на условията на влажност виж също част 2 от тази таблица</p>		
XD1	Умерена влажност	Бетонни повърхности, изложени на намиращи се във въздуха хлориди
XD2	Под вода, рядко суха	Плувни басейни Бетон, подложен на действието на промишлени води, съдържащи хлориди
XD3	Циклично намокряне и изсушаване	Части на мостове, изложени на въздействие на соли, съдържащи хлориди Пътни настилки Настилки за автомобилни паркинги
4 Корозия, предизвикана от хлориди от морска вода		
<p>Когато бетонът, съдържащ армировка или други вбетонирани метални части, е в контакт с хлориди от морска вода или аерозоли от морска вода, въздействието се класифицира както следва:</p>		
XS1	Въздействие на аерозоли без контакт с морска вода	Конструкции близо до или на морския бряг
XS2	Постоянно под вода	Части от морски конструкции
XS3	Зони на приливи и отливи, плискане и пръскане на морска вода	Части от морски конструкции

5 Въздействие от замразяване/размразяване с или без размразяващи вещества		
Когато бетонът е влажен и е изложен на периодични замразявания/размразявания, въздействието се класифицира както следва:		
XF1	Умерено водонасищане без размразяващо вещество	Вертикални бетонни повърхности, изложени на дъжд и замразяване.
XF2	Умерено водонасищане с размразяващо вещество	Вертикални бетонни повърхности на пътни конструкции, изложени на замразяване и аерозоли с размразяващи вещества
XF3	Силно водонасищане без размразяващо вещество	Хоризонтални бетонни повърхности, изложени на дъжд и замразяване
XF4	Силно водонасищане с размразяващо вещество или морска вода	Настилки на пътища и мостове, подложени на действието на размразяващи вещества. Бетонни повърхности, подложени директно на аерозоли, съдържащи размразяващи вещества и замразяване. Зона на пликване на морска вода в морски конструкции, подложени на замразяване.
6 Химично агресивно действие		
Когато бетонът е подложен на химично агресивно действие, което се осъществява в естествени почви и подпочвени води, както е дадено в Таблица 2, въздействието се класифицира както е дадено по-долу. Класификацията на морска вода зависи от географското разположение, като се прилага класификацията, валидна в мястото на използване на бетона.		
ЗАБЕЛЕЖКА: Необходимо е специално изследване за оценка на съответното въздействие, в следните случаи:		
<ul style="list-style-type: none"> - границите са извън таблица 2; - други агресивни химикали; - химически замърсени почва или вода; - вода с висока скорост в комбинация с химикалите от таблица 2. 		
XA1	Химично слабо агресивна околна среда съгласно таблица 2	
XA2	Химично умерено агресивна околна среда съгласно таблица 2	
XA3	Химично силно агресивна околна среда съгласно таблица 2	

За случаите без риск от корозия или агресивно действие (X0) и за корозия предизвикана от карбонизация (XC1; XC2; XC3; XC4) се използват следните групи бетони (БДС EN 206-1/НА:2008)

- **Група I** - бетон, който не е в пряк допир с вода, защитен е от пряко въздействие на атмосферните условия и не е изложен на въздействие на положителни температури над 100 °C (373 K);
 - **Група II** – бетон, който е постоянно под вода или е в пряк допир с вода и не е изложен на прякото въздействие на атмосферните условия или на отрицателни температури;
 - **Група III** – бетон, който е на открито под прякото въздействие на атмосферните условия и не е изложен на въздействието на положителни температури над 100 °C (373 K);
 - **Група IV** – бетон, който е в пряк допир с вода (подложен е на променливо намокряне и изсушаване) и е изложен на прякото въздействие на атмосферните условия.
- Съответствието на класовете по въздействие от EN 206-1 с гореописаните групи бетон е дадено по-долу:

Група на бетона	Класове на въздействие по EN 206
Група I	XO; XC1 (във вътрешността на сградите)
Група II	XC1 (постоянно под вода); XC2
Група III	частично XC3 (за външни бетони, но не предпазени от дъжд)
Група IV	XC4, XF1 и XF3

Минимално количество на цимента съгласно БДС EN 206-1/НА:2008

Вид на бетона	Армирани конструкции	Неармирани конструкции
Бетон с плътна структура и плътни добавъчни материали или бетон с плътна структура и леки (порьозни) едри добавъчни материали и плътни дребни добавъчни материали		
Група I	230	не се нормира
Група II	270	не се нормира
Група III	270	250
Група IV	300	300
Бетон с плътна структура и леки (порьозни) добавъчни материали		
Група I	270	не се нормира
Група II	270	не се нормира
Група III	300	280
Група IV	350	300

Избор на цимент в зависимост от групите по условия на работа на конструкцията

Условия на работа на конструкцията	Вид цимент				
	СЕМ I	СЕМ II / A	СЕМ II / B-S СЕМ III / A	СЕМ II / B-P СЕМ II / B-Q СЕМ IV / A	Сулфатоустойчи в цимент
Група I	да	да	да	не	допуска се
Група II	да	да	да	да	не
Група III	да	да	не	не	допуска се
Група IV	допуска се	допуска се	не	не	да

Избор на класа на цимента по БДС EN 197-7 в зависимост от проектния клас на бетона

Клас на бетона по якост на натиск	C 8/10	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60	C 55/67
Препоръчителен клас на цимента по якост на натиск	32,5	32,5 42,5	32,5 42,5	32,5 42,5 52,5	32,5 42,5 52,5	42,5 52,5	42,5 52,5	52,5	52,5	52,5	52,5

При проектиране на състава на бетона трябва да се познава активността на използвания цимент. Активността на цимента се получава от производителя чрез представителни данни от протоколите за провеждания производствен контрол. При липса на данни активността на цимента се приема както следва:

За цимент с клас по якост на натиск 32,5 активността се приема $R_{ц} = 35 \text{ MPa}$

42.5 $R_{ц} = 45 \text{ MPa}$

52.5 $R_{ц} = 55 \text{ MPa}$

Основните видове цимент, произвеждани у нас са както следва

Титан „Златна Панега“	Холсим „Бели извор“	Холсим „Плевен“	Италчименти Девня	Италчименти Димитровград
CEM II/B-M (S-P-V-L) 32,5 R)	CEM II / B-M (S-P-L) 32.5 R	CEM II/B-M(S-P-L) 32,5R	CEM II B-M (L-S) 32.5R	CEM II B-M (P-L) 32.5N
CEM II/B-M (P-L-S-V) 42,5 R)	CEM II / B-M (S-P-L) 42.5 N	CEM II/B-M (P-V-L) 32,5 R	CEM II A-L 42.5 R	CEM II P-L 32.5 N LH - нискотермичен
CEM I 42,5 R-SR сулфатоустойчив	CEM I 52.5 N	CEM I 42,5R	CEM I 52.5 N	CEM II A-L 42.5 N
CEM I 52, 5 N	-	CEM II/B-M (P-L) 42,5 N	CEM II A-L 52.5 N Бял цимент	-
-	-	-	CEM III A-S 42.5 N SR сулфатоустойчив	-

Клас на бетона	Клас на цимента по якост на натиск		
	32,5	42,5	52,5
C8/10	32,5		
C12/15	32,5	42,5	
C16/20	32,5	42,5	
C20/25	32,5	42,5	52,5
C25/30	32,5	42,5	52,5
C30/37		42,5	52,5
C35/45		42,5	52,5
C40/50			52,5
C45/55			52,5
C50/60			52,5
C55/67			52,5