

Brizgani Beton

TEHNIČNA SMERNICA

APRIL 2013

Österreichische Bautechnik Vereinigung (öbv)

Über uns ...

Tunnelbau, Straßen-, Ingenieur- oder Hochbau: Ohne Bautechnik-Know-how und den Baustoff Beton sind die Erwartungen an moderne Infrastruktur und die Wohnwelten der Zukunft nicht einzulösen. Unsere Mitglieder gestalten mit ihren Innovationen mit, wo und wie wir morgen arbeiten und leben.

Die Österreichische Bautechnik Vereinigung (öbv) zählt die maßgebende Bauherrenschaft, die gesamte Bauindustrie, Ingenieurbüros, Universitäten und Fachhochschulen sowie namhafte Produkthersteller zu ihren über 230 Mitgliedsfirmen.

Die Primäraufgabe der Vereinigung ist das gemeinsame Erarbeiten des Letztstandes der Beton- und Bautechnik durch Vertreter der Mitgliedsfirmen. Dazu werden zu den Fachthemen Arbeitskreise gebildet, die die fachlichen Inhalte für ÖBV-Richtlinien erstellen. Den so erarbeiteten Wissensstand gibt die öbv in Fortbildungsveranstaltungen, Fachseminaren und Kongressen an die Mitarbeiter der Mitgliedsbetriebe weiter. Die Österreichische Bautechnik Vereinigung bezweckt die Förderung aller Bestrebungen auf den Gebieten Wissenschaft, Technik, Wirtschaft und Information im Betonbau und der Bautechnik.

Richtlinien - Wichtige Standards mitbestimmen

Die Richtlinien werden in den öbv-Arbeitskreisen zu verschiedenen Themenbereichen erarbeitet. Sie fassen den Stand der Technik zusammen und werden so zu einem wichtigen Arbeitsmittel für die Ausschreibung, Planung, Ausführung und Bewertung von Bauprojekten. Unsere Mitglieder bestimmen mit, welche Inhalte schließlich veröffentlicht werden. Über die öbv-Plattform können sie sich außerdem an Forschungsprojekten beteiligen.

Seminare - Technisches Wissen zu öbv-Rilis ausbauen

Für die Aus- und Fortbildung aller für das Gelingen eines Bauwerks Verantwortlichen (Bauherr, Planer, Ausführende und Zulieferer) hat die öbv gemeinsam mit dem Güteverband Transportbeton eine eigene Ausbildungsinstitution geschaffen. Die Betonakademie bietet jährlich über 140 Seminare österreichweit an, die neben Basiswissen in der Betontechnologie ein breites Spektrum an beton- und bautechnischen Anwendungen abdeckt und auch eine Weiterbildung für die öbv-Richtlinien bietet. Dabei werden die Inhalte dieser Regelwerke inklusive deren Hintergründe von Mitarbeitern der entsprechenden Arbeitskreisen vermittelt, womit die Informationen und das Know-how aus erster Hand erfolgen!

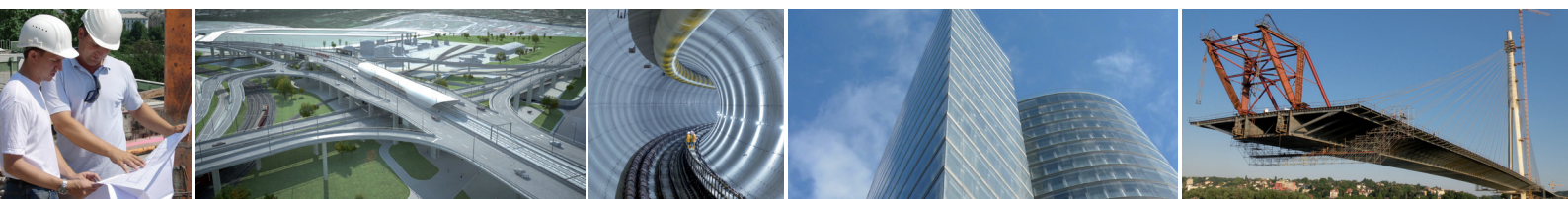
www.betonakademie.at

Kongresse - Internationales Know-how nutzen

Neben Seminaren veranstaltet die ÖBV auch Kongresse und Tagungen wie den alle zwei Jahre stattfindenden Baukongress. Die zweitägige Veranstaltung bringt Experten aus ganz Zentraleuropa nach Wien. Sie stellen die neuesten technischen Trends vor, erläutern wichtige Projekte und analysieren Ausführungen und Planungen im Tunnel-, Straßen-, Ingenieur- und Hochbau. Der Baukongress wird dadurch zur wichtigsten Plattform für Bauwissen in Centropa.

www.baukongress.at

NARS RICHTLINIEN GUIDELINES KONGRESSE CONVENTIONS SEMINARE SEMINARS RICHT



SEN BAUEN AUF WISSEN BAUEN AUF WISSEN BAU

www.bautechnik.pro

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten.

Kein Teil des Werks darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in diesem Fachbuch trotz sorgfältigster Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen.

Bei Erwerb in elektronischer Form ist die Speicherung auf Datenträger im Sinne der Lizenzvereinbarung erlaubt.

Im Sinne einer besseren Lesbarkeit der Texte wurde von uns entweder die männliche oder weibliche Form von personenbezogenen Hauptwörtern gewählt. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts. Frauen und Männer mögen sich von den Inhalten unserer Publikationen gleichermaßen angesprochen fühlen.



österreichische
bautechnik
vereinigung

Tehnična smernica

Brizgani Beton

Izdaja: April 2013

Izdajatelj: Österreichische Bautechnik Vereinigung
A-1040 Wien, Karlsgasse 5
Tel.: +43 (1) 504 15 95
E-Mail: office@bautechnik.pro
<http://www.bautechnik.pro>

Prevedel: ZBS Združenje za beton Slovenije,
1000 Ljubljana
Tel: +386 41 610 938
E-mail: zabeton@zabeton.si
<http://www.zabeton.si>

Members

Obersenatsrat Dipl.-Ing. Dr. **Franz DEIX**

Magistratsdirektion – Stadtbaudirektion, Wien

Hofrat Dipl.-Ing. Dr. **Wolfgang GOBIET**

Dipl.-Ing. **Walter HERMANN**

Rhomberg Bau GmbH, Bregenz

Ministerialrat Dipl.-Ing. **Othmar HERRMANN**

Min. Rat Dipl.-Ing. **R. HÖRHAN**

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien

Baurat Dipl.-Ing. Dr. **Helmut HUBER**

Konsulent, Birgitz

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. **Hans Georg JODL**

Technische Universität Wien

Dipl.-Ing. Dr. **Peter KREMNIETZER**

Arbeitsgemeinschaft f. Baustofftechnik, Entwicklung und Prüfung, Wien

Prof. Dipl.-Ing. Dr. **Wolfgang KUSTERLE**

University of Applied Sciences Regensburg, Regensburg

Dipl.-Ing. Dr. **Harald LAUFFER**

Allg. Bauges. – A. PORR AG, Wien

Ing. **Johann LEMMERER**

ÖBB Infrastruktur AG, Wien

Dipl.-Ing. Dr. **Wolfgang LINDLBAUER**

Zivilingenieur für Bauwesen, Wien

Dipl.-Ing. **Klaus MITTEREGGER**

Swietelsky Tunnelbau GmbH & Co KG, Innsbruck

Dipl.-Ing. **Roland MURR**

Pöyry Infra GmbH, Strass

Dipl.-Ing. **Michael PAUSER**

Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik, Wien

Dipl.-Ing. **Florian PETSCHARNIG**

Technisches Büro für Verfahrenstechnik, Brückl

Dipl.-Ing. Dr. **Walter PICHLER**

Material Consult, Hart

Dipl.-Ing. **Andreas RATH**

Porr Tunnelbau GmbH, Wien

Dipl.-Ing. **Herwig SCHÖFER**

ÖBB Infrastruktur AG, Graz

Ing. **Peter SCHWAB**

Östu-Stettin Hoch- und Tiefbau GmbH, Leoben

Dipl.-Ing. **Michael STEINER**

ASFINAG Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-AG, Wien

Dipl.-Ing. Dr. **Markus TESTOR**

ÖBB Infrastruktur AG, Innsbruck

Dipl.-Ing. **Gernot TRITTHART**

Lafarge Perlmooser GmbH, Wien

Dipl.-Ing. **Oliver WAGNER**

ÖBB Infrastruktur AG, Graz

Predgovor

Smernica za brizgani beton 2013 je tretja revizija smernice za brizgani beton, ki jo je prvič objavilo Avstrijsko združenje za beton leta 1989 (1. del – Uporaba) in 1992 (2. del – Preskušanje).

Zaradi uskladitve evropskih standardov za brizgani beton (serije EN 14487), naj bi bili nacionalni standardi umaknjeni do decembra 2007. V Avstriji so bili od maja 2006 ustrezni evropski standardi postopoma harmonizirani, zato je prilagoditev te smernice obvezna.

Nemška smernica za brizgani beton iz leta 2009 naj bi nadaljevala 20-letno tradicijo, kot osnovo za proizvodnjo kakovostno ustreznega brizganega betona pod objektivnimi pogodbenimi pogoji. Ker se smernica ÖVBB Vzdrževanje in popravila konstrukcij iz betona in armiranega betona uporablja za popravila v Avstriji, je tradicionalna usmeritev te smernice v uporabo pri gradnji predorov.

Dunaj, april 2013

Wolfgang Kusterle

Slovenski predgovor

Dokument predstavlja prevod tehnične smernice Brizgani beton, ki jo je leta 2013 izdalo ÖBV, Avstrijsko združenje za gradbeništvo. Združenje za beton Slovenije je za prevod in objavo pridobilo soglasje Avstrijskega združenja za gradbeništvo. Dokument je brezplačno na razpolago morebitnim zainteresiranim strankam na spletni strani www.zabeton.si. ZBS se je za izdajo prevoda odločil, ker predstavlja najnovejši nivo znanja za področje brizganega betona. Prevod je bil pripravljen iz angleške verzije tehnične smernice.

Tehnična smernica je informativni dokument, ki lahko pomaga strokovnjakom, ki se ukvarjajo s področjem brizganega betona. V primeru nejasnosti glede prevoda se uporabi angleška verzija dokumenta.

Uporaba TS Brizgani beton ne sme biti v neskladju s slovensko zakonodajo in veljavnimi slovenskimi standardi. Uporaba standardov, ki so navedeni v tej specifikaciji, vendar niso objavljeni kot slovenski standardi, ni možna.

ZBS kot izdajatelj prevoda smernice izjavlja, da ÖBV ni odgovoren za vsebino dokumenta in posebej ne za kakršnekoli neskladnosti s slovensko regulativo.

Ljubljana, maj 2021

Združenje za beton Slovenije

POVZETEK

0	UVODNE OPOMBE.....	1
1	PODROČJE UPORABE.....	2
2	DEFINICIJE, OKRAJŠAVE.....	3
2.1	DEFINICIJE.....	3
2.2	UPORABLJENE OKRAJŠAVE.....	6
3	OKOLJSKA ZDRUŽLJIVOST BRIZGANEGA BETONA.....	8
4	SESTAVINE BRIZGANEGA BETONA.....	10
4.1	VEZIVA.....	10
4.1.1	Cement.....	10
4.1.2	Brizgani cement (SBM).....	10
4.2	DODATKI.....	12
4.3	AGREGATI.....	13
4.4	VODA.....	15
4.5	KEMIJSKI DODATKI.....	15
4.5.1	Pospešila (EB).....	15
4.5.2	Drugi kemijski dodatki.....	17
4.6	POLIMERI.....	17
4.7	VLAKNA.....	17
5	MEŠANICA (OSNOVNA MEŠANICA)18	
5.1	SESTAVA IN PROIZVODNJA MEŠANICE.....	18
5.1.1	Suha mešanica - TM (osnovna mešanica suhega agregata).....	19
5.1.2	Vlažna mešanica (mešanica vlažnih agregatov) FM-L, FM-S.....	20
5.1.3	Mokra mešanica - NM (mešanica svežega betona).....	21
5.2	MEŠANICA ZA PREDPISANI BRIZGANI BETON (STANDARDNI BRIZGANI BETON).....	21
6	POSTOPKI BRIZGANJA.....	22
6.1	VGRADNJA BRIZGANEGA BETONA.....	22
6.2	BRIZGANJE SUHIH MEŠANIC.....	23
6.3	BRIZGANJE MOKRIH MEŠANIC.....	23
6.4	ODMERJANJE POSPEŠILA.....	24
6.5	NEGA.....	24
7	ZAHTEV, KI JIH MORA IZPOLNJEVATI BRIZGANI BETON (RAZVRSTITEV).....	25
7.1	RAZREDI BRIZGANEGA BETONA.....	25
7.1.1	Brizgani beton z nizkimi zahtevami (SpC I).....	25
7.1.2	Brizgani beton z običajnimi zahtevami (SpC II).....	25
7.1.3	Brizgani beton s posebnimi zahtevami (SpC III).....	26
7.2	KONSISTENCA.....	26
7.3	TRDNOST MLADEGA BRIZGANEGA BETONA (RAZREDI ZGODNJE TRDNOSTI).....	26
7.4	RAZREDI TRDNOSTI.....	28

7.5	BRIZGANI BETON S POSEBNIMI LASTNOSTMI (STOPNJE IZPOSTAVLJENOSTI)	29
7.5.1	Brizgani beton z visoko odpornostjo na prodiranje vode (XC 3 / XC 4).....	29
7.5.2	Brizgani beton, odporen proti zmrzali (XF1 / XF 3).....	29
7.5.3	Brizgani beton, odporen proti zmrzovanju / tajanju (XF 2 / XF 4).....	29
7.5.4	Brizgani beton z odpornostjo proti kemijskemu delovanju	29
7.5.5	Brizgani beton z odpornostjo proti topilom (kislina) (XA1L / XA2L)	30
7.5.6	Brizgani beton, ki ga je treba preskusiti na prijemno trdnost (HZ)	30
7.5.7	Brizgani beton, ojačan z vlakni (FRSpC)	30
7.6	OZNAČITEV RAZREDOV BRIZGANEGA BETONA.....	32
8	KONSTRUKCIJSKE ZAHTEVE.....	33
8.1	TEMELJNE ZAHTEVE.....	33
8.2	ARMIRANJE.....	33
9	METODA IZGRADNJE PREDORA Z ENOJNO LUPINO.....	34
9.1	DEFINICIJE, PREDPOGOJI, IZVEDBENE VARIANTE.....	34
9.2	RAZREDI BRIZGANEGA BETONA IN PROJEKTIRANJE.....	35
9.3	OPOMBE O IZVEDBI.....	35
10	POSEBNI POSTOPKI.....	36
10.1	BRIZGANI BETON POD STISNJENIM ZRAKOM	36
10.2	BRIZGANI BETON, OJAČAN Z VLAKNI.....	36
10.2.1	Brizgani beton, ojačan z jeklenimi vlakni.....	37
10.2.2	Brizgani beton, ojačan s polimernimi vlakni.....	37
11	SPECIFIKACIJE IN TESTIRANJE	39
11.1	PREISKAVA POSKUSNEGA POLJA.....	39
11.1.1	Preskušanje sestavin	40
11.1.2	Preskus osnovne mešanice	41
11.1.3	Preskus brizganega betona	42
11.2	OCENA SKLADNOSTI (TEST SKLADNOSTI).....	42
11.2.1	Sestavine	42
11.2.2	Mešanica.....	42
11.2.3	Brizgani beton.....	43
11.3	PRESKUS ISTOVETNOSTI	54
11.3.1	Sestavine	54
11.3.2	Mešanica.....	54
11.3.3	Brizgani beton.....	54
11.3.4	Strjevanje / preskus konstrukcije	54
11.4	PREGLED OPREME ZA MEŠANJE IN ODMERJANJE PRI PREISKAVI IN PREGLEDU POSKUSNEGA POLJA.....	55
12	POSTOPKI PRESKUŠANJA.....	56
12.1	SESTAVINE ZA BRIZGANI BETON	56
12.1.1	Vzorčenje osnovnih materialov za brizgani beton	56
12.1.2	Izločanje vezivnih past.....	57
12.1.3	Preskus prostorninske obstojnosti brizganih vezivnih sredstev	57
12.1.4	Preverjanje istovetnosti pospešila (EB).....	57
12.1.5	Preskus obstojnosti hrambe tekočih pospešil	57
12.1.6	Določanje vsebnosti alkalij (ekivalent Na ₂ O) v brizganem cementu in pospešilih	57
12.1.7	Določanje vsebnosti Al ₂ O ₃ v pospešilih (EB) in brizgalnem cementu (SBM).....	58
12.1.8	Preskus porazdelitve velikosti zrn agregatov	58
12.1.9	Preskus vlaken	58

12.2	VZORČNA PROIZVODNJA IN PRESKUSI SESTAVIN TER KOMBINACIJ LE TEH	58
12.2.1	Laboratorijsko preskušanje kombinacij veziva / pospešila in brizganega cementa (SBM) za pospešene čase vezanja	58
12.2.2	Priprava vzorcev za preskušanje kombinacije veziva / pospešila in brizganega cementa.....	59
12.2.3	Laboratorijsko preskušanje kombinacij veziva / pospešila in brizganega cementa za razvoj in izgubo trdnosti.....	61
12.2.4	Preskus možne alkalno-silikatne reaktivnosti z brizganim cementom ali kombinacijo vezivnih sredstev/pospešil	62
12.2.5	Preskušanje prispevka naravnega agregata k trdnosti brizganega betona.....	62
12.2.6	Preskus tvorbe razpok, zaradi zgodnjega krčenja	63
12.2.7	Preskus razreda BBG.....	63
12.2.8	Preskus sulfatne odpornosti razreda XAT-C3A-free	63
12.3	MEŠANICA, OSNOVNI BETON (BREZ POSPEŠILA)	63
12.3.1	Odvzem vzorcev mešanice	63
12.3.2	Preskus suhe mešanice (DM)	64
12.3.3	Ocena časa obdelavnosti vlažne mešanice (FM).....	64
12.3.4	Preskus parametrov svežega betona mokre mešanice	65
12.3.5	Vsebnost vlaken v mešanici.....	65
12.3.6	Mešalno razmerje.....	65
12.3.7	Osnovna mešanica - tlačna trdnost na kockah	66
12.4	PRESKUŠANJE MLADEGA BRIZGANEGA BETONA (RAZRED ZGODNJE TRDNOSTI).....	66
12.4.1	Metoda s penetracijsko iglo (merilno območje od 0 do 1,0 MPa)	66
12.4.2	Metoda z navojnimi čepi	67
12.5	PRESKUŠANJE BRIZGANEGA BETONA	69
12.5.1	Mere preskušancev in pogoji skladiščenja.....	69
12.5.2	Preskušanje tlačne trdnosti	70
12.5.3	Preskušanje referenčnega brizganega betona (brizgani beton brez pospešila)	70
12.5.4	Preskušanje natezne razcepne trdnosti.....	71
12.5.5	Preskušanje visoke odpornosti na prodor vode (XC3; XC4)	71
12.5.6	Preskušanje odpornosti proti zmrzali.....	71
12.5.7	Preskušanje modula elastičnosti	71
12.5.8	Preskušanje razreda sulfatne odpornosti XTA-C3A-free.....	71
12.5.9	Določitev enakovredne upogibne trdnosti in žilavosti brizganega betona, ojačanega z vlakni.....	71
12.5.10	Preskus vsebnosti vlaken	72
12.5.11	Preskus povečane požarne odpornosti	72
12.5.12	Preskušanje natezne in lepilne trdnosti	72
12.5.13	Izluževanje brizganega betona.....	72
12.5.14	Obnašanje pri zmanjšanem izluževanju (RV)	73
12.6	PREVERJANJA PRI PROIZVODNJI BRIZGANEGA BETONA.....	73
12.6.1	Preverjanje odmerkov praškatega in tekočega pospešila ter brizganega cementa.....	73
12.6.2	Določitev brizgane količine in odbitnega materiala	74
12.6.3	Merjenje koncentracije finega prahu.....	75
12.6.4	Debelina brizganega betona.....	75
13	UPRAVLJANJE KAKOVOSTI	76
14	PRIPOROČILA ZA RAZPISE	77
14.1	SPLOŠNE ZAHTEVE.....	77
14.2	POGODBENA DOLOČILA (GLEJ TUDI ÖNORM EN 14487-2, PRILOGA A (INFORMATIVNO))	77

15	STANDARDI, SMERNICE, BIBLIOGRAFIJA	78
15.1	STANDARDI, NAVEDENI V BESEDILU	78
15.2	SMERNICE IN PREDPISI.....	81
15.3	DODATNI STANDARDI, SMERNICE IN POROČILA, KI JIH JE TREBA UPOŠTEVATI	83
15.4	BIBLIOGRAFIJA	86
	PRILOGA 1 STANDARDNI OBRAZEC »OZNAČEVANJE VZORCEV«	87
	PRILOGA 2 PRESKUS S PENETRACIJSKO IGLO - PRESKUSNI PROTOKOL	88
	PRILOGA 3 / LIST 1 - METODA Z NAVOJNIMI ČEPI - PRESKUSNI PROTOKOL - PRIMER.....	89
	PRILOGA 3 / LIST 2 - METODA Z NAVOJNIMI ČEPI - PRESKUSNI PROTOKOL	90
	PRILOGA 4 POTRDILO O SKLADNOSTI –	
	IZRAČUN PROJEKTIRANE DEBELINE BRIZGANEGA BETONA	91
	PRILOGA 5 / LIST 1 - STANDARDNI OBRAZEC »RAZREDI ZGODNJE TRDNOSTI	
	SVEŽEGA BRIZGANEGA BETONA«	92
	PRILOGA 5 / LIST 2 - STANDARDNI OBRAZEC »RAZREDI ZGODNJE TRDNOSTI	
	SVEŽEGA BRIZGANEGA BETONA« - PRIMER V EXCEL-u	93
	PRILOGA 6 NAPAKE/SPREMEMBE V ANGLEŠČINO	94

0 PREDHODNE OPOMBE

Za odpravo trgovinskih ovir v Evropskem gospodarskem prostoru je treba upoštevati naslednja načela. Izdelki iz držav članic Evropske unije in blago s poreklom iz držav EFTA, ki so del Evropskega gospodarskega prostora (EGP), ki ne ustrezajo zahtevam te smernice, vendar izpolnjujejo preskuse in spremljanje, opravljene in priznane v državah članicah, se, vključno s temi preskusi in nadzorom, obravnavajo kot enaki, če se v Avstriji trajno doseže potrebna raven zaščite glede varnosti, zdravja in uporabnosti in dokazano izpolnjuje dodatne zahteve te direktive. Zahteve usklajenih standardov standardnih serij OENORMEN EN 14487, OENORMEN EN 14488 in avstrijskih standardov OENORM B 3309, OENORM B 3327-1, OENORM B 4710-1 in ONR 23303, ki so navedene spodaj, so vključene v to direktivo. Vključeni preskusni laboratoriji morajo ponuditi ustrezna in zadovoljiva jamstva za tehnično in strokovno usposobljenost ter neodvisnost (npr. v skladu z OEVE / OENORM EN ISO / IEC 17025).

Vsi dokumenti o preskusih in spremljanju ter standardi, tehnične smernice in predpisi o izdelkih ali izvirni dokumenti in preverjanja morajo biti predstavljeni v nemščini (overjen prevod).

Besedilo, ki ni v ležečem tisku, je zavezujoče besedilo direktive. Besedilo v ležečem tisku je namenjeno razlagam in se ne uporablja kot del dogovora.

1 PODROČJE UPORABE

Ta smernica velja za proizvodnjo konstrukcijskih komponent iz nearmiranega in armiranega betona, pa tudi armiranega betona tesne-teksture, vgrajenega z metodo brizganja.

Pri brizganem betonu v popravilu je treba upoštevati zahteve smernice ÖVBB Vzdrževanje in popravila konstrukcij iz betona in armiranega betona. Tekstilno armirani brizgani beton in brizgani beton z visoko duktilnostjo (SHCC) še nista vključena v to smernico. Poleg načel, določenih v tej smernici, se zahtevajo nadaljnje preiskave in določitve.

Brizgani beton je treba mešati iz sestavin betona (cement, mineralni dodatki, brizgani cement, naravni agregati, vlakna, voda in kemijski dodatki) tako, da je omogočeno pravilno vgrajevanje pod pogoji, ki se pričakujejo na gradbišču, in zagotavljanje doseganja zahtevanih lastnosti.

Zaradi industrijske higiene in povečanja trajnosti brizganega betona so po tej direktivi dovoljena le »brezkaljska pospešila« (glej točko 4.5.1).

Brizgani beton se uporablja na vseh področjih gradbeništva in gradnje stavb. Brizgani beton je zlasti primeren za uporabo pod posebnimi pogoji, kot so:

- odsotnost opažev
- nanos v tankih plasteh
- zahteve glede zgodnje trdnosti
- posebni načini gradnje.

Brizgani beton lahko za načrtovanje in izvedbo gradnje razvrstimo v razrede brizganega betona v skladu s točko 7.1.

Trenutno se uporablja:

- suhi postopek brizganja z uporabo sredstev za vezanje brizganega betona ali cementov v skladu s točko 4.1.1 s praškastimi ali tekočimi pospešili,
- mokri postopek brizganja s tekočimi pospešili.

Pri brizganju suhe mešanice, uporaba mešanice s suhimi naravnimi agregati (suha mešanica - TM) ali brizganega cementa, zmešanega na kraju samem z naravno vlažnimi agregati (vlažna mešanica - FM-S), omogoča, da se gradbišča oskrbujejo s svežo mešanico kadar koli in s tem stalno zagotavljajo visoko raven kakovosti.

Brizgani beton lahko nanesemo na naslednje vrste podlag:

- kamnina in zemlja
- brizgani beton
- opaži različnih vrst
- konstrukcijski elementi iz betona, zidovja in jekla (opaži)
- zmrznjena kamnina ali zemlja, led
- tesnila, geotekstilni flis, reliefna podloga, izolacijski material
- izolacijski sloji, kosmate podlage, geotekstilije.

2 DEFINICIJE, OKRAJŠAVE

2.1 Definicije

Pospešilo (EB)	Kemijski dodatek v obliki prahu ali tekočine v skladu z ÖNORM EN 934-5 z dodatnimi lastnostmi te smernice za pospeševanje reakcije cementa v vgrajenem brizganem betonu.
Dodatki	Fino razpršena snov, uporabljena v betonu in dodana betonu med mešanjem, da se pridobijo ali izboljšajo nekatere lastnosti betona. ZDA: Mineralni kemijski dodatki, CAN: nadomestni cementni materiali, EFNARC: cementni materiali EN 14487-1 dodatki.
Kemijski dodatek	Snov, dodana med proizvodnjo betonske mešanice v majhnih količinah glede na vsebnost cementa, z namenom, da se spremenijo lastnosti svežega ali strjenega betona.
Aerosoli	Večfazni sistemi zraka in drugih plinov s fino razpršenimi trdnimi snovmi ali tekočinami.
Vezivo	Cement po OENORM EN 197-1, ki ustreza zahtevam OENORM B 3327-1 brez zahtev za razvoj hidratacijske toplote, čemur je mogoče dodati hidravlično učinkoviti dodatek.
Potrjevalni organ	Organ za preskušanje, spremljanje in certificiranje, ki ustreza Direktivi 89/106 / EGP (BPR).
Cement (cement)	Drobno zmleta anorganska snov; pri mešanju z vodo tvori cementno pasto, ki se po hidrataciji strdi in veže ter ohrani prostorninsko stabilnost tudi pod vodo.
Preverjanje skladnosti (ocenjevanje skladnosti)	Sistematično preverjanje, v kolikšni meri izdelek izpolnjuje določene zahteve.
Stopnja izkoristka	Razmerje največje stopnje napetosti na brizgani beton in njegove trdnosti v dani starosti.
Prenos betona z gostim tokom	Metoda prenosa mokre mešanice, pri kateri se beton črpa skozi dovodni vod brez stisnjenega zraka.
Metoda gradnje z dvojno lupino	Obloga predora, sestavljena iz dveh ali več lupin, izdelanih tako, da ustrezajo različnim statičnim in konstrukcijskim zahtevam (ne tvorijo sestavljene konstrukcije), nameščenih v ločenih operacijah in po različnih metodah (npr. zunanja brizgana betonska lupina, betonski lok na kraju samem).
Odpadli material	Mešanica brizganega betona in podlage, ki odpade zaradi pomanjkanja adhezivne trdnosti podlage.
Suha mešanica (TM)	Za brizganje suhe mešanice (glavna šarža) je mešanica sestavljena iz suhih naravnih agregatov (največja vlažnost 0,2 %), veziva, dodatkov in po možnosti vlaken (največja vlažnost 0,5 %).
Brizgani beton s suho mešanico	Brizgani beton iz suhe ali vlažne mešanice kot osnovne mešanice.
Zgodnja trdnost	Trdnost mladega brizganega betona. Zahteva po zgodnji trdnosti je prilagojena razredom zgodnje trdnosti (razredi J1, J2, J3).

Vlakna	Jeklena ali polimerna vlakna po OENORM EN 14889-1 ali OENORM EN14889-2.
Izlužek	Tekočina, obogatena v postopku izluževanja (preskus izluževanja).
Izluževanje	Ekstrakcija topnih komponent trdne snovi v stiku s tekočino.
Zunanji nadzor	Redni pregled proizvodnega procesa gradbenega materiala in njegove proizvodnje s strani pooblaščenega nadzornega organa (na primer pooblašчени laboratorij za osnovne materiale in mešanice ali ÖBA za brizgani beton).
Preverjanje istovetnosti	Možen kontrolni test v okviru prevzemne kontrole uporabnika. Ta pregled se opravi, da se dokaže povezava dobavljenega izdelka glede skladnosti z deklariranimi vrednostmi sestave ali njenimi lastnostmi.
Preskus istovetnosti	Preveritveni preizkus za ugotovitev, ali serija ali lot betona prihaja iz ustrezne skupne količine betona.
Izguba trdnosti	Zmanjšana trdnost brizganega betona s pospešilom v primerjavi z referenčnim betonom brez pospešila.
Mešanica (glavna šarža)	Osnovna mešanica, pripravljena za ustrezen postopek brizganja, sestavljena iz naravnih agregatov, veziva in po možnosti vode, dodatkov, kemijskih dodatkov in vlaken.
Vlažna mešanica (FM-L, FM-S)	Mešanica (glavna šarža) za suho brizganje betona z naravno vlažnih naravnih agregatov z največ 6 % vlage, veziv, kemijskih dodatkov, vode (povezane s postopkom) in, po možnosti, vlaken.
Kategorija nadzornega pregleda	Pogostost preizkušanja lastnosti, ki so izbrane v skladu s stopnjo tveganja in načrtovano življenjsko dobo konstrukcije.
Več-lupinska metoda gradnje	Glej metodo gradnje z dvojno lupino.
Ne-alkalno pospešilo	Pospešilo z vrednostjo pH v določenem območju (3,0 - 8,0) in vsebnostjo alkalij pod določeno mejo (ekvivalent $\text{Na}_2\text{O} \leq 1,0$ mas. %).
Prekomerno brizgaje	Delež finih delcev v brizganem betonu, ki se nalagajo na podlago in armaturne palice ter zmanjšajo oprijem kasnejših slojev.
Referenčni beton	Brizgani beton brez pospešila se uporablja za referenco za oceno sprememb tehnoloških lastnosti (npr. znižanje trdnosti).
Preiskava poskusnega polja (kvalifikacijski test)	Preskus ali preskusi, opravljeni pred začetkom proizvodnje brizganega betona, da se določi sestava, potrebna za novi brizgani beton, da ustreza zahtevam v svežem in strjenem stanju.
Betonarna (obrat) pripravljenih mešanic	Obrat pripravljenih mešanic betona v skladu z zahtevami OENORM B 4710-1 z mikroprocesorskim krmiljenjem, v kateri se sestavine, potrebne za proizvodnjo betona, praviloma, šaržirajo po teži (v primeru tekočin po teži ali prostornini) in vmešajo v beton (pripravljena mešanica), pripravljen za uporabo.
Pripravljena mešanica	Suha mešanica z določenimi lastnostmi za brizgani beton, takrat zmešana v betonarni. Obdelava z mokro ali suho metodo brizganja.

Odbitni material	Delež mešanice, ki se med vgrajevanjem brizganega betona odbije od podlage. Odbitni material je sestavljen predvsem iz naravnih agregatov in v manjši meri iz veziva in vode.
Metoda gradnje z enojno lupino	Vse statične in konstrukcijske zahteve, ki jih mora izpolnjevati obloga predora, izpolnjujejo enojno-lupinske obloge, sestavljene iz ene ali več plasti, ki tvorijo sestavljeno konstrukcijo.
Brizgani cement (SBM)	Splošni izraz, ki se uporablja za označevanje hitrovezivnih veziv, ki zagotavljajo zahtevano hitrost strjevanja in hiter razvoj trdnosti v mladih brizganih betonih brez dodatkov (EB).
Brizgani beton (SpC)	Beton, sestavljen iz glavne šarže in po potrebi vode in/ali pospešila, brizgan z veliko hitrostjo in zgoščen z lastnim momentom. Imenovan tudi shotcrete.
Plast brizganega betona	Dvdimenzionalna konstrukcijska komponenta z določeno najmanjšo debelino, sestavljena iz enega ali več brizgalnih nanosov (npr. tesnilna plast).
Lupina brizganega betona	Tanka tridimenzionalna konstrukcijska komponenta, sestavljena iz ene ali več plasti brizganega betona z začasno ali trajno podporno in/ali nosilno funkcijo (npr. zunanja lupina brizganega betona, lok).
Brizgana plast	Brizgani beton, vgrajen v eni operaciji, brez prekinitve.
Mešanica za brizganje (Brizgalna) šoba	Mešanica, ki se brizga skozi (brizgalno) šobo. Cev z mešalno enoto za dodajanje tekočine in/ali zraka, skozi katero se mešanica odvaja iz dovodne linije. Pri brizganju suhe mešanice dodajamo vodo in - če je potrebno - prah ali tekočino in kemijske dodatke; pri brizganju mokre mešanice po se metodi gostega toka doda zrak in morebiti kemijski dodatki.
Standardni brizgani beton	Brizgani beton brez posebnih lastnosti (razred največje trdnosti SpC 12/15) vnaprej določene sestave, ki ni predmet preiskave poskusnega polja (v skladu s točko 5.2).
Podlaga	Površina, na katero je brizgani beton brizgan.
Preskusni lot	Lokalno določen odsek konstrukcije, na katerega se nanašajo preskusi (število ponovitev).
Prenos betona s tankim curkom, prenos s tankim tokom	Metoda pnevmatskega prenosa osnovne mešanice do mesta namestitve; sproščena suha ali mokra mešanica se z brizgalnega stroja do šobe prenese s stisnjenim zrakom.
Mešani beton v vozilu (beton zmešan v »hruški«)	Mešanica, ki je ustvarjena v skladu s pravili OENORM B 4710-1, točka 9.6.2.3.2, z mešalnikom za vozila.
Vodovezivno razmerje	Masno razmerje efektivne vode do ustrezne vsebnosti veziva v mešanici.
Mokra mešanica (NM)	Mešanica (glavna šarža) za mokro brizganje betona (običajno črpani beton), pripravljena iz naravnih agregatov, veziv, vode in, po možnosti, dodatkov in vlaken.
Brizgani beton z mokro mešanico	Brizgani beton iz mokre mešanice (v postopkih z gostim tokom: običajno črpan beton) kot glavna šarža.

Čas obdelavnosti	Čas med prvim stikom naravno vlažnega agregata s cementom in/ali izdelavo mokre mešanice in nanosom brizganega betona ali čas med prvim stikom naravno vlažnih naravnih agregatov z brizganim cementom (SBM) in izpustom iz šobe.
Mladi brizgani beton	Brizgani beton do starosti 24 ur.

2.2 Uporabljene okrajšave

AAR	alkalno-agregatna reakcija
AHWZ	pripravljeni hidravlično učinkoviti dodatki
AM	razlez za določanje konsistence svežega betona
ASTM	Ameriško združenje za testiranje materialov
BBG	z izboljšano požarno odpornostjo testiran na velikih ploščah
BPR	smernice za gradbene proizvode
BV	plastifikator
BZ	upogibna natezna trdnost
CEM	cement, skladien s standardi serije ÖENORM EN 197-1
CEN	Evropski odbor za standardizacijo
D	gostota pospešila
D ₁	tlačna trdnost cementa v starosti enega dne
DAfStb	Nemški odbor za armirani beton
DBV	Nemško združenje za beton in konstrukcije
DIN	Nemški industrijski standard
EB	pospešilo
EN	evropski standard
EV500	razred absorpcije energije
F	kategorija odpornosti proti ciklom zmrzovanja in tajanja naravnih agregatov
f	kategorija vsebnost finih delcev naravnih agregatov
FSV	Združenje za raziskave cestnega in železniškega transporta
FM	plastifikator
FM-L	vlažna mešanica, sposobna shranjevanja
FM-S	vlažna mešanica, za takojšnjo uporabo
FRSpC	brizgan beton, ojačan z vlakni
FS	razpon vlakna – beton za preprečevanja nastanka začetnih razpok
G	območje mejnih stanj obdelavnosti vlaknato armiranega betona
GK	največja velikost zrn naravnega agregata
HZ	natezna sprijemna trdnost
ISO	Mednarodna organizacija za standarde
J	razred trdnosti mladega brizganega betona
K	faktor za upoštevanje učinka dodatka tipa II k-vrednosti
LP	sredstvo za aeriranje (aerant)
LV	popis količin
MAK	največja dovoljena koncentracija na delovnem mestu

MS	mikrosilika
NAD	nacionalni prijavni dokument
NM	mokra mešanica
ON	Avstrijski standard
PB	črpani beton
ÖBV	Avstrijsko združenje za gradbeno tehnologijo
ÖVBB	Avstrijsko združenje za betonski in konstrukcijski inženiring
ÖBA	nadzor gradbišča
R	korelacijski koeficient
R4	statično značilen (konstruktivna podpora) za usmerjanje vzdrževanja in popravila zgradb iz betona in armiranega betona
RVS	Smernice za promet in cestno inženirstvo
AV	brizgani beton z zmanjšanim fuzijskim potencialom
SBM	brizgani cement za brizgani beton
SI	indeks oblike, parameter kategorij oblike zrna
SIA	Švicarsko združenje inženirjev in arhitektov
SpC	brizgani beton
T	območje končnih mejnih stanj za vlaknato armirani beton
TM	suha mešanica
UEK	kategorija nadzora
VOEZ	Združenje avstrijske cementne industrije
W	vsebnost vode
WA	izločanje veziva
XAL	razred izpostavljenosti: kemijsko delovanje topila
XAT	razred izpostavljenosti: kemijsko delovanje
XC1 in XC2	razredi izpostavljenosti: korozija zaradi karbonizacije
XC3 in XC4	razredi izpostavljenosti: gosta konstrukcija
XF	razred izpostavljenosti: delovanje zmrzali, z ali brez sredstva za tajanje

3 OKOLJSKA ZDRUŽLJIVOST BRIZGANEGA BETONA

Zmanjšanje vpliva na okolje ter izboljšanje zdravja in varnosti pri delu sta bila med prednostnimi cilji nadaljnjega razvoja tehnologije brizganega betona. Brizgani beton z ne-alkalnimi pospešili nima negativnega vpliva na okolje in ponuja precejšnje prednosti na področju zdravja in varnosti pri delu.

Upoštevati je treba naslednje vplive na okolje:

- Vpliv na kakovost zraka

Na splošno postopki betoniranja nimajo negativnega vpliva na kakovost zraka. Prisotnost aerosolov je treba oceniti z vidika zdravja in varnosti pri delu.

- Vpliv na izkopani material

Dosedanje izkušnje ne kažejo, da uporaba ne-alkalnega pospeševanja v brizganem betonu negativno vpliva na obnašanje izpiranja izkopenega materiala, če je stopnja odbitega materiala v izkopanem materialu manjša od 5,0 mas. %. (Možne preskusne metode: lizimeter [3])

- Vpliv na gorske vode in podtalnico

Kadar se brizgani beton uporablja v tunelih, je lahko izpostavljen gorski vodi in podtalnici.

Izluževanje betona je tudi po kratkem obdobju strjevanja zelo majhno, negativen vpliv na kakovost vode ni bil opažen. Tako se beton šteje za okolju varen gradbeni material. Enako velja za brizgani beton z ne-alkalnim pospešilom. Za optimizacijo receptov materialov na osnovi cementa, z vidika zmanjšanega potenciala fuzije, glejte smernico ÖVBB za »dreniranje v tunelih«.

Poleg uporabe ne-alkalnih pospešil, skrbno delo in nizko vodo-vezivno razmerje ($<0,60$) tudi prispevata k zagotavljanju izluževanja v brizganem betonu, ki je podobno betonu pripravljenem na kraju samem. Dodatek silicijevega dioksida lahko tudi ugodno vpliva na izluževanje. Za izcedne vode iz brizganega betona veljajo meje iz Preglednice 3-1:

Preglednica 3-1 Meje koncentracij izcednih vod iz brizganega betona, starega 28 dni, v skladu s točko 12.5.13

Parameter	Enota mere	Meja
pH		≤ 12
Električna prevodnost	mS/m	≤ 100
Kalcij	mg/l	≤ 25
Kalij	mg/l	≤ 40
Natrij	mg/l	≤ 10
Aluminij	mg/l	≤ 1.0

- Vpliv na zdravje in varnost pri delu

Med proizvodnjo brizganega betona je posadka na gradbišču v nevarnosti zaradi nastajanja prahu in alkalnosti suspendiranih delcev v zraku. Količino aerosolov je treba z ustreznimi ukrepi čim bolj zmanjšati. Prah ter dim in megla se uvrščajo med aerosole.

Glede na lokacijo in čas je koncentracija prahu med vgrajevanjem brizganega betona podvržena velikim nihanjem, ki jih je treba upoštevati pri razlagi dobljenih rezultatov. Koncentracija finega prahu se oceni na podlagi največje dovoljene koncentracije onesnaževal na delovnem mestu, izmerjene v skladu s točko 12.6.3 [4, 5].

Fini prah je opredeljen kot prah, ki lahko prodre v pljučne alveole. Fini prah se šteje za kremen, če je njegova vsebnost kremena 1,0 mas. % ali več.

Največja dovoljena koncentracija onesnaževala na delovnem mestu v skladu s Preglednico 3-2 je enaka največji dovoljeni koncentraciji prahu, ki na splošno ne škoduje zdravju delavcev v primeru ponavljajoče se in dolgotrajne izpostavljenosti, običajno za osem ur, vendar največ 40 ur na teden, brez uporabe osebne zaščitne opreme (maske za fini prah).

Preglednica 3-2 Dovoljena koncentracija prahu na podlagi največje dovoljene koncentracije onesnaževal na delovnem mestu v skladu s [4, 5]

C[mg/m ³]	Vrsta prahu	Obdobje ocene	Obremenitev
15	skupni prah	letno povprečno	inertna
30	skupni prah	urno povprečje	inertna
6	fini prah	letno povprečno	inertna
12	fini prah	urno povprečje	inertna
4	kvarcitni fini prah		silikozna
0.15	fini kremenov prah		silikozna

Glede na dejstvo, da se med izgradnjo predorov izvaja vrsta dejavnosti, ki povzročajo različne količine prahu, mora ocena temeljiti na celotnem delovnem ciklu. Kratkoročno vrednost lahko dosežemo dvakrat na 8 ur, vendar ne zaporedoma, pod pogojem, da dnevno povprečje 10 mg/m³ (skupni prah) in 5 mg/m³ (fini prah) ni preseženo. Če se uporablja osebna zaščitna oprema, so dovoljene višje meje, odvisno od zaščitnega učinka opreme (ÖNORM EN 149).

Za zmanjšanje obremenitve s prahom skozi celoten delovni cikel se priporočajo naslednji ukrepi:

- brizganje suhih mešanic: uporaba vlažnih naravnih agregatov ali predhodno vlaženje suhe mešanice, ohišje stroja, primerna oblika šobe, razdalja šobe, vsebnost vode
- brizganje mokre mešanice z ne-alkalnimi pospešili
- uporaba brizgalnih robotov (manipulatorjev)
- zadostno prezračevanje.

Vpliv pršilne meglice na posadko na gradbišču še ni jasno ugotovljen. Subjektivno gledano, delavci poročajo, da so ne-alkalna pospešila, v primerjavi z alkalnimi, precej manj dražljiva.

Nevarnosti za zdravje osebja na gradbišču, predvsem nevarnost kožnih in očesnih lezij, je mogoče preprečiti z odpravo močno alkalnih in močno dražilnih primesi, zato je pH pospešila vezanja v Avstriji omejen s 3,0 do 8,0.

4 SESTAVINE BRIZGANEGA BETONA

Za proizvodnjo brizganega betona se lahko uporabljajo samo sestavine, ki so dokazano primerne za zahteve te smernice. Dokumente zagotavljanja kakovosti brizganega betona, ki ustrezajo kakovosti, opisani v tej smernici (npr. preiskava poskusnega polja, lastni nadzor proizvodnje in nadzor tretjih oseb), je treba predložiti med preiskavo poskusnega polja in med gradnjo.

Izbira sestavin mora biti usklajena z zahtevami glede ustrezne situacije uporabe in s tem povezanimi zahtevami.

Direktiva načrtuje dodajanje naslednjih osnovnih materialov v skladu s točkami 4.1 do 4.7.

4.1 Veziva

4.1.1 Cement

Uporabiti je treba cementne razrede z oznako CE in običajno tudi z znakom ÜA in zato skladne s standardi ÖNORM EN 197-1 ali ÖNORM B 3327-1.

Razredi cementa z oznako CE, ki pa niso predmet zunanjega pregleda v skladu z ÖNORM B 3327-1 (npr. CEM I 52.5), morajo izpolnjevati zahteve iz Preglednice 4-1. Pogostost pregledov pri samokontroli je treba izvesti v skladu z ÖNORM B 3327-1. Poleg tega je treba za take cemente, v zvezi z zgoraj navedenimi dokumenti, vzorce jemati vsak drugi mesec na gradbišču (npr. na mešalnem sistemu) in jih preveriti pri pooblaščenem preskusnem organu Preglednica 4-1.

Preglednica 4-1 Dovoljeni parametri razredov cementa po ÖNORM B 3327-1 za brizgani beton

Zahteva	Brizgani beton	Brizgani beton - Sulfatno odporni
Vsebnost C ₃ A	-	0 % skladno z Bogue
Začetno vezanje	≥ 90 min ¹⁾	≥ 90 min ¹⁾
Tlačna trdnost po 1 dnevu	D1 8 (D1 11 za potrebe po svežem SpC)	D1 8 (D1 11 za potrebe po svežem SpC)
Finost po Blaineu	Odstopanje < 5 %	Odstopanje < 5 %
Izločanje po 120 minutah	WA 20	WA 20
Temperatura cementa	maks. 80 °C	maks. 80 °C

¹⁾ Če je potrebna visoka zgodnja trdnost, npr. J3, je ta vrednost lahko nižja.

4.1.2 Brizgani cement (SBM)

Uporaba brizgalnega cementa omogoča proizvodnjo brizganega betona s suho mešanico z določenimi značilnostmi svežega brizganega betona brez dodatka pospešila. Uporabljajo se lahko suhi in vlažni naravni agregati. Brizgani cement reagira zelo hitro ob stiku z vodo in ima dovoljen čas obdelavnosti nekaj minut. Če se uporabljajo vlažni naravni agregati, je treba tehnologijo obdelave ustrezno prilagoditi zaradi omejenega časa obdelavnosti. Brizgani cement zmešamo z vlažnim agregatom v ustreznem obratu na mestu za takojšnjo vgradnjo.

V skladu s točko 5.1 ÖNORM EN 14487-1 so v teh nacionalnih predpisih določene naslednje uporabe brizganih vezivnih sredstev za proizvodnjo brizganega betona. Upoštevati je treba ÖNORM EN 197-1 z odstopanji in dopolnili v skladu s Preglednico 4/2:

Preglednica 4-2 Za brizgani cement je treba na podlagi rezultatov preiskave poskusnega polja določiti naslednje parametre in/ali zahteve¹⁾

Zahteva	Brizgani cement SBM	Dodatna zahteva v primeru delovanja sulfata
Začetno vezanje (Glej preskus točka 12.1.3)	$\geq 60''$	
Prostorninska stabilnost (ÖNORM EN 196-3)	sprejeta	
SO ₃ (ÖNORM EN 196-2)	≤ 4.5 mas. % ≤ 7.5 mas. % ³⁾	v prisotnosti vode s SO ₄ ⁻² vsebnost nad 600 mg/l ≤ 3.5 mas. %
Cl (ÖNORM EN 196-2)	maks. 0.1 mas. %	
MgO v klinkerju (ÖNORM EN 196-2)	maks. 5.0 mas. %	
C ₃ A		C ₃ A-prosti (vsebnost C ₃ A v klinkerju 0 mas. %, vsebnost C ₃ A v cementu ≤ 1.0 mas. %. Če je vsebnost C ₃ A višja, je zahtevan preskus skladno s točko 0.)
Al ₂ O ₃ (ÖNORM EN 196-2)	≤ 6.5 mas. % ≤ 9.0 mas. % ³⁾	≤ 5.0 mas. %
Trdnost ³⁾	1 h ≥ 0.5 N/mm ² 6 h ≥ 1.5 N/mm ² in ≥ 70 % od kvalif. test 24 h ≥ 12 N/mm ² in ≥ 70 % od kvalif. test 28 d ≥ 32.5 N/mm ² in ≥ 80 % od kvalif. test	
Specifična površina po Blaineu	Koeficient variacije ≤ 5 %	
Vsebnost alkalij (ÖNORM EN 196-2)	Na ₂ O ekvivalent $\leq 1,5$ mas. %	
Temperatura brizganega cementa ob izpustu iz naprave	≤ 70 °C	

¹⁾ Dogovor med rezultati preskusov kontrolnega organa in tistimi, ki jih sporoči proizvajalec, je treba določiti s primerjalnimi preskusi pred začetkom dobave.

²⁾ Za metodo določanja glej to. 12.2.3. Vodo-vezivno razmerje, ki se uporabi za preskušanje, je določeno na osnovi preiskave poskusnega polja (praviloma 0,35 - 0,45).

³⁾ Velja samo za vezivo, ki vsebuje C₁₂ A₇. Prisotnost C₁₂ A₇ v vezivu se dokaže z XRD.

Za vsak razred brizganega cementa je treba predložiti podatkovni list, ki vsebuje podatke o dovoljenih reakcijskih časih, agregatni vlagi, agregatni temperaturi, delovni temperaturi (zrak, mešanica) in zahtevah glede vlažnosti zraka med pnevmatskim transportom iz mlina.

Preiskava poskusnega polja in zunanji nadzor brizganega cementa mora, na podlagi sporazuma o nadzornem pregledu, opraviti akreditirani organ za preskušanje in nadzor. Pogostost preskusov za lastni in zunanji monitoring mora biti v skladu z zahtevami ÖNORM EN 197-1 in ÖNORM B 3327-1.

Pogostost preskusov, kot dela lastnega spremljanja parametrov ekvivalent Na_2O , MgO in Al_2O_3 , je en teden

4.2 Dodatki

Dodatek hidravlično aktivnih snovi služi izboljšanju lastnosti brizganega betona, kot so obdelavnost, lepljivost, nastanek prahu, odbitni material, trdnost in gostota teksture brizganega betona.

Za določitev najugodnejšega razmerja cement/dodatek je treba opraviti kvalifikacijski preizkus.

- *AHWZ v skladu z ÖNORM B 3309 je bil preizkušen in testiran kot dodatek na podlagi enake kakovosti izdelka.* Za uporabo v brizganem betonu tipa XAT/ $\text{C}_3\text{A}_{\text{free}}$ je treba zagotoviti preverjanje v skladu z ÖNORM B 3309, točka 4.12.1.
- Elektrofiltrski pepel v skladu z ÖNORM EN 450-1 se lahko uporablja samo v skladu s kategorijo A. Za primere uporabe XF1, XF2, XF3 ali XF4 je treba zagotoviti dodatna preverjanja, navedena v 5.3.2 za elektrofiltrski pepel v skladu z ÖNORM EN 450 (vsi deli). Za uporabo v brizganem betonu tipa XAT/ $\text{C}_3\text{A}_{\text{free}}$ je treba zagotoviti preverjanje v skladu z ÖNORM B 3309, točka 4.12.1.
- Grobo zrnata plavžna žlindra v skladu z uporabo v ÖNORM EN 15167-1 in ÖNORM EN 15167-2. Za uporabo v brizganem betonu tipa XAT/ $\text{C}_3\text{A}_{\text{free}}$ je treba zagotoviti preverjanje v skladu z ÖNORM B 3309, točka 4.12.1.
- Mikrosilika mora ustrezati zahtevam ÖNORM EN 13263-1 in ÖNORM EN 13263-2. Silikate lahko dodamo v obliki suspenzije ali v obliki prahu (vendar ne kot predhodno stisnjen prah za brizganje suhe mešanice) v odmerkih do 11,0 mas. % trdnih komponent vezne mase.
- Pri brizganem betonu s suho mešanico je treba preveriti združljivost suspenzije s tekočimi pospešili (po možnosti je treba suspenzijo dodati toku materiala na brizgalni šobi). Glede shranjevanja suspenzije veljajo specifikacije za tekoča pospešila.
- Mineralno polnilo (polnilo) v skladu z ÖNORM EN 12620 se ne sme uporabljati za brizgane betone vrste XAT in XAL, če delež apnenca (CaCO_3) presega 10 %.
- Pigmenti v skladu z ÖNORM EN 12878. Uporaba pigmentov zahteva posebne ukrepe.

V primeru razredov cementa z več kot 20 % dodatkov (npr. CEM II / B, CEM III) upoštevajte učinek dodatkov na zgodnji razvoj trdnosti. V primeru uporabe brizganega cementa je treba opraviti posebne teste združljivosti.

Dodatke je treba odmeriti kot posamezne sestavine in jih homogeno mešati z drugimi sestavnimi materiali.

Pristop k-vrednosti, ki ga ureja ÖNORM B 4710-1, točka 5.2.5.2 se uporablja samo glede na korozijsko odpornost armature za XC2.

4.3 Agregati

Agregat mora biti izbran tako, da trdnostna sposobnost (petrografija, sprijemnost, oblika, sestava) omogoča izpolnitev opazovanja trdnosti utrjenega betona z brizganim betonom.

Uporabljeni naravni agregati morajo izpolnjevati vsaj nacionalne zahteve ÖNORM B 3131 v skladu z ÖNORM EN 12620. Trenutno so osnovne zahteve določene tudi v ÖNORM B 4710-1, točka 5.2.3.

Preglednica 4-3 Zahteve za agregate v odvisnosti od razreda izpostavljenosti

	X0, XC, XD	XA2L	XF, XAT
Sestava zrn > 4 mm	$G_C 85/20$, za $G_K 11 G_C 90/15$		
Sestava zrn ≤ 4 mm	$G_F 85$		
Oblika zrn	SI_{40}		
Shell content	SC_{10}		
Vsebnost finih delcev - agregati > 4 mm	$f_{1,5}$		
Vsebnost finih delcev - agregati < 4 mm	f_3^*		
Odpornost proti zmrzovanju/tajanju > 4	F_2		F1
Odpornost proti zmrzovanju/tajanju ≤ 4	F_{NR}		F1
Alkalno-silikatna reaktivnost	skladno z ÖNORM B 3100		
vodotopni klorid	$\leq 0,01 \%$		
kislinsko topen sulfat	$AS_{0,8}$		
Časi vezanja	brez škodljivih učinkov poslabšanje v skladu z ÖNORM EN 12620		
Vsebnost CO_2 pri < 4 mm	ni potrebe	$\leq 15 \%$	ni potrebe

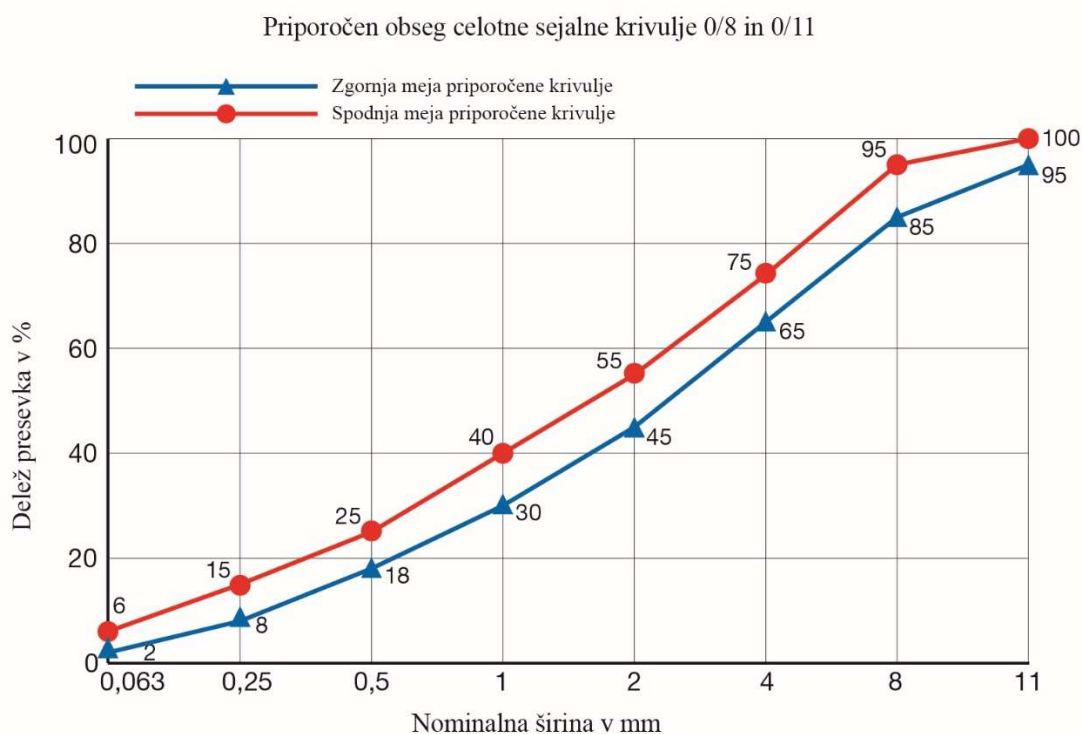
* V drobljenih naravnih agregatih, največji dovoljeni odstotek usedlin trdnih snovi ali finih delcev (velikost zrn < 0,063 mm) lahko preseže številko iz Preglednice 4/3 za 5 mas. %, če je agregat zgolj karbonat in frakcija, manjša od 0,02 mm (določena s sedimentacijskim preskusom), ne presega 3,0 mas. %.

Porazdelitev velikosti zrn mora biti takšna, da zagotavlja skladnost s standardnim obsegom agregatne razvrstitvene črte v skladu s Preglednico 4-4 (z največjimi odstopanji razreda razvrščanja linije SK2 od vrednosti, ugotovljene s preiskavo poskusnega polja) in/ali kategorije zahteva ÖNORM B 3131. Praviloma mora biti ločevanje po velikosti zrn v frakcijah 4 mm.

Preglednica 4-4 Primeren obseg agregatne razvrstitvene črte za velikosti zrn 0/8 in 0/11

Največja velikost zrn (mm)	Prehod sita v mas. %	Največje odstopanje od vrednosti mas. % preiskave poskusnega polja
11	95 – 100	5
8	85 – 95	5
4	65 – 75	5
2	45 – 55	5
1	30 – 40	4
0.5	18 – 25	4
0.25	8 – 15	3
0.063	2 – 6	1,5

V drobljenih naravnih agregatih, največji dovoljeni odstotek usedlin trdnih snovi ali finih delcev (velikost zrn <0,063 mm) lahko preseže številko iz Preglednice 4/3 za 5 mas. %, če je agregat zgolj karbonat in frakcija, manjša od 0,02 mm (določena s sedimentacijskim preskusom), ne presega 3,0 mas. %.



Slika 4-1 Priporočen razpon celotne krivulje razvrščanja iz Preglednice 4-4

Največjo velikost zrn je treba izbrati med 4 mm in 11 mm, odvisno od uporabe. Pri brizganem betonu iz mokre mešanice mora biti sestava zrn agregata usklajena s sposobnostjo črpanja betona.

Če je segregacija med skladiščenjem in prevozom zanemarljiva, lahko mešanice zrn (pripravljena mešanica zrn), pripravljene v betonarni, uporabimo tudi za izdelavo mešanice brizganega betona. Pri predhodno zmešani suhi mešanici je treba posebno pozornost nameniti močni tendenci segregacije (posebna zasnova posod, enote za shranjevanje in prevoz, omejitev največje velikosti zrn). Za posamezne skupine delcev glej zahteve v skladu s Preglednico 4-3.

Če se uporablja brizgani cement, mora biti vsebnost vode v naravnih agregatih med 2 mas. % in 4 mas. %, da se zagotovi pravilno mešanje in delovanje suhe mešanice.

Če agregat ne ustreza razredu F₁, v skladu z ÖNORM EN 12620, je treba ustrezno trdnost preveriti s »primerjalnim betonom« (glej točko 12.2.5).

4.4 Voda

Za vodo velja ÖNORM B 4710-1. Značilnosti dodane vode morajo biti v mejah ÖNORM EN 1008.

4.5 Kemijski dodatki

Kemijski dodatki za brizgani beton morajo biti v skladu z ÖNORM EN 934-2, ÖNORM EN 934-5 in ÖNORM EN 934-6 (oznaka CE).

4.5.1 Pospešila (EB)

Pospešila (EB) se uporabljajo v kombinaciji z ustreznimi vezivi v skladu s točko 4.1 in morebitnimi dodatki v skladu s točko 4.2. Največji dovoljeni odmerek pospešila za zadevno aplikacijo je treba določiti v preiskavi poskusnega polja.

Začetni preskus mora določiti največjo dovoljeno dozo pospešila za uporabo. Začetni preskus izdelka mora opraviti akreditirani preskusni organ in ne sme biti starejši od treh let.

Veljajo zahteve iz Preglednice 4-5. Zaradi varnosti in zdravja pri delu mora biti vrednost pH raztopine ali suspenzije pospešila v območju od 3,0 do 8,0. Praviloma mora biti odmerek med 4,0 in 8,0 mas. % (V tekočih pospešilih je priporočljiva vsebnost trdne snovi <5,0 % vezne mase).

Preglednica 4-5 Zahteve, ki jih morajo izpolnjevati kemijski dodatki in pospešila v skladu z ÖNORM EN 934-5 (Preglednica 1) za brizgani beton (vključno z dodatnimi zahtevami)

Lastnosti	Preskusna metoda	Zahteve
Homogenost	Vizualni pregled, točka 12.1.5	Brez segregacije
Barva	Vizualni pregled	Enotna in v skladu z opisom proizvajalca
Sestava (aktivne sestavine)	ÖNORM EN 480-6	Primerjava med infrardečimi spektri in specifikacijami proizvajalca ni ugotovljena
Relativna gostota	ISO 758	$D \pm 0.03$ at $D > 1.10$ $D \pm 0.02$ at $D < 1.10$ D = gostota, kot jo je navedel proizvajalec
Suha snov	ÖNORM EN 480-8	$0.95 T < X < 1.05 T$, če $T > 20$ mas. % $0.90 T < X < 1.10 T$, če $T < 20$ mas. % T = vsebnost suhe snovi glede na proizvajalca, X = rezultat preskusa
Vrednost pH	ISO 4316	Navedba proizvajalca ± 0.2 , dodatno $3.0 < \text{pH} < 8.0$
Klorid	ÖNORM EN ISO 1158	< 0.1 mas. %
Vodotopen klorid	ÖNORM EN 480-10	< 0.1 mas. %
Na ₂ O ekvivalent	ÖNORM EN 480-12	< 1.0 mas. %
Korozijsko obnašanje	ÖNORM EN 480-14 (uporaba CEM I z C ₃ A koncentracija ≤ 5 M-%)	V armaturnem jeklu ni začetkov korozije
Dodatne zahteve, ki jih morajo izpolnjevati pospešila:		
Časi vezanja ¹⁾	referenčna malta ÖNORM EN 480-1 z $w/c \leq 0,50$ in po preskusnem postopku na osnovi ÖNORM EN 480-2	Začetno vezanje < 10 min Končno vezanje < 60 min (povprečna vrednost za 3 poskuse)
Tlačna trdnost ²⁾	referenčna malta ÖNORM EN 480-1 in po preskusnem postopku na osnovi ÖNORM EN 196-1	Po 28 d ≥ 80 % tlačne trdnosti iz kontrolne mešanice
Zahteve, ki jih je treba izpolnjevati poleg ÖNORM EN 934-5:		
Izguba trdnosti ³⁾	Na osnovi ÖNORM EN 196-1 v skladu s točko 12.2.3 (temperatura mešanice 20 ± 2 °C)	≤ 20.0 %
Vsebnost sulfata kot SO ₃ ⁴⁾	Na osnovi ÖNORM EN 196-2	≤ 4.8 mas. % kot vsota cementa in pospešila
Al ₂ O ₃ (vodotopen) za sulfatno odporen brizgani beton (voda z vsebnostjo SO ₄ ²⁻ več kot 600 mg/l) ⁴⁾	V skladu s točko 12.1.7 ali dokazilo o sulfatni odpornosti v referenčnem brizganem betonu ali brizgani betonski konstrukciji po točki 12.2.8	Al ₂ O ₃ in mas. % x odmerek pospešila v mas. % veziva ≤ 115
Homogenost	Vizualni pregled s 1000-mililitrskim valjem po ÖNORM B 4412	s shranjevanjem v skladu s specifikacijami proizvajalca v času uporabe brez usedlin ⁵⁾

¹⁾ V odstopanju od ÖNORM EN 480-1 se pospešilo doda cementna malta z normalno konsistenco le malo pred koncem časa mešanja. V odstopanju od ÖNORM EN 480-2 je skupna masa premičnih delov naprave VICAT 300 ± 2 g.

²⁾ $W/Z \leq 0,50$, temperatura malte $5 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$, temperatura skladiščenja $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ in dodajanje pospešila tik pred koncem časa mešanja

³⁾ Običajni cement je treba dobiti pri VÖZ

⁴⁾ Pogostost preskusov, kot del lastnega spremljanja, je enkrat mesečno za zmanjšanje trdnosti in enkrat na tri mesece za SO₃ in Al₂O₃

⁵⁾ Datum izteka uporabnosti mora navesti proizvajalec

4.5.2 Drugi kemijski dodatki

Nadalje so kemijski dodatki, ki se uporabljajo v brizganem betonu, navedeni v Preglednici 4-6.

Dobavitelj mora predložiti dokaze o dovoljeni vsebnosti klorida 0,1 mas. % v presledkih dveh let.

Dodatek za nadzor hidratacije (dolgotrajni zaviralci) preprečuje reakcijo hidratacije cementa za določeno časovno obdobje, običajno daljše obdobje (med nekaj urami in največ tremi dnevi). Tako lahko vlažno mešanico FM-L in mokro mešanico NM (svež beton) hranite brez izgube kakovosti in brez bistvenih sprememb v konsistenci. Upoštevati je treba možne vplive na nadaljnji postopek strjevanja in lastnosti strjenega betona (popravki med regulatorjem konsistence in pospešilom). Izpolnjene morajo biti dodatne zahteve iz Preglednice 4-7.

Preglednica 4-6 Drugi kemijski dodatki

Kemijski dodatek	Okrajšava	Standard
Plastifikator	BV	ÖNORM EN 934-2
Superplastifikator	FM	ÖNORM EN 934-2
Sredstvo za aeriranje	LP	ÖNORM EN 934-2
Zaviralec	VZ	ÖNORM EN 934-2
Dodatek za nadzor hidratacije	-	ÖNORM EN 934-2

Preglednica 4-7 Dodatne zahteve, ki jih mora izpolnjevati dodatek za nadzor hidratacije (dolgotrajni zaviralci) v skladu z ÖNORM EN 934-5

Lastnost	Referenčni beton	Preskusna metoda	Zahteva
Vzdrževanje konsistence	ÖNORM EN 934-5 Priloga B	ÖNORM EN 12350-5	Razpon po mešanju 48-55 cm, po 6 urah ≥ 80 %
Tlačna trdnost	ÖNORM EN 934-5 Priloga B	ÖNORM EN 12390-3	Po 28 dneh enaka ali večja od referenčne mešanice

4.6 Polimeri

Brizgani beton, modificiran s polimeri, mora ustrezati ÖNORM EN 1504-3.

4.7 Vlakna

Jeklena vlakna morajo izpolnjevati zahteve ÖNORM EN 14889-1, polimerna vlakna pa ÖNORM EN 14889-2. Proizvodnja vlaken je predmet zunanjega pregleda.

5 MEŠANICA (OSNOVNA MEŠANICA)

5.1 Sestava in proizvodnja mešanice

Mešanica, kot osnovni izdelek za brizgani beton s suho mešanico in brizgani beton z mokro mešanico, je razvrščena skladno s Preglednico 5-1. Za okvirne vrednosti sestave mešanice glej Preglednico 5-2.

Preglednica 5-1 Klasifikacija mešanice (osnovne mešanice)

	Brizgani beton s suho mešanico			Brizgani beton z mokro mešanico
Vsebnost vode v naravnih agregatih	$W \leq 0,2 \text{ M-\%}$	Standard $W = 2,0 - 4,0 \text{ mas. \%}$ Razpršenost $W = 1,5 - 5,0 \text{ mas. \%}$		$W \leq 6,0 \text{ M-\%}$
Oznaka	Suha mešanica (mešana v betonarni-obratu)	Suha mešanica (mešana na gradbišču)	mokra mešanica (mešana na gradbišču)	mokra mešanica (mešana svežega betona)
Oznaka	TM	FM-L	FM-S	NM
Vezivo	Cement in dodatki ali SBM	Cement in dodatki	SBM	Cement in dodatki
Dodatek EB	V mešalnem obratu, če je potrebno	Na šobi	Na šobi, če je potrebno	Na šobi
Proizvodnja	mešanje v obratu	v obratu ali na gradbišču	neprekinjeno mešanje med delom	v obratu ali na gradbišču
Skladiščenje	Zaprto (npr. koš, vreča)	zaščiteno	-	zaščiteno
Razpoložljivost	brez omejitev	omejena razpoložljivost	brez omejitev	omejena razpoložljivost
Čas skladiščenja (brez dolgotrajnega zaviralca)	skladiščenje v skladu z zahtevami	Izdelana vnaprej, da se uporabi v času skladiščenja (največ 105 min.)	Proizvedena za takojšnjo uporabo	Izdelana vnaprej, za uporabo v času skladiščenja (največ 105 min.)

Preglednica 5-2 Okvirne vrednosti sestave mešanice za brizgane betone razredov SpC II in SpC III

	Brizgani beton s suho mešanico	Brizgani beton z mokro mešanico
Cement, dodatki SBM (npr. elektrofiltrski pepel)	310 - 360 kg/m ³ 50 - 30 kg/m ³	380 - 450 kg/m ³ 70 - 0 kg/m ³
Odmerek veziva (cement, SMB in dodatki)	340 - 400 kg/m ³ ¹⁾	400 - 500 kg/m ³
Vodovezivno razmerje ²⁾	$\leq 0,50$ zahteve glede trdnosti J_2 in/ali J_3	
Konsistenca (razlez)	-	Primeren razpon: Transportiranje z gostim tokom: $AM = 60 \pm 5 \text{ cm}^3$ ³⁾ Transportiranje s tankim tokom: $AM = 65 \pm 5 \text{ cm}^3$ ³⁾
Naravni agregati: standardni razpon glej Preglednico	GK 8, GK 11	GK 8, maks. GK 11

¹⁾ Z odmerki veziva manj kot 340 kg/m³ je oprijem brizganega betona na podlago opazno zmanjšan.

²⁾ Na osnovi mešanice. Vodovezivno razmerje v suhi mešanici je običajno med 0,35 do 0,50

³⁾ Glej točko 7.2.

5.1.1 Suha mešanica - TM (osnovna mešanica suhega agregata)

- Mikrosilika mora ustrezati zahtevam ÖNORM EN 13263-1 in ÖNORM EN 13263-2. Silikate lahko dodamo v obliki suspenzije ali v obliki prahu (vendar ne kot predhodno stisnjen prah za brizganje suhe mešanice) v odmerkih do 11,0 mas. % trdnih komponent vezivne mase.

Suha mešanica je lahko zmešana v obratu iz suhih naravnih agregatov ($w \leq 0,2$ mas. %) s cementom, s kombinacijo cementa in pospešil, po potrebi z dodatki ali z brizganim cementom (SBM).

Mešalni obrat mora izpolnjevati naslednje zahteve v skladu z ÖNORM B 4710-1:

- Skladiščenje v skladu z 9.6.2.1
- Oprema za odmerjanje v skladu z 9.6.2.2
 - o Oprema za tehtanje vseh betonskih sestavin z natančnostjo tehtanja po Preglednici 21.
 - o Natančnost odmerjanja Preglednica NAD 15.
- Mešalni obrat z mikroprocesorskim krmiljenjem mora izpolnjevati zahteve iz točke 9.6.2.3.1.

Obseg dokumentacije v skladu s točko 12.3.6 te smernice.

- Delovna temperatura

Upoštevati je treba temperature, navedene v Preglednici 5-3.

Preglednica 5-3 Mejna temperatura [°C] za suho mešanico in mešalno vodo

Delovna temperatura	min.	maks.
Mešanica	+ 5	+ 40
Mešalna voda	+ 5	+ 60

Najbolj ugodno temperaturno območje za mešanico je med 13 °C in 25 °C. Temperature pod 13 °C poslabšajo zgodnjo trdnost, temperature nad 25 °C pa skrajšajo čas obdelavnosti.

- Naravna vlaga
Največja naravna vlaga: 0,2 mas. % ali v skladu s specifikacijami proizvajalca brizganega cementa.
- Skladiščenje in transport
Suho mešanico je treba hraniti pokrito in se med prevozom ne sme poslabšati. Treba je sprejeti ukrepe, da se izognemo segregaciji (npr. centralna cev v posodi, posoda nikoli popolnoma prazna, izpust s pomočjo vibrirajočih tal). Vlažnost zraka v transportnem traku lahko privede do zgodnjih reakcij strjevanja v brizganem cementu.
Mešanice, ki se je razlila med rokovanjem ali je bila izvržena iz brizgalne naprave, se ne sme ponovno uporabiti brez predhodne obdelave.
- Shranljivost mešanice
Suha mešanica je lahko shranjena do nekaj mesecev, v skladu s specifikacijami proizvajalca, glede roka uporabnosti.

5.1.2 Vlažna mešanica (mešanica vlažnih agregatov) FM-L, FM-S

- **Proizvodnja**

Vlažna mešanica FM-L je lahko vnaprej pripravljena ali proizvedena na samem mestu iz vlažnih naravnih agregatov, cementa in dodatkov ter prepeljana do mesta vgradnje. Zahteve glede mešalnega obrata in dokumentacije morajo biti v skladu s točko 5.1.1. Mešalni obrat je treba postaviti v bližini mesta vgradnje, tako da brez dodatnih ukrepov ne bo prekoračen največji dovoljeni čas obdelavnosti 105 minut.

Če uporabljamo SBM, kratek, nekaj minutni reakcijski čas zahteva neprekinjeno (enakomerno) mešanje vlažne mešanice FM-S v posebnem mešalnem obratu, postavljenem ob stroju za dovajanje brizganega betona. Uporaba mešalnega obrata za neprekinjeno mešanje je dovoljena. Odmerjanje in mešanje sestavin mora biti takšno, da zagotavlja vgrajevanje homogenega brizganega betona na podlago. Doziranje se lahko izvaja z rotacijskimi lopaticami na volumetrični osnovi ali po možnosti s tehtalnimi transporterji. Postopek odmerjanja (doziranja) je treba prilagoditi tako, da se doseže zahtevano mešalno razmerje v skladu s Preglednico NAD 15 ÖNORM B 4710-1 (umerjanje po točki 12.6.1), ki jo je treba ustrezno dokumentirati. Za brizganje suhe mešanice je dovoljeno tolerančno območje $\pm 5\%$ za vse sestavine, dokler je končna sestava mešanice pridobljena med vgrajevanjem.

- **Delovna temperatura**

Upoštevati je treba temperature v skladu s Preglednico 5-4.

Preglednica 5-4 Mejna temperatura [$^{\circ}\text{C}$] za vlažno mešanico in mešalno vodo

Delovna temperatura	min.	maks.
Mešanica	+ 5	+ 30
Mešalna voda	+ 5	+ 60

Temperature pod + 13 $^{\circ}\text{C}$ zmanjšajo zgodnjo trdnost in nad + 25 $^{\circ}\text{C}$ skrajšajo čas obdelavnosti.

Ukrepi za doseganje ugodne delovne temperature:

- *pri nizkih temperaturah okolice: ogrevanje (izogniti se je treba neposrednemu parjenju), pokrito in/ali zaprto skladišče naravnih agregatov, ogrevanje mešalne vode;*
- *pri visokih temperaturah okolice: škropljenje frakcij velikosti zrn 4/8 in/ali 4/11, pokrito in/ali zaprto skladišče naravnih agregatov, v posebnih primerih hlajenje sestavin.*

- **Naravna vlaga agregatov**

Naravna vlaga celotne količine agregatov mora biti med 1,5 mas. % in 5 mas. % (standardno območje; 2 mas. % - 4 mas. %).

Če se uporablja SBM, je vsebnost vlage v standardnem območju bistvenega pomena za pravilno mešanje in delovanje mešanice. Praviloma je treba mešanico pokriti za zaščito pred podnebnimi vplivi med prevozom in skladiščenjem. Če je naravna vlaga nezadostna, je treba mešanico navlažiti tik pred nadaljnjo uporabo.

- **Skladiščenje in transport**

Pred namestitvijo je treba mešanico FM-L med transportom in skladiščenjem zaščititi pred zunanji vplivi. Vsaka mešanica, ki se razlije med rokovanjem ali je izvržena iz brizgalne naprave, se ne sme ponovno uporabiti brez predhodne obdelave.

- Čas obdelavnosti

Čas, v katerem ostane mešanica FM-L še vedno obdelavna (uporabna), je v veliki meri odvisen od zunanjih vplivov, vrste in doziranja veziva, vsebnosti vode v naravnem agregatu in temperatur.

Da bi zagotovili prvovrstno kakovost brizganega betona, čas brizganja mešanice iz cementa v skladu s točko 4.1.1 ne sme presegati 105 minut. Dolgotrajne zaviralce lahko uporabimo, da ohranimo mešanico obdelavno (uporabno) dalj časa.

Če se uporablja SBM, je čas obdelavnosti mešanice FM-S odvisen od izdelka (čas obdelavnosti nekaj minut).

5.1.3 Mokra mešanica - NM (mešanica svežega betona)

Proizvodnja črpanega betona in mokre mešanice za prenos betona s tankim curkom

Mešalna oprema mora biti v skladu z ÖNORM B 4710-1 It. 9.6.2.3. Potrebna je uporaba mikroprocesorsko vodene opreme. Lahko se uporabi že pripravljeni beton.

- Delovna temperatura

Preglednica 5-5 Mejna temperatura [°C] za mokro mešanico

Delovna temperatura	Min.	Maks.
dodana voda	+ 5 (poletje 1 °C)	+ 60
agregati	+ 5	-
mešanica za J2	+ 10 (zima + 15)	+ 30
mešanica za J3	+ 15 (zima + 20)	+ 30

Naravni agregati in sveži beton morajo imeti temperaturo nad +15 °C.

Če je temperatura svežega betona nad +25 °C, lahko pred-hidratacija veziva povzroči prekomerno strjevanje mokre mešanice, kar posledično povzroči neprimerno vezanje.

Temperature pod +13 °C zmanjšajo zgodnjo trdnost in nad +25 °C skrajšajo čas obdelavnosti.

- Čas obdelavnosti

Praviloma delo ne sme trajati več kot 105 minut. Čas obdelavnosti se lahko podaljša z dodajanjem zaviralcev, usklajenih s pospešilom ali kemijskimi dodatki za nadzor hidratacije (dolgotrajni zaviralci).

5.2 Mešanica za predpisani brizgani beton (standardni brizgani beton)

Brizgani beton brez posebnih zahtev do trdnostnega razreda SpC 12/15 in za razrede izpostavljenosti X0 in XC1 lahko izdelamo brez preiskave poskusnega polja v skladu s Preglednico 5-6 z naslednjo sestavo mešanice:

Preglednica 5-6 Predpisani brizgani beton (standardni brizgani beton)

FM-L	Naravni agregati GK 8 do GK 16 Območje razvrščanja AC Cement CEM I, CEM II Razred trdnosti 42.5 (350 kg kar ustreza 1 m ³ brizganega betona)	5 utežnih delov 1 utežni del
NM	C 16/20/XC1/PB/GK 8 in/ali GK 11/F66, mešano na gradbišču	

6 POSTOPKI BRIZGANJA

6.1 Vgradnja brizganega betona

Vgradnjo brizganega betona mora opraviti usposobljeno osebje.

Območje nanosa je treba očistiti z mešanico zrak-voda za podzemne gradnje in stabilizacijo pobočij (izjema: površine, občutljive na vodo, in kamnitih nasipov).

Če je potrebna sprijemna trdnost med brizganim betonom in starim betonom, je treba površino predhodno obdelati (čiščenje, hrapavost, predhodno vlaženje).

Armatura in jeklene komponente je treba ustrezno zavarovati. Pred brizganjem betona je treba odstraniti prekomerno prašenje, ohlapno kamnino ali ohlapen sloj brizganega betona za armaturo (žična mreža). Če je predvidena dvoslojna armatura, se druga plast žične mreže (obrnjena proti zračnosti predora) ne sme postaviti, preden se prva (obrnjena proti skali) prekrije z brizganim betonom. *V prisotnosti jeklenih komponent, kot so jekleni loki, jekleni nosilci, izolacija, cevi itd., ni mogoče izključiti majhnih lukenj v oblogi, učinek pa lahko zmanjšamo s pravilnim nameščanjem in nadzorom šobe.* S takšnih mest se ne sme jemati vzorcev jedra.

Na količino odbitnega materiala močno vpliva ne samo kot šobe, temveč tudi sestava mešanice, količina vode, hitrost materiala na šobi, pa tudi debelina brizganega betonskega sloja in površina stene. Ostankov odbitnega materiala in brizganega betona ne smete ponovno uporabiti za brizganje brez predhodne obdelave [8].

Referenčni odmerek brizganega cementa in/ali pospešila, določen med preiskavo poskusnega polja, se lahko nekoliko spremeni v skladu z lokalnimi pogoji. *Takšne spremembe bodo morda potrebne zaradi lege in stanja podlage, sezonskih nihanj temperature, vlage, vdora vode in geoloških razmer.*

Če se izkaže, da so razmere v določenem časovnem obdobju še posebej neugodne, npr. močan vdor vode, bo morda potrebno dodati (kemijski dodatek) dodatno pospešilo, prilagojeno celotnemu sistemu, ali povečanje odmerka brizganega cementa.

Če je treba brizgani beton obdelovati pri temperaturah zraka in pod zemljo pod +5 °C, je treba sprejeti dodatne ukrepe. Najmanjša priporočljiva temperatura mešanice je +13 °C. Če je temperatura podlage nizka, zlasti v primeru zmrznjene kamnine in zemlje ali ledu, je treba debelino brizganega betonskega sloja povečati za 2 - 3 cm.

Pri vgrajevanju brizganega betona je treba paziti, da dobimo homogeno, gosto brizgano teksturo betona in zaprto, enakomerno površino. *Za to je potrebna ustrezna količina stisnjenega zraka s zadostnim tlakom.* Uporabljati je treba samo stisnjeni zrak brez olja.

Razdaljo med šobo in podlago je treba prilagoditi pogostosti dovajanja in hitrosti brizga. V odvisnosti od delovne količine zraka, znaša med 0,5 m in 2,0 m. Kot brizganja, to je kot med šobo in steno, ki jo je treba brizgati, mora biti čim bližje 90°. *Razdalje šobe in koti, različne od priporočenih, zmanjšujejo kakovost brizganega betona in povzročajo večji odbitni material.*

Pri debelih brizganih betonskih oblogah je treba brizgani beton nanašati v dveh ali več plasteh, da se prepreči ločevanje. To velja zlasti za brizgani beton, nanesen nad glavo. Odbiti material in prekomerno razprševanje je treba odstraniti in ne vključiti v podlogo.

Če posamezne sloje, ki so potrebni za doseganje končne debeline brizganega betona, vgrajujemo v daljših intervalih, je treba predhodno brizgani betonski sloj očistiti in/ali namočiti z mešanico stisnjenega zraka in vode.

Če je treba brizgani beton vgrajevati zaporedoma na odseke podlage in/ali ga povezati na obstoječe brizgane betonske konstrukcije ali štrleče jeklene armature, je nujno pravilno povezovanje z obstoječo površino brizganega betona. V primeru prekrivanja armature se je treba izogibati zožitvi brizganih betonskih robov in umazanih površin spajanja.

6.2 Brizganje suhih mešanic

Mešanica se dovode v šobo v zračnem toku z visokim pritiskom s pomočjo stisnjenega zraka, navlaži z vodo v obročku šobe in brizga na podlago.

- Mešanica

Za brizgani beton s suho mešanico se lahko uporabi suha mešanica (TM) ali vlažna mešanica (FM-L, FM-S) v skladu s točko 5.

- Mešalni transporter, brizgalna šoba (pištola), stroj za brizganje betona

Mešanica za suho mešanico brizganega betona se dovaja v zračni tok s pomočjo rotacijskega brizgalnega stroja, dvokomornega brizgalnega stroja ali druge opreme (dozirni vijak). Mešalni transporter mora zagotoviti enakomeren pretok materiala na šobi.

Mehanska oprema mora biti popolnoma tesna (tvorba prahu, kakovost brizganega betona).

Neuporabljene ostanke mešanice in usedline je treba neprestano odstranjevati.

- Transportne cevi, cevi za dovajanje materiala

Transportne cevi ali cevovodi morajo biti nameščeni v ravnih črtah ali širokih ovinkih. Spojke morajo biti popolnoma tesne.

- Brizgalna šoba

Brizgalna šoba mora biti zasnovana tako, da zagotavlja temeljito mešanje mešanice, vode in po potrebi pospešila ter dodatkov (npr. suspenzija mikrosilike).

- Dodajanje vode

Voda se mora dovajati na brizgalno šobo pod zadostnim pritiskom skozi cevi ali cevovode.

Upoštevati je treba temperature, navedene v Preglednicah 5-3 in 5-4.

Če se brizgani beton dovaja s konstantno hitrostjo, se količina vode, ki je potrebna za optimalno obdelavnost brizganega betona, spreminja v ozkih mejah. Upoštevanje teh omejitev zagotavlja vodovozivno razmerje brizganega betona $\leq 0,50$. Meritve praviloma niso potrebne.

6.3 Brizganje mokrih mešanic

- Naprava za brizganje mokrih mešanic

Batne črpalke se uporabljajo za prenos mokre mešanice v gostem toku (polžne črpalke so primerne samo za popravila betona). Da bi med preklapljanjem zmanjšali prekinitev dobave, se priporoča dolg hod, hiter nadzor stikala in pospešena hitrost bata (kompenzacija) v območju neizpolnjenega bata.

Za prenos betona s tankim curkom se uporabljajo modificirani stroji za brizganje betona s suho mešanico ali tlačne posode z vijačnim praznjenjem.

- Dovodni cevovod

Dovodni cevovod je podoben tistemu, ki se uporablja za normalno črpani beton. Linije naj bodo čim bolj ravne. Število spojk je treba čim bolj zmanjšati.

- (Izpustna-brizgalna) šoba

Pri transportu s tankim tokom ima šoba le vodilno funkcijo in je zato sestavljena iz ene same jeklene cevi, po možnosti v obliki stožca.

Pri transportu gostega toka je treba gosti tok zrahljati in pospešiti z vbrizgavanjem zraka.

Posebej je treba paziti, da se betonskemu toku omogoči neprekinjeno dodajanje pospešila.

6.4 Odmerjanje pospešila

Naprava za odmerjanje mora zagotavljati stalno odmerjanje pospešila pri določeni količini glede na maso cementa in/ali sorazmerno z izhodno kapaciteto tekočega traku. Količino pospešila, ki se doda toku materiala, lahko prilagodite z odmerno napravo. Zmogljivost odmerne črpalke je treba zabeležiti za umerjanje (umeritvene krivulje, pri čemer je treba v primeru tekočega pospešila upoštevati tlak vode). Hkrati je treba določiti dejansko zmogljivost stroja. Da bi zagotovili dovajanje konstantne doze med celotnim obdobjem obratovanja na gradbišču, je treba odmerno napravo redno (redni intervali) vzdrževati, čistiti in umerjati. Pospešilo je treba hraniti pri temperaturi nad 10 °C ali po navodilih proizvajalca.

Odmerek pospešila mora biti natančen do manj kot 1,0 % odmerka veziva (npr. 6,0 % $\pm$ 1 % veziva).

- Naprave za odmerjanje tekočih pospešil

Tekoče pospešilo se praviloma neprekinjeno dodaja vodi ali mešanici, pod pogojem, da je sorazmerno s hitrostjo dovajanja mešanice skozi cev za material, ki je povezana z nastavljeno hitrostjo brizgalnega stroja. Med vsesavanjem pospešila iz rezervoarja je treba paziti, da ne pride do zračnih mehurčkov in onesnaženja. Med skladiščenjem je treba tekoči pospeševalnik mešati in vzdrževati v stabilnem stanju (brez flokulacije ali sprememb viskoznosti, npr. v ekstremnih vremenskih razmerah). Pri mokrem postopku so črpalke, integrirane v hidravlični sistem betonske črpalke, najsodobnejše stanje tehnike (pogosto se uporabljajo). Odmerna črpalka se mora ustaviti tudi med preklopom betonske črpalke. *Pri mokrem postopku se spremembe zmogljivosti črpalke pojavijo na podlagi pomembno veljavnih sprememb konsistence mešanice (spremembe stopnje polnjenja cilindra črpalke) in pri suhem postopku zaradi nihanj ravni vlažnosti mešanice ali zaradi usedlin v stroju ali transportni cevi.*

- Naprave za odmerjanje praškastega pospešila

Pri brizganju suhih mešanic se praškasto pospešilo običajno doda z merilnimi napravami neposredno pred strojem za brizganje betona.

- *Ročno odmerjanje v rezervoar za brizganje je dovoljeno samo v posebnih primerih.*
- *Dozirni vijaki in dozirne lopute so dovoljeni le, če je dosežen in dokumentiran zahtevani odmerek.*

6.5 Nega

Brizgani beton s posebnimi lastnostmi je treba negovati, da se krčenje omeji na najmanjšo možno mero in zagotovi zadostna trajnost in sprijemnost med betonskimi plastmi ali površino. Nego je treba izvesti takoj po nanosu, razen če v 2 urah naneseemo še eno brizgano betonsko plast. Praviloma veljajo ÖNORM B 4710-1, točka 14.5 in NAD 17. Plasti, brizgane s tankim curkom (≤ 7 cm), pri popravilu betona zahtevajo dvojni čas iz Preglednice NAD 17.

Pri gradnji predorov (vodilni rovi), zaradi ugodnih podnebnih razmer, ni potrebno negovanje brizganega betona SpC I, SpC II in SpC III / XAT, z izjemo posebnih okoliščin (npr. močno izsuševanje). V takih primerih je treba brizgane betonske površine 7 dni vlažiti ali jih dovolj škropiti s sredstvom za naknadno obdelavo v skladu z RVS 11.06.42.

7 ZAHTEVE, KI JIH MORA IZPOLNJEVATI BRIZGANI BETON (RAZVRSTITEV)

Lastnosti brizganega betona so opredeljene v razredih brizganega betona, zgodnjih razredih trdnosti, razredih trdnosti in razredih izpostavljenosti.

Lastnosti morajo biti navedene v seznamu specifikacij pogodbenih specifikacij in/ali načrtu izvedbenih načrtov s sklicevanjem na ustrezne kratke oznake.

7.1 Razredi brizganega betona

Razvrstitev v razrede brizganega betona upošteva predvideno uporabo brizganega betona, ustrezne konstrukcijske naloge, stopnjo tveganja in zahteve glede trajnosti, vključno s projektirano življenjsko dobo.

Kategorija pregledov je dodeljena razredom brizganega betona v skladu s Preglednico 7-1. Konstrukcije ali deli konstrukcije se dodelijo po projektu. Razred brizganega betona je treba navesti z imenom vrste brizganega betona.

Preglednica 7-1 Razredi brizganega betona in kategorije nadzora

Razred brizganega betona	Kategorija nadzora	Zahteve glede lastnosti kakovosti in trajnosti	Razredi izpostavljenosti
SpC .../I	1	nizke	Zajeto: XC1
SpC .../II	2	običajne (standardni primer)	Zajeto: XC2, XF1 Drugi razredi izpostavljenosti, preverjanje v skladu s točko 7.5
SpC .../III	3	posebne	Zajeto: XC3, XF1, XA1L Drugi razredi izpostavljenosti, preverjanje v skladu s točko 7.5

7.1.1 Brizgani beton z nizkimi zahtevami (SpC I)

Le nizke zahteve pri lastnostih kakovosti (razred trdnosti, trajnost) in obstaja majhna stopnja tveganja. Uporablja se na primer za tesnjenje nosilcev, podrejene podporne ukrepe največjemu dovoljenemu trdnostnemu razredu SpC 20/25.

7.1.2 Brizgani beton z običajnimi zahtevami (SpC II)

Za lastnosti kakovosti so postavljene običajne zahteve in obstaja običajna stopnja tveganja. Naloga brizganega betona pri gradnji predorov je primarna obloga, g varovanje in podpiranje okoliške kamnine, ki ostane trajno na mestu, če se pravilno izvede in uporablja v kombinaciji z notranjimi lupinami ali drugimi oblogami. S temi ukrepi in brez-alkalnim pospešilom so zajeti tudi visoka stopnja tveganja in posebne zahteve glede trajnosti (SpC III). Uporaba se izvaja za primarne obloge predorov, za podporo čela izkopa pri predorih, pa tudi za ojačitve čela izkopnih jam in pobočij, na primer.

Za zgodnje razrede trdnosti je treba določiti posebne zahteve v skladu s točko 7.3. Pri brizganem betonu za primarno oblogo pri gradnji predorov je treba za določitev zgodnjega razreda trdnosti (J_1 , J_2 ali J_3) upoštevati stopnjo izkoristka v ustrezni starosti.

7.1.3 Brizgani beton s posebnimi zahtevami (SpC III)

Ta brizgani beton je namenjen konstrukcijam z visoko stopnjo tveganja in/ali posebnimi zahtevami glede trajnosti. Uporablja se za primarne in sekundarne obloge tunelskih konstrukcij v gradnji v mehkih kamninah in nizkim prekrivanjem, za kompozitne obloge tunelov, za samostojne konstrukcije in trajne ojačitve pobočij in čel.

Brizgani beton za popravilo konstrukcij iz betona, armiranega betona in opečne opeke - smernica ÖVBB Vzdrževanje in popravila konstrukcij iz betona in armiranega betona tega ne urejajo tako - je treba razvrstiti v razred brizganega betona SpC III. Zlasti je treba zagotoviti izdelavo homogene in goste strukture betona. Za SpC III se zahteva najmanj razred izpostavljenosti XC3.

Pri določanju zgodnjih razredov trdnosti (J_1 ali J_2 ; J_3 samo v posebnih primerih) je treba upoštevati dovoljeno stopnjo izkoristka v ustrezni starosti. Zahteve glede trdnosti je treba prilagoditi časovnemu napredku uporabe.

Neposredna uporaba SpC III na površinah z močnim vdorom vode brez previdnostnih ukrepov ni dovoljena (previdnostni ukrepi: npr. zaporni sloj, drenažni sistemi).

7.2 Konsistenca

Ocena konsistence materiala za mokro mešanico s preskusnimi metodami v skladu z ÖNORM EN 12350-5 (razlez). Razredi skladnosti po ÖNORM B 4710-1 ne veljajo.

Pred začetnim preskusom je treba določiti čas uporabe načrtovanega betona. Ob zaključnem času uporabe je treba upoštevati najmanj 52 cm razleza. *Praviloma se za čas uporabe 105 minut upošteva zmanjšanje za približno 8 cm.* Največji dovoljeni razlez, določen med začetnim preskusom, ne sme biti presežen. Oceno dovoljenega razleza je treba izvesti glede na tendenco segregacije, upoštevanje vsebnosti vode in doziranje kemijskih dodatkov za zmanjševanje vode velikega obsega.

Pri vgradnji brizganega betona z mokro mešanico z gostim tokom je primeren razlez AM (razlez) = 600 mm $\pm$ 50 mm.

Pri vgradnji brizganega betona z mokro mešanico s tankim tokom je primeren razlez AM (razlez) = 650 $\pm$ 50 mm. Omejitve za obdelavo je treba določiti v začetnem preskusu.

Če je v skladu z ÖNORM B 4710-1 dogovorjen daljši čas obdelavnosti (VV). 4.2.6 in It. 5.4.9., se na koncu vgradnje preveri vzdrževanje zahtevane konsistence.

Razredi konsistence za brizgani beton s suho mešanico niso pomembni.

7.3 Trdnost mladega brizganega betona (razredi zgodnje trdnosti)

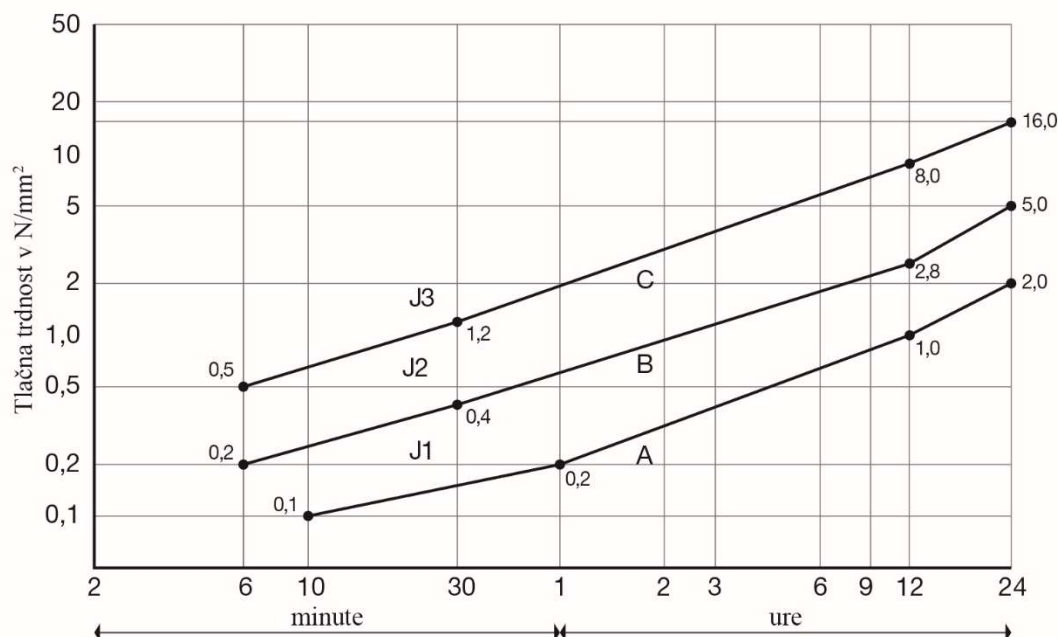
Sveži brizgani beton je opredeljen kot brizgani beton, ki ni starejši od 24 ur.

Če mora sveži beton izpolnjevati določene zahteve glede razvoja trdnosti, so te določene glede na zgodnje razrede trdnosti J_1 , J_2 , J_3 (glej Sliko 7-1).

Ustrezen razvoj trdnosti v prvih nekaj minutah je predpogoj za vgradnjo nad glavo (trdnost po 2 minutah 0,1 - 0,2 MPa). Poskusite skladno s točko. 12.4.1.

Razvoj moči v prvih nekaj minutah prav tako močno vpliva na obseg tvorbe prahu in odbojnega materiala. Če se trdnost razvije prehitro, se bo brizgani beton takoj strdil po brizganju na sprejemno površino, kar bo preprečilo pravilno vdelavo grobozrnatih delcev naslednjega brizga. Torej, da se tvorba prahu in odbojnega materiala ohrani v sprejemljivih mejah, trdnost, izmerjena po 2 minutah v normalnih pogojih, ne sme presegati 0,2 MPa.

V primeru močnega vdora vode ali na neugodni podlagi je treba po nekaj minutah doseči večjo trdnost, kar pa pomeni večjo količino prahu in odbitnega materiala.



med A in B	razred J ₁
med B in C	razred J ₂
nad C	razred J ₃

Slika 7-1 Zahteve glede zgodnje trdnosti, ki jih mora izpolnjevati sveži brizgani beton

Razvoj trdnosti v svežem brizganem betonu se določi s preskusno metodo iz točke 12.4. Preskušanje in merjenje je treba določiti med dvema minutama do tremi urami v skladu z razvojem trdnosti brizganega betona, da dobimo čim daljšo sliko razvoja trdnosti (čas, prikazan na diagramu, služi kot vodilo). Vendar je treba opozoriti, da vrednosti trdnosti med 1,0 in 2,0 MPa ni mogoče izmeriti zaradi preskusnih metod, zahtevanih v skladu s Sliko 12/3. Časi pregledov se morajo dogovoriti za posamezni projekt glede na rezultate začetnega preskusa tako, da se časi meritev ne uvrščajo med 1,0 in 2,0 N/mm². V vseh primerih je treba zagotoviti preverjanje preteka 6 minut, dokler ne doseže 1,0 MPa, in vsaj vrednost po 4 do 9 urah (v merilnem območju postopka B) in po 24 urah. Preverjanje trdnosti med 9 in 24 urami je treba preveriti šele po navedbi dodatnih preskusnih časov (npr. J₂ in po 12 urah: 5,0 MPa).

J₁ brizgani beton je primeren za vgrajevanje tankih slojev na suho podlago brez posebnih nosilnih zahtev in ponuja prednost majhnega nastajanja prahu in odbitnega materiala.

Če je treba brizgani beton vgraditi v debele plasti (vključno z glavo) z visoko stopnjo dovajanja, je potreben razvoj trdnosti po J₂. Enako velja za lokacije z iztekanjem vode in aplikacije, ki vključujejo takojšnje obremenitve zaradi nadaljnjih operacij (npr. vrtanje sidrskih lukenj, polaganje jeklenih opažev, vibracije zaradi miniranja).

J₂ zahteve je treba izpolniti tudi v primeru hitrega kopičenja obremenitve zaradi tlaka kamnine, zemeljskega tlaka ali gravitacije. Specifikacija zahtevanega območja je odvisna tudi od stopnje izkoriščenosti svežega brizganega betona. Preiskave so pokazale, da je pri mladem brizganem

betonu, s stopnjo izkoristka do 40 %, mogoče pričakovati linearno lezenje, medtem ko je pri stopnji izkoriščenosti več kot 80 % mogoče pričakovati močno progresivno vezanje lezenja z motečim učinkom na teksturo betona [9].

Zaradi povečanega nastajanja prahu in odbojnega materiala je treba brizgani beton J_3 navesti le v posebnih okoliščinah (npr. močan vdor vode, zahteve glede nosilnosti, hitra stopnja napredovanja).

7.4 Razredi trdnosti

Tlačna trdnost je določena v skladu z ÖNORM EN 206. Preskus trdnosti se izvede po največ 28 dneh (ali pozneje v dogovorjenem trenutku, npr. po 56 ali 90 dneh, ki se navedejo v oklepajih po razredu trdnosti) na izvrtanih jedrih, iz brizganih betonskih konstrukcij po ÖNORM EN 12504-1 ali, po posebnem dogovoru in za preiskavo poskusnega polja, od preskusnih plošč po ÖNORM EN 14488-1.

Preglednica 7-2 Razredi tlačne trdnosti brizganega betona - Preskusite starost v skladu s specifikacijami

Razredi tlačne trdnosti brizganega betona	Najmanjša značilna tlačna trdnost jeder s $h/d = 1$ v MPa
SpC 8/10	10
SpC 12/15	15
SpC 16/20	20
SpC 20/25	25
SpC 25/30	30
SpC 30/37	40
SpC 35/45	45

Po možnosti se preskus trdnosti izvede na jedrih z razmerjem med dolžino in premerom 1, če želimo rezultat primerjati s tlačno trdnostjo kocke (za primerjavo rezultata s tlačno trdnostjo valja uporabimo jedra z razmerjem med dolžino in premerom 2). Jedra je treba pridobiti v skladu z ONR 23303, točka 6.2., in shraniti v skladu s Preglednico 12-1.

Skladnost tlačne trdnosti brizganega betona se določi v skladu s Preglednico 7-3 za:

- skupine n zaporednih posameznih rezultatov testa x_n (merilo 1)
 - vsak posamezen rezultat testa x_i (merilo 2)
- Vsak posamezen rezultat preskusa je treba preskusiti v skladu z 12.5.2 (aritmetično povprečje vsaj petih izvrtanih jeder).

Preglednica 7-3 Merila skladnosti za rezultate preskusov trdnosti na stiskanje v jedrih konstrukcij ali preskusnih plošč

	Merilo 1	Merilo 2
Število »n« rezultatov v skupini	Povprečna vrednost »n« rezultatov x_n v MPa	katerikoli posamezni rezultat testa x_i v MPa
≥ 3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
≥ 15	$\geq f_{ck} + 1,48 \sigma$	$\geq f_{ck} - 4$

Pri čemer je:

f_{ck} značilna tlačna trdnost

σ standardni odklon vsaj 15 rezultatov preskusov

Poleg trdnostnega razreda po Preglednici 7-2 se lahko določijo zahteve glede trdnosti za določene časovne točke, npr. trdnost po 24 urah ali po 3 dneh.

7.5 Brizgani beton s posebnimi lastnostmi (stopnje izpostavljenosti)

Posebne zahteve se nanašajo na lastnosti materiala betona, ne pa tudi na lastnosti konstrukcije. Posebne lastnosti je treba dokazati le v teksturi brizganega betona.

Za brizgani beton s posebnimi lastnostmi, brez razredov izpostavljenosti X0, XC1-XC3, se lahko uporabljajo samo naravni agregati razreda F1 po ÖNORM 12620. Brizgani beton mora ustrezati vsaj trdnostnemu razredu SpC 20/25.

Brez drugačne opredelitve v poglavju 7.5 ÖNORM B 4710-1 je treba NAD 10 uporabiti za ugotavljanje stopenj izpostavljenosti.

Na splošno:

- za suhi brizgani beton se brez preskusov predpostavlja vrednost vodovezivnega razmerja 0,50,
- dovoljena je uporaba veziv iz točke 4.1 te smernice,
- sestava mešanice je določena v mešanici (osnovna mešanica), pri čemer je vsebnost zraka običajno 3 %.

7.5.1 Brizgani beton z visoko odpornostjo na prodiranje vode (XC3 / XC4)

Opomba: XC1 in XC2 se v Avstriji uporabljajo za korozijo, ki jo povzroča karbonizacija, XC3 in XC4 pa za določanje odpornosti na vdor vode

Skladnost razreda izpostavljenosti XC3 z globino prodiranja <50 mm ali XC4, drugače kot ÖNORM B 4710-1, z globino prodiranja <35 mm, je treba izvesti v strjenem betonu (izvrtano jedro) v skladu s točko 12.5.5 v skladu z ONR 23303.

7.5.2 Brizgani beton, odporen proti zmrzali (XF1 / XF3)

Skladnost z XF1 je treba izvesti v skladu z mešanico ÖNORM B 4710-1.

Testiranje odpornosti proti zmrzali XF3 se izvaja v strjenem betonu (izvrtanih jedrih) po točki.

12.5.6. V nasprotju z določbami ONR 23303 je treba odpornost proti zmrzali dokazati na podlagi zmanjšanja statičnega modula elastičnosti, ki po 56 ciklusih zmrzovanja in tajanja ne sme presegati 25 %.

7.5.3 Brizgani beton, odporen proti zmrzovanju / tajanju (XF2 / XF4)

Ta vrsta brizganega betona se praviloma lahko proizvaja samo z mokrim ali suhim postopkom iz pripravljene mešanice, polnjene v vrečah. Zahteve ÖNORM EN 1504-3 (zahtevi R3 ali R4 mora navesti načrtovalec) in preskusne postopke je treba izvesti v skladu z ÖNORM EN 13687-1. V primeru sredstev za odtajanje, ki vsebujejo sulfat, je potrebna ločena preiskava.

7.5.4 Brizgani beton z odpornostjo proti kemijskemu delovanju

Glede na dejstvo, da (vgrajenega) brizganega betona, ki je v stiku s podlago, z nadaljnjimi ukrepi ni mogoče zaščititi pred kemijskim delovanjem gorske vode, je treba sprejeti preventivne ukrepe (npr. stalni pregled vsebnosti sulfata v nastali gorski vodi z indikatorskimi trakovi), če je tako delovanje možno. Ker se koncentracija sulfata v gorski vodi lahko močno razlikuje, je treba tveganje za kemijsko delovanje oceniti v vsaj treh vzorcih, dobljenih v različnih časovnih obdobjih. Preverjanje sulfatne odpornosti se izvede z ustreznostjo osnovnih materialov in preverjanjem XC3 ali XC4. Glede nevarnosti nastanka taumasita je delež finih karbonatnih materialov v agregatu omejen (glej Preglednico 4-3), uporaba dodatka apnenčastega prahu in cementa z glavno komponento apnenčastega prahu pa ni dovoljena.

Vsebnost sulfata (SO_4^{2-}) 200 - 600 mg/l (XAT):

Brizgani beton mora imeti gosto teksturo, tj. izpolnjevati zahteve vsaj SpC II in XC3 (globina prodiranja ≤ 50 mm).

Vsebnost sulfata (SO_4^{2-}) 600 - 1500 mg/l (XAT-C₃A-free):

Uporabiti je treba ustrezne sestavine v skladu s točko 4, zlasti vezivo brez C₃A. Brizgani beton mora imeti gosto matrico, tj. izpolnjevati zahteve vsaj SpC II in XC4 (globina prodiranja ≤ 35 mm). Testiranje razreda sulfatne odpornosti XA2T se izvaja v skladu s točko 12.5.8.

Vsebnost sulfata (SO_4^{2-}) > 1500 mg/l:

Brizgani beton mora zadostiti XTA-C₃A-free. Brizgani beton pri takem delovanju ne bi smel biti uporabljen kot trajni podporni ukrep.

7.5.5 Brizgani beton z odpornostjo proti topilom (kislina) (XA1L / XA2L)

Za aplikacije, ki so izpostavljene blagemu delovanju topila (XA1L), je treba zagotoviti gosto teksturo skozi razred XC 3 (globina prodiranja ≤ 50 mm). Brizgani beton mora izpolnjevati vsaj zahteve SpC II.

Za aplikacije, ki so izpostavljene zmernemu delovanju topila (XA2L), je treba zagotoviti gosto teksturo skozi razred XC 4 (globina prodiranja ≤ 35 mm). Za aplikacije, ki so izpostavljene zmernemu delovanju topila (XA2L), je treba, za zrna velikosti < 4 mm, uporabiti nekarbonatne naravne agregate z vsebnostjo $\text{CO}_2 < 15\%$ (razen v primerih delovanja topil, pri katerih je obnova agresivne tekočine nepomembna; v takih primerih je treba za nevtralizacijo agresivne tekočine uporabiti naravne agregate, ki vsebujejo apnenec ali dolomit). Brizgani beton mora izpolnjevati vsaj zahteve SpC II.

Aplikacije, ki so izpostavljene močnemu delovanju topil (XA3L), zahtevajo posebne ukrepe. Brizgani beton se praviloma ne sme uporabljati kot trajni podporni ukrep za takšno uporabo.

7.5.6 Brizgani beton, ki ga je treba preskusiti na sprijemno trdnost (HZ)

Za posebne postopke mora projektni inženir vrednost natezne trdnosti (sprijemna trdnost), npr. HZ 1,5 (toleranca pri začetnem preskušanju: 0,5 MPa), določiti za posamezen projekt. Preskus je treba opraviti na izvrtanih jedrih ali na konstrukciji (v primeru tankih slojev) v skladu s točko 12.5.12.

Praviloma je potrebna priprava podlage. Za dokazovanje zadostnosti priprave podlage se določita sprijemna trdnost in hrapavost površine podlage.

7.5.7 Brizgani beton, ojačan z vlakni (FRSpC)

Ocena brizganega betona, ojačanega z vlakni (FRSpC), se izvede v skladu z ÖNORM EN 14487-1 (razredi preostale trdnosti do debeline 7,5 cm ali alternativno s kapaciteto absorpcije energije) in smernico ÖVBB za vlaknato armirani beton (razredi preostale trdnosti za sestavne dele za debeline več kot 7,5 cm ali alternativno, glede na kapaciteto absorpcije energije, kot tudi na upogibno in razcepnost natezno trdnost). Armirani beton je razvrščen glede na njegove posebne lastnosti.

7.5.7.1 Razredi razcepne in upogibne natezne trdnosti BZ (Smernica ÖVBB za beton, ojačan z vlakni)

Za razvrstitev v razrede upogibne natezne trdnosti je treba uporabiti Smernico ÖVBB za armirani beton točko 6.1.2.

7.5.7.2 Preostala trdnost - armiranobetonski razredi T in G (Smernica ÖVBB za armirani beton, ojačan z vlakni)

Za aplikacije, ki so podvržene upogibnim silam (npr. v kombinaciji z normalno silo) z debelino večjo od 7,5 cm, je beton, ojačan z vlakni, razvrščen T1 – T5 glede na končno trdnost ali G1-G5 glede na

obratovalno stanje za namene projektiranja. Razredi določajo vrednosti, ki temeljijo na povprečni ekvivalentni upogibno natezni trdnosti, izmerjeni pri preskusu nosilca. *Vlaknato armirano betonske razrede, višje od T3 ali G5, je mogoče dobiti le s posebnimi ukrepi.*

7.5.7.3 Preostala trdnost - razredi preostale natezne trdnosti D in S (ÖNORM EN 14487-1)

Za debeline manj kot 7,5 cm je treba razdeliti v skladu z ÖNORM EN 14487-1 v razrede D1 do D3 / S1 do S4.

7.5.7.4 Preostala trdnost - kapaciteta absorpcije energije (ÖNORM EN 14487-1)

Za brizgani beton obstaja možnost določitve lastnosti kasnejših razpok poleg razredov vlaknastih betonov T, G ali D/S, alternativno pa za brizgane betone razredov EV500, EV700 in EV1000. V odstopanju od ÖNORM EN 14487-1 (razredi E) se pri gradnji predorov ocena opravi v starosti 7 dni na 3 ploščah (razredi EV). EV500 pomeni absorpcijo energije v J za odklon do 25 mm pri preskusih ploščah.

Pri brizganem betonu kot primarni oblogi se razčlenitev izvede v skladu z vodilnimi vrednostmi delovne zmogljivosti v skladu s Preglednico 7-4 pri preskusu plošče (glej točko 0).

Preglednica 7-4 Definicije energijske kapacitete (kapaciteta absorpcije energije) za uporabo pri gradnji predorov

Uporaba/funkcija	Kapaciteta absorpcije energije po 7 dneh
Tesnilo za stabilno podlago	500 - 700 J
Primarna obloga iz mehke kamnine in trde kamnine z majhnimi izlivi z majhno začetno hitrostjo deformacije	700 - 1,000 J
Primarna obloga iz spojene trde kamnine z velikimi izlivi velike začetne hitrosti deformacije končne obloge	800 - 1,200 J

7.5.7.5 Povečana požarna odpornost BBG

Povečanje požarne odpornosti z zmanjšanjem luščenja slojev ob površini je opisano v razredih betonov, ojačanih z vlakni BBG. Za preverjanje požarne odpornosti mora brizgani beton po vgradnji vsebovati količino vlaken (točka 12.5.10) s tipom vlaken, za katero obstaja glavni preskus v skladu s tehničnim biltenom ÖVBB Zaščitni sloji za večjo požarno zaščito podzemnih prometnih konstrukcij.

7.5.7.6 Zgodnje nastajanje razpok zaradi krčenja (FS)

Za razred betonov, ojačanih z vlakni, FS velja ÖVBB direktiva Beton, ojačan z vlakni, točka 6.3.

7.5.7.7 Obnašanje pri zmanjšanjem izluževanju (RV)

Za recepture brizganega betona, pri katerih je treba doseči optimizirano obnašanje oborin dreniranja, je treba med začetnim preskusom v poskusu izpiranja, v skladu s točko 12.5.14, preveriti tudi sproščanje kalcija, kakor tudi konstrukcijsko gostoto XC4 na strjenem betonu. Mejne vrednosti za sproščanje kalcija je treba določiti za vsak projekt posebej. Za identifikacijo je treba uporabiti kratko ime RV, ki navaja mejno vrednost v kg/t SpC (brizgani beton z zmanjšanim izpiranjem).

7.6 Označitev razredov brizganega betona

Lastnosti, potrebne v brizganem betonu, ki jih je treba dokazati s preskusi, so določene glede na razrede brizganega betona v skladu s Preglednico 7-5. Za označevanje razredov brizganega betona je treba uporabiti okrajšave iz točke 7.1. Betonske razrede, ki jih je treba uporabiti, je treba navesti v tehničnih specifikacijah in/ali načrtih ter razpisni dokumentaciji (za primere razredov brizganega betona glej Preglednico 7-5).

Preglednica 7-5 Primeri razredov brizganega betona

Uporaba in zahteve	Razred betona
<i>Brizgani beton za primarno oblogo prometnega predora</i>	<i>SpC 20/25(56)/II/J₂/XC1/GK8</i>
<i>Vodo-neprepusten brizgani beton za primarno oblogo prometnega predora (zmeren vodni tlak)</i>	<i>SpC 20/25(56)/II/J₂/XC3/GK8</i>
<i>Beton, ojačan z vlakni, za primarno oblogo</i>	<i>FRSpC 20/25/II/J₂/XC1/EV3/GK8</i>
<i>Brizgani beton za trajno oblogo dovodnega predora</i>	<i>SpC 20/25(56)/III/J₁/XC3/GK8</i>
<i>Beton, ojačan z vlakni, (debelina 20 cm) za trajno podlogo križišč v prometnih predorih</i>	<i>FRSpC 25/30/III/J₁/XC3/T3/BBG/GK8</i>
<i>Brizgani beton za primarne obloge, izpostavljene delovanju sulfata nad 600 mg/l</i>	<i>SpC 25/30(56)/II/J₂/XC4/XAT-C₃A-free/GK8</i>
<i>Brizgani beton kot podlaga za tesnilni material</i>	<i>SpC 12/15/I/GK4</i>
<i>Brizgani beton za popravilo mostu, brizganje (za konstrukcijske namene) v skladu s smernico ÖVBB¹⁾</i>	<i>SpC 25/30/III/XC4/XF4/R4/HZ1,5/GK4</i>
<i>Brizgani beton za začasno oporo pobočja</i>	<i>SpC 20/25/II/J₁/XF3/GK8</i>
<i>Brizgani beton z zmanjšanim izpiranjem pri primarni oblogi</i>	<i>SpC 20/25/II/J₂/XC4/RV0,4/GK8</i>

¹⁾ Smernica ÖVBB »Vzdrževanje in popravilo betonskih in armiranobetonskih konstrukcij«

Dodatne lastnosti, ugotovljene s preskušanjem kakovosti kot lastnosti svežega brizganega betona in strjenega brizganega betona, v tej smernici niso opredeljene, lahko pa so pomembne pod posebnimi pogoji, npr. tlačna trdnost brizganega betona med 1 in 28 dnevi po vgradnji, natezna razcepna trdnost, strižna trdnost, lezenje, modul elastičnosti (razvoj v času) in oprijem brizganega betona na podlago ter postopki, navedeni v ÖVBB- Smernica »Vzdrževanje in popravila betonskih in armiranobetonskih konstrukcij«.

8 KONSTRUKCIJSKE ZAHTEVE

Glede na način obdelave in namestitve brizganega betona morajo biti izpolnjene posebne zahteve glede projektiranja konstrukcije, da se zagotovi zahtevana kakovost izvedbe.

8.1 Temeljne zahteve

- Kar zadeva projektiranje konstrukcije, je treba dati prednost - kolikor je to mogoče - večji debelini brizganega betona namesto dodatne armature.
- Spoje v brizgani betonski oblogi je treba zmanjšati na absolutni minimum in, če je mogoče, namestiti zunaj območij upogibne obremenitve.
- Brizgani beton SpC III mora biti projektiran tako, da je debelina najmanj 10 cm (razen za armiranje konstrukcije in popravila).
- Pri vzdolžnih gradbenih spojih je priporočljiva uporaba opažev, pri čemer je treba upoštevati možen prenos strižnih sil.
- V primeru dvoslojne armature je treba načrtovati, da se drugi sloj položi po vgradnji prvega sloja z brizganim betonom.

8.2 Armiranje

- Armaturene palice morajo ustrezati zahtevam ÖNORM B 4200-7. Za izvedbo velja ÖNORM EN 13670. Izbira razredov duktilnosti mora biti odvisna od projekta.
- Za začetno podporo in za začasno podporo pobočja je treba uporabiti armaturno jekleno mrežo s širino mrežnega očesa ≥ 100 mm in premerom največ 10 mm.
- Sekundarne armaturene palice, ki so potrebne zaradi statičnih razlogov, je treba, po možnosti, namestiti samo v vsa druga polja jeklene mreže (npr. širina mrežnega očesa 150/150 mm - najmanjša razdalja = 30 cm).
- Premer sekundarnih armaturnih palic praviloma ne sme presegati 14 mm.
- Debelina prekritja: Na vseh lokacijah je treba upoštevati najmanjšo debelino prekritja. Pri načrtovanju je treba načrtovati nominalno dimenzijo debeline prekritja, povečano za odmik; za obremenitve s soljo in odmrzovanjem in/ali večjo požarno zaščito je treba določiti posebne določbe. Pri predorih in za ojačitve pobočij veljajo zahteve iz Preglednice 8-1; za trajne notranje lupine je treba dodatno upoštevati RVS 09.01.44. Pri merjenju debeline prekritja je treba upoštevati hrapavost površine.

Preglednica 8-1 Potrebna debelina prekritja

	Najmanjša debelina	Toleranca	Najmanjša konstrukcijska debelina
SpC I	15 mm	15 mm	30 mm
SpC II	25 mm	15 mm	40 mm
SpC III	35 mm	15 mm	50 mm

- Če je mogoče, se je treba izogibati križno oblikovanim spojem armaturnih mrež (vzdolžna in prečna smer). Prav tako se je treba izogibati prekrivanju dodatnih armaturnih palic. Če se armatura prekriva po obodu, lokalno vzdolžno prekrivanje ni potrebno.
- Prekrivanje armature, ki jo je treba na gradbišču upogniti nazaj, ne sme imeti premera več kot 12 mm. Skupna površina prečnega prereza jeklene armature se lahko uporabi do 80 % v končni konstrukciji.
- Vtikanje(a) armaturene mreže v nosilni smeri morajo biti projektirani s 3 širinami mrežnih odprt in diagonalno z 2 širinama mrežastih odprt in (RVS 09.01.42).

9 METODA IZGRADNJE PREDORA Z ENOJNO LUPINO

9.1 Definicije, predpogoji, izvedbene variante

Za metodo izgradnje predora z enojno lupino je značilno, da vse statične in konstrukcijske zahteve izpolnjuje ena sama lupinasta konstrukcija, ki je lahko sestavljena tudi iz več plasti, ki delujejo kot monolitna lupina. To lupino je mogoče izdelati v enem ali več (večplastnih) postopkih.

Lupinasta konstrukcija mora biti projektirana ne le tako, da ustreza potrebam po opori med gradnjo predora, ampak tudi, da izpolnjuje zahteve končne konstrukcije. Če brizgana betonska lupina med gradnjo predora izpolnjuje podporno funkcijo in jo je treba kasneje okrepiti z drugo brizgano betonsko plastjo ali vgrajenim betonom na kraju samem, je treba konstrukcijsko učinkovitost kompozitne konstrukcije zagotoviti s strižnim vezanjem.

Če so enojno-lupinaste konstrukcije izdelane izključno iz brizganega betona, ni mogoče izključiti lokalnega prodora vode zaradi razpok, gradbenih spojev in napak; zato je ta metoda najprimernejša za območja z malo ali brez prodora vode, tla, ki so bila zaprta s predhodnim vbrizgom in/ali možnost zadostnega dreniranja.

Če pride do prodora vode, je treba določiti dovoljeno količino premakanja vode, preden se odloči za ali proti enojno-lupinasto konstrukcijo. Upoštevati je treba tudi možne ukrepe za vbrizganje ali dreniranje vode in po potrebi naknadno tesnjenje.

Da bi zmanjšali nastajanje razpok in ohranili nizko količino armature v celotni konstrukciji, mora biti upogibna napetost na lupini predora čim manjša. V ustreznih geoloških pogojih je to mogoče doseči z ustrezno geometrijo prereza predora in v primeru konstrukcijsko ugodnega obnašanja obremenitve (simetrična obremenitev).

Oblika izvedbe

V osnovi obstajata dve različici, ki temeljita na izključni uporabi brizganega betona.

- Enoslojni brizgani beton (en prehod)

Brizgano betonska tunelska lupina se postavi med gradnjo predora, njena debelina in armatura pa zadostujeta tako za potrebe gradnje predora kot za končno stanje konstrukcije.

Primer: 25-centimetrska brizgana betonska lupina, uporabljena med gradnjo predora, z zunanjo (obrnjeno proti skali) in notranjo (obrnjeno proti zračnosti predora) armaturo.

- Brizgana betonska lupina, ki jo tvori sestavljena večplastna struktura

Zunanji brizgani betonski sloj se med gradnjo predora nanese kot podpora za izkop. V nadaljnjem postopku se nanese ena ali več dodatnih brizganih betonskih plasti, da se v statičnem in konstrukcijskem smislu doseže debelina lupine, potrebna za končno stanje, pri čemer se z ustreznimi ukrepi zagotovi strižno vezanje med brizganimi betonskimi plastmi (glej točko 9.3).

Uporaba brizganega betona, ojačanega z vlakni, je zaželena za notranjo plast, saj lahko dosežemo večjo gostoto betona, če odstranimo armaturo iz jeklenih palic ali mreže.

Možna je tudi uporaba brizgane hidroizolacijske membrane, ki lahko omeji razpoke v omejenem obsegu.

Primer: Zunanja plast brizgane betonske lupine, min. 15 cm, nanese se na armaturno mrežo, pri čemer se med izkopom predora ustrezno upošteva podpora kamnin s pomočjo sider, obokov itd. Po izkopu se drugi brizgani betonski sloj nanese na obstoječi zunanji sloj in se ga poveže s čim manj konstrukcijskimi spoji, debelina 15 cm, z drugo armaturno mrežo ali iz brizganega betona, ojačanega z vlakni.

9.2 Razredi brizganega betona in projektiranje

Razred brizganega betona

Glede na zahteve, ki jih mora izpolnjevati sveže brizgani beton, je najmanjši zahtevani razred trdnosti SpC 25/30. Za posebne lastnosti je bistven razred izpostavljenosti XC4. Za posamezen projekt so določene nadaljnje posebne lastnosti (glej točko 7.5).

Primer zunanje lupine: *SpC 25/30(56)/III/XC4/GK8/J₁ ali J₂*

Primer notranje lupine: *SpC 25/30(56)/III/XC4/XF3/HZ1.0/GK8*

Napotila projektiranja konstrukcije

Poleg točke 8 te smernice veljajo še:

Varnost konstrukcije brizgane betonske lupine pri vseh pogojih obremenitve med gradnjo mora biti zagotovljena za enojno-lupinaste konstrukcije na enak način kot za dvojno-lupinaste konstrukcije.

V primeru večplastne izvedbe je treba za kompozitno konstrukcijo zagotoviti varnost konstrukcije v končnem stanju, pri čemer je treba upoštevati prenose obremenitve med plastmi. Preverjanje stabilnosti konstrukcije v gradnji, v njenem končnem stanju in v mejnih primerih (v zemljini ali mehkih tleh) je mogoče izvajati, na primer, v skladu s Smernicami za prometno in cestno tehniko, RVS 09.01.42.

Vezanje (strižno vezanje) med brizganimi betonskimi plastmi, če je pravilno izvedeno, je zagotovljeno z njihovo hrapavostjo površine. Strižno in sprijemno trdnost na spojih je treba dokazati s preiskavo poskusnega polja.

Glede na željo, da bi se izognili nehomogenostim in/ali napakam v brizganem betonu, je treba količino uporabljene armature čim bolj zmanjšati; armatura naj bo enostavno nameščena in enakomerno razporejena.

Da bi se izognili dodatnim nehomogenostim v notranji plasti brizganega betona, ne smemo uporabljati strižne ojačitve. Armaturne palice (trni itd.) ne smejo prodirati skozi lupino brizganega betona, da se prepreči prodor vode.

9.3 Opombe k izvedbi

Za zagotovitev vezanja brizganih betonskih slojev je treba zunanjo brizgano betonsko plast očistiti z mešanico stisnjenega zraka in vode, preden položimo notranjo brizgano betonsko plast. Če je potrebna natezna sprijemna trdnost, je podlaga običajno predhodno obdelana z visokotlačnim vodnim curkom.

Armaturu je treba z ustreznimi ukrepi ohraniti v zahtevanem položaju, pri čemer morajo biti prekrivanja armaturnih mrež razporejena tako, da se prepreči superpozicija štirih slojev mrež.

Razbijanje delovnih stikov v posameznih plasteh brizganega betona je bistvenega pomena.

Po zaključku brizganja betonske lupine bo, zaradi uporabe predora in/ali kot dodatno tesnilo pred prodorom vode, morda potrebna dodatna tanka tesnilna-gladilna plast.

Enoslojne brizgane betonske lupine je treba izvesti s posebno skrbnostjo, zato so ustrezna navodila osebjem na gradbišču ter intenziven nadzor nad gradnjo in nadzor kakovosti bistvenega pomena.

10 POSEBNI POSTOPKI

10.1 Brizgani beton pod stisnjenim zrakom

Brizgani beton pod stisnjenim zrakom [10] se od brizganega betona v atmosferskih razmerah razlikuje po tveganju pretoka zraka skozi brizgani beton. Poleg tega je treba na območju uporabe upoštevati višjo temperaturo in vlago.

- Vpliv na kakovost

Namestitev opreme in organizacija dovajanja mešanice pod stisnjenim zrakom od lijaka do šobe morata biti takšna, da je izpostavljenost suhe mešanice stisnjenemu zraku čim krajša.

Bolj kot je prepustna sosednja kamnina in večji kot je tlak nad atmosfero, lažje bo brizgani beton prežet s stisnjenim zrakom.

Zaradi prepuščanja zraka brizgani beton takoj po vgradnji izgubi vlago, kar vodi do hitrega sušenja in zgodnjega krčenja. Če bo brizgani beton položen na visoko zrakoprepustna tla ali mehka tla, bo kakovost brizganega betona (npr. trdnost) predvidoma nižja od kakovosti brizganega betona, postavljenega v atmosferskih pogojih zaradi hitrega sušenja in odstranjevanja finih delcev. To velja predvsem za sveži brizgani beton.

Če je podlaga v veliki meri neprepustna, ima klima v delovni komori (visoka vlažnost) ugoden vpliv na kakovost brizganega betona.

- Dodatni ukrepi

- Večkratno vlaženje sveže brizganega betona (nega s škropljenjem vode).
- Uporaba ustreznih dodatkov za povečanje gostote teksture brizganega betona.
- Nanašanje tesnilnega sloja (tesnilne malte) na brizgano betonsko površino čim prej po namestitvi.

Slednji ukrepi prav tako pomagajo zmanjšati skupno izgubo zraka v odseku pod tlakom.

- Nihanja zračnega tlaka

Nihanja zračnega tlaka (zaradi običajne gradnje v predoru ali nepričakovanih dogodkov) nimajo posebnega vpliva na povečanje trdnosti v sveže brizganem betonu in nadaljnji razvoj trdnosti, če tlak ne pade pod 0,6 bara.

10.2 Brizgani beton, ojačan z vlakni

Jeklena vlakna po ÖNORM EN 14889-1 ali polimerna vlakna po ÖNORM EN 14889-2 se lahko uporabljajo za proizvodnjo brizganega betona, ojačanega z vlakni. Pomembno pa je omeniti, da uporaba takšnih vlaken zahteva drugačen način dela. Upoštevati je treba smernico ÖVBB »Armirani beton«.

Količina vlaken, ki jih vsebuje vgrajeni brizgani beton, je manjša kot v osnovni mešanici. Vsebnost vlaken je zato treba redno preverjati (glej točko 12.3.5 ali 12.5.10). Največja velikost zrn naravnega agregata ne sme presegati 8 mm.

Za zagotovitev potrebne vezave vlaken na matrico, razred trdnosti ne sme biti manjši od SpC 20/25.

- Priprava mešanice

Enakomerno dodajanje vlaken je bistvenega pomena za kakovost vgrajenega betona, ojačanega z vlakni.

- *Konstruktivska napotila*

»Prekrivanje« vlaken na delovnih stikih ni mogoče. Zato je treba določiti mesta delovnih stikov že v fazi načrtovanja in predvideti dodatno prekrivajočo se armaturo.

10.2.1 Brizgani beton, ojačan z jeklenimi vlakni

- Aplikacije in funkcije

Brizgani beton, ojačan z jeklenimi vlakni, vsebuje v osnovni mešanici vsaj 30 kg jeklenih vlaken na m³. Vlakna so dodana za pridobitev posebnih lastnosti tako v svežem kot strjenem betonu.

Z dodajanjem jeklenih vlaken lahko vplivamo na naslednje lastnosti brizganega betona:

- Izboljšanje lastnosti po nastanku razpok ali kapacitete absorpcije energije (točke 7.5.7.2 do 7.5.7.4).
- Zmanjšanje tvorbe zgodnjega krčenja (točka 7.5.7.6)
- Zamenjava armature za tanke in/ali nepravilno brizgane betonske plasti pri nekonstrukcijskih armiranih delih.
- Izboljšana homogenost z izogibanjem praznin zaradi opustitve armiranja (npr. enojno-lupinasta konstrukcija).

- Priprava mešanice

Pred dodajanjem v mešanico je treba jeklena vlakna poravnati. Zbrana vlakna potrebujejo stik z vlago, da pretrgajo vezi.

Mešanici lahko dodajamo jeklena vlakna v mešalnem obratu, avtomešalcu ali na transportnem traku pred pištolo za brizganje. S pomočjo ustrezne naprave za doziranje lahko jeklena vlakna dovajamo dobro usmerjeno in nadzorovano v stroj za brizganje betona ali neposredno v dovodni tok.

- Zahteve, ki jih mora izpolnjevati brizgani beton, ojačan z jeklenimi vlakni

Bistvena lastnost brizganega betona, ojačanega z jeklenimi vlakni, je povečana žilavost. Žilavost se določi s klasifikacijo glede upogibne natezne trdnosti BZ in obnašanja po nastanku razpok v razrede T1 do T5, TS in/ali G1 do G5, GS, preskušene na upogibnih nosilcih, ali glede na razred absorpcije energije EV500 do EV1000, preizkušene na obremenjenih ploščah.

10.2.2 Brizgani beton, ojačan s polimernimi vlakni

- Aplikacije in funkcije

Za brizganje betona s polimernimi vlakni se dodajo primerna polimerna vlakna z minimalnim odmerkom 1,5 kg/m³ v osnovni mešanici, ali 4,0 kg/m³ (makro vlakna) za doseganje posebnih lastnosti.

Z dodajanjem polimernih vlaken lahko vplivamo na naslednje lastnosti brizganega betona:

- Izboljšanje požarne odpornosti (točka 7.5.7.5)
- Izboljšanje lastnosti po nastanku razpok ali sposobnosti absorpcije energije (točke 7.5.7.2 do 7.5.7.4).
- Zmanjšanje tvorbe razpok, zaradi zgodnjega krčenja (točka 7.5.7.6)

- Priprava mešanice

Dodajanje vlažne mešanice je možno samo v mešalnem obratu. Za mikro vlakna je treba upoštevati daljši čas mešanja.

- Zahteve, ki jih mora izpolnjevati brizgani beton, ojačan s polimernimi vlakni

Ključna lastnost brizganega betona, ojačanega s polimernimi vlakni, z makro vlakni, je njegova povečana sposobnost absorpcije energije. Zmogljivost absorpcije energije se določi z razvrstitvijo v razrede upogibne natezne trdnosti pri upogibanju BZ in razrede obnašanja po nastanku razpok T1 do T5, TS ali G1 do G5, GS, preverjeno s preskusom nosilca ali v razrede absorpcije energije EV500 do EV1000, potrjeno s preskusom plošče. Upoštevati je treba lastnosti

lezenja in trajnost brizganega betona s polimernimi makro vlakni v skladu s smernico ÖVBB Beton, ojačan z vlakni. Glavne lastnosti brizganega betona, ojačanega s polimernimi vlakni, z mikro vlakni, so povečanje požarne odpornosti (razvrstitev v razred betonov, ojačanih z vlakni BBG) in zmanjšanje tvorbe razpok, zaradi zgodnjega krčenja (razred betona FS).

11 SPECIFIKACIJE IN TESTIRANJE

Specifikacije za proizvodnjo brizganega betona se nanašajo bodisi na pristop projektiranega betona (praviloma specificira lastnosti avtor, npr. projektant konstrukcije), na predpisani beton ali na standardizirani predpisani beton (standardizirani predpisani beton, točka 5.2).

Zahteve in nadzor skladnosti v okviru proizvodnje brizganega betona morajo biti opredeljeni v skladu s Preglednico 13-1 in 13-2. Te specifikacije in ukrepi za nadzor kakovosti vključujejo:

- Razporeditev v razrede brizganega betona
- Specifikacija lastnosti
- Preiskava poskusnega polja
- Nadzor in kontrola proizvodnje, vključno s preskusi skladnosti (sestavine, mešanica)
- Dodatni preskusi skladnosti mešanice, ki jih mora opraviti uporabnik brizganega betona, če niso enaki proizvajalcu betona
- Preizkus istovetnosti
- »Certificiranje« kontrole proizvodnje
- Ukrepi, ki jih je treba sprejeti v primeru neizpolnjevanja meril skladnosti.

Kontrolo proizvodnje in pregled brizganega betona sestavljajo preskušanje sestavin, mešanice, brizganega betona in opreme za proizvodnjo in vmesno skladiščenje mešanice.

Če preskuse pozneje izvaja neakreditirani preskusni organ, morajo laboratoriji, ki se ukvarjajo s preskusi, dokazati, da imajo izkušnje s preskusi brizganega betona. Uporabljene preskusne naprave je treba redno umerjati in to dokumentirati.

Sestavine morajo biti predmet samopreverjanja in zunanjega preverjanja. Preiskava poskusnega polja se izvede v naslednjih korakih:

- Preverjanje ustreznosti sestavin (glej točko 11.1.1)
- Preverjanje ustreznosti mešalne in odmerne naprave (glej točko 11.4)
- Preverjanje mešanice (glej točko 11.1.2)
- Preverjanje brizganega betona (glej točko 11.1.3)

Za mešanico in brizgani beton sta bila opravljena preskusa skladnosti in istovetnosti.

Pogostost preskušanja skladnosti (spremljanje kategorij po Preglednicah 11-2 do 11-4) je odvisna od razreda brizganega betona (Preglednica 7-1), ki je opredeljen v razredih brizganega betona (za primere glej točko 7.6).

Preskus istovetnosti v imenu lastnika / stranke opravi pooblaščen nadzorni organ; preskus debeline in zgodnje trdnosti brizganega betona opravi izkušeni predstavnik lastnika / naročnika.

Proizvajalec in uporabnik se morata nedvoumno dogovoriti, kdo bo opravil katere preskuse. Če sta proizvajalec in uporabnik identična, potem dvojno preskušanje ni potrebno. Upoštevati je treba obseg preskušanja po Preglednicah 11.

Preskusi brizganega betona v Preglednicah 11, za katere je navedena oznaka »po potrebi« ali »(x)«, je treba opraviti, kadar se zahteva posebna lastnost v razredih brizganega betonskih ali se zahteva ločeno (npr. v gradbeni pogodbi).

11.1 Preiskava poskusnega polja

Odgovorni preskusni laboratorij mora pripraviti poročilo o začetnem preskusu sestavin, mešanice in brizganega betona ter o preverjanju mešalnih in odmernih naprav. Obseg preskusov je naveden v naslednjih točkah 11.1.1 do 11.1.3 in 11.4.

Za brizgani beton, ki se uporablja kot začetna obloga pri izkopu predora, so potrebni dodatni preskusi lastnosti sestavin in njihovega medsebojnega vplivanja v času preiskave poskusnega polja.

Izvedba preiskave poskusnega polja mora biti jasna, pri čemer se upoštevajo lastnosti sestavin, sestava in proizvodnja betona, priprava vzorca in transport vzorca ter preskus. Med preiskavo poskusnega polja brizganega betona mora biti prisoten predstavnik akreditiranega preskuševalnega organa. Preskuse strjenega brizganega betona mora opraviti akreditirani preskusni organ. Pripraviti je treba celovito poročilo o preiskavi poskusnega polja, verodostojnost mora preveriti akreditirani preskuševalni in nadzorni organ z izkušnjami z brizganim betonom.

Odgovorni organ za preskušanje mora pripraviti celovito poročilo, ki mora vsebovati naslednje:

- Preverjanje ustreznosti sestavin
- Preskus sestavin in njihove kombinacije
- Sestavo mešanice (glede na 1 m³ s 3 % zraka)
- Preskus mešanice
- Identifikacijo največjega dovoljenega razleza (samo za NM)
- Uporabljena naprava za brizganje in nastavitve
- Okoljske razmere med brizganjem in pogoji shranjevanja vzorcev
- Čas in kraj preskusov brizganja
- Odmerjanje pospešila
- Preskusno mesto (plošče ali druge površine za nanašanje)
- Vzorčenje, označevanje in prevoz
- Zgodnje priraščanje trdnosti
- Preskusi strjenega betona

Poročila o preskusih morajo vsebovati informacije o preskusnem postopku in rezultatih, ki jih zahtevajo ustrezni predpisi o preskušanju.

11.1.1 Preskušanje sestavin

Sestavine brizganega betona (cement, brizgani cement (SBM), dodatki, agregati, kemijski dodatki, vlakna) je treba preskusiti v skladu s Preglednicama 11-2 in 11-4. Izdelke, ki jih spremljajo tretje osebe, je treba uporabljati v skladu z zahtevami ustreznih normativov izdelkov. Preskuse, zahtevane v skladu s točko 4, je treba redno preverjati. Uporabljene kemijske dodatke je treba izbrati pravočasno pred delom na uporabljenem cementu v skladu s pospešeno vezavo, zgodnjim priraščanjem trdnosti in razvojem trdnosti v pozni starosti ter (kjer je potrebno) odpornostjo na sulfate.

Ker je brizgani beton treba izdelati šele po začetku gradnje končnih objektov in je mogoče preiskavo poskusnega polja izvesti šele nato, je pravočasni predogled kakovosti priporočljiv z naslednjimi testi:

- *Preskus cementa ali brizganega cementa v skladu s točkama 4.1.1 ali 4.1.2*
- *Preskus kombinacije cementa/pospešila v skladu s točkama 12.2.1 in 12.2.3 (za brizgani cement so na voljo rezultati lastnega nadzora in nadzora tretjih oseb)*

Zahteve ustreznih normativov za izdelke praviloma veljajo za brizgani beton brez razreda zgodnje trdnosti ali za majhne količine (skupna mešanica je dobra do 1000 m³). V tem primeru ni treba, da akreditirani organ izvaja preiskavo poskusnega polja.

Za brizgani beton, ki se uporablja kot začetna obloga pri izkopu predora, so potrebna dodatna preverjanja lastnosti sestavin in njihovega medsebojnega vplivanja v času preiskave poskusnega polja. Preskusi so vključeni v naslednjo Preglednico 11-1.

Preskuse cementa brez zunanjega pregleda v skladu z ÖNORM B 3327-1 je treba opraviti v skladu s točko 4.1.1.

Preglednica 11-1 Obseg dokazov za sestavine za brizgani beton zgodnjega razreda trdnosti J2 in J3 in količino skupne mešanice večje od 1000 m³

Izdelek/ Preskusni nivo	Preverjanje ustreznosti		Preskusi kot del preiskave poskusnega polja brizganega betona s strani akreditiranega organa
Cement	Certifikat o nadzoru proizvodnje v obratu, vključno s priložo	Trenutno poročilo o preskusu tretje osebe, ki spremlja proizvodni obrat	- 1 d tlačna trdnost - Blaineova vrednost
Dodatek			- Specifična površina ¹⁾
Pospešilo (EB)		Izjava proizvajalca Začetno preverjanje ³⁾	- Časi vezanja ²⁾ - Gostota - Vrednost pH - Vsebnost trdnih snovi - Stabilnost pri shranjevanju
Superplastifikator (FM)			- Preverjanje kot del preskusa mešanice (konsistenca in vsebnost zračnih por v času obdelave)
Agregati			- Krivulja zrnivosti posamezne frakcije zrn - Vsebnost finih delcev - Odpornost proti zmrzovanju/tajanju ⁴⁾ - Vsebnost CO ₂ ⁵⁾
Vlakna		Začetni preskus izdelka s strani pooblaščenega telesa	- Mere vlaken - Vlažnost ⁶⁾

¹⁾ Za elektrofitrski pepel AHWZ v skladu z ÖNORM EN 196-6 in za mikrosiliko v skladu z ISO 9277

²⁾ s cementom, uporabljenim z ali brez sredstva HRWR

³⁾ vključeno v dodatne zahteve te direktive za proizvodni standard

⁴⁾ samo v primeru brizganega betona, odpornega proti zmrzali ali zmrzovanju/tajanju brez veljavnega preskusa preverjanja

⁵⁾ samo v primeru zahteve XA2L za brizgani beton brez veljavnega preskusa preverjanja

⁶⁾ samo v primeru polimernih mikro vlaken

11.1.2 Preskus osnovne mešanice

Za izračun projektirane mešanice je treba uporabiti največ 3 % vsebnosti zračnih por.

Pri izdelavi mešanice je treba na zahtevo navesti sestavo in jo predložiti nadzornemu organu.

Za brizgani beton, ki se uporablja kot začetna obloga pri izkopu predora, mora preverjanja opraviti akreditirani organ. Obseg preskusov temelji na vrsti mešanice in zahtevah za brizgani beton (Preglednice 11-5 do 11-8).

Med preiskavo poskusnega polja je treba določiti največji dovoljeni razlez. Največji dovoljen razlez je razlez, dosežen z največjo dovoljeno vsebnostjo vode in doziranjem superplastifikatorja brez vsakršnih segregacijskih učinkov.

11.1.3 Preskus brizganega betona

Laboratorijski preskusi so dobro vodilo o vedenju na gradbišču, vendar ne morejo vključiti vseh vplivov na gradbišču in zato ne morejo nadomestiti preiskave poskusnega polja s končno opremo na gradbišču.

Učinkovitost kemijskih dodatkov za beton in njihovo medsebojno združljivost (v primeru več primesi) je treba preveriti pri preiskavi poskusnega polja brizganega betona.

Med preiskavo poskusnega polja brizganega betona s podaljšanim časom obdelave (VV) je treba preskusiti zgodnje priraščanje trdnosti takoj brizgane mešanice in mešanice, brizgane ob koncu načrtovanega časa obdelave. Ob koncu načrtovanega časa obdelave je treba preveriti konsistenco mešanice.

Pri uporabi pospešila (EB) skupaj z mešanico FM-L so potrebni predhodni testi za določitev sestave brizganega betona (potreben odmerek veziva in pospešila (EB)) (vsaj dve mešanici) z različno vsebnostjo veziva in ustrezno spremenjenim odmerkom kemijskih dodatkov. Pri uporabi mokre mešanice je treba preskusiti vsaj dva odmerka na pospešilo. Oba odmerka predstavljata mejne vrednosti uporabe. Celoten obseg preskusa je treba izvesti z večjim odmerkom. Z manjšim odmerkom je mogoče preveriti samo zgodnjo trdnost.

Po končanih predhodnih preskusih in izbiri sestave mešanice je treba opraviti preiskavo poskusnega polja, med katero se dokažejo vse projektne lastnosti mladega brizganega betona in brizganega betona (Preglednice 11-5 do 11-8). Preiskavo poskusnega polja je treba izvesti pod ustreznimi pogoji na gradbišču in s predvidenimi sestavnimi materiali. Ocenjevanje se izvaja v korakih na osnovi posameznih rezultatov preskusov.

Odmerjanje pospešila in projektirano mešanico je treba izračunati za teoretično vsebnosti zračnih por v brizgani mešanici 3,0 %.

Za brizgani beton z določenim razredom trdnosti je treba upoštevati zadostna odstopanja (vodilna vrednost: 25 % značilne trdnosti ustreznega razreda trdnosti, vendar ne manj kot 6 N/mm²). Za odstopanja drugih preskusnih vrednosti je treba upoštevati 20-% odstopanje.

Ključne spremembe sestavin brizganega betona (proizvajalčeva sprememba veziva, kemijskih dodatkov, vsebnost veziva nad + 20 kg/m³, -10 kg/m³) v projektni mešanici brizganega betona, zahtevajo novo preiskavo poskusnega polja za ustrezne parametre ob upoštevanju obstoječih preskusov.

Za standardizirani predpisani brizgani beton do trdnostnega razreda SpC 12/15 preiskava poskusnega polja ni potrebna.

11.2 Ocena skladnosti (test skladnosti)

11.2.1 Sestavine

Preskusni organi, ki izvajajo preskuse kot del preskusov skladnosti uporabnika, ne smejo izvajati lastnega spremljanja proizvajalca. Proizvajalec izdelka ne sme preverjati istovetnosti. Za obseg in pogostost preskusov glej Preglednice 11-2 do 11-4. Preskus cementa brez zunanjega pregleda, v skladu z ÖNORM B 3327-1, je treba opraviti v skladu s točko 4.1.1. Za preverjanje istovetnosti pospešil se začetno vezanje ne sme razlikovati več kot 20 sekund, končno vezanje pa ne več kot 60 sekund od vrednosti začetnega preskusa z uporabljenim cementom. Za oceno preverjanja istovetnosti EB mora proizvajalec kemijskega dodatka predložiti ustrezen certifikat obrata s parametri, določenimi v točki 12.1.4, pri preiskavi poskusnega polja in med dobavami na gradbišče najmanj vsaka dva meseca.

11.2.2 Mešanica

Mešanica mora biti podvržena nadzoru skladnosti za uporabo na gradbišču. Če uporabnik ni enak proizvajalcu, je treba preskus skladnosti uporabnika izvesti ločeno od proizvajalca. Uporabnik lahko prepozna test skladnosti proizvajalca, če preskuse izvaja na mestu namestitve (brizgalnega stroja).

Za obseg in pogostost preskusa glej Preglednice 11-5 do 11-8.

11.2.3 Brizgani beton

Preskus skladnosti med izvedbo konstrukcije omogoči dokazati, da je sestava brizganega betona takšna, da zagotavlja zahtevane lastnosti v določeni starosti 28 (ali 56) dni, ob predpostavki ustrezne proizvodnje, nege in skladiščenja v skladu s točko 12.5.1. Določena preskusna starost se lahko preseže za največ 10 %. Pogostost preskušanja je določena v Preglednicah 11-5 do 11-8.

Če so rezultati preskusov skladnosti neustrezni, je dovoljena izvedba drugega preskusa na dvakratnem številu prvotnih vzorcev iz iste preskusne šarže in/ali teoretični izračun v skladu s Prilogo 5. Merila skladnosti za tlačno trdnost so povzeta v Preglednici 7/2, za druge lastnosti pa v Preglednici 11-9.

Preglednica 11-2 Preskus sestavin v postopku preiskave poskusnega polja in testa skladnosti

Sestavni material in zahteva	Dokazila, ki jih mora predložiti proizvajalec sestavin	Uporabnik sestavin				
		Preiskava poskusnega polja	Ocena skladnosti			
			Kategorije pregledov (UEK)			
				UEK I	UEK II	UEK III
CEMENT in SBM						
Pregled dobavnic in odvzem zadržanih vzorcev	Spremljanje obratov ²⁾ v skladu z ÖNORM EN 197-1 in ÖNORM B 3327-1 vklj. točke, navedene v Preglednici 4-1 te smernice ali ÖNORM EN 197-1 in vklj. Preglednica 4-2 (SBM) te smernice	x	x	vsaka dostava, Zadržani vzorci tedensko		
Temperatura dostave		x	x			
Blaine vrednost		X ¹⁾	x	1 x mesečno		
1 dnevna tlačna trdnost		x ¹⁾	x	1 x mesečno		
DODATKI tip II v skladu z ÖNORM B 4710-1						
Elektrofiltrski pepel, žlindrin pesek AHWZ	Spremljanje obratov ²⁾ v skladu s serijo ÖNORM EN 450, serijo ÖNORM EN 15167 ali ÖNORM B 3309	x	-	-		
Mikrosilika	Spremljanje obratov ²⁾ v skladu s serijo ÖNORM EN 13263					
Pregled dobavnic in odvzem zadržanih vzorcev	-	x	x	vsaka dostava Zadržani vzorci tedensko		
Specifična površina	Povprečna vrednost iz lastne spremljave	x ¹⁾	x	1 x mesečno		
Sulfatna odpornost (ne za mikrosiliko)	ÖNORM B 3309, točka 4.12.1	(x)	-	-		
MEŠALNA VODA						
Kemična sestava ÖNORM EN 1008		x	x	Preverjanje v skladu z ÖNORM B 4710-1		

x Preskus

(x) Preskus, kadar je to potrebno

¹⁾ Preskus brizganega betona za začetno oblogo pri izkopu predorov v skladu s Preglednico 11-1 s strani organa v skladu s točko 11.1.1

²⁾ Spremljanje obrata: potrditev pravilnega spremljanja s strani tretjih oseb in trenutno poročilo o spremljanju s strani tretjih oseb

Preglednica 11-3 Preskus sestavin v postopku preiskave poskusnega polja in preskusih skladnosti

Sestavni material in zahteva	Dokazila, ki jih mora predložiti proizvajalec sestavin	Uporabnik sestavin				
		Preiskava poskusne ga polja	Ocena skladnosti			
			Kategorije pregledov (UEK)			
			UEK I	UEK II	UEK III	
AGREGATI						
Pregled dobavnic, vizualna ocena in zadržani vzorec	Začetni preskus in spremljanje obrata ²⁾ v skladu z ÖNORM EN 12620 ob upoštevanju ÖNORM B 3131	x	x	vsako dostavo, zadržani vzorci tedensko		
Sestava zrn (krivulja zrnavosti) posameznih frakcij zrn		x ¹⁾	x	1 x mesečno	2 x mesečno	4 x mesečno
Vsebnost finih delcev ali eluiranega materiala		x ¹⁾	x			
Vsebnost vode		x	x	1 x tedensko	2 x tedensko	
Odpornost proti zmrzovanju/tajanju		(x ¹⁾)	-	-	-	-
Vsebnost CO ₂		(x ¹⁾)	-	-	-	-
POSPEŠILO (EB)						
Pregled dobavnic, vizualna ocena in zadržani vzorec	Začetni test in spremljanje obrata ²⁾ v skladu z ÖNORM EN 934-5 in Preglednico 4-5	x	x	vsako dostavo		
Gostota, vsebnost trdnih snovi	Začetni preizkus s strani akreditiranega preskusnega organa in redno preverjanje v skladu s točko 12.1.4	x ¹⁾	x	vsa 2 meseca	vsa 2 meseca	mesecev
Vrednost pH		x ¹⁾	x			
Časi vezanja in stabilnost shranjevanja		x ¹⁾	x	2 x meseca		
DRUGI KEMIJSKI DODATKI						
Pregled dobavnice, vizualna ocena in zadržani vzorec	Začetni test in spremljanje obrata ²⁾ v skladu z ÖNORM EN 934-2 in Preglednico 4-7	x	x	vsako dostavo		

x Preskus

(x) Preskus, kadar je to potrebno

¹⁾ Preskus brizganega betona za začetno oblogo pri izkopu predorov v skladu s Preglednico 11-1 s strani organa v skladu s točko 11.1.1

²⁾ Spremljanje obrata: potrditev pravilnega spremljanja s strani tretjih oseb in trenutno poročilo o spremljanju s strani tretjih oseb

Preglednica 11-4 Preskus sestavin v postopku preiskave poskusnega polja in preskusih skladnosti

Sestavni material in zahteva	Dokazila, ki jih mora predložiti proizvajalec sestavin	Uporabnik sestavin		
		Preiskava poskusnega polja	Ocena skladnosti	
			Kategorije pregledov (UEK)	
				vse UEK
VLAKNA				
Pregled dobavnice, vizualna ocena in zadržani vzorec	Začetni preskus in spremljanje obrata ¹⁾ v skladu z ÖNORM EN 14889-1 in ÖNORM EN 14889-2	x	x	vsako dostavo
Mere vlaken		x ¹⁾	(x ²⁾)	
Vlažnost polimernih vlaken		x ¹⁾	(x ²⁾)	
Beton, ojačan z vlakni, razreda BBG	Glavni preizkus v skladu s smernico ÖVBB »Povečana požarna odpornost za betonom za podzemne prometne zgradbe» in/ali ÖVBB letak »Zaščitni sloji za izboljšano požarno zaščito za podzemne prometne zgradbe »	(x)	(x)	-
Beton, ojačan z vlakni, razreda FS	Glavni preskus v skladu s smernico ÖVBB »Beton, ojačan z vlakni »	(x)	-	-

x Preskus

(x) Preskus, kadar je to potrebno

¹⁾ Preskus brizganega betona za začetno oblogo pri izkopu predorov v skladu s Preglednico 11-1 s strani organa v skladu s točko 11.1.1

²⁾ Spremljanje obrata: potrditev pravilnega spremljanja s strani tretjih oseb in trenutno poročilo o spremljanju s strani tretjih oseb

Tabela 11-5 Preskus mešanice in brizganega betona iz suhe mešanice (TM ali pripravljena mešanica)

Izvedba preskusa		Proizvajalec mešanice ¹⁾			Uporabnik brizganega betona				Preverjanje istovetnosti	
Preskusni parametri / ravén preskusa		Začetni test	Lastno spremljanje		Spremljanje tretjih oseb	Preiskava poskusnega polja	Ocena skladnosti			Preverjanje istovetnosti
			Spremljanje				UEK I	UEK II	UEK III	
Temperatura mešanice		x	x	na odpremi neprekinjeno	Pregled obrata 2 x letno Sistem 2+ (suha mešanica z dodatno zahtevo BBG sistem 1) ¹⁾	x	v teku (vsaj enkrat na dan)			x
Enakomernost		x	x			x				x
Povprečna gostota		x	-	2/mesec		x	mesec			x
Vlažnost mešanice		x	x			x	mesec ali vsakih 5000 m ²			-
Krivulja zmravnosti (mešanica)		x	x	tedensko		x	mesec ali vsakih 5000 m ²			x
Mešalno razmerje -		x	x	neprekinjeno		x	mesec ali vsakih 5000 m ²			(x)
Skupna vsebnost vode ⁶⁾		(x)	(x)	mesec		x	dnevno			
Zgodnji razred trdnosti		x	x	vsakih 1000 do, največ mesečno ⁸⁾		x	mesec ali vsakih 5000 m ²			x
Tlačna trdnost v dogovorjeni starosti		x	x			x	mesec ali vsakih 5000 m ²			x ⁹⁾
Referenčni beton brez pospešila (v primeru dodajanja samo pospešila (EB))		(x)	(x)	vsakih 2000 do, največ vsak drugi mesec ⁸⁾		x	1/2000 m ² ali 1/10,000 m ²			-
Brizgani beton		-				(x)	dnevno			(x)
Odmerjanje (EB)						-	vsakih 500 m ²			x ⁹⁾
Debelina betona						x	1 x			1 x
Neprepustnost za vodo XC3/XC4		(x)	(x)	dvakrat letno ⁸⁾						
Odpornost proti zmrzali XF ⁴⁾		(x)	(x)							
Modul elastičnosti 28 d		(x)	-							
Obnašanje pri eluiranju		(x)	-							
Sprijemna trdnost		(x)	(x)	dvakrat letno ⁸⁾						(x)
Zmanjšano izluževanje		(x)	-							1 x
Sulfatna odpornost XAT		(x)	(x)	vsaki dve leti						(x)
Delovanje topil XAL		(x)	(x)							(x)

za površine, večje od 100 m² vsakih 20,000 m²

za površine, večje od 100 m² vsakih 20,000 m²

- x Preskus
- (x) Preskus, kadar je to potrebno
- ¹⁾ Mešalni sistem, skladno s točko 5.1.1 ali sistem transporta betona po ÖNORM B 4710-1 z mikroprocesorskim krmiljenjem
- ²⁾ Za mešalne sisteme na gradbišču lahko nadzor izvaja neodvisni strokovnjak, ki ga zastopa graditelj
- ³⁾ Če je uporabnik hkrati proizvajalec mešanice, dvojna izvedba testov (proizvajalec / uporabnik) ni potrebna
- ⁴⁾ XF1 je treba dokazati v skladu z ÖNORM B 4710-1 na svežem betonu
- ⁵⁾ V primeru popravil in samostoječih konstrukcij, ÖNORM EN 14487-1, tab. 12.
- ⁶⁾ Velja samo za brizgani beton brez zahteve po zgodnji odpornost
- ⁷⁾ Za popravila se je treba dogovoriti s zunanjim nadzornim organom v skladu s smernico ÖVBB Vzdrževanje in popravila konstrukcij iz betona in armiranega betona
- ⁸⁾ Lahko se domneva tudi s testom skladnosti uporabnika
- ⁹⁾ Lahko ga izvede tudi usposobljeni predstavnik graditelja

Tabela 11-6 Preskus mešanice in brizganega betona iz vlažne mešanice (FM-L in FM-S)

Izvedba preskusa	Proizvajalec mešanice ¹⁾				Uporabnik brizganega betona				Preverjanje istovetnosti		
	Začetni test	Lastno spremljanje		Spremljanje tretjih oseb	Preiskava poskusnega polja	Ocena skladnosti					
							UEK I	UEK II		UEK III	
Preskusni parametri / ravén preskusa	Temperatura mešanice	x	x	neprekinjeno	x	x	neprekinjeno (vsaj enkrat na dan)			x	
	Enakomernost	x	x		x	x				x	
	Mešalno razmerje, statistika betona	x	-		dnevno	x				-	x
		x	x		tedensko	x				-	-
	Vlažnost agregatov	(x)	(x)		2/mesec	(x)				(x)	mesec ali vsakih 5000 m ²
	Krivulja znavosti (kategorije zm)									(x)	
	Čas obdelave (samo za FM-L)									(x)	
	Skupna vsebnost vode ⁶⁾									(x)	
	Zgodnji razred trdnosti									(x)	
	Tlačna trdnost v dogovorjeni starosti	Ničelni brizgani beton (samo za FM-L)									(x)
Odmernost EB										(x)	
Debelina brizganega betona										(x)	
Neprepustnost za vodo XC3/XC4										(x)	
Odpornost proti zmrzali ⁴⁾										(x)	
E-Modul 28 d										(x)	
Obnašanje pri eluiranju										(x)	
Lepilna natezna trdnost										(x)	
Zmanjšano izluževanje										(x)	
Sulfatna odpornost XAT										(x)	
Delovanje topil XAL	Delovanje topil XAL									(x)	

za površine, večje od 100 m² vsakih 20.000 m²

- x Preskus
- (x) Preskus, kadar je to potrebno
- ¹⁾ Mešalni sistem, skladno s točko 5.1.1 ali sistem transporta betona po ÖNORM B 4710-1 z mikroprocesorskim krmiljenjem
- ²⁾ Za mešalne sisteme na gradbišču lahko nadzor izvaja neodvisni strokovnjak, ki ga zastopa graditelj
- ³⁾ Če je uporabnik hkrati proizvajalec mešanice, dvojna izvedba testov (proizvajalec / uporabnik) ni potrebna
- ⁴⁾ XF1 je treba dokazati v skladu z ÖNORM B 4710-1 na svežem betonu
- ⁵⁾ V primeru popravil in samostoječih konstrukcij, ÖNORM EN 14487-1, tab. 12.
- ⁶⁾ Velja samo za brizgani beton brez zahteve po zgodnji odpornost
- ⁹⁾ Lahko ga izvede tudi usposobljeni predstavnik graditelja

Tabela 11-7 Preskus mešanice in brizganega betona iz mokre mešanice (WM)

Izvedba preskusa		Proizvajalec mešanice ¹⁾				Uporabnik brizganega betona				Preverjanje istovetnosti			
Preskusni parametri / ravén preskusa		Začetni test	Lastno spremljanje		Spremljanje tretjih oseb	Preiskava poskusnega polja	Ocena skladnosti			Preverjanje istovetnosti			
			Lastno spremljanje				Kategorije pregledov (UEK)						
Mešanica		X	X	neprekinjeno	skladno z ÖNORM B 4710-1 4710-1 ²⁾	X	X	UEK I	UEK II	UEK III	X		
		X	X	skladno z ÖNORM B 4710-1		X	X	neprekinjeno (vsaj enkrat na dan)	X	X	X		
		X	-			X	-		X	X	X		
		X	X			(X)	X		X	X	X		
		X	X			(X)	X		X	X	X		
		Mešalno razmerje, statistike		X		X	1/400 m³	X	X				X
				X		X		X	X	X	X		
X	X			X	X	X		X					
Tlačna trdnost kocke (28d)		X	X			X					X		
Odmerjanje EB													
Zgodnji razred trdnosti													
Tlačna trdnost v dogovorjeni starosti													
Debelina brizganega betona													
Neprepustnost za vodo XC3/XC4													
Odpornost proti zmrzali XF ⁴⁾													
E-Modul 28 d													
Obnašanje pri eluiranju													
Lepilna natezna trdnost													
Zmanjšano izluževanje													
Sulfatna odpornost XAT													
Delovanje topil XAL													

- x Preskus
- (x) Preskus, kadar je to potrebno
 - ¹⁾ Mešalni sistem, skladno s točko 5.1.1 ali sistem transporta betona po ÖNORM B 4710-1 z mikroprocesorskim krmiljenjem
 - ²⁾ Za mešalne sisteme na gradbišču lahko nadzor izvaja neodvisni strokovnjak, ki ga zastopa graditelj
 - ³⁾ Če je uporabnik hkrati proizvajalec mešanice, dvojna izvedba testov (proizvajalec / uporabnik) ni potrebna
 - ⁴⁾ XF1 je treba dokazati v skladu z ÖNORM B 4710-1 na svežem betonu
 - ⁵⁾ V primeru popravil in samostoječih konstrukcij, ÖNORM EN 14487-1, tab. 12.
 - ⁹⁾ Lahko ga izvede tudi usposobljeni predstavnik graditelja

Tabela 11-8 Dodatni preskus brizganega betona, ojačanega z vlakni

Izvedba preskusa	Proizvajalec mešanice ¹⁾			Uporabnik brizganega betona			Preverjanje istovetnosti				
	Začetni test	Lastno spremljanje	Spremljanje tretjih oseb	Preiskava poskusnega polja	Ocena skladnosti						
					Kategorije pregledov (UEK)						
Preskusni parametri / raven preskusa	Mešanica	x	1/500 m ³ ¹⁾	x	x ¹⁾	UEK I	UEK II	UEK III			
						1/200m ³ ali 1/1.000 m2					
						1/100 m ³ ali 1/500					
Dokaz glavnega preskusa vlaken in vsebnosti vlaken											
Beton, ojačan z vlakni, razreda BZ					(x)	(x)					
										(x)	
											(x)
Strjeni beton, ojačan z vlakni, če svež beton ni uporaben				1/2.000 m ³ ali 1/10.000 m ²	1/400 m ³ ali 1/2.000 m ²	1/100 m ³ ali 1/500 m ²	(x)				
									(x)		
										(x)	
											(x)
Strjeni beton, ojačan z vlakni, če svež beton ni uporaben				(x)			(x)				
									(x)		
										(x)	
											(x)

Dokaz glavnega preskusa vlaken in vsebnosti vlaken

x Preizkus

(x) Preskusite, kadar je to potrebno

¹⁾ Če je uporabnik hkrati proizvajalec mešanice, dvojna izvedba testov (proizvajalec / uporabnik) ni potrebna²⁾ V primeru popravil in samostojnih konstrukcij, ÖNORM EN 14487-1, tab. 12.

Preglednica 11-9 Merila skladnosti in istovetnosti za druge lastnosti glede na ciljne vrednosti

Lastnost	Preskusna metoda	Največje dovoljeno odstopanje posameznih rezultatov preskusa od mejnih vrednosti ali toleranc
Vlaga naravnih agregatov (FM-L)+	Preskus tehtanja in sušenja ali enakovredna metoda	Najmanjša dogovorjena vrednost
Razlez (AM)	ONR 23303	Ni vrednosti izven določenega obsega
Skupna vsebnost vode	ÖNORM B 4710-1, Točka 5.4.2	Posamezne vrednosti + 10 l/m ³ , aritmetično povprečje + 0 l/m ³ vrednost začetnega preskusa.
Temperatura svežega betona in temperatura mešanice		<+2° na določeno največjo vrednost
Vsebnost veziva	Skladno z ÖNORM B 4710-1, Točka 5.4.2	– 10 kg/m ³
Nasipna gostota	ÖNORM EN 459-2	± 0,05 kg/dm ³
Zgodnji razred trdnosti	Točka 12.4	Skladnost z zahtevanim razredom J v celotnem obdobju
XC3/XC4	Točka 12.4.4 skladno z ONR 23303	XC3 ≤ 50 mm, XC4 ≤ 35 mm
XF3	Točka 12.4.5 v skladu z ONR 23303 in ocena odpadkov statičnega modula elastičnosti	< 25 % po 56 FTW
Obnašanje pri eluiranju	Točka 12.5.13	Skladnost z vrednostmi iz Preglednice 3/1
Zmanjšano obnašanje izluževanja	Točka 12.5.14	Skladnost s pogodbeno določenimi vrednostmi
Modul elastičnosti	Točka 12.5.7	± 15 %
Sprijemna trdnost	Točka 12.5.12	≥ predpisana meja razreda HT
Debelina sloja brizganega betona	Točka 12.6.4	± 1 cm (popravila) Skladnost z minimalno vrednostjo (dviganje predora), ± 2 cm ali Priloga 4 (izkop predorov)
Vsebnost vlaken v mešanici	ÖVBB- smernica »Beton, ojačan z vlakni«	Posamezna vrednost- 30 %, aritmetična sredina - 10 %
Vsebnost vlaken brizganega betona	ÖVBB- smernica »Beton, ojačan z vlakni«	Posamezna vrednost- 30 %, aritmetična sredina - 10 %
Beton, ojačan z vlakni, razreda BZ	ÖVBB- smernica »Beton, ojačan z vlakni«	Posamezna vrednost - 25 %, aritmetična sredina zahtevane najmanjše vrednosti
Beton, ojačan z vlakni, razreda T	ÖVBB- smernica »Beton, ojačan z vlakni«	Posamezna vrednost - 10 %, aritmetična sredina zahtevane najmanjše vrednosti
Beton, ojačan z vlakni, razreda G	ÖVBB- smernica »Beton, ojačan z vlakni«	Posamezna vrednost- 30 %, aritmetična sredina - 15 %
Beton, ojačan z vlakni, razreda EV	ÖVBB- smernica »Beton, ojačan z vlakni«	2 od 3 vzorcev vsaj zahtevane vrednosti
Sulfatna odpornost	Točka 12.5.8 oz. 12.2.8.2	določi strokovnjak

Najmanjše število vzorcev je določeno v Preglednici 11/2.

11.3 Preskus istovetnosti

Preverjanje istovetnosti mora opraviti akreditirani preskusni organ. Proizvajalec in uporabnik morata biti pravočasno obveščena o izvedbi preverjanja istovetnosti (vsaj eno uro pred začetkom preskusa).

V primeru negativnega rezultata preverjanja istovetnosti za parametre svežega betona in zgodnjega priraščanja trdnosti je treba preveriti meritvene vrednosti, sistem zagotavljanja kakovosti in kakršno koli spremembo recepture in proizvodnje.

V primeru negativnega rezultata razreda trdnosti in posebnih lastnosti se šteje, da rezultati preskusa skladnosti te lastnosti niso preverjeni v obdobju do zadnjega preverjanja istovetnosti. Zato je treba opraviti preverjanje vzorcev konstrukcije (jedra) za zadevno območje. Ker se ocena brizganega betona izvaja na podlagi statično izračunanih vrednosti, je treba iz ustrezne preskusne šarže vzeti naključno razporejena jedra. Če tudi to ne daje nobenega pozitivnega preverjanja, mora strokovnjak za načrtovanje oceniti učinke in določiti zahtevane ukrepe.

11.3.1 Sestavine

Preverjanje istovetnosti po standardu ni predvideno. V posebnih primerih je treba po potrebi preveriti istovetnost.

11.3.2 Mešanica

Preverjanje istovetnosti mešanice je treba izvesti v skladu s Preglednicami 11-5 do 11-8. V primeru negativnih rezultatov preskusa mešanice je treba na novi šarži opraviti ponovljeni preskus (to ne velja za preverjanje tlačne trdnosti kocke).

11.3.3 Brizgani beton

Šteje se, da brizgani beton določenega razreda trdnosti izvira iz skladne celotne populacije, če izpolnjuje dve merili iz Preglednice 11-10 za »n« rezultatov preskusov trdnosti vzorcev, dobljenih iz določene prostornine betona. Šteje se, da brizgani beton izvira iz ustrezne celotne populacije, če so določene lastnosti izpolnjene v okviru največjih dovoljenih odstopanj iz Preglednice 11-9.

Preglednica 11-10 Merila istovetnosti za rezultate preskusov tlačne trdnosti na nosilni konstrukciji ali, če je to posebej dogovorjeno, na preskusnih ploščah

	Merilo 1	Merilo 2
Rezultati števila »n« za tlačno trdnost določene prostornine betona	Povprečna vrednost »n« rezultatov f_{cm} v MPa	Vsak od posameznih rezultatov preskusa f_{ci} v MPa
5 - 6	$\geq f_{ck} + 2$	$\geq f_{ck} - 4$
2 - 4	$\geq f_{ck} + 1$	$\geq f_{ck} - 4$
1	se ne uporablja	$\geq f_{ck} - 4$

kjer je: f_{ck} značilna tlačna trdnost

11.3.4 Strjevanje/preskus konstrukcije

Preskus strjevanja služi ugotavljanju trdnosti konstrukcije in posebnih lastnosti brizganega betona v končni konstrukciji v določenem trenutku. Preskusi strjevanja (razen preskusov mladega brizganega betona) se izvajajo samo za ugotovitev načelnih zadev in niso del običajnega postopka preskušanja skladnosti. V ta namen je treba opraviti preskuse na mladem brizganem betonu (glej točko 7.3) ali na vzorcih jedra (točka 12.5.1).

11.4 Pregled mešalne in odmerne opreme pri preiskavi in pregledu poskusnega polja

Med zagonom mora mešalni obrat pregledati pooblaščen organ ali usposobljeni predstavnik organa, ki dodeljuje pooblastila, da se ugotovi skladnost z zahtevami po točki 5 te smernice s pogostostjo, navedeno v Preglednici 11-11. Enako velja za odmerno opremo za tekoča in praškasta pospešila. Rezultati morajo biti zabeleženi v protokolu pregleda.

Preglednica 11-11 Pregled mešalne in odmerne opreme

	Mešanica	Vrsta preskusa	Preiskava poskusnega polja	Samopregled
Mešalna oprema	Suha mešanica TM ¹⁾	Pregled tehtalne opreme	x	mesečno v prvih treh mesecih obratovanja, kasneje vsake tri mesece
	Vlažna mešanica FM-L in FM-S ²⁾	Natančnost doziranja odmernih naprav	x	
		Učinkovitost mešanja	x	
	Mokra mešanica NM	Posoda ³⁾ (segregacija)	x	
	Vlažna mešanica FM-L Mokra mešanica NM	Sonda za vlago	x	tedensko
Odmerna naprava za pospešilo (prah, tekočina)	-	Natančnost odmerjanja	x	Vzdrževanje in pregled vsaj enkrat mesečno
Odmerna naprava za vlakna	vse	Natančnost odmerjanja	x	tedensko

¹⁾ Pregledi kot del zunanjega pregleda

²⁾ Pregled druge opreme, če obstaja

³⁾ Samo za suho mešanico (TM)

12 POSTOPKI PRESKUŠANJA

Spodaj opisane preskusne metode so laboratorijski preskusi in preskusi na gradbišču, ki nakazujejo vedenja brizganega cementa in medsebojno vplivanje veziv in pospešil pri proizvodnji brizganega betona.

Za zagotovitev ustreznega upoštevanja vplivov na gradbišču je treba prilagoditi lokalne razmere (npr. temperaturo, učinkovitost mešanja, pretok materiala, vrsto in stanje podlage). Po potrebi se lahko zadevne strani dogovorijo o uporabi posebnih preskusnih metod, optimiziranih za določene postopke ali izdelke.

12.1 Sestavine za brizgani beton

Za sestavine, ki se uporabljajo za proizvodnjo brizganega betona, je treba pred začetkom obratovanja na gradbišču opraviti preiskavo poskusnega polja (glej Preglednico 11-1), da se določijo bistvene lastnosti za proizvodnjo brizganega betona.

Priporočljiv je tudi pregled zgodnjega priraščanja trdnosti in razvoja trdnosti v laboratorijskih preskusih po 12.2. To velja zlasti za veziva (cement, brizgani cement) in materiale, ki jih je treba dodati (dodatki, kemijski dodatki), po možnosti tudi za naravne agregate in vodo.

12.1.1 Vzorčenje sestavin brizganega betona

Vzorci sestavin se odvzamejo za preverjanje lastnosti materiala. Odvisno od posameznega dogovora, se ti preskusi izvajajo neprekinjeno za preskuse istovetnosti ali pozneje, kadar je to potrebno, na podlagi zadržanih vzorcev z upoštevanjem omejenega časa skladiščenja, odvisno od izdelka in proizvajalca.

Treba je zagotoviti razpoložljivost vzorcev v zadostnih količinah in kakovosti, ki je dostavljena in/ali uporabljena za delo. Upoštevati je treba predpise za vzorčenje v skladu s Preglednico 12-1.

Preglednica 12-1 Pravila za vzorčenje

Sestavine	Smernice	Minimalna količina vzorca po (s)krčenju
cement, brizgani-	ÖNORM EN 196-7	5 kg
dodatki	ÖNORM EN 196-7	0,5 kg
kemijski dodatki	ÖNORM EN 934-6	0,5 l
agregati	ÖNORM EN 932-1	10 kg vsake frakcije zrn
voda	ÖNORM EN 1008	5 l
vlakna	ÖNORM EN 14889-1, ÖNORM EN 14889-2 in ÖVBB-smernica »Faserbeton - Beton, ojačan z vlakni«	500 gr. jeklena vlakna 300 gr. polimerna vlakna
Pogostost vzorčenja glej Preglednice 11-2 do 11-4		

Vzorčenje je treba opraviti na gradbišču ali v betonarni. Oprema, ki se uporablja za vzorčenje in shranjevanje vzorcev, mora biti čista in suha ter po možnosti ne sme služiti za noben drug namen.

Uporabiti je treba čiste, suhe in tesno zaprte posode. Praški se najprej napolnijo v PE vrečke, ki jih je treba nato tesno zapreti brez zračnih blazin (po možnosti skrčiti) in shraniti v pločevinaste ali plastične škatle. Posode za tekočine se napolnijo čim bolj, po možnosti do vrha.

Vsi vzorci morajo biti označeni na naslednji način (glej priloženi vzorec »Označevanje vzorcev«):

- vrsta in oznaka izdelka
- proizvajalec (in/ali dobavitelj)
- dan dobave in po možnosti dan izdelave
- dobavljena količina
- način dostave (silos, vreča, sod itd.)
- kraj in datum vzorčenja
- ime osebe, ki jemlje vzorec

Vzorci, ki jih je treba hraniti za poznejše preskuse, je treba hraniti v hladnem, brez zmrzali, in suhem prostoru. Vzorce za nadaljnja testiranja na gradbišču je treba hraniti, dokler se ne dokažejo zahtevane lastnosti brizganega betona.

12.1.2 Izločanje vezivnih past

Preskus, ki ga je treba izvesti v skladu z ONR 23303, točka 10.4.

12.1.3 Preskus prostorninske obstojnosti brizganih vezivnih sredstev

Preskus se izvaja na podlagi ÖNORM EN 196-3.

12.1.4 Preverjanje istovetnosti pospešila (EB)

Preverjanje istovetnosti pospešila (EB) se uporablja kot preverjanje enakomernosti EB, izbranega med začetnim preskusom in dostavljenega na gradbišče. Izvede se na zahtevo (npr. fluktuirajoča pospešila).

Za oceno preverjanja istovetnosti mora proizvajalec dodatkov na začetnem preskusu in med dobavami na gradbišče minimalno vsaka 2 meseca predstaviti rezultate lastnega spremljanja z naslednjimi parametri:

- Vrednost pH (ISO 4316)
- Gostota (kjer je primerno nasipna gostota, preverjanje homogenosti, ISO 758)
- Infrardeča analiza (ÖNORM EN 480-6)
- Vsebnost trdnih materialov (ÖNORM EN 480-8)
- Vsebnost Al_2O_3 pod točko 12.1.7.2
- Vsebnost SO_3 (na podlagi ÖNORM EN 196-2)
- Vsebnost alkalij (ekvivalent Na_2O v skladu z ÖNORM EN 480-12)
- Vsebnost Cl^- (v skladu z ÖNORM EN 480-10)
- Pospešeni časi vezanja s cementom, dogovorjenim pred dobavo (v skladu s točko 12.2.1)
- Zmanjšanje tlačne trdnosti (z EB) v skladu s točko 12.2.3
- Preverjanje odpornosti na sulfate (kjer je potrebna predstavitev na preiskavi poskusnega polja) v skladu s točko 0

12.1.5 Preskus obstojnosti hrambe tekočih pospešil

Odvzem povprečnega vzorca dobavljenega pospešila (EB). Polnjenje 1000 ml pokončnega valja (steklo, premer 50 mm) do nivoja 1000 ml, pokriti valj s plastično folijo. Skladiščenje pri $20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, zaščiteno pred sončno svetlobo. V oceni časa stabilnosti skladiščenja, ki jo zagotovi proizvajalec, je navedeno: brez sedimentacije in brez flokulacije.

12.1.6 Določanje vsebnosti alkalij (ekvivalent Na_2O) v brizganem cementu in pospešilih

12.1.6.1 Določanje vsebnosti alkalij (ekvivalent Na_2O) za brizgana vezivna sredstva

Preskus v skladu z ÖNORM EN 196-2.

12.1.6.2 Določanje vsebnosti alkalij (ekvivalent Na_2O) za pospešila

Preizkus v skladu z ÖNORM EN 480-12.

12.1.7 Določanje vsebnosti Al_2O_3 v pospešilih (EB) in brizganem cementu (SBM)**12.1.7.1 Določanje vsebnosti alkalij (ekvivalent Na_2O) za brizgani cement**

Preskus v skladu z ÖNORM EN 196-2.

12.1.7.2 Vsebnost v vodi topnega Al_2O_3 za pospešila (EB)

Določanje se izvede s kompleksno metrično titracijo, pri čemer se kot indikator praviloma uporabljata titripleks III in ksilenol orange.

Izvajanje testa:

1 ml vzorca¹⁾ razredčimo z dvakrat destilirano vodo na 100 ml. To raztopino na kratko prekuhamo s 50 ml 0,1 m (molarne) raztopine titripleksa III in 2 ml 1 n (normalne) klorovodikove kisline in deset minut držimo nad vrelo vodo. Po ohladitvi se z natrijevim acetatom določi vrednost pH približno 5 do 6 in po dodajanju ksilenol oranžne indikatorske gume z 0,1 m raztopine cinkovega sulfata, titrirane do ostrega preskoka iz rumene v rdečo.

Indikator ksilenol oranžne barve notranja guma:	1 g	ksilenol oranžna
	99 g	kalijevega nitrata

Na enak način titriramo primerjalni vzorec, da preverimo raztopino za titracijo.

Izračun:

$$1. \quad (50 - V) \times 5.098 = \text{mg} [\text{Al}_2\text{O}_3]$$

V = poraba v ml 0,1 m raztopine cinkovega sulfata

$$2. \quad \frac{\text{mg} [\text{Al}_2\text{O}_3]}{\rho \cdot 10} = \% [\text{Al}_2\text{O}_3]$$

ρ = gostota pri +20 °C v g/cm³

12.1.8 Preskus porazdelitve velikosti zrn agregatov

Preskus v skladu z ÖNORM EN 933-1.

12.1.9 Preskus vlaken

Preskus v skladu z ÖNORM EN 14889-1 (jeklena vlakna) in ÖNORM EN 14889-2 (polimerna vlakna).

12.2 Priprava vzorcev in preskusi sestavin in njihovih kombinacij**12.2.1 Laboratorijsko preskušanje kombinacij veziva/pospešila in brizganega cementa (SBM) za pospešeni čas vezanja**

Preskusne metode, ki se uporabljajo za oceno pospeševanja vezanja, temeljijo na načelu penetracijskih preskusov Spodaj opisana ročna metoda z Vicatovim aparatom v osnovi služi za preskušanje in oceno primernosti kombinacije brizganega cementa in veziva/pospešila glede na pospešek vezanja.

Poročilo o preskusu mora vsebovati vsaj: izbrano metodo, uporabljene sestavine in odmerke, izbrano w/b-vrednost ter začetno in končno vezanje.

- Ročno preskušanje s pomočjo priprave z Vicatovim aparatom

¹⁾ Pri praškasti EB je treba izvesti raztapljanje v razmerju 1: 1.

Ta metoda določanja časa vezanja kombinacije veziva/pospešila ali brizganega cementa je modelirana po vzoru preskusa v ÖNORM EN 196-3. Pri določenem razmerju vode in veziva se določita začetek in konec vezanja za določeno kombinacijo veziva/pospešila ali brizganega cementa.

- Navodila za preskušanje
- a. Laboratorijska temperatura $+20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Temperatura veziva (brizgani cement) in vode: $+20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, v posebnih primerih $+8\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.
- b. Pripravite 250 g veziva (brizgani cement) in vodo.
w/b - vrednost glede na začetni preskus
(Normalne vrednosti: brizgani cement: $w/b = 0,35$
kombinacije pospešilo in vezivo: $w/b = 0,45$)
Opomba: za težo vzorca in w/b ne uporabljajte pristopa k-vrednosti
- c. V vodo dodajte tekoče pospešilo, običajno v razmerju 3 - 5 mas. % veziva. Vsebnost vlage v pospešilu se prišteje k dodani količini vode.
- d. Ko uporabljate prašna pospešila, temeljito premešajte z vezivom.
- e. Suhe komponente napolnite v stožčast obroč iz trde gume ($h = 40\text{ mm}$, $d_{ui} = 65\text{ mm}$, $d_{oi} = 74\text{ mm}$) nameščen na stekleni ali plastični plošči in prevlečen z valjasto strukturo (obroč) ($h \geq 62\text{ mm}$).
- f. V vezivu oblikujte vdolbino.
- g. Hitro dodajte tekoče sestavine in v 15 sekundah z lopatico ali po možnosti samodejno mešalno napravo (glejte Sliko 12/1), prilagojeno obliki lonca, vezivno/pospešilno pasto ali pasto brizganega cementa temeljito premešajte. Po mešanju pasto večkrat pretresite in stisnite. Odstranite obroč in z lopatico poravnajte pasto. Te postopke je treba zaključiti v 25 sekundah po začetnem dodajanju vode ali - v primeru mokrega mešanja - dodajanju pospešila. Če je vezivno pasto težko obdelovati, poskus ponovite z manjšim odmerkom. Obroč ne sme biti postavljen v vodno kopel.
- h. Za začetek in konec vezanja uporabite Vicat aparat. Izračunajte čase od prvega dodajanja vode. Začetno vezanje je opredeljeno kot trenutek, ko igla ostane zataknjena v pasto 3 do 5 mm nad ploščo (steklena ali plastična plošča); zadnje vezanje je opredeljeno kot trenutek, ko igla prodre v pasto za največ 1 mm.

Lahko pa uporabimo igelno metodo v skladu z ÖNORM EN 934-5 (po vzoru ÖNORM EN 480-2 s $w/b < 0,5$ in Vicatovo aparaturo 300 g).

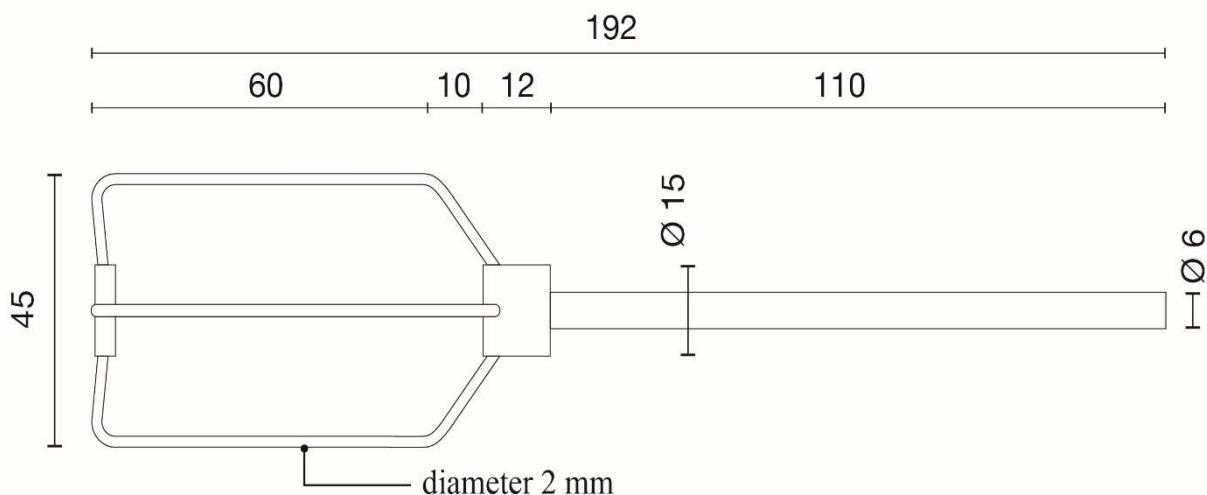
12.2.2 Priprava vzorcev za preskušanje kombinacije veziva/pospešila in brizganega cementa

12.2.2.1 Priprava valjastih vzorcev iz vezivne paste

Metoda je primerna za kombinacije brizganega cementa ali veziva/pospešila s časom vezanja ≥ 15 sekund za preizkuse zgodnje trdnosti. Vzorci so pripravljeni v skladu z naslednjimi navodili: Potrebni materiali in oprema:

- kovinski valj z notranjim premerom $60 \pm 1\text{ mm}$, $60 \pm \text{mm}$ (vzdolžno razrezan). Za preskušanje prostorninske obstojnosti je treba uporabiti ustrezen vložek za zahtevano višino 10 mm.
- zgornji del obroča
- osnovna in pokrivna plošča
- mešalo (glej Sliko 12/1)
- ročni vrtalnik (1200 vrt./min)
- rezervoar za vodo

- štoparica
- tehtalna naprava, natančnost 0,1 g
- količina uporabljenega veziva: 320 g
- količina vode - odvisno od razmerja med vodo in cementom, nastavljenim za vezanje med 15 sekundami in 3 minutami (razmerje med vodo in cementom 0,35 - 0,45)
- Temperatura vode in veziva mora biti $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.



Slika 12-1 Primerno mešalo (dimenzije v mm)

- Priprava vzorca:
 - Odrezani valj (z zgornjim delom) položite na osnovno ploščo.
 - Stresite vezivo v valj.
 - V valj hitro nalijte vodo in zaženite štoparico.
 - Z ročnim vrtalnikom s pritrjenim mešalom za vezivo 10 sekund mešajte s krožnimi in navpičnimi gibi.
 - Odstranite zgornji del valja in pritisnite pokrivno ploščo na cilinder.

Operacije 4 do 5 je treba zaključiti v 15 sekundah po začetku merjenja časa. Morda bo treba stekleno ploščo obrniti, da odstranite vezivno pasto med ploščo in robom valja.

 - Po približno 10 minutah odstranite pokrivno in osnovno ploščo
 - Izvijač vstavite v vzdolžno režo kalupa in ga obrnite, da odstranite vzorec.
 - Če površina vzorca ni gladka, uporabite drobnnozrnat pesek (npr. kremenčev prah $\varnothing \leq 0,16\text{ mm}$) in vodo, da ga obdelate na stekleni plošči.
 - Vzorec hranite en dan po odstranjevanju pri temperaturi zraka $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ in vlažnosti 90 % RH, nato pa ga do preskusa shranite v vodni kopeli pri $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

12.2.2.2 Priprava vzorcev 4 cm x 4 cm - 16 cm, po analogiji z ÖNORM EN 196 - 1, pri razmerju voda-vezivo = 0,75¹⁾, za preskuse tlačne trdnosti in izgube trdnosti

Prednostno je treba upoštevati razmerje med vodo in vezivom 0,75. Preskusna malta (s pospešilom) in referenčna malta (brez pospešila) morata imeti enako razmerje med vodo in vezivom. Če v laboratoriju ni mogoče izmeriti izgube trdnosti, je treba opraviti teste brizganja v skladu s točko 12.4.2.

- Malta, sestavljena iz kombinacije veziva/pospešila (M) in malte brez pospešila (0)
 - Temperatura (cement, standardni pesek in voda): $+20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.
 - Mešalnik po ÖNORM EN 196-1
 - 1350 g ISO standardnega peska (vlažnost $\leq 0,2\text{ M-}\%$) in 450 g veziva homogeniziramo s počasnim mešanjem 3 minute.
 - Dodatek pospešila:
 - Praškasta pospešila dodajamo suha, ročno z žlico v prvih 30 sekundah homogenizacije.
 - Tekoča pospešila se vmešajo v vodo za mešanje. Vsebnost tekočine v pospešilu je treba upoštevati v celotni količini vode
 - Prenos mešanice v pravokotno odprto ročno lopato
 - V suho posodo nalijte 315 ml celotne količine vode
 - Homogenizirano zmes veziva/pospešila prenesite v posodo za mešanje v petih sekundah in takoj ob počasnem mešanju, brez prekinitve; za 15 sekund prekopite mešalnik malte na visoko hitrost.
 - V 30 sekundah malto položite v kalupe za prizmo velikosti 4 cm x 4 cm x 16 cm in dobro stisnite.
 - Malto po kalupu poravnajte takoj po stiskanju. To operacijo je treba zaključiti, preden se začne vezanje.
 - Določite nasipno maso malte, da preverite pravilno zgoščevanje (največje dovoljeno odstopanje prizem, pripravljenih s kemijskimi dodatki k njim brez: $\pm 3\%$).
 - Po enem dnevu shranjevanja v vlažnem ozračju se prizme odstranijo in nato do preskusa shranijo v vodni kopeli pri $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.
- Malta iz brizganega cementa
 - Razmerje vode in veziva je odvisno od izdelka in ga je treba določiti med preiskavo poskusnega polja. Vzorci so izdelani po analogiji z zgornjim postopkom, pri čemer se količine spreminjajo v skladu z razmerjem med vodo in vezivom.

12.2.2.3 Proizvodnja prizem pri nizkih temperaturah (tlačna trdnost v skladu z ÖNORM EN 934-5, Preglednica 2)

Proizvodnja se izvaja z referenčno malto v skladu z ÖNORM EN 480-1 in v skladu z ÖNORM EN 196-1 z naslednjimi spremembami:

$w/c \leq 0,50$, temperatura sveže malte $5\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, temperatura skladiščenja $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ in dodatek pospešila malo pred koncem časa mešanja.

12.2.3 Laboratorijsko preskušanje kombinacij veziva/pospešila in brizgalnega cementa za priraščanje trdnosti in izgubo trdnosti

Priraščanje trdnosti in izguba trdnosti (kombinacije veziva/pospeševalnika) je mogoče določiti s pomočjo spodaj opisanih preskusnih metod. Najprimernejšo metodo je treba izbrati na podlagi

¹⁾ Razmerje vode in veziva 0,75, višje od razmerja, predvidenega v ÖNORM EN 196-1, je posledica praktičnih pogojev. Primerjalni testi so pokazali, da izguba trdnosti pri tem laboratorijskem testu v veliki meri ustreza izgubi trdnosti v praksi. Če priprava vzorca ni mogoča, lahko preskus izvedemo na brizganem betonu.

značilnosti brizganega cementa in/ali uporabljene kombinacije veziva/pospešila. Možna je kombinacija različnih metod.

- Laboratorijsko preskušanje priraščanja tlačne trdnosti na valjastih vzorcih, skladno s točko 12.2.2.1.

Priraščanje trdnosti brizganega cementa ter kombinacije veziva/pospešila se ugotovi s preskusi na valjastih vzorcih s premerom 60 mm in višino 60 mm, pripravljenimi in shranjenimi v skladu s točko 12.2.2.1.

Za preskušanje tlačne trdnosti so dovoljene vsaj preskusne stiskalnice razreda 2 v skladu z ÖNORM EN ISO 7500-1. Stiskalnice razreda 3 so dovoljene za merilno območje od 1 do 4 kN (določanje enourne trdnosti). Priporočamo uporabo preskusnih strojev s stranskim valjem po DIN 51302-2.

Preskus tlačne trdnosti se opravi na 3 vzorcih po 1, 6 in 24 urah (ocena brizganega cementa glede na zgodnjo trdnost) in po 28 dneh. Tlačna trdnost je izražena kot srednja vrednost z natančnostjo 0,1 N/mm². Posamezne vrednosti, ki odstopajo od povprečja za več kot 15 %, se ne upoštevajo za (izračun) povprečje(a). Za (izračun) povprečje(a) sta potrebna vsaj dva uporabna vzorca.

- Laboratorijsko preskušanje priraščanja tlačne trdnosti in izgube trdnosti v preskusnih vzorcih 4 x 4 x 16 cm, skladno s točko 12.2.2.2.

Preskus tlačne trdnosti se izvede po 28 dneh ali dogovorjenih datumih.

Izguba trdnosti se izračuna na podlagi srednje tlačne trdnosti vzorcev, starih 28 dni brez pospešila (0) in s pospešilom (M), v skladu z naslednjo enačbo:

$$\text{Izguba trdnosti (\%)} = \frac{\text{EB}(0) - \text{EB}(M)}{\text{EB}(0)} \times 100$$

12.2.4 Preskus morebitne alkalno-silikatne reaktivnosti z brizganim cementom ali kombinacijo veziva/pospešila

Agregati morajo imeti preverjanje v skladu z ÖNORM B 3100.

12.2.5 Preskušanje prispevka naravnega agregata k trdnosti brizganega betona

Če se uporabljajo naravni agregati, ki ne ustrezajo F1 po ÖNORM EN 12620, je treba pri starosti 28 dni preskusiti naslednji beton brez pospešila:

- Navedeni naravni agregati za brizgani beton
(agregatna linija razvrščanja - v skladu s Preglednico 4/4, največja velikost zrn - odvisno od uporabe - med 8 mm in 11 mm, za konstrukcijske naloge 8 mm)

- CEM I 42,5 R / WT 38 / C3A-free, odmerek 400 kg/m³

- Razmerje vode in veziva 0,50 ± 0,01:

Razmerje vode in veziva je treba izbrati v območju, določenem za razred trdnosti betona C2. Če temu ni tako ali če je drugačna konsistenca primernejša za zadevno delovno metodo (brizganje mokre mešanice), je to treba navesti ločeno.

- Priprava in testiranje vzorcev v skladu z ONR 23203. Tlačno trdnost je treba navesti kot srednjo vrednost 3 kockastih preskusov.

Tlačna trdnost, ki jo mora doseči ta beton, mora biti najmanj 1,3-krat večja od trdnosti brizganega betona zahtevanega razreda trdnosti.

Primer:

Referenčni beton f_{cm} s formulo brizganega betona

46,0 MPa

Izguba trdnosti zaradi pospešila, npr. 20 %

9,2 MPa

	36,8 MPa
Vpliv zgoščevanja 10 %	3,7 MPa
Odstopanje (6 N/mm ³)	6,0 MPa
	27,1 MPa
zahtevan f_{ck} za SpC 20/25	25,0 MPa

12.2.6 Preskus tvorbe razpok, zaradi zgodnjega krčenja

Beton, ojačan z vlakni, je preskušen v skladu s smernico ÖVBB za beton, ojačan z vlakni, točka 10.4.

12.2.7 Preskus razreda BBG

Preskus se izvede za betone, ojačane z vlakni, v skladu s podatkovnim listom ÖVBB Zaščitni sloji za večjo požarno zaščito podzemnih prometnih konstrukcij, Priloga 1 kot glavni preskus.

12.2.8 Preskus sulfatne odpornosti razreda XAT-C3A-free

12.2.8.1 Določanje sulfatne odpornosti z osnovnimi materiali

Sulfatno odpornost brizganega betona lahko štejemo za dano, če je izdelan v skladu s SpC II s XC4 (z največjo globino prodiranja 35 mm) in če osnovni materiali izpolnjujejo naslednje zahteve:

Brizgani cement	C ₃ A of the SBM (ÖNORM EN 196-2) < 1 M-% po Bogueu SO ₃ (ÖNORM EN 196-2) ≤ 4.8 M-% Al ₂ O ₃ (ÖNORM EN 196-2) < 4 M-%
Cement	C ₃ A klinkerja (ÖNORM EN 196-2) 0 M-% po Bogueu C ₃ A cementa (ÖNORM EN 196-2) < 1 M-% po Bogueu
Pospešilo (EB)	Vsebnost sulfata kot SO ₃ na osnovi ÖNORM EN 196-2 ≤ 4.8 M-% skupaj z uporabljenim cementom ali SBM Al ₂ O ₃ (vodotopen) v skladu s točko 12.1.7.2 v M-% dozi pospešila (glede na vezivno sredstvo) ≤ 115 M-%

12.2.8.2 Preskus sulfatne odpornosti na brizganem betonu ali vzorcih vezivnega sredstva apna

Trenutno ni standardnega preskusnega postopka za oceno sulfatne odpornosti brizganega betona na jedrih ali ločeno izdelanih vzorčnih telesih.

Če so takšni preskusi v posameznih primerih potrebni, se lahko izvedejo

- na vzorcih vezivnega sredstva apna ali jedrih brizganega betona v skladu s smernico ÖVBB Brizgani beton, 2. del, izdaja junij 1991, točka 5,
- na vzorcih jeder v skladu s smernico ÖVBB Brizgani beton, izdaja 2004, točka 12.4.7.2. Vendar za ta postopek niso določene mejne vrednosti.

12.3 Mešanica, osnovni beton (brez pospešila)

12.3.1 Odvzem vzorcev mešanice

Odvzem vzorcev suhe mešanice (TM) se uporablja za preverjanje lastnosti materiala. Odvisno od dogovora je treba te preskuse opraviti kot preverjanje istovetnosti ali pozneje, kadar je to potrebno, z zadržanimi vzorci, pri čemer je treba upoštevati omejen čas skladiščenja, odvisno od izdelka in proizvajalca. Odvzem vzorca mora biti opravljen v skladu z ÖNORM EN 1504-8 z najmanjšo količino vzorca 20 kg.

Odvzem vzorca je treba opraviti na gradbišču. Za odvzem vzorcev in polnjenje uporabljajte samo čiste, suhe naprave, ki se uporabljajo le v ta namen, kolikor je mogoče.

Mešanico je treba napolniti v neprepustne plastične posode. Označevanje in shranjevanje vzorcev morata biti izvedena v skladu s točko 12.1.1.

Odvzem vzorca mokre mešanice se izvede v skladu z ÖNORM EN 12350-1.

12.3.2 Preskus suhe mešanice (DM)

Enakomernost suhe in mokre mešanice se oceni vizuelno. Pri tem zagotovite enakomerno porazdelitev grobega zrna. Oceno je treba opraviti glede na porazdelitev zrn na ravni »prefino« in »pregrobo«.

Za oceno enakomernosti suhe mešanice (npr. vnaprej zmešane mešanice) lahko dodatno uporabimo naslednje parametre:

- Povprečna gostota (ÖNORM EN 1097-3, boljša ÖNORM EN 459-2)
- Sestava zrn do 0,125 mm, z mokrim razvrščanjem na osnovi ÖNORM EN 933-1. Kot tekočino za izpiranje je treba v postopku izpiranja uporabiti alkohol.
- Vezivno sredstvo v suhi mešanici

Za določitev je treba pojasniti uporabljeni postopek (npr. kemijsko določanje z elementi v sledovih).

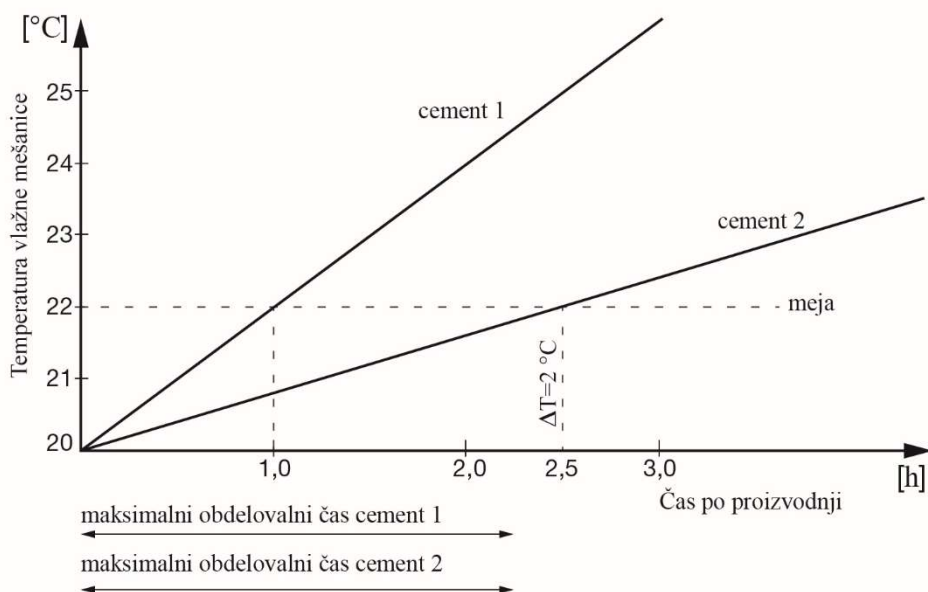
Vsebnost vezivnega sredstva lahko določimo kot maksimum pri ± 10 kg/t TM

12.3.3 Ocena časa obdelavnosti vlažne mešanice (FM)

Čas obdelavnosti vlažne mešanice je odvisen od kakovosti cementa, temperature in naravne vlažnosti naravnih agregatov. Za oceno časa obdelavnosti se izmeri temperaturni razvoj vlažne mešanice po analogiji z ONR 23303, točka 7.9 (Slika 12-2). Preskus je treba izvesti na dejansko prisotni vlagi v vlažni mešanici.

Ocena:

Čas, ki je pretekel med pripravo vlažne mešanice in trenutkom, ko se je temperatura dvignila za $+2$ °C v primerjavi z začetno temperaturo, je osnova za oceno časa obdelavnosti. Vsekakor je dovoljeni čas obdelavnosti omejen na največ 3 ure. Vplive gradbišča (temperatura, naravna vlaga naravnih agregatov, temperatura cementa) je treba upoštevati pri oceni dejanskega časa obdelavnosti.



Slika 12-2 Ocena časa obdelavnosti vlažne mešanice

12.3.4 Preskus parametrov svežega betona mokre mešanice

Preskus parametrov svežega betona (nasipna gostota svežega betona, razlez, vsebnost zraka, w/b vrednost in temperatura svežega betona) se izvede v skladu s točko 7 ONR 23303, odvzem vzorca v skladu z EN 14488-1 (ustreza ONR 23303, točka 4 ali ÖNORM EN 12350-1).

12.3.4.1 Preskušanje podaljšanega časa obdelavnosti pri uporabi kemijskih dodatkov za nadzor hidratacije

Za kemijski dodatek za nadzor hidratacije je potreben dokaz v skladu z EN 934-5 v skladu z ÖNORM EN 12350-5.

Podaljšani čas obdelavnosti (VV) mokre mešanice je treba določiti z vidika vzdrževanja konsistence 15 minut pred koncem obdelave v skladu z ÖNORM 3303/ONR 23303, točka 7.2 / EN 12350-5 na podlagi preskusa razleza na (stresalni) mizi. Če ni drugače dogovorjeno, je treba opraviti preskus pri 27 ± 2 °C.

12.3.5 Vsebnost vlaken v mešanici

Vsebnost vlaken je mogoče določiti v skladu z ÖVBB smernico za beton, ojačan z vlakni, točka 10.3. Vsebnost vlaken mora biti navedena z natančnostjo 0,1 M-%.

12.3.6 Mešalno razmerje

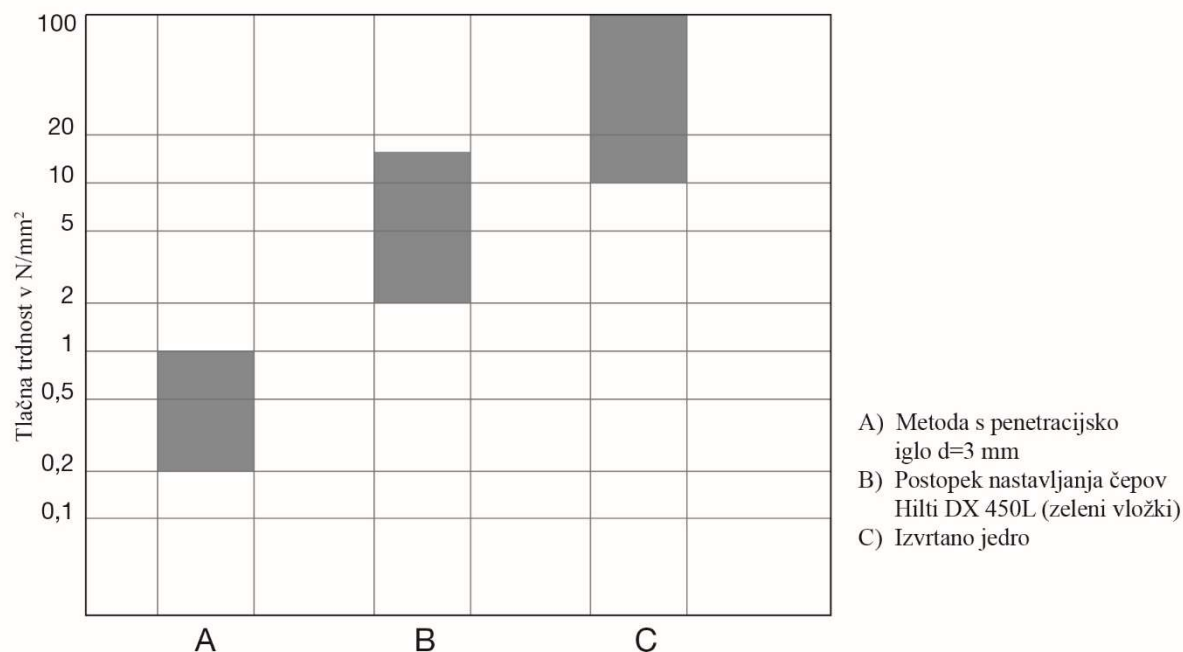
Mešalno razmerje nadziramo z oceno statistike betona ali zapisov šarž. Oceno je treba izvesti tako, da je min, maks, povprečna vrednost in standardni odklon suhih agregatov, celotna vsebnost vode in nadaljnje sestavine, poleg tega čas mešanja, število napačnih šarž (ročno preklapljanje) na vrsto betona za izbirano časovno obdobje (npr. dan, teden ali mesec) vidno. Dostop do nadaljnjih evidenc o šaržah po dobavnicah mora biti omogočen do 3 leta po izdelavi.

12.3.7 Osnovna mešanica - tlačna trdnost na kockah

Tlačna trdnost kocke odlite mokre mešanice pri starosti 28 dni (razen če ni bil dogovorjen drugačen čas) se preveri kot pri običajnem betonu v skladu s točko 8.2 ONR 23303.

12.4 Preskušanje mladega brizganega betona (razred zgodnje trdnosti)

Glede na merilno območje se lahko uporabljajo postopki (glej Sliko 12-3) v skladu s točko 12.4.1 in 12.4.2 za preskušanje trdnosti [12].



Slika 12-3 Standardna metoda za pregled mladega betona

12.4.1 Metoda s penetracijsko iglo (merilno območje od 0 do 1,0 MPa)

Ta metoda se uporablja za merjenje sile, potrebne za iglo določenih dimenzij (drugačno od ÖNORM EN14488-2), da prodre v brizgani beton do globine $15 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$. V ta namen se uporablja Proctor penetrometer¹⁾ v skladu z ASTM C 403-08 z merilnim območjem najmanj 700 N. Naprava prikazuje uporno silo s stiskanjem kalibrirane vzmeti [12]. Lahko se uporabi tudi penetrometer z elektronsko absorpcijo moči.

Opis opreme in preskusni postopek

- a) Igla s premerom 3 mm in konica s koničnim kotom $60^\circ \pm 5^\circ$ za določanje tlačne trdnosti do $1,0 \text{ N/mm}^2$.

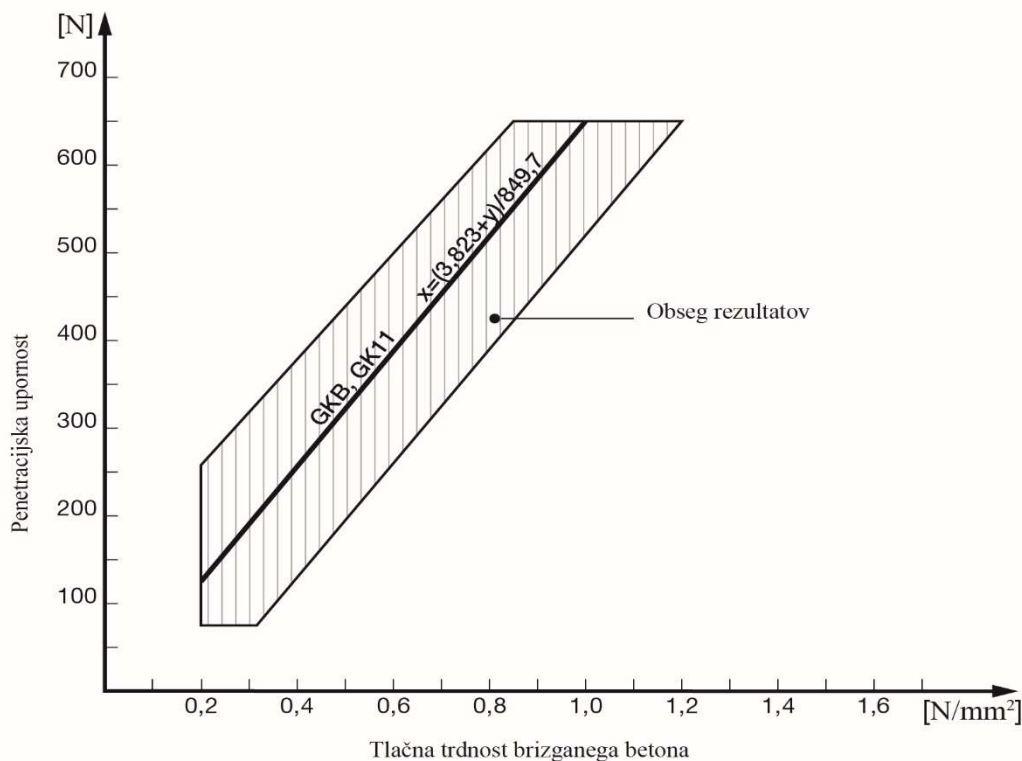
Postopek je bil kalibriran za pogosto uporabljen brizgani beton pri avstrijskih predorih z največjo velikostjo agregata 8 mm oz. 11 mm pri razredih po tej smernici (glej Sliko 12/4). Lahko se uporabijo tudi enake umeritvene krivulje iz Priloge A k ÖNORM EN 14488-2 z y-osnim razdelkom določenega proizvajalca.

V primeru odstopanj je treba določiti posebne umeritvene krivulje, kot sledi:

- b) *Navodila za preskušanje in ocenjevanje (listi 1 Priloge 2):*
- Uporabite napravo in z eno potezo vtisnete na globino 15 mm.
 - Preberite lestvico in zabeležite uporno silo.
 - Izvedite vsaj 10 posameznih preskusov za vsako zaporedje preskusov - pazite, da igle ne vtisnete na veliko zrno.
 - Zapišite čas in kraj testiranja.

¹⁾ Seznam dobaviteljev, ki so na voljo pri ÖVBB)

Uporabite povprečje meritev, izvedenih v skladu z b), da iz umeritvene krivulje izpeljete tlačno trdnost kocke (Slika 12-4). Ekstrapolacije niso dovoljene.



Slika 12-4 Umeritvena krivulja za penetracijsko iglo

c) Umerjanje

V primeru odstopanja od največje velikosti zrn, ne-kalcitne ali dolomitne petrografije in receptur, ki odstopajo od predlogov te smernice, je potrebna regresijska krivulja za posamezen projekt.

Za umerjanje se uporabljajo osnovne mešanice brizganega betona brez pospešila, pri katerih se upoštevajo izgube odbitnega materiala (večja vsebnost vezivnega sredstva, natančnejša krivulja zrnivosti). Zmes vstavimo v preskusne kalupe, stisnemo in shranimo zaščiten pred izhlapevanjem. Na kockah (ali vzorčnih valjih) se tlačne trdnosti določijo po določenih obdobjih v skladu z veljavnimi predpisi (za umerjanje Slika 12-4) kock vzorcev 20 cm x 20 cm x 20 cm in plošč 30 cm x 30 cm x 10 cm). Odstranitev opaža vzorca se izvede tik pred preskusom. V ta namen je treba uporabiti ustrezne preskusne stroje za to območje z majhno obremenitvijo. Na ločeno izdelanih ploščah s približno enako prostornino, vendar debelino 10 cm, se preskusi izvajajo s postopkom prodiranja v skladu z ustreznim predpisom o preskusu. Razvoj temperature v kockah in ploščah bi moral ustrezati v največji možni meri, da se vzorci preskusijo na isti ravni hidratacije, po možnosti z enakim številom zrelosti. Plošče med preskusom ohranijo obliko in jih je treba trdno podpreti. Preskuse z referenčnimi kockami je treba izvesti takoj. Z rezultati obeh preskusov je ustvarjen linearni regresijski izračun umeritvenega grafa. Korelacijski koeficient mora biti $R > 0,85$. Ekstrapolacije prek krivulje niso dovoljene.

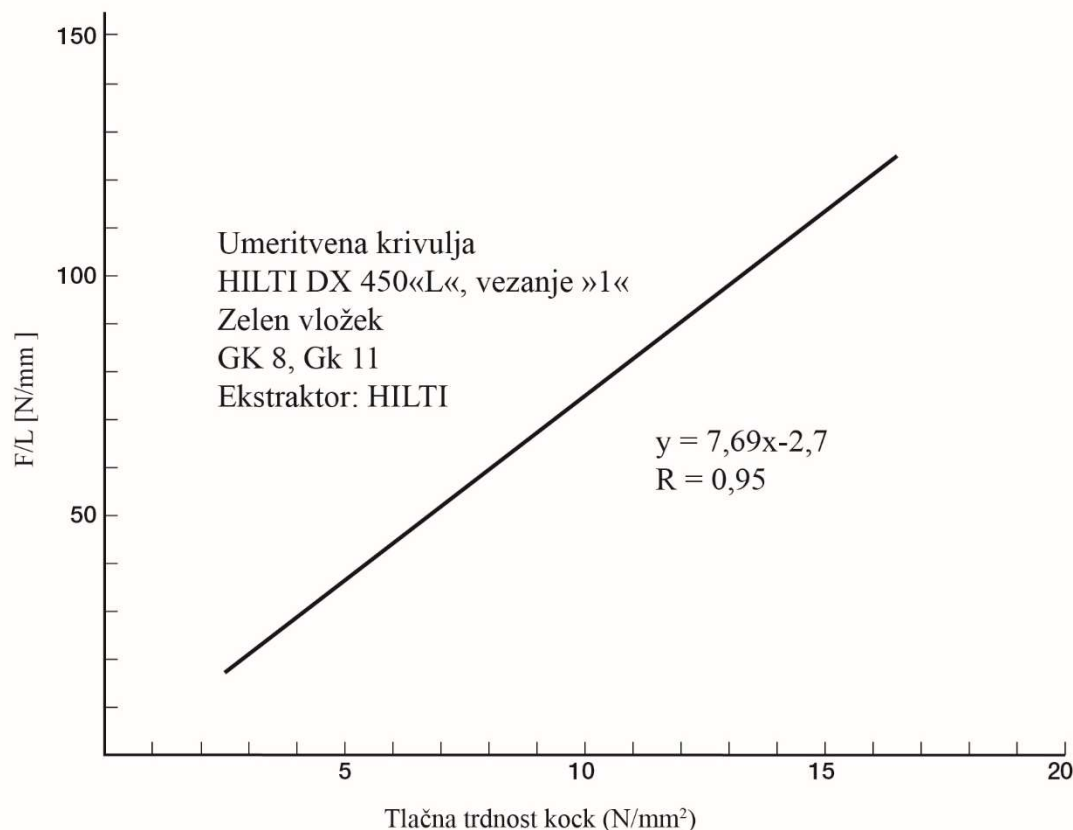
12.4.2 Metoda z navojnimi čepi

12.4.2.1 Merilno območje od 2 do 16 N/mm² [13]

V beton zabijemo navojne čepi in določimo globino prodiranja. Nato se čepi izvlečejo iz betona z merjenjem sile izvleka. Razmerje izvlečne sile in globine prodora je parameter, ki se uporablja za določanje tlačne trdnosti. S prahom aktivirano orodje mora zabiti čepi z določeno konstantno energijo

najmanj 20 mm v mladi beton. Npr. HILTI DX 450-SCT (enako kot L) orodje za preskušanje brizganega betona z zelenimi vložki se uporablja za zabijanje vijakov v beton (glej Prilogo 3, listi 1 in 2). Moč nastavitve te opreme je $E = 96 \pm 8$ džulov z vodilom bata L140 in premerom zatiča 3,7 mm.

Sila izvlečenja (največja sila) se določi s pomočjo izvlečne naprave (npr. Hilti Tester 4 (upoštevajte umerjanje te naprave) ali Hilti Mark 5 z natančnostjo v skladu z ÖNORM EN 14488-2 $< 5\%$). Postopek je bil umerjen za pogosto uporabljen brizgani beton za razrede predorov (Slika 12-5, za največjo velikost agregata 16 mm in za Diabaz v ÖNORM EN 14488-2). V primeru odstopanj - zlasti kar zadeva Mohsovo trdoto agregatov - je treba umeritev izvesti v skladu s točko 12.4.1.c.



Slika 12-5 Umeritvena krivulja za način zaježitve - merilno območje od 2 N/mm² do 16 N/mm², orodje HILTI. Uporabijo se lahko tudi umeritvene krivulje iz Priloge B k ÖNORM EN 14488-2.

Navodila za preskušanje in ocenjevanje (Priloga 3 in ÖNORM EN 14488-2, točka 5.2)

- Upoštevanje varnostnih pravil za nastavitveno (vezivno?) napravo.
- Naložite navojni čep in enoto nastavite v položaj za nastavitev moči 1, Priloga 3, list 1.
- Namestite enoto in zabijte čepe v beton, 10 posameznih preskusov za vsako zaporedje preskusov z razdaljo > 80 mm in > 100 mm do roba.
- Izmerite in zabeležite odmike vijakov nad betonsko površino.
- Določite globino prodiranja, najmanjša globina prodiranja 20 mm.
- Pritrdite gumb z navojem in izvlecite vijake v enakem vrstnem redu, kot so bili zabiti. Centrično obremenite čep.
- Zabeležite silo izvlečenja, čas in kraj preskusa, popravite silo s pomočjo umeritvene krivulje.
- Določite razmerje med silo izvlečenja (P) in globino prodora (L).
- Določite posamezne vrednosti P/L.
- Odčitajte tlačno trdnost kocke na podlagi povprečne vrednosti P/L, izpeljane iz umeritvene krivulje v skladu s Sliko 12/5. Ekstrapolacije niso dovoljene.

Postopek lahko uporabimo za meritve na katerem koli mestu brez predhodnih priprav. Zato je metoda zelo primerna za meritve pri nadzoru kakovosti. Z merilnimi točkami, razporejenimi po večjih površinah, je mogoče zaznati nihanja trdnosti betona.

12.4.2.2 Druga merilna območja

Merilno območje od 1 do 8 N/mm² je določeno v smernici ÖVBB Brizgani beton, izdaja 1998, merilno območje od 17 do 56 N/mm² v izdaji 2004.

12.5 Preskušanje brizganega betona

12.5.1 Mere preskušancev in pogoji skladiščenja

Jedra ustreznih dimenzij (glej Preglednico 12-2), pridobljena bodisi iz vgrajenega brizganega betona (območja vzorčenja, konstrukcija) bodisi iz preskusnih plošč, se uporabljajo kot vzorci za preskušanje brizganega betona. Prednost bi morali imeti vzorci iz vgrajenega brizganega betona. Jedra kot del preskusov skladnosti je treba odstraniti iz območij, ki nimajo sistemsko povezanih napačnih? položajev ali nehomogenosti. Za določitev upogibne natezne trdnosti, je treba nosilce izrezati iz brizganih plošč; za določanje sposobnosti absorbiranja energije je treba plošče brizgati. Dovoljena odstopanja morajo biti v skladu z ONR 23303, točka 6.2.

Preglednica 12-2 Mere vzorca in pogoji skladiščenja

	Vzorci jedra		Pogoji skladiščenja
	Premier	Višina	
Tlačna trdnost	100 mm	100 mm ¹⁾	Zalogovnik vode po ÖNORM EN 12390-2 Shranjevanje v vodi po vrtanju do testiranja
Natezna razcepna trdnost	100 mm	50 mm	
Neprepustnost za vodo	150 mm	min. 120 mm	
Odpornost proti zmrzali	100 mm	250 mm	
Modul elastičnosti	100 mm	250 mm	
Sprijemna trdnost / lepilna natezna trdnost	50 mm	100 mm	
Izluževanje	50 mm	100 mm	Suho skladiščenje po vrtanju do testiranja
Zmanjšano izluževanje (RV)	50 mm	100 mm	Za pakiranje v plastično folijo po vrtanju ²⁾
	Prizme		
Sulfatna odpornost	Skladno s preskusno regulativo		Skladiščenje v vodi po ÖNORM EN 12390-2
Beton, ojačan z vlakni, razreda T ali TG	150 x 150 x 500 mm nosilci (125 x 75 x 500 mm nosilci)		
Beton, ojačan z vlakni, razred EV	600 x 600 x 100 mm plošča		

¹⁾ 200 mm, če se rezultat tlačne trdnosti primerja s tlačno trdnostjo valja (točka 7.4)

²⁾ Jemanje jedra se mora začeti 7 dni pred začetkom preskusa

Odkvisno od načina priprave in shranjevanja, lahko jedra uporabimo za preiskavo poskusnega polja, preskuse skladnosti, istovetnosti ali strjevanja.

Vzorci iz vgrajenega brizganega betona z jeklenimi ojačitvami so morda neprimerni za preskušanje (npr. previsok odstotek armaturne mreže, senčenje). Zato je treba vzorce jemati iz različnih lokacij v preskusni šarži.

Za preskušanje brizganega betona se brizgani beton proizvaja v trdno pritrtjenih ploščah po analogiji z ÖNORM EN 14488-1 (približno 50 cm x 50 cm, globina 15 - 20 cm, odprt na strani, obrnjeni navzdol).

Iz teh plošč je mogoče vzeti jedra, čeprav ne blizu spodnjega roba (odbitni material), če je trdnost betona zadostna za vrtanje jedra (najmanj 10 N/mm²). Pred vzorčenjem morajo plošče ostati pri miru v vlažni atmosferi pri temperaturi med + 5 °C in + 25 °C. Plošč ni dovoljeno premikati 18 ur ali dokler ne pride do tlačne trdnosti najmanj 2,0 N/mm².

Preskusna jedra iz ločeno pripravljenih vzorcev (brizganih plošč) za preiskavo poskusnega polja in preskus skladnosti je treba izvrtati najkasneje 5 dni po brizganju. Jedra je treba izvrtati pravočasno in čim bližje predvidenemu času testiranja. Smer vrtanja je praviloma enaka smeri brizganja.

Jedra iz stavbe lahko vzamete tudi pozneje.

Preskus vodo-nepropustnosti (XC3/XC4) in odpornosti proti zmrzali (XF3) se izvede po 56 dneh.

12.5.2 Preskušanje tlačne trdnosti

Testiranje tlačne trdnosti se izvaja v skladu z ONR 23303, točka 8.2. V nasprotju z določbami standarda je treba pet vzorcev preskusiti in sestaviti v en rezultat. Pri preskušanju brizganega betona se posamezne vrednosti, ki odstopajo od povprečja za več kot 20 %, ne upoštevajo za izračun povprečja. Za izračun povprečja so potrebni vsaj trije uporabni vzorci.

Pri brizganem betonu (brizgana malta) z največjo velikostjo zrn ≤ 4 mm lahko uporabimo tudi jedra s premerom 50 mm.

Gostoto strjenega betona je treba določiti v skladu z EN 12390-7.

12.5.3 Preskušanje referenčnega brizganega betona (brizgani beton brez pospešila)

Brizgana osnovna mešanica brez pospešila se vgradi v preskusne plošče s pomočjo nameščene opreme za brizganje s količino vode, ki se uporablja za proizvodnjo brizganega betona. Izdelava preskusnih plošč, vzorčenje in preskušanje tlačne trdnosti v skladu s točkama 12.5.1 in 12.5.2.

Tlačna trdnost, določena v dogovorjeni starosti, služi kot:

- izhodiščna vrednost za določanje izgube trdnosti zaradi uporabe pospešil:

$$\text{Izguba trdnosti (\%)} = \frac{EB(0) - EB(M)}{EB(0)} \times 100$$

EB (0) = tlačna trdnost brizganega betona brez pospešila

EB (M) = tlačna trdnost brizganega betona s pospešilom

- dokazi o pravilni projektni mešanici betona brez pospešila.

Če uporabnik in proizvajalec nista enaka, je obvezno testiranje referenčnega brizganega betona.

Za poenostavitev nadaljnjih preskusov skladnosti mokre osnovne mešanice, lahko tlačno trdnost brizganega betona brez pospešila, preskušene na izvrtanih jedrih, primerjamo s tlačno trdnostjo kocke iz mokre osnovne mešanice. Kocke naj bodo izdelane v skladu z ONR 23303 točka 6.

Ta preskus je priporočljiv, zlasti če se vlažna mešanica dobavlja iz obrata za mešanje. Poleg tega je treba določiti celotno količino vode, npr. s sušenjem v peči.

Trdnost referenčnega brizganega betona, ugotovljena v preskusu skladnosti, mora biti najmanj enaka zahtevanemu razredu trdnosti plus izguba trdnosti, povezane s pospešilom.

Primerjava brizganega betona, narejenega z brizganim cementom ali predhodno zmešano suho mešanico, z referenčnim brizganim betonom ni mogoča.

12.5.4 Preskušanje natezne razcepne trdnosti

Preskušanje natezne razcepne trdnosti se izvaja na jedrih v skladu z ONR 23303, točka 8.4. Odvzeti je treba pet vzorcev jeder. Vzorce z očitnimi napakami pri brizganju je treba izključiti. Na preskusu je treba preskusiti vsaj tri vzorce.

12.5.5 Preskušanje visoke odpornosti na prodor vode (XC3; XC4)

Preskušanje visoke odpornosti na prodor vode se izvaja v skladu z ONR23303, točka 8.8. Odvzeti je treba pet vzorcev jeder. Vzorce z očitnimi napakami pri brizganju je treba izključiti. Na preskusu je treba preskusiti vsaj tri vzorce.

12.5.6 Preskušanja odpornosti proti zmrzali

Pet jeder, shranjenih pod pogoji, določenimi v ONR 23303, točka 8.10, je preskušanih na odpornost proti zmrzali. Vzorce z očitnimi napakami pri brizganju je treba izključiti. Na preskusu je treba preskusiti vsaj tri vzorce. Pred skladiščenjem v hladilni napravi in po 25 in 56 ciklih zamrzovanja in tajanja se modul elastičnosti določi v skladu z ONR 23303, točka 8.7, pod naslednjimi pogoji, razen tistih, ki so določeni v standardu: $\sigma_u = 0.5 \text{ MPa}$, σ_o pri $0.2 \pm 0.03 \text{ ‰}$ tlačni pritisk. Padec modula je izražen v celih odstotnih točkah.

12.5.7 Preskušanje modula elastičnosti

Preskušanje modula elastičnosti se izvaja v skladu z ONR23303, točka 8.7. Odvzeti je treba pet vzorcev jeder. Vzorce z očitnimi napakami pri brizganju je treba izključiti. Na preskusu je treba preskusiti vsaj tri vzorce.

Za brizgani beton (brizgana malta za popravila) z največjo velikostjo zrn $\leq 4 \text{ mm}$ je treba opraviti preskus v skladu z ÖVBB - smernico »Ohranitev in obnova stavb iz betona in armiranega betona« (ÖNORM EN 13 412).

12.5.8 Preskušanje razreda sulfatne odpornosti XTA-C₃A-free

Določitev sulfatne odpornosti na podlagi sestavin, glej točko 0.

12.5.9 Določitev enakovredne upogibne trdnosti in žilavosti brizganega betona, ojačanega z vlakni

Posebne lastnosti brizganega betona, ojačanega z vlakni - visoka odpornost na udarce, povečana sposobnost absorpcije energije - so značilne zaradi njihove učinkovitosti pri preskusu upogibanja, zlasti po preseganju največje upogibne trdnosti.

Preskus se izvaja na brizganih upogibnih nosilcih v skladu s smernico ÖVBB »Beton, ojačan z vlakni« za konstrukcijske elemente, debelejšje od 7,5 cm, za upogibne nosilce s komponentami $\leq 7,5 \text{ cm}$ po EN 14488-3 ali za plošče v skladu z ÖNORM EN 14488-5.

12.5.9.1 Obnašanje pri prvi razpoki - razredi upogibne natezne trdnosti BZ (smernica ÖVBB Beton, ojačan z vlakni)

Določitev upogibne trdnosti se izvede v skladu s smernico ÖVBB Beton, ojačan z vlakni, točka 10.6.

12.5.9.2 Obnašanje po nastanku razpok – beton, ojačan z vlakni, razredi T in G (smernica ÖVBB Beton, ojačan z vlakni)

Upogibna natezna trdnost ni stalnica, ampak je povezana z okvirnimi pogoji osnovnega preskusa. Smernica ÖVBB - Beton, ojačan z vlakni, določa v točki 10.5 preizkus na upogibnem nosilcu, ki izpolnjuje zahteve v praksi za debelino sloja okrog 15 cm in sorazmerno preprosto izvajanje preskusov.

12.5.9.3 Obnašanje po nastanku razpok - razredi preostale natezne trdnosti D in S (ÖNORM EN 14487-1)

Za določitev razredov preostale natezne trdnosti (za sestavne dele debeline do 7,5 cm) se preskusi 6 nosilcev v skladu z ÖNORM EN 14488-3.

Pri preostali trdnosti f_{r1} , f_{r2} , in f_{r3} se razvrstitev v razrede preostalih trdnosti izvede za območje deformacije D1 do D3 in stopnjo trdnosti S1 do S4 v skladu s Preglednico 2 ÖNORM EN 14487-1. (pojasnila v Prilogi A k ÖNORM EN 14487-1)

Kot taka se lahko izvede razporeditev v razrede iz oddelka 7.5.7.3.

12.5.9.4 Obnašanje po nastanku razpok - sposobnost absorpcije energije (ÖNORM EN 14487-5)

Določitev sposobnosti absorpcije energije je treba določiti pri preskusu plošče v skladu z ÖNORM EN 14488-5 na 3 ploščah. Kapaciteta absorpcije energije, ki ustreza območju pod krivuljo upogibne obremenitve v območju upogibanja od 0 do 25 mm, mora biti navedena v J. V odstopanju od tega se preskus konstrukcije predora izvede z vzorčno starostjo 7 dni. Razčlenitev po razredih se izvede v skladu s Preglednico 12-3.

Preglednica 12-3 Razredi absorpcije energije za izkope predorov

Razred	Absorpcija energije [J] v vzorcu starosti 7 dni
EV500	500 - 700
EV700	701 - 1000
EV1000	>1000

12.5.10 Preskus vsebnosti vlaken

12.5.10.1 Vsebnost vlaken v brizganem betonu, ojačenem z jeklenimi vlakni

Vsebnost vlaken v brizganem betonu je določena v skladu z ÖNORM EN 14488-7. Možno je vzeti vzorce iz sveže nanesenega brizganega betona ali jeder. Vsebnost vlaken mora biti navedena z natančnostjo 0,1 M-%.

12.5.10.2 Vsebnost vlaken v brizganem betonu, ojačenem s plastičnimi vlakni

Vsebnost vlaken v brizganem betonu in v brizganem betonu kot zaščitnem sloju je določena v skladu s smernico ÖVBB Beton, ojačan z vlakni, točka 10.3.2, točka 10.3.3 ali točka 10.3.4.2. Možno je vzeti vzorce iz sveže nanesenega brizganega betona ali jeder. Vsebnost vlaken mora biti navedena z natančnostjo 0,1 M-%.

12.5.11 Preskus povečane požarne odpornosti

Za brizgani beton in brizgani beton kot zaščitni sloj velja smernica ÖVBB Zaščitni sloji za večjo požarno zaščito podzemnih prometnih konstrukcij kot glavni preskus za preverjanje požarne odpornosti BBG.

Za preverjanje požarne odpornosti kot dela preskusa skladnosti ali istovetnosti (Preglednica 11-8) je treba preskusiti vsebnost vlaken v mešanici v skladu s točko 12.3.5 in v brizganem betonu v skladu s točko 12.5.10.2. Dovoljene mejne vrednosti najdete v smernici ÖVBB Beton, ojačan z vlakni, točka 11.2.1 (preskus skladnosti) ali 11.3 (preskus istovetnosti).

12.5.12 Preskušanje natezne in lepilne trdnosti

Preskus sprijemne trdnosti se izvaja po ÖNORM EN 1542 za sloje na novo vgrajenega brizganega betona debeline do 50 mm in po ÖNORM EN 14488-4 za sloje debeline več kot 50 mm. Kakovost podlage pred vgrajevanjem brizganega betona je mogoče oceniti na podlagi njegove lepilne trdnosti v skladu z ONR 23303, točka 8.5.

12.5.13 Izluževanje brizganega betona

Preskusi izluževanja brizganega betona se izvajajo na jedrih, starih 28 dni, s premerom 50 mm in višino 100 mm [1, 2, 3]. Jedra je treba dobiti iz brizganega betona, starega 7 do 14 dni, z mokrim

vrtanjem. Tako dobljena jedra je treba do preskusa hraniti suha in pri sobni temperaturi.

Preskusni primerek je treba postaviti v lužilno posodo in eluirati v lužilni snovi, ki jo neprekinjeno meša magnetni mešalec (hitrost mešanja = 200 do 300 vrt/min), za 24 ur. Uporabljeni eluent je deionizirana voda, pri čemer je masno razmerje preskusnega vzorca proti eluentu 1:10, pri čemer je preskusni primerek popolnoma namočen. Izcedne vode je treba pregledati glede na naslednje parametre: vrednost pH, električna prevodnost, kalcij, kalij, natrij in aluminij.

12.5.14 Obnašanje pri zmanjšanem izluževanju (RV)

Opomba: Podrobnejši opis glej v Biltenu ÖBV »Festlegung des Reduzierten Versinterungspotentials«; Julij 2012

Za preskus izluževanja je treba iz brizganih plošč, proizvedenih v starosti 49 dni, vzeti 2 jedri s premerom 50 mm. Nato je treba jedri zapreti v plastične vrečke in shraniti. Dimenzije preskusnega telesa so 50 mm v premeru in 100 mm v višino vzorca.

Začetek testa v starosti 56 dni.

Preskusi izluževanja se izvajajo pri razmerju E/F 4,0.

- E ... količina lužilnega sredstva v kg - eluent (deionizirana voda)
- F ... trdna masa jedra, brizgani beton, v kg

Izluževanje v zaprtih posodah (preprečevanje karbonizacije raztopljenega kalcijevega hidroksida) se izvaja v 3 intervalih (ciklih). Za vsak interval je treba uporabiti sveže sredstvo za izluževanje. Poskusi izluževanja potekajo pri temperaturi $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$:

- 1. cikel: 24 ur skladiščenja
- 2. cikel: 48 ur skladiščenja
- 3. cikel: 5 dni skladiščenja

Po končanem vsakem intervalu izluževanja je treba eluat vliti tako, da ostane usedlina v posodi za izpiranje (dovoljena preostala količina vode največ 100 ml).

Izlite eluate je treba nakisati s koncentrirano klorovodikovo kislino do vrednosti pH 3 do 4. V nakisanem eluatu se izvede koncentracija kalcija.

V eluatu je treba dokazati naslednje parametre:

- vrednost pH (neokisnjeni eluat)
- električna prevodnost (nenakisan eluat) v mS/cm
- raztopljeni kalcij (Ca^{2+}) na kislem eluatu v mg/l

Posledično mora biti vsota sproščanja kalcija iz treh intervalov izpiranja navedena v kg/t SpC (vsota izpiranja v mg/l x 4 litre/1000).

12.6 Preverjanja pri proizvodnji brizganega betona

12.6.1 Preverjanje odmerkov praškastega in tekočega pospešila ter brizganega cementa

Odmerjanje pospešila in/ali brizganega cementa odločilno vpliva na zgodnjo in končno trdnost brizganega betona. Skladnost z odmerki, določenimi s preiskavo poskusnega polja, je treba med izvajanjem betoniranja neprekinjeno preverjati in primerjati za določitev celotne porabe. Redno vzdrževanje odmerne opreme je treba izvesti in zapisati v protokol. Poleg tega je treba brizgano količino določiti v skladu s točko 12.6.2.

- Pregled odmerne opreme za praškasta pospešila

V osnovi se pravilni odmerki preverijo s tehtanjem. Pozornost je treba nameniti neprekinjenemu, enakomernemu transportu in po možnosti obrabi odmerne opreme. Izogibati se je treba nastanku mostov v zalogovniku in močnim nihanjem ravni polnjenja. Upoštevati je treba intervale umerjanja v skladu s Preglednico 11-11.

- Pregled odmerne opreme za tekoča pospešila tekočin
Natančnost doziranja se preveri s tehtanjem posode za pospešilo pred in po brizganju. Če je priključen merilnik pretoka, lahko porabo pospešila spremljamo neprekinjeno. Vrednosti, nastavljene na odmerni črpalki, je treba preveriti vsakič, preden začnete z brizganjem. Upoštevati je treba intervale umerjanja v skladu s Preglednico 11-11.
- Pregled odmerne opreme za brizgalni cement SBM-FT (neprekinjeno mešanje)
Umerjanje odmerkov se izvaja s povratnim tehtanjem v določenih časovnih intervalih. Protokol o hitrosti in/ali tehtanju se dopolnjujeta s preskusom umerjanja. Upoštevati je treba intervale umerjanja v skladu s Preglednico 11-11.
- Pregled odmerne opreme za naravne agregate (neprekinjeno mešanje)
Visoka stopnja natančnosti merjenja je potrebna tudi za vlažne naravne agregate. Odmerjanje je lahko gravitacijsko ali količinsko. Pri odmerjanju na podlagi prostornine je treba upoštevati morebitne spremembe obsega zaradi različnih stopenj agregatne vlage. Zato je umerjanje nujno potrebno. Vsaka sprememba pogojev zahteva ponovno določanje vsebnosti vlage. Povratno tehtanje je treba izvajati v rednih intervalih v skladu s Preglednico 11-11.

12.6.2 Določitev brizgane količine in odbitnega materiala

Pred izvedbo preskusa je treba natančno določiti brizgano količino, saj vpliva na natančnost določanja odbitnega materiala. Količino odbitnega materiala je treba določiti ločeno.

- Določitev brizgane količine
Skupna količina brizganega betona, ki se v določenem času brizga iz šobe (čas brizganja), se določi s tehtanjem.

$$\text{Brizgana količina (kg/h)} = \frac{\text{masa brizgani beton [kg]}}{\text{čas brizganja [h]}}$$

Prav tako je mogoče brizgati stehtano količino mešanice in zabeležiti čas, potreben za brizganje. Količino vode, porabljene na šobi, je treba dodati masi mešanice.

- Določitev odbitnega materiala
Zamudna, a natančna metoda je sestavljena iz zbiranja odbitnega materiala na ponjavi, razprti pred betoniranjem, shranjevanja v ustrezno posodo in tehtanja. Če sta čas brizganja in masa odbitnega materiala (pretvorjena v kg/h) znana, lahko odstotek odbitnega materiala, glede na začetno maso, izračunamo na naslednji način:

$$\text{Odbitni material [\%]} = \frac{\text{masa odbitnega materiala [kg/h]}}{\text{brizgana količina [kg/h]}}$$

Za meritve odbitnega materiala, ki jih je treba opraviti v laboratorijskem merilu, nanašamo brizgani beton na leseni opaz, pripravljen s plastjo tesnilnega brizganega betona (velikost opaža je odvisna od tehtalne enote); odbitni material se zbira na ponjavi in stehta. Masa betona se izračuna tako, da se od mase (brizgani beton + opaz) odšteje masa opaža. Odbitni material se dobi kot

$$\text{Odbitni material [\%]} = \frac{\text{masa odbitnega materiala [kg]}}{\text{masa brizganega betona [kg] + masa odbitnega materiala [kg]}} \times 100$$

- Parametri procesa

Pri določanju odbitnega materiala je treba upoštevati naslednje dejavnike:

- brizgana količina
- procesna tehnologija
- prenosni tlak
- kot brizganja in oddaljenost od podlage
- debelina brizganega betona
- temperatura mešanice
- čas brizganja
- izpust vode in tlak v šobi
- razmerje med vodo in vezivom
- prerez brizgalne šobe
- lokacija podlage (klopi, streha, celoten krog)
- meritve na gradbišču ali v laboratoriju

12.6.3 Merjenje koncentracije finega prahu

Naprave za merjenje prahu na osnovi gravitacije in instrumenti za razprševanje svetlobe so najprimernejši za določanje koncentracije drobnega prahu. Za praktične namene je priporočljiva preprosta in varna metoda (po možnosti z neposrednim prikazom rezultatov brez časovnega zamika). Instrumenti za razprševanje svetlobe¹⁾ izpolnjujejo te zahteve. Pretvorba prikazanih vrednosti v koncentracije finega prahu, dobljene z gravitacijskimi metodami (npr. PM 4F, VC 25, PAS itd.), je možna s približkom $s \text{ c/l odčitek TM} = 1,1$ za brizgani beton in 1,5 za druge dejavnosti (zlasti v primeru voznega parka z dizelskim gorivom). (Natančne meritve avstrijskega organa za nadzor prahu [4, 5]).

12.6.4 Debelina brizganega betona

Debelina brizganega betona je določena s povprečno debelino vsake konstrukcijske komponente.

Debelino brizganega betona, ki ni drugače dogovorjena, je treba določiti na več kot 500 m² (na določenih, naključno porazdeljenih mestih) bodisi med brizganjem določenih konstrukcijskih komponent bodisi z vrtanjem v skladu z ÖNORM 14488-6.

Najmanjša dogovorjena debelina, preizkušena v skladu z ÖNORM EN 14488-6, točka 4.1, je lahko manj napolnjena v eni od petih lukenj za 10 %.

1) Seznam dobaviteljev, na voljo pri ÖVBB

13 UPRAVLJANJE KAKOVOSTI

Shema upravljanja kakovosti za brizganje betona

Poleg splošnega in specifičnega, za posamezne lokacije, razporeda upravljanja kakovosti, so za proizvodnjo brizganega betona predvideni naslednji ukrepi nadzora proizvodnje, navedeni v Preglednicah 13-1 in 13-2. (ÖNORM EN 14487-1, točka 7.4 Nadzor proizvodnje, ÖNORM EN 14487-2, točka 11 Spremljanje)

Preglednica 13-1 Obvladovanje kakovosti pred izvedbo proizvodnje brizganega betona

QM ukrepi pred brizganjem	
Dejavnost	Ustrezna dokumentacija
Določite zahteve, ki jih mora izpolnjevati brizgani beton	Skladnost v skladu s pogodbo
Določite zahteve, ki jih mora izpolnjevati brizgani beton	glej Preglednico 5/1
Preskus sestavin in preiskava poskusnega polja	glej Preglednici 11/1/1 in 11/1/2
Odločite se o odgovornosti za izvršitev	Organizacijska shema - poštni seznam za dokumente in evidence Sporazum o delitvi odgovornosti med proizvajalcem in uporabnikom
Vzdrževanje	Določite urnik vzdrževanja
Razpored preskusov	glej Preglednice 11/2/1 do 11/2/4
Izberite preskusno opremo in odločite se za preskusne metode	Navodila za preskus Zapisi o preskusu

Preglednica 13-2 Upravljanje kakovosti pri izvedbi proizvodnje brizganega betona

Ukrepi za upravljanje kakovosti med brizganjem	
Dejavnost	Ustrezna dokumentacija
Delovanje stroja in šobe	Primerno osebje
Poskrbite za varnost in zdravje pri delu	Obdelajte navodila z odgovornim za zdravje in varnost, varnostni listi
Preskus izvedbe in sprejemljivosti	Primerjava dejanskih pogojev s pogodbenimi specifikacijami
Neskladnost z določenimi parametri	Katalog ukrepov po pogodbi

Nadaljnji kontrolni seznam za podatke o projektu, spremljanju in izvajanju so na voljo tudi v prilogi A k ÖNORM EN 14487-2.

14 PRIPOROČILA ZA RAZPISE

Veljajo ustrezni avstrijski standardi, zlasti ÖNORM B 2203 in/ali ÖNORM B 2203-2 in prejšnji členi.

14.1 Splošne zahteve

V povabilu na razpis je treba, med drugim, vključiti naslednje zahteve, ki jih je treba upoštevati v ustreznih postavkah specifikacij.

- Zapolnitev neizogibnega (s procesom povezanega) vmesnega prostora z brizganim betonom in poškodbe pri izkopu zaradi brizganja sistemskih jeklenih vložkov (armaturna mreža, jekleni loki, izolacijske plošče, sidrne glave itd.).
- Brizgani beton za zapolnitev vmesnega prostora zaradi specifikacij ali geoloških pogojev.
- Popravilo napak v brizganem betonu s konstrukcijskimi funkcijami (SpC III), razen sistemskih lokalnih pomanjkljivosti in nehomogenosti v SpC II.

14.2 Pogodbene določbe (glej tudi ÖNORM EN 14487-2, Priloga A (informativno))

Med drugim je treba v pogodbo vključiti naslednje postavke:

- Zgodnji razredi trdnosti
- Zahteve, ki jih mora izpolnjevati brizgani beton (razred brizganega betona, z navedbo razredov izpostavljenosti)
- Dogovor o pogostosti preskušanja razredov in/ali izjem
- Prezem stroškov preiskave poskusnega polja, skladnosti, istovetnosti in konstrukcijskih preskusov
- Debelino brizganega betona je treba določiti z najmanjšo debelino, glejte točko 12.6.4.
- Navedi je treba najmanjšo debelino ob upoštevanju pričakovane strukture površine (npr. štrleči robovi trdne kamnine)
- Določbe o možnih napakah v kakovosti in neustrezni debelini
- Specifikacija zahtev glede gladkosti površine brizganega betona¹⁾
- Podatki o zahtevah za hrapavost površine brizganega betona¹⁾
- Opredelitev površin in količin (kubatur), ki se uporabljajo kot osnova za plačilo
- Navodila glede lokacije odstranjevanja betona in možnih pogojev obratovanja (npr. čelo izkopa, streha, tla, podpora na pobočju, prodor vode)
- Specifikacija merske enote (m² ali m³)
- Posebni preskusni postopki
- Preskusi v skladu s Preglednicami 11-5 do 11-8 »v skladu z zahtevami«
- Specifikacija preskusnih metod za določanje trdnostnih razredov v okviru preskušanja kakovosti (npr. dopustnost preskusnega postopka v skladu s točko 7.4)

¹ ureja smernica ÖVBB »tesnjenje predorov«

15 STANDARDI, SMERNICE, BIBLIOGRAFIJA**15.1 Standardi, navedeni v besedilu**

ÖNORM B 2203-1	Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm – Teil 1: Zyklischer Vortrieb; Ausgabe 12/01.
ÖNORM B 2203-2	Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm – Teil 2: Kontinuierlicher Vortrieb; Ausgabe 01/05.
ÖNORM B 3100	Beurteilung der Alkali-Kieselsäure Reaktivität im Beton, Ausgabe 08/08.
ÖNORM B 3131	Gesteinskörnungen für Beton – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 12620; Ausgabe 10/06.
ONR 23303	Prüfverfahren Beton (PVB) Nationale Anwendung der Prüfnormen für Beton und seine Ausgangsstoffe. ON-Regel, Ausgabe 2010.
ÖNORM B 3309	Aufbereitete hydraulisch wirksamer Zusatzstoffe für die Betonherstellung (AHWZ); Ausgabe 02/04.
ÖNORM B 3327-1	Zemente gemäß ÖNORM EN 197-1 für besondere Verwendungen - Teil 1: Zusätzliche Anforderungen; Ausgabe 07/05.
ÖNORM B 4200-7	Massivbau; Stahleinlagen, Ausgabe 04/87.
ÖNORM B 4412	Erd- und Grundbau; Untersuchung von Bodenproben; Korngrößenverteilung; Ausgabe 07/76.
ÖNORM B 4710-1	Beton; Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis (Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206-1 für Normal- und Schwerbeton); Ausgabe 10/07.
ÖNORM EN 149	Atenschutzgeräte – Filtrierende Halbmasken zum Schutz gegen Partikeln – Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung; Ausgabe 10/01.
ÖNORM EN 196-1	Prüfverfahren für Zement – Teil 1: Bestimmung der Festigkeit; Ausgabe 04/05.
ÖNORM EN 196-2	Prüfverfahren für Zement – Teil 2: Chemische Analyse von Zement; Ausgabe 04/05.
ÖNORM EN 196-3	Prüfverfahren für Zement – Teil 3: Bestimmung der Erstarrungszeiten und der Raumbeständigkeit; Ausgabe 02/09.
ÖNORM EN 196-6	Prüfverfahren für Zement – Teil 6: Bestimmung der Mahlfineinheit; Ausgabe 05/92. Normentwurf 07/08 in Ausarbeitung.
ÖNORM EN 196-7	Prüfverfahren für Zement – Teil 7: Verfahren für die Probenahme und Probeauswahl von Zement; Ausgabe 02/08.
ÖNORM EN 197-1	Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement; Ausgabe 10/08.
ÖNORM EN 206-1	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Ausgabe 11/05.
ÖNORM EN 450-1	Flugasche für Beton – Teil 1: Definitionen, Anforderungen und Güteüberwachung; Ausgabe 08/05, A1 Änderung Ausgabe 05/07.
ÖNORM EN 450-2	Flugasche für Beton - Teil 2: Konformitätsbewertung, 08/05.
ÖNORM EN 459-2	Baukalk – Teil 2: Prüfverfahren; Ausgabe Ausgabe 03/2002, Entwurf 10/2008.

ÖNORM EN 480-1	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren – Teil 1: Referenzbeton und Referenzmörtel für Prüfungen; Ausgabe 09/07.
ÖNORM EN 480-2	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren – Teil 2: Bestimmung der Erstarrungszeit; Ausgabe 10/06.
ÖNORM EN 480-6	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren – Teil 6: Infrarot-Untersuchung; Ausgabe 12/05.
ÖNORM EN 480-8	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren – Teil 8: Bestimmung des Feststoffgehaltes; Ausgabe 12/96.
ÖNORM EN 480-10	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren – Teil 10: Bestimmung des wasserlöslichen Chloridgehaltes; Ausgabe 12/96, Normentwurf 03/09.
ÖNORM EN 480-12	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren – Teil 12: Bestimmung des Alkaligehaltes von Zusatzstoffen; Ausgabe 12/05.
ÖNORM EN 480-14	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren – Teil 14: Bestimmung des Korrosionsverhaltens von Stahl in Beton – Wlektrochemische Prüfung bei gleich bleibenden Potential; Ausgabe 01/07.
ÖNORM EN 932-1	Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Probenahmeverfahren; Ausgabe 01/97.
ÖNORM EN 933-1	Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Siebverfahren (konsolidierte Fassung); Ausgabe 07/06.
ÖNORM EN 934-2	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 2: Betozusatzmittel – Definitionen und Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung (konsolidierte Fassung); Ausgabe 03/06. Normentwurf 01/09.
ÖNORM EN 934-5	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 5: Zusatzmittel für Spritzbeton – Begriffe, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung; Ausgabe 03/08.
ÖNORM EN 934-6	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 6: Probenahme, Konformitätskontrolle, Bewertung der Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung (konsolidierte Fassung); Ausgabe 3/06.
ÖNORM EN 1008	Zugabewasser für Beton – Festlegungen für die Probenahme, Prüfung und Beurteilung der Eignung von Wasser, einschließlich bei der Betonherstellung anfallendem Wasser, als Zugabewasser für Beton; Ausgabe 10/02.
ÖNORM EN 1097-3	Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 3: Bestimmung von Schüttdichte und Hohlraumgehalt; Ausgabe 08/98.
ÖNORM EN 1504-3	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 3: Statisch und nicht statisch relevante Instandsetzung; Ausgabe 02/06.
ÖNORM EN 1504-8	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung

	und Beurteilung der Konformität – Teil 8: Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität; Ausgabe 02/05.
ÖNORM EN 1542	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch; Ausgabe 09/99.
ÖNORM EN 12350-1	Prüfung von Frischbeton – Teil 1: Probenahme; Ausgabe 04/00; Normentwurf 09/99.
ÖNORM EN 12350-5	Prüfung von Frischbeton – Teil 5: Ausbreitmaß; Ausgabe 04/00.
ÖNORM EN 12390-2	Prüfung von Festbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen; Ausgabe 05/01, Normentwurf 10/08.
ÖNORM EN 12390-3	Prüfung von Festbeton – Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern; Ausgabe 05/02.
ÖNORM EN 12390-7	Prüfung von Festbeton – Teil 7: Dichte von Festbeton (konsolidierte Fassung); Ausgabe 05/09.
ÖNORM EN 12504-1	Prüfung von Beton in Bauwerken – Teil 1: Bohrkernproben – Herstellung, Untersuchung und Prüfung der Druckfestigkeit; Ausgabe 05/09.
ÖNORM EN 12620	Gesteinskörnungen für Beton; Ausgabe 09/08.
ÖNORM EN 12878	Pigmente zum Einfärben von zement- und/oder kalkgebundenen Baustoffen - Anforderungen und Prüfverfahren (konsolidierte Fassung); Ausgabe 06/06.
ÖNORM EN 13263-1	Silikastaub für Beton – Teil 1: Definitionen, Anforderungen und Konformitätsnachweis; Ausgabe 11/05; Änderung A1, Normentwurf 09/08.
ÖNORM EN 13263-2	Silikastaub für Beton - Teil 2: Konformitätsbewertung, Ausgabe 11/05; Änderung A1, Normentwurf 10/08.
ÖNORM EN 13412	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandhaltung von Betontragwerken – Prüfverfahren - Bestimmung des Elastizitätsmoduls im Druckversuch; Ausgabe 1/06.
ÖNORM EN 13670	Ausführung der Tragwerke in Beton; Normenentwurf, Ausgabe 06/09.
ÖNORM EN 13687-1	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandhaltung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung der Temperaturwechselverträglichkeit - Teil 1: Frost – Tau – Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff, Ausgabe 05/02.
ÖNORM EN 14487-1	Spitzbeton – Teil 1: Definitionen, Anforderungen und Konformität; Ausgabe 05/06.
ÖNORM EN 14487-2	Spritzbeton - Teil 2: Ausführung, Ausgabe 01/07.
ÖNORM EN 14488-1	Prüfung von Spritzbeton – Teil 1: Probenahme von Frisch- und Festbeton; Ausgabe 11/05.
ÖNORM EN 14488-2	Prüfung von Spritzbeton – Teil 2: Druckfestigkeit von jungem Spritzbeton. Ausgabe 11/06.
ÖNORM EN 14488-3	Prüfung von Spritzbeton – Teil 3: Biegefestigkeiten (Erst-, Biegezug- und Restfestigkeit) von faserverstärkten balkenförmigen Betonprüfkörpern. 09/06.
ÖNORM EN 14488-4	Prüfung von Spritzbeton – Teil 4: Haftfestigkeit an Bohrkernen bei zentrischem Zug. Ausgabe 08/08.

ÖNORM EN 14488-5	Prüfung von Spritzbeton – Teil 5: Bestimmung der Energieabsorption bei faserverstärkten plattenförmigen Prüfkörpern; Ausgabe 09/06.
ÖNORM EN 14488-6	Prüfung von Spritzbeton – Teil 6: Schichtdicke von Beton auf einen Untergrund; Ausgabe 11/06.
ÖNORM EN 14488-7	Prüfung von Spritzbeton – Teil 7: Fasergehalt von faserverstärktem Beton. Ausgabe 09/06.
ÖNORM EN 14889-1	Fasern für Beton - Teil 1: Stahlfasern - Begriffe, Festlegungen und Konformität. Ausgabe 10/06.
ÖNORM EN 14889-2	Fasern für Beton - Teil 2: Polymerfasern - Begriffe, Festlegungen und Konformität. Ausgabe 10/06.
ÖNORM EN 15167-1	Hüttensandmehl zur Verwendung in Beton, Mörtel und Einpressmörtel - Teil 1: Definitionen, Anforderungen und Konformitätskriterien. Ausgabe 01/07.
ÖNORM EN 15167-2	Hüttensandmehl zur Verwendung in Beton, Mörtel und Einpressmörtel - Teil 2: Konformitätsbewertung. Ausgabe 01/07.
ÖNORM EN ISO 1158	Kunststoffe – Vinylchloridhomopolymere und Copolymere – Bestimmung des Chloridgehaltes (ISO 1158:1998); Ausgabe 08/98.
ÖNORM EN ISO 7500-1	Metallische Werkstoffe – Prüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen – Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen – Prüfung und Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung (ISO 7500-1:2004); Ausgabe 02/05.
ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025	Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien; Ausgabe 01/07 (ISO/IEC 17025:2005), (konsolidierte Fassung)
ASTM C 403-08	Ermittlung der Erstarrungsgeschwindigkeit von Betonmischen durch Prüfung des Eindringwiderstandes; Ausgabe 2008.
DIN 18551	Spritzbeton – Herstellung und Güteüberwachung 03/92. Normentwurf: Nationale Anwendungsregeln; Ausgabe 11/07.
DIN 51302- 2	Werkstoffprüfmaschinen - Dehnzylinder-Prüfverfahren für Druckprüfmaschinen für Beton. Ausgabe 12/00.
ISO 758	Liquid chemical products for industrial use. Determination of density at 20 °C; Ausgabe 11/76.
ISO 4316	Surface active agents – Determination of pH of aqueous solutions – Potentiometric method; Ausgabe 08/77.

15.2 Smernice in predpisi

Austrian Association for Concrete and Structural Engineering

ÖVBB – Richtlinie	Innenschalenbeton; Ausgabe 10/03; Neubearbeitung in Vorbereitung.
ÖVBB – Richtlinie	Faserbeton; Ausgabe 07/08.
ÖVBB – Richtlinie	Erhaltung und Instandsetzung von Bauten aus Beton und Stahlbeton. Ausgabe 07/07.
ÖVBB-Richtlinie	Ausbildung von Tunnelentwässerungen. Ausgabe 06/2003; Bearbeitungsstand 02/2009.
ÖVBB-Richtlinie	Erhöhter Brandschutz mit Beton für unterirdische Verkehrsbauwerke. Ausgabe 07/2005.

ÖVBB-Merkblatt	Schutzschichten für den erhöhten Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke. Ausgabe 11/2006.
ÖVBB – Richtlinie	Tunnelabdichtungen; in Vorbereitung.
Austrian Road and Transport Research Society	
RVS 7T	Leistungsbeschreibung Tunnelbau; Ausgabe 08/04.
RVS 8T	Technische Vertragsbedingungen für Tunnelbau; Ausgabe 08/04.
RVS 09.01.42	Tunnel – Tunnelbau; Konstruktive Ausführung: Geschlossene Bauweise im Lockergestein unter Bebauung; Ausgabe 05/04.
RVS 09.01.44	Tunnel – Tunnelbau; Konstruktive Ausführung: Betondeckung der Stahleinlagen; Ausgabe 06/02.
RVS 11.06.41	Qualitätssicherung Bau: Prüfungen – Beton: Beurteilung der Wirksamkeit von Imprägniermitteln für nicht frostsaltbeständige Betonoberflächen; Ausgabe 09/84.
RVS 11.06.42	Qualitätssicherung Bau: Prüfungen – Beton: Nachbehandlungsmittel für Beton; Ausgabe 12/85.
RVS 11.06.43	Qualitätssicherung Bau: Prüfungen – Beton: Kunststoffzusätze für Beschichtungen; Ausgabe 12/85.
RVS 11.06.4x	Prüfverfahren – Beton Teil I bis III; Ausgabe 09/84 bis 12/85.
RVS 11.06.44	Qualitätssicherung Bau: Beton – Prüfungen: Qualitätssicherung gemäß ÖNORM B 4710-1; Ausgabe 12/01.
German Reinforced Concrete Committee	
DAfStb-Richtlinie	Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton (Alkali-Richtlinie); Ausgabe 07/02.
DAfStb-Richtlinie	Richtlinie für hochfesten Beton (Ergänzungen zu DIN 1045/07/88 für die Festigkeitsklassen B65 bis B115); Ausgabe 08/95.
German Association of Concrete and Structural Engineering	
DBV-Merkblatt	Bemessungsgrundlagen für Stahlfaserbeton im Tunnelbau; Ausgabe 96.
DBV-Merkblatt	Technologie des Stahlfaserbetons und Stahlfaserspritzbetons; Ausgabe 96.
DBV-Merkblatt	Stahlfaserbeton; Ausgabe 10/01.
Other publications	
89/106/EWG	Richtlinie des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte. M1 30.8. 1993, 31. 10.2003.
EFNARC	European Specification for Sprayed Concrete. Europäischer Verband der Hersteller und Anwender von Spezialprodukten im Bauwesen. Hampshire 1996., Deutsche Version 1997.
JSCE-SF4	Method of Test for Flexural Strength and Flexural Toughness of Steel Fibre Reinforced Concrete. Concetta Library of JSCE, Japan Society of Civil Engineers, 3, 58-61. 1984.

15.3 Dodatni standardi, smernice in poročila, ki jih je treba upoštevati

ÖNORM EN 1992-1-1	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Ausgabe 11/05.
ÖNORM B 1992-1-1	Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau - Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1992-1-1, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen; Ausgabe 02/07.
ÖNORM EN 1992-2	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 2: Betonbrücken – Bemessungs- und Konstruktionsregeln; Ausgabe 09/07.
ÖNORM B 1992-2	Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 2: Betonbrücken - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1992-2, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen; Ausgabe 08/08.
ÖNORM EN 1992-3	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 3: Stütz- und Behälterbauwerke aus Beton; Ausgabe 02/07.
ÖNORM B 1992-3	Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 3: Silos und Behälterbauwerke aus Beton - Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1992-3; Ausgabe 02/08.
ÖNORM B 3327-2	Zemente gemäß ÖNORM EN 197-1 für besondere Verwendungen – Teil 2: Erhöht sulfatbeständige Zemente; Ausgabe 09/01.
ÖNORM B 3303	Betonprüfung; Ausgabe 09/02.
ÖNORM B 4706	Instandsetzung, Umbau und Verstärkung von Betonbauten – Allgemeine Regeln und nationale Umsetzung der ÖNORM EN 1504 (Berichtigung); Ausgabe 06/09.
ÖNORM EN 196-5	Prüfverfahren für Zement - Teil 5: Prüfung der Puzzolanität von Puzzolanzementen, Ausgabe 04/05.
ÖNORM EN 197-1/A2	Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement; Änderung A2 (Zement mit hohem Sulfatwiderstand (Änderung); Ausgabe 11/06.
ÖNORM EN 197-2	Zement – Teil 2: Konformitätsbewertung, Ausgabe 12/00.
ÖNORM EN 206-1	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Ausgabe 05/01.
ÖNORM EN 933-2	Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 2: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Analysensiebe; Ausgabe 03/96.
ÖNORM EN 934-1	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 1: Gemeinsame Anforderungen; Ausgabe 05/08.
ÖNORM EN 934-3	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 3: Zusatzmittel für Mauermittel – Definitionen, Anforderungen und Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung (konsolidierte Fassung); Ausgabe 08/05.
ÖNORM EN 934-4	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 4: Zusatzmittel für Einpressmörtel für Spannglieder – Definitionen,

	Anforderungen und Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung (konsolidierte Fassung); Ausgabe 06/07.
ÖNORM EN 1097-1	Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Bestimmung des Widerstandes gegen Verschleiß (Micro Deval); Ausgabe 02/04.
ÖNORM EN 1097-2	Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 2: Verfahren zur Bestimmung des Widerstandes gegen Zertrümmerung (konsolidierte Fassung); Ausgabe 11/06.
ÖNORM EN 1367-1	Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen – Teil 1: Bestimmung des Widerstandes gegen Frost-Tau-Wechsel; Ausgabe 06/07.
ÖNORM EN 1504-1	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Güteüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 1: Definitionen, Ausgabe 11/05, Normentwurf 03/09.
ÖNORM EN 1504-2	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 2: Oberflächenschutzsysteme für Beton; Ausgabe 02/05.
ÖNORM EN 12350-6	Prüfung von Frischbeton – Teil 6: Frischbeton-Rohdichte; Ausgabe 04/00.
ÖNORM EN 12350-7	Prüfung von Frischbeton – Teil 7: Luftgehalte - Druckverfahren; Ausgabe 10/00.
ÖNORM EN 12390-1	Prüfung von Festbeton – Teil 1: Form Maße und andere Anforderungen für Probekörper und Formen (konsolidierte Fassung); Ausgabe 05/01.
ÖNORM EN 12390-8	Prüfung von Festbeton – Teil 8: Wassereindringtiefe unter Druck; Ausgabe 05/09.
ÖNORM EN 12636	Produkte für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung der Verbundwirkung - Beton-Beton; Ausgabe 09/99.
ÖNORM EN 13501-1	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten; Ausgabe 05/07.
ÖNORM EN 13501-2	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen; Ausgabe 01/08.
ÖNORM EN 13687-2	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandhaltung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung der Temperaturwechselverträglichkeit - Teil 2: Gewitterregenbeanspruchung (Temperaturstoch; Ausgabe 05/02.
ÖNORM EN 13687-3	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandhaltung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung der Temperaturwechselverträglichkeit - Teil 3: Temperaturwechselbeanspruchung ohne Tausalzangriff; Ausgabe 05/02.
ÖNORM EN 13687-4	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandhaltung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung der

	Temperaturwechselverträglichkeit - Teil 4: Trockene Temperaturwechselbeanspruchung; Ausgabe 05/02.
ÖNORM EN 13687-5	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandhaltung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Bestimmung der Temperaturwechselverträglichkeit - Teil 5: Widerstand gegen Temperaturschock; Ausgabe 05/02.
ÖNORM EN 13791	Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder Bauwerksteilen; Ausgabe 08/07.
ÖNORM EN 14651	Prüfverfahren für Beton mit metallischen Fasern – Bestimmung der Biegezugfestigkeit (Proportionalitätsgrenze, residuelle Biegezugfestigkeit); Ausgabe 12/07.
ÖNORM EN 14721	Prüfverfahren für Beton mit metallischen Fasern – Bestimmung des Fasergehalts in Frisch- und Festbeton; Ausgabe 12/07.
ÖNORM EN ISO 9001	Qualitätsmanagement – Anforderungen (ISO 9001:2008); Ausgabe 12/08.
DIN 18551	Spritzbeton; Herstellung und Güteüberwachung; Ausgabe 03/92, ersetzt durch DIN 18551 von 01/05. Normentwurf Spritzbeton – Nationale Anwendungsregeln; Ausgabe 11/07.
SIA 197 (505 197)	Projektierung – Tunnelbau: Grundlagen; Ausgabe 10/04.
SIA 197/1 (505 197/1)	Projektierung – Tunnelbau: Bahntunnel; Ausgabe 10/04.
SIA 197/2 (505 197/2)	Projektierung – Tunnelbau: Straßentunnel; Ausgabe 10/04.
SIA 198 (SN 531 198)	Untertagebau: Ausführung; Ausgabe 10/04.

15.4 Bibliografija

- [1] *Breitenbücher, R.; Springenschmid, R., Dorner, H.W.*: Verringerung der Auslaugbarkeit von Spritzbeton im Tunnelbau durch besondere Auswahl von Zementen und Betonzusätzen, Beton-Information 1-92, BRD.
- [2] *Saxer, A.; Kusterle, W.; Lukas, W.*: Untersuchungen über das Auslaugverhalten von Spritzbeton, 4. Internationale Fachtagung Spritzbetontechnologie 1993 - Berichtsband, Institut für Baustofflehre und Materialprüfung, Innsbruck, 1993.
- [3] *Saxer, A.; Lukas, W.*: Beurteilung des stofflichen Austrages aus deponiertem Tunnelausbruch, Tunnel 7 (1996), S. 48 - 54.
- [4] *Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (Herausgeber)*: Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (MAK-Wert-Liste), Wien, 1995
- [5] *Testor, M.; Kusterle, W.*: Vergleichende Staubmessungen bei Spritzbetonarbeiten, Felsbau 2/97.
- [6] *Lukas, W.; Huber, H.; Kusterle, W.; Pichler, W.; Testor, M.; Saxer, A.*: Bewertung von neuentwickelten Spritzbeton-Verfahrenstechniken. Österreichische Straßenforschung Nr. 3.163, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten. Wien 1998.
- [7] *Huber, H.; Pichler W.*: Die Technologie des »Umweltneutralen Spritzbetons«. Österreichischer Betonverein, Heft 30/1998.
- [8] *Eichler, K.*: Rückprallrecycling und Rückprallreduzierung von Spritzbeton beim Trockenspritzverfahren, Dissertation Universität Innsbruck, 1996.
- [9] *Rohkar, R.B.; Lux, K.H.*: Einfluss des rheologischen Verhaltens des Spritzbetons auf den Ausbauwiderstand. 34. Geomechanik-Kolloquium, Salzburg, 1985.
- [10] *Deix, F.*: Anwendung von Druckluft und Vereisung als Bauhilfsmaßnahme beim Wiener U-Bahn-Bau. BAU 133. Jg. (1988); Heft 6.
- [11] *Morgan, D.R.; Chen, L.; Beaupré, D.*: Toughness of Fibre Reinforced Shotcrete. Shotcrete for Underground Support VII. (Hrsg.: Klapperich, H.; Pöttler, R.; Willocq, J.) American Society of Civil Engineers. New York 1995.
- [12] *Kusterle, W.*: Ein kombiniertes Verfahren zur Beurteilung der Frühfestigkeit von Spritzbeton. Beton- und Stahlbetonbau, Heft 9/1984.
- [13] *Testor, M.; Kusterle, W.*: Ermittlung von Spritzbetondruckfestigkeiten, Modifiziertes Setzbolzenverfahren und Abhängigkeit der Druckfestigkeiten von der Probekörpergeometrie, Zement + Beton 3/98.
- [14] *Leitner, Ch.*: Indirekte Verfahren zur Druckfestigkeitsbestimmung von Spritzbetonen, Universität Innsbruck, Diplomarbeit, 1998.
- [15] *Huber, H.; Lukas, W.*: Sulfatbeständiger Spritzbeton für Straßentunnelauskleidungen, Straßenforschung, Heft 192/1982.

PRILOGA 1 STANDARDNI OBRAZEC »OZNAČEVANJE VZORCEV«

Standardni obrazec »Označevanje vzorcev«

Gradbišče:	
Oznaka vzorca:	
Ime izdelka:	
Ime izdelka:	Številka šarže: Številka dostave (dobavnice):
Proizvajalec ali dobavitelj:	
Datum dostave izdelka:	Čas vzorčenja:
Datum vzorčenja:	
Kraj vzorčenja:	
Vrsta vzorčenja:	
Shranjevanje do:	
Dobavljena količina:	
Vrsta dostave: ☐ Silos ☐ Vreča ☐ Rezervoar ☐ Sod	
Odvzet od:	
Datum:	Podpis jemalca vzorcev:
Podpis predstavnika obrata ali gradbišča:	

PRILOGA 2 PRESKUS S PENETRACIJSKO IGLO - PRESKUSNI PROTOKOL

Preskus s penetracijsko iglo - preskusni protokol

Preskus s penetracijsko iglo št.:

Datum:

Predor:

T-Zrak:

Postaja:

T-Mešanica:

Lokacija:

Vezivo:

Agregat:

EB:

Preverjeno:

SBM:

Konec brizganja

igla $\varnothing$ 3 mm, vrh nagnjen pod 60°

Čas		SpC-starost	Moč prodora	Povprečje	f_c [N/mm ²]
			10 meritev		iz umeritvene krivulje

PRIOGA 3 / LIST 1 - METODA Z NAVOJNIMI ČEPI - PRESKUSNI PROTOKOL – PRIMER

Metoda z navojnimi čepi – Preskusni protokol

Bolzensetzverfahren: HILTI DX 450 "L", Einstellung "11", grüne Kartuschen

Nr.: ①	Stollen/Tunnel: Beispiel	Lage:	Strosse	Zement: TZ 2	EB:	Typ 1
Datum: 19.2	Station: km 3.24	Bearbeitet:		Zuschlag: 0-11	Temp:	16 °C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zeit [h]	SpB Alter [h, min]	Bolzen Typ/GL	Vorstand [mm]	Endringtiefe L [mm]	Ausziehkraft F [mm]	korrt. F [N]	F/L [N/mm]	x [N/mm]	F _c [N/mm ²]
	1 - t ₀			3 - 4		aus Eichkurve	7 / 5	$\frac{\Sigma x}{n}$	mit 9 aus Eichkurve
11:30	0	Feld 25	Fertig	gleiche Reihenfolge einhalten!					
am 20.2. um 4:30	17 Std.	M6 - 8 - 52 GI = 60	25 18 23 18 20 20 17 12	35 42 37 42 40 40 43 48	3400 3700 3100 3900 3800 3500 3100 4000	3100 3400 2800 3600 3500 3200 2800 3700	$\frac{3100}{35} = 88,57$ 80,95 75,68 85,71 87,50 80,00 65,12 77,08 $\frac{88,57+80,95+\dots}{8}$	80,08 80	10,6

abzüglich 12 60 48 12 48 60 52 8 Vorstand GI

HILTI-TESTER 4

PRILOGA 3 / LIST 2 - METODA Z NAVOJNIMI ČEPI - PRESKUSNI PROTOKOL

Metoda z navojnimi čepi – Preskusni protokol

Postopek nastavljanja čepov: HILTI DX 450 "L" z bati 45/NKL vodilo bata 45/KFL, vodilo čepa 45/FL1 s ploščo stojala 45/SL1, nastavitev "1", zelena kartuša 6.8/11 MGR.																			
Št.:		Predor:		Lokacija:		Veživo:		EB:											
Datum:		Postaja:		Preverjeno:		Agregat:		Temperatura.:											
1	Čas t [h]	2	SpC- starost [h, min]	3	Tip čepa / GL	4	Supernatant [mm]	5	Penetracija L [mm]	6	Izvlačna sila F [N]	7	popravek. F [N]	8	F/L [N/mm]	9	x [N/mm]	10	f _c [N/mm ²]
		1 – t ₀						3 – 4				iz umeritvene krivulje	7 / 5			Σ 8 n		z 9 iz umeritvene krivulje	

PRILOGA 4 POTRDILO O SKLADNOSTI - IZRAČUN PROJEKTIRANE DEBELINE BRIZGANEGA BETONA

Preskus skladnosti – Ugotovitev projektirane debeline brizganega betona

Če zahtevani razred trdnosti brizganega betona pri preskusu skladnosti ni dosežen, se lahko zahteve glede razreda trdnosti ustrezno spremenijo, če je brizgani beton ustrezne debeline.

Zato se lahko na območjih, kjer se zahtevani razred trdnosti brizganega betona ne doseže, konstrukcijska debelina (»d«) brizganega betona poveča za »d₁« - dopuščen odmik - v skladu z naslednjo enačbo:

$$d_1 = \left(\frac{F}{M} - 1 \right) \cdot d$$

F zahtevani razred trdnosti brizganega betona v N/mm²

M izmerjena trdnost brizganega betona v N/mm²

d projektirana debeline brizganega betona v cm

d₁ dodatna debelina brizganega betona v cm

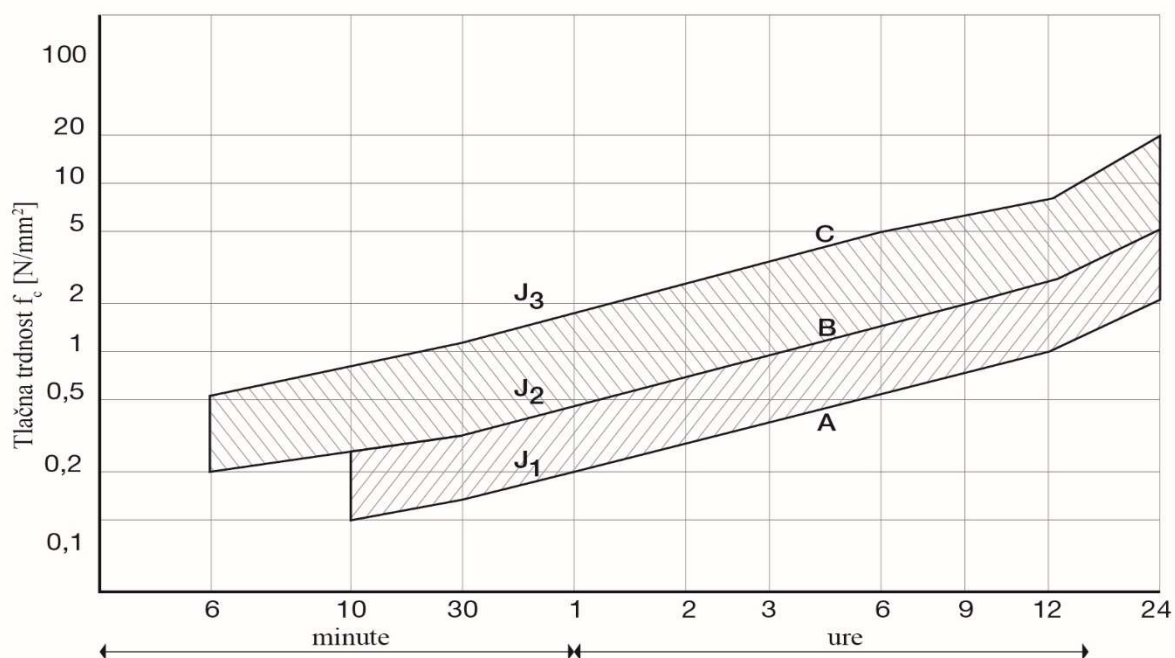
Če debeline brizganega betona ni mogoče povečati zaradi premajhnega dopuščenega odmika, je treba brizgani beton, za katerega je ugotovljeno, da je neustrezen, na zahtevo naročnika odstraniti in ga na stroške izvajalca zamenjati.

Če projektirana trdnost ni dosežena, ima naročnik pravico zahtevati popust, namesto da zahteva povečanje debeline brizganega betona, pri čemer se cena na enoto zniža za 2 % za vsako odstotno točko, za katero dejanska trdnost brizganega betona ne dosega projektirane trdnosti. Kot osnova za izračun znižanja cene je uporabljena površina, iz katere je bilo pridobljeno izvrtano jedro.

PRILOGA 5 / LIST 1 STANDARDNI OBRAZEC »RAZREDI ZGODNJE TRDNOSTI«

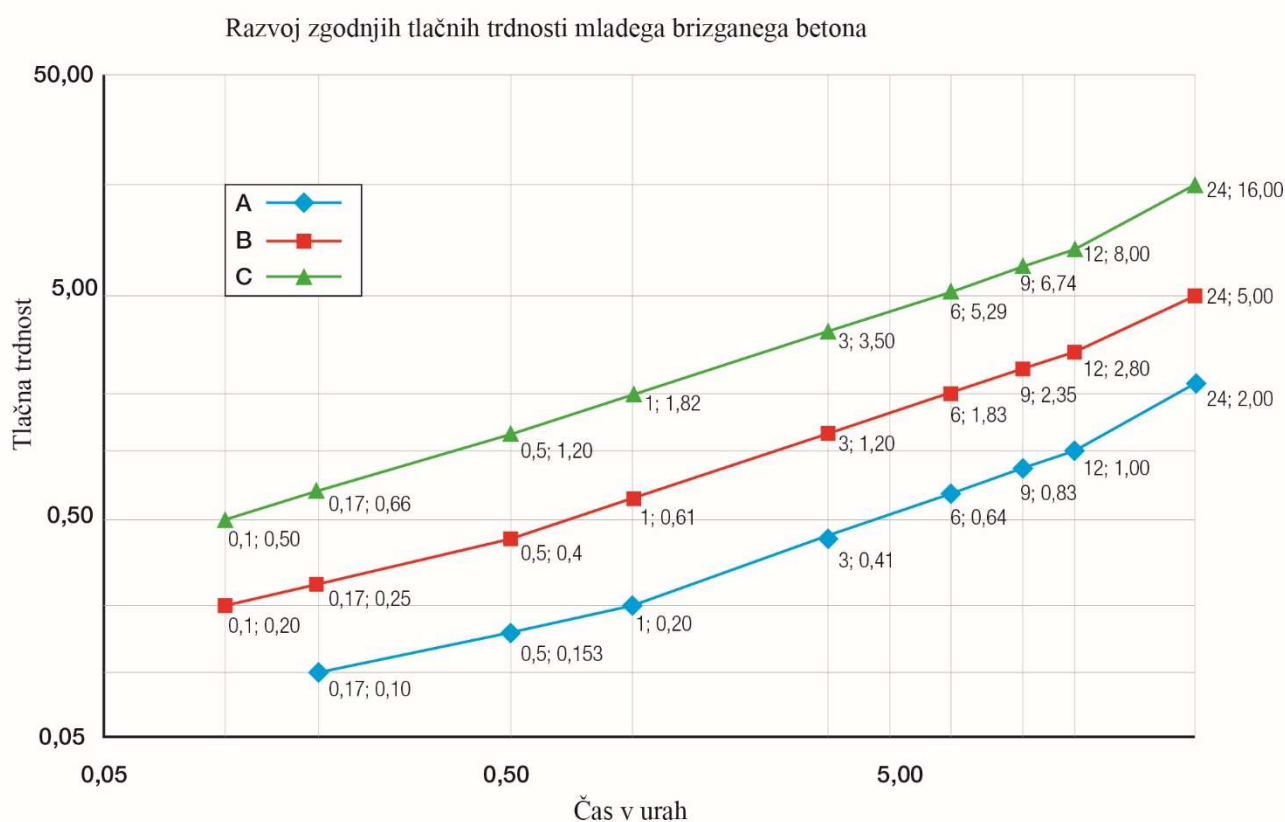
Vzorčni list »zgodnji razredi trdnosti mladega (brizganega) betona«

Gradbeni projekt:	Komponenta, Postaja [m]:
Ocenjevalec:	Datum in ura preskusa:



PRILOGA 5 / LIST 2

STANDARDNI OBRAZEC »»RAZREDI ZGODNJE TRDNOSTI
SVEŽEGA BRIZGANEGA BETONA« »- PRIMER V EXCEL-u



Preglednica z izračunanimi vmesnimi točkami na Sliki 7-1

Čas	Zgodnja trdnost [N/mm²]		
	A	B	C
6 min	-	0,20	0,50
10 min	0,10	0,25	0,66
30 min	0,153	0,40	1,20
1 h	0,20	0,61	1,82
3 h	0,41	1,20	3,50
6 h	0,64	1,83	5,29
9 h	0,83	2,35	6,74
12 h	1,00	2,80	8,00
24 h	2,00	5,00	16,00

PRILOGA 6 NAPAKE / SPREMEMBE V ANGLEŠČINO

EN 14487-1:

Slika 1 Napačna lestvica log osi y

Preglednica 12: Razporeditev trdnosti mladega brizganega betona, kategorija 3: 1.250 namesto 250 m²

Priloga A:

Deformacije razredov preostale trdnosti niso pravilne:

$$1/250 = 1/450 \quad 1/125 =$$

$$1/225 \quad 1/56 = 1/112.5$$

EN 14487-2, točka 5.1:

Vse slabe ali ohlapne kamnine je treba odstraniti

Opomba: velja samo za metode gradnje predorov, ki zahtevajo lepilno natezno trdnost med skalo in SpC

EN 14487-2, točka 9.3

V Avstriji SpC pri izkopu predorov praviloma ni treba negovati, saj razmere v okolju tega ne zahtevajo.

EN 14488-2 Priloga B

6.99 namesto 6.69

PUBLIKACIJE AVSTRIJSKEGA ZDRUŽENJA ZA GRADBENO TEHNOLOGIJO

Smernice

Merkblatt „Alternative Vertragsmodelle“ (Ausgabe 2021)
Gründruck Richtlinie „Injektionstechnik - Teil 1: Bauten aus Beton und Stahlbeton“ (Ausgabe 2021)
Gründruck Richtlinie „Herstellung von monolithischen Betonplatten“ (Ausgabe 2021)
Merkblatt „Entschäumer“ (Ausgabe 2021)
Gründruck Richtlinie „Lean Planen, Bauen & Betreiben“ (Ausgabe 2021)
Leitfaden Version 3 „Der bauvertraglich-bauwirtschaftliche Umgang mit den Auswirkungen von COVID-19“ (Ausgabe 2020)
Merkblatt „Konsortialvertrag - Zusammenarbeit in gemeinsamen Forschungsprojekten“ (Ausgabe 2020)
Leitfaden Version 2 „Der bauvertraglich-bauwirtschaftliche Umgang mit den Auswirkungen von COVID-19“ (Ausgabe 2020)
Leitfaden Version 1 „Der bauvertraglich-bauwirtschaftliche Umgang mit den Auswirkungen von COVID-19“ (Ausgabe 2020)
Gründruck Merkblatt „Tübbingtoleranzen – Herleitung und Anwendung“ (Ausgabe 2020)
Richtlinie „Stahl-Beton-Verbundbrücke“ (Ausgabe 2019)
Richtlinie „Erdwärmenutzung mit Massivabsorbern“ (Ausgabe 2019)
Richtlinie „Bohrpfähle“ (Ausgabe 2019)
Richtlinie „Dichte Schlitzwände“ (Ausgabe 2019)
Richtlinie „Erhaltung und Instandsetzung von Bauten aus Beton und Stahlbeton“ (Ausgabe 2019)
Richtlinie „Rissen in Betonbauteilen - Vermeiden, Erkennen und Bewerten“ (Ausgabe 2019)
Richtlinie „Bentonitgeschützte Betonbauwerke - Braune Wannen“ (Ausgabe 2019)
Richtlinie „BIM in der Praxis - AIA“ (Ausgabe 2019)
Richtlinie „Holz-Beton-Verbunddecke“ (Ausgabe 2019)
Richtlinie „Kathodischer Korrosionsschutz von Stahlbetonbauteilen“ (Ausgabe 2018)
Merkblatt „Kooperative Projektabwicklung“ (Ausgabe 2018)
Merkblatt „Analytisches Bemessungsverfahren für die Weiße Wanne optimiert“ (Ausgabe 2018)
Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wannen“ (Ausgabe 2018)
Merkblatt „Arbeitssicherheit“ (Ausgabe 2017)
Richtlinie „Schmalwände“ (Ausgabe 2017)
Richtlinie „Garagen und Parkdecks“ (Ausgabe 2017)
Merkblatt „Instandhaltung“ (Ausgabe 2017)
Richtlinie „Schutzschichten für den erhöhten Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke“ (Ausgabe 2017)
Richtlinie „Qualitätssicherung für Beton von Ingenieurbauwerken“ (November 2016)
Richtlinie „Injektionstechnik-Teil 2: Mauerwerk“ (Ausgabe 2015)

Richtlinie „Verwendung von Tunnelausbruch“ (Ausgabe 2015)
Guideline „Tunnel Waterproofing“ (Ausgabe 2015)
Richtlinie „Erhöhter baulicher Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke aus Beton“ (Ausgabe 2015)
Merkblatt „Baugrubensicherung“ (Ausgabe 2014)
Richtlinie „Trockenbeton“ (Ausgabe 2014)
Merkblatt „Tunnelbeschichtungen“ (Ausgabe 2014)
Richtlinie „Erhaltung und Instandsetzung von Bauten aus Beton und Stahlbeton“ (Ausgabe 2014)
Richtlinie „Nachträgliche Verstärkung von Betonbauwerken mit geklebter Bewehrung“ (Ausgabe 2014)
Richtlinie „Bohrpfähle“ (Ausgabe 2013)
Richtlinie „Dichte Schlitzwände“ (Ausgabe 2013)
Merkblatt „Abrasivitätsbestimmung von grobkörnigem Lockergestein“ (Ausgabe 2013)
Merkblatt „Kooperative Projektabwicklung“ (Ausgabe 2013)
Guideline „Sprayed Concrete“ (Edition 2013)
Merkblatt „Schnittstelle Bau – TGA“ (Ausgabe 2013)
Merkblatt „Betonspurwege“ (Ausgabe 2013)
Richtlinie „Innenschalenbeton“ (Ausgabe 2012)
Richtlinie „Tunnelabdichtung“ (Ausgabe 2012)
Richtlinie „Selbst- und Leichtverdichtbarer Beton (SCC und ECC)“ (Ausgabe 2012)
Merkblatt „Qualitätssicherung für Bodenvermörtelung“ (Ausgabe 2012)
Merkblatt „Festlegung des Reduzierten Versinterungspotentials“ (Ausgabe 2012)
Guideline „Concrete Segmental Lining Systems“ (Edition 2011)
Richtlinie „Befahrte Verkehrsflächen in Garagen und Parkdecks“ (Ausgabe 2010)
Merkblatt „Braune Wannen“ (Ausgabe 2010)
Richtlinie „Tunnelentwässerung“ (Ausgabe 2010)
Richtlinie „Spritzbeton“ (Ausgabe 2009)
Merkblatt „Weiche Betone“ (Ausgabe 2009)
Richtlinie „Sichtbeton – Geschalte Betonflächen“ inkl. Gütezeichen „Fachbetrieb für Sichtbeton“ (Ausgabe 2009)
Richtlinie „Schildvortrieb“ (Ausgabe 2009)
Richtlinie „Tübbingsysteme aus Beton“ (Ausgabe 2009)
Richtlinie „Bewertung und Behebung von Fehlstellen bei Tunnelinnenschalen“ (Ausgabe 2009)
Merkblatt „Beton für Kläranlagen“ (Ausgabe 2009)
Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wannen“ (Ausgabe 2009)
Merkblatt „Herstellung von faserbewehrten monolithischen Betonplatten“ (Ausgabe 2008)
Richtlinie „Faserbeton“ (Ausgabe 2008)
Richtlinie „Injektionstechnik – Teil 1“ (Ausgabe 2008)

Richtlinie „Erhaltung und Instandsetzung von Bauten aus Beton und Stahlbeton“ (Ausgabe 2007)	in Practice“ (inkl. CD)
Richtlinie „Konstruktive Stahleinbauteile in Beton und Stahlbeton“ (Ausgabe 2006)	Heft 67/2008 Vorträge am Betontag 2008
Merkblatt „Schutzschichten für den erhöhten Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke“ (Ausgabe 2006)	Heft 66/2007 Österreichische Betonstraßentagung 2007
Merkblatt „Kreisverkehre mit Betonfahrbahndecken“ (Ausgabe 2006)	Heft 65/2007 Fortbildungsveranstaltung 2007 – Sektion Spannbeton
Guideline „Inner Shell Concrete“ (Edition 2006)	Heft 64/2006 Vorträge am Betontag 2006
Richtlinie „Stahl-Beton-Verbundbrücke“ - inkl. Musterstatik (Ausgabe 2006)	Heft 63/2005 Fortbildungsveranstaltung 2005 - Sektion Spannbeton
Sachstandsbericht „Tübbinge“ (Ausgabe 2005)	Heft 62/2005 Internationale Fachtagung 2005 „Betondecken aus volkswirtschaftlicher Sicht“
Merkblatt „Unterwasserbetonsohlen (UWBS)“ (Ausgabe 2005)	Heft 61/2005 1st Central European Congress on Concrete Engineering „Fibre Reinforced Concrete in Practice“ (inkl. CD)
Richtlinie „Fugenausbildungen im Tunnel und Konstruktionsprinzipien am Übergang offene/geschlossene Bauweise“ (Ausgabe 2005)	Heft 60/2005 Einführung in die neue Richtlinie Bohrpfähle
Merkblatt „Anstriche für Tunnelinnenschalen“ (Ausgabe 2004)	Heft 59/2005 Österreichische Betonstraßentagung 2005
Richtlinie „Kathodischer Korrosionsschutz von Stahlbetonbauteilen“ (Ausgabe 2003)	Heft 58/2005 Vorgespannte Flachdecken mit Vorspannung ohne Verbund – freie Spanngliedlage
Merkblatt „Selbstverdichtender Beton“ (SCC) (Ausgabe 2002)	Heft 57/2004 Einführung in die neue Richtlinie Kathodischer Korrosionsschutz
Richtlinie „Schmalwände“ (Ausgabe 2002)	Heft 56/2004 Vorträge am Betontag 2004
Richtlinie „Bewehrungszeichnungen“ (Ausgabe 2001)	Heft 55/2003 Festvortrag Prof. Wladislaw Bartoszewski - Kulturelle Identität Mitteleuropas
Richtlinie „LPV-Beton“ (Ausgabe 1999)	Heft 54/2003 32. FB Erdwärmenutzung aus erdberührten Betonteilen und in tiefliegenden Bauwerken
Merkblatt „Hochleistungsbeton“ (Ausgabe 1999)	Heft 53/2003 31. FB Innovative Betonkonstruktionen für den modernen Verkehrswegebau
Sachstandsbericht „Hochfester Beton“ (Ausgabe 1993)	Heft 52/2003 30. FB Einführung in die neue Richtlinie Nachträgliche Verstärkung von Betonbauwerken mit geklebter Bewehrung
Richtlinie „Frost-Tausalz-beständiger Beton“ (Ausgabe 1989)	Heft 51/2003 Betonstraßen
Richtlinie für die Herstellung von Betonfahrbahndecken (Ausgabe 1986)	Heft 50/2002 Festkolloquium anlässlich der Emeritierung von O.Univ.Prof. Manfred Wicke
Richtlinie für Herstellung und Verarbeitung von Fließbeton (Ausgabe 1977)	Heft 49/2002 29. FB Einführung in die neue Richtlinie Faserbeton
Richtlinien für Leichtbeton, Teil 1-4 (Ausgabe 1974 - 1978) (Teile 1 und 4a sind durch ÖNORM B 4200-11 ersetzt)	Heft 48/2002 Vorträge am Betontag 2002
Serie publikacij	Heft 47/2001 28. FB Innovation im Betonbau
Heft 77/2019 10th International Conference on Bridges in Danube Basin	Heft 46/2001 27. FB Einführung in die RL Bewehrungszeichnungen
Heft 76/2018 Vorträge am Baukongress 2018	Heft 45/2000 26. FB Externe Vorspannung
Heft 75/2016 Vorträge am Baukongress 2016	Heft 44/2000 25. FB Erfahrungen mit der RVS 8S.06.32 Deckenarbeiten - Betondecken, Deckenherstellung
Heft 74/2015 11th Central European Congress on Concrete Engineering „Innovative Concrete Technology in Practice“	Heft 43/2000 Österreichischer Betontag 2000
Heft 73/2014 Vorträge am Baukongress 2014	Heft 42/1999 24. FB Einführung in die neue Richtlinie Dichte Schlitzwände
Heft 72/2012 Vorträge am Betontag 2012	Heft 41/1999 23. FB Qualitätsmanagement - Qualität miteinander? Baustellenorientiertes Qualitätswesen bei den Baustellen
Heft 71/2012 Festrede zum Betontag 2012 - Systemische Krise am Bau?	
Heft 70/2011 Fortbildungsveranstaltung 2011 - Sektion Spannbeton	
Heft 69/2010 Vorträge am Betontag 2010	
Heft 68/2009 5th Central European Congress on Concrete Engineering „Innovative Concrete Technology	

Hefte der Schriftenreihe und Richtlinien sind bei der Geschäftsstelle der Österreichischen Bautechnik Vereinigung gegen Kostenersatz erhältlich.

Heft 40/1999	22. FB Neue Normen und Technologien für Beton- und Spannbetonbauten	Heft 2/1984	Eisenbahnbrücken aus Spannbeton, Projektsteuerung im Bauwesen
Heft 39/1999	21. FB Einführung in die Richtlinie Qualitätssicherung für Instandsetzungsfachbetriebe und –produkte	Heft 1/1984	Aktuelle Fragen des Spritzbetons
Heft 38/1999	20. FB Einführung in die Richtlinie BETON - Herstellung, Transport, Einbau, Gütenachweis		
Heft 37/1999	19. FB Einführung in die Richtlinie Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen		
Heft 36/1998	18. FB Einführung in die ÖNORM B 4452		
Heft 35/1998	17. FB Einführung in die neue Richtlinie Spritzbeton		
Heft 34/1998	16. FB Verbundlose Vorspannung im Hochbau		
Heft 33/1998	Österreichischer Betontag 1998		
Heft 32/1998	FIP 1998-Amsterdam Vorgespannter Beton in Österreich		
Heft 31/1997	15. FB Aktuelle Fragen des Spannbetons		
Heft 30/1997	14. FB Neue Betonzusatzmittel - Neuer Beton?		
Heft 29/1998	13. FB Gründungstechnik		
Heft 28/1997	12. FB Eisenbahnbrücken aus Spannbeton		
Heft 27/1997	Österreichischer Betontag 1996		
Heft 26/1996	Innbrücke Kufstein		
Heft 25/1996	11. Fortbildungsveranstaltung		
Heft 24/1996	Donaubrücke Tulln		
Heft 23/1995	10. Fortbildungsveranstaltung		
Heft 22/1994	Vorträge am Betontag 1994		
Heft 21/1994	Eisenbahnnumfahung Innsbruck – Inntalbrücke		
Heft 20/1994	FIP 1994 – Washington		
Heft 19/1994	Spannbeton – Bewehrungstechnik		
Heft 18/1993	Die auf dem EUROCODE 2 basierenden neuen ÖNORMEN der Reihe B 4700		
Heft 17/1992	Vorträge am Betontag 1992		
Heft 16/1992	Umweltschutz – Brückenbau		
Heft 15/1992	Vorspannung ohne Verbund		
Heft 14/1990	Vorträge am Betontag 1990		
Heft 13/1990	FIP 1990 – Hamburg		
Heft 12/1989	Vorspannung beim Bau der Neuen Bahn		
Heft 11/1988	Vorstellung der Richtlinie „Spitzbeton“ Teil 1 – Anwendung		
Heft 10/1988	Verstärken von Betontragwerken durch Vorspannung		
Heft 9/1988	Vorträge am Österreichischen Betontag		
Heft 8/1987	Aktuelle Fragen des Spannbetons		
Heft 7/1987	Verbundlose Vorspannung		
Heft 6/1986	Vorträge am Österreichischen Betontag		
Heft 5/1986	Flexibilität im Massivbau, Verstärken und Verbreitern von Betontragwerken		
Heft 4/1986	Fédération Internationale de la Précontrainte; 10. Kongress 1986, New Delhi		
Heft 3/1985	Vorspannung im Hochbau, Entwicklung in der Ankertechnik		

IMPRESSUM

Herausgeber: Österreichische Bautechnik Vereinigung, Karlsgasse 5, 1040 Wien, T +43 (1) 504 15 95, F +43 (1) 504 15 95-99,
office@bautechnik.pro, www.bautechnik.pro