

Ieguldījums tavā nākotnē!

**Fibrobetona receptūra ir izstrādāta ES ERAF projekta
„Optimālas struktūras fibrobetona izpēte un izveide”
Nr.2010/0293/2DP/2.1.1.0/10/APIA/VIAA/073 ietvaros**
Aktivitāte Nr.2
„Fibru dispersā stiegrojuma izvēle”

Fibrobetona receptūras apraksts

Ievads

Betonam kā celtniecības materiālam tipiska ir augsta spiedes stiprība un zemas izmaksas. Šīs un citas betona īpašības tiek būtiski uzlabotas. Piemēram, ja līdz šim tipiska celtniecībā pielietota betona spiedes stiprība bija 20 – 100 MPa, tad tagad, pielietojot dažādas piedevas ir izdevies to palielināt līdz 800 MPa un vairāk. Taču betonam ir arī būtiski trūkumi, piemēram, trauslums, kas neizbēgami rada plāisas jau cietēšanas laikā, maza plīšanas stigrība, zema stiepes un lieces stiprība. Šīs īpašības apgrūtina betona pielietošanu tādos objektos, kā noliktavu grīdas, izkraušanas laukumi un termināli – tur, kur betons tiek aktīvi noslogots. Faktiski visos betona pielietojuma veidos, sākot ar monolītām konstrukcijām un beidzot ar saliktiem konstrukciju elementiem betons ar palielinātu sagraušanas enerģiju rada priekšrocības kā montāžā, tā ekspluatācijā. Pateicoties plašajam betona pielietojumam būvniecībā, uzlabots materiāls sniegtu milzu iespējas tā praktiskai izmantošanai.

Dažādu materiālu īso šķiedru pievienošana betona maisīšanas laikā (radot jaunu materiālu - fibrobetonu) ir efektīvs veids, kā uzlabot betona mehāniskās īpašības. Haotiski orientētās šķiedras ierobežo plāisu izplatīšanos betonā, tādā veidā ievērojami uzlabojot betona stiepes, spiedes un lieces stiprību un plīšanas stigrību. Kā tipiskākās šķiedras fibrobetona radīšanai tiek minētas tērauda, stikla, oglekļa, bazalta, sintētiskās (PET, neilona, aramīda un poliestera) un dabīgo materiālu šķiedras. Katram no šo šķiedru pielietojumam ir savi plusi un mīnusi. Izturīgāka betona matrica, labāks stiegrojuma izkārtojums novestu pie augstākas betona masas kvalitātes, kas sniegtu gan tehniskus uzlabojumus, gan materiālu ekonomiju.

Projektā pētīts bazalta šķiedru pielietojums betona armēšanai. Bazalts ir dabīgs, blīvs vulkāniskais iežis, kas radies simtiem kilometru zem zemes un virs zemēs nonācis kā izkususi magma. Bazalts ir arī ārkārtīgi ciets materiāls, tam ir lieliska aizsardzība pret nodilšanu un saskrāpēšanos, tādēļ bazalta akmeņi bieži tiek izmantoti kā celtniecības materiāls. Tāpat arī bazaltam ir laba aizsardzība pret ļoti zemām un augstām temperatūrām, skābēm un šķīdinātājiem un tam piemīt labas izolācijas spējas. Bazalta šķiedras ir arī daudz lētākas nekā, piemēram, oglekļa šķiedras.

Ar bazalta šķiedrām armēts betons

Tika pētīta bazalta šķiedru ietekme uz lieces stiprību un betona sabrukuma stigrību. Betona matrica tika stiegraota ar bazalta šķiedrām Rov 150-4800/13/intExt, kuru garums bija 20 mm, diametrs - 17 μm un elastības modulis - 84 MPa. Pētītas trīs kompozīcijas ar bazalta šķiedru saturu 0.1, 0.2 un 0.3% no cementa masas. Tika izgatavoti 6 paraugi no katras kompozīcijas un salīdzinājumam, 6. paraugi bez stiegrojuma. Betona sastāvdaļas uzrādītas tab. 1.

Tab. 1. Betona sastāvdaļas attiecībā no cementa masas.

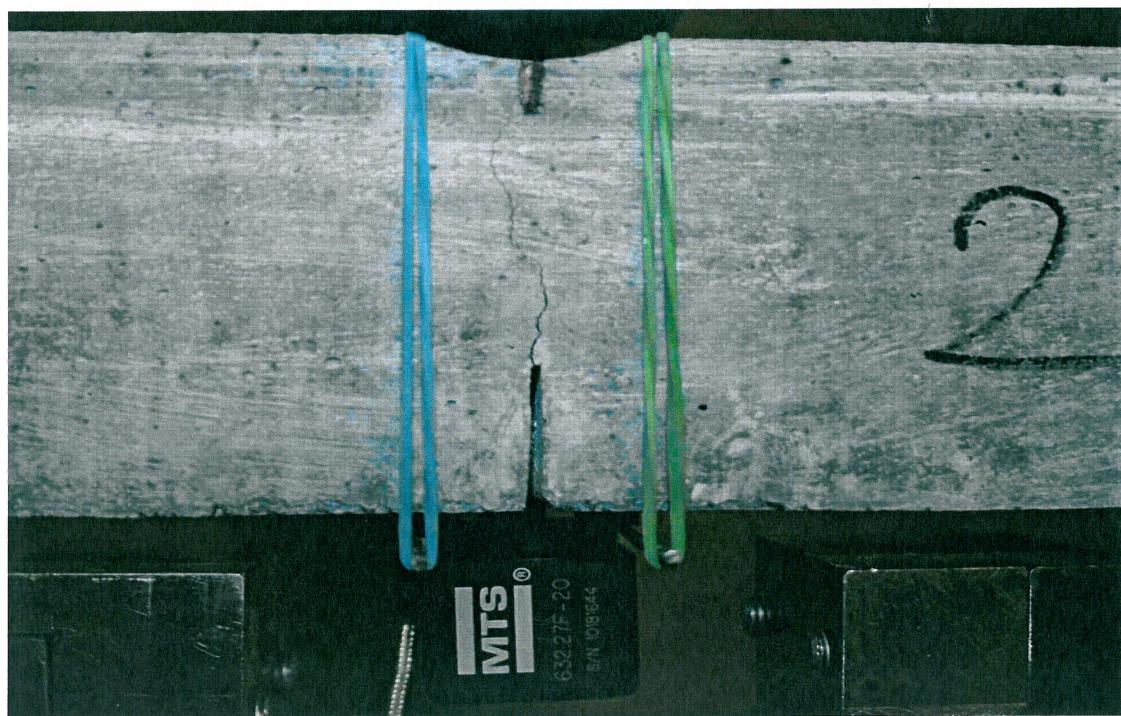
Portlandcements (1. tips)	1
Smiltis (diametrs <1mm)	1
Betona blīvētājs, sīkdispersā piedeva (silica fume Sikafume HR/TU D37)	0.15
Mīkstinātājs ūdens/cementa attiecības samazināšanai (Sika ViscoCrete D37)	0.02
Disperģējošā piedeva (metīlceluloza))	0.004
Slapināšanās piedeva (HYDROPALAT® 5040)	0.002
Preputu piedeva (polimethylsiloxane)	0.002
Virsmas aktīvais līdzeklis (FOAMASTER® 8034)	0.003
Ūdens	0.30

Paraugu izmēri $75 \times 75 \times 300$ mm, iegriezuma dziļums 25 mm. Pēc standarta ASTM C 1018-97 sabrukuma stigrība tika noteikta kā enerģija ekvivalentam laukumam zem līknes slodze/plaisas atvēršanās. Eksperimentā tika mērīta slodze un plaisas atvēršanas lielums zem pieliktās slodzes. Aprēķināta vidējā sabrukuma stigrība — laukums pie pirmās plaisas atvēršanās deformācijas ϵ un laukums zem līknes pie dalāmības 3 (3ϵ) un 10 (10ϵ). Tipiska līkne slodze/plaisas atvēršanās sabrukuma stigrības aprēķinam ir parādīta att. 2.

Trīspunktu lieces iekārta ar paraugu un iegriezumu parādīti att. 1. Laukums zem līknes slodze/izliekums aprēķināts kā eksperimentā reģistrētās deformācijas līknes trapeču laukumu summa. Aprēķini tika veikti *MS Excel* programmā. Tipiskas līknes slodze/plaisas atvēršanās paraugiem, izgatavotiem no nestiegrota un stiegrota betona (bazalta šķiedras betonā 0.1, 0.2 un 0.3% no cementa masas) ir parādītas att. 3.

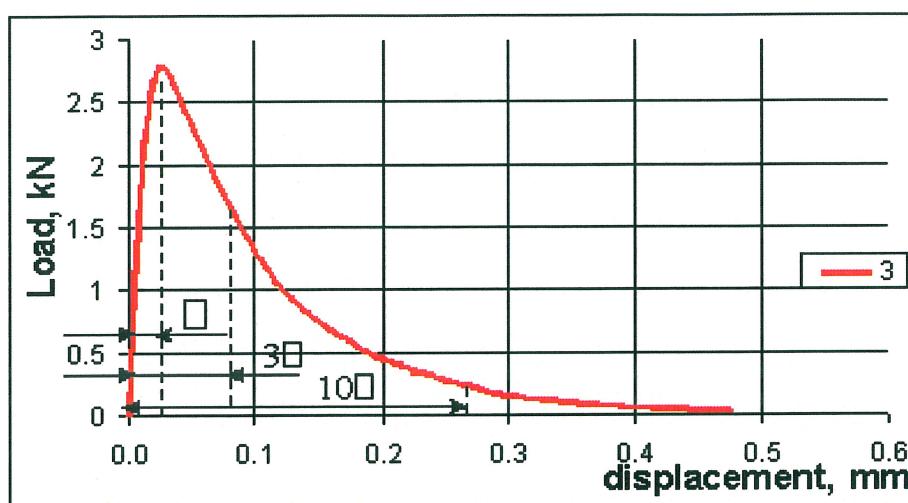


a)

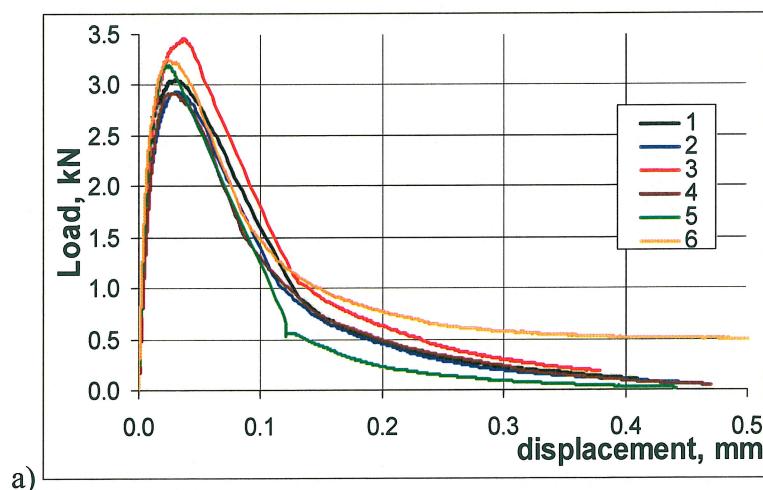


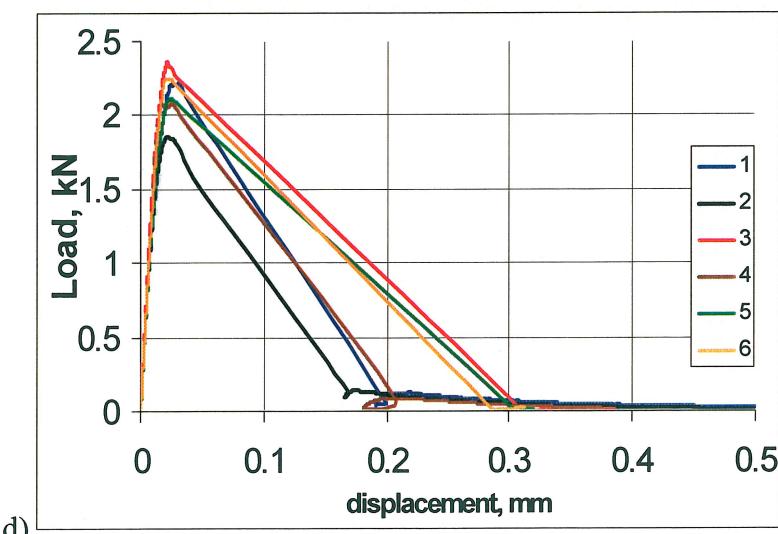
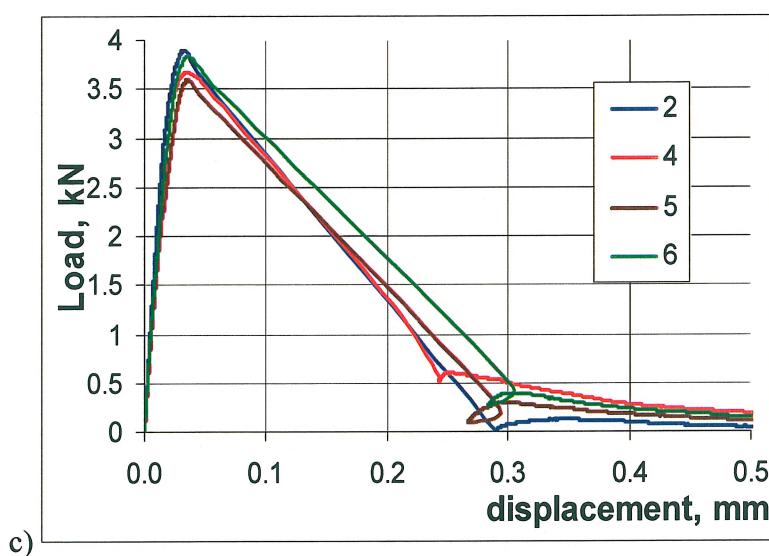
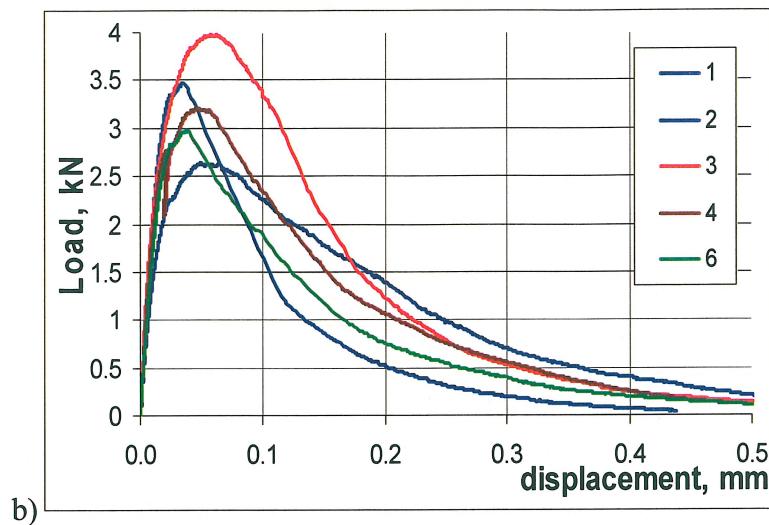
b)

Att. 1. Trīspunktu lieces pārbaude: a – paraugs pirms pārbaudes, b – paraugs pēc pārbaudes.



Att. 2. Tipiska līkne slodze/plaisas atvēršanās sabrukuma stigrības aprēķinam, pārbaudot trīspunktu liecē betona paraugus pēc standarta ASTM C 1018-97.





Att. 3. Tipiskas stiegrotu un nestiegrotu paraugu slodze/plaisas atvēršanās līknes trīspunktu liecē: bazalta šķiedras no cementa masas 0.1% (a), 0.2% (b), 0.3% (c) un tīra betona (d).

Sabrukušā parauga griezumskats un struktūra ir parādīta att. 4. Sabrukuma stigrības vidējie lielumi - maksimālais lieces spēks (P_{max}), plaisas atvēršanās maksimālais lielums (ε) un

sabrukuma stigrības pie ϵ , 3ϵ un 10ϵ - ir uzrādīti tab. 2. Analizējot deformāciju līknes (skat. att. 3.) un šos lielumus (tab. 2.) konstatēts, ka lieces stiprība un sabrukuma stigrība palielinās palielinoties šķiedru koncentrācijai, bet plāisas atvēršanās lielums samazinās. To var izskaidrot ar paaugstinātu matricas porainību, palielinot šķiedru koncentrāciju, kas novēr pie paraugu sabrukuma pie mazākas deformācijas. Paraugu uzvedības raksturs atkarībā no šķiedru daudzuma matricā ir parādīts att. 5.

Lai veiktu sabrukuma stigrības objektīvu novērtējumu, paraugiem tika pielietoti stigrības indeksi, kurus iegūst dalot laukumus pie noteiktā plāisas atvēršanās lieluma ar laukumu plāsai atveroties pie maksimālā lieces spēka. ASTM C 1018-97 standarts paredz I_5 un I_{20} stigrības indeksus, kurus iegūst dalot laukumus pie noteiktā plāisas atvēršanās lieluma 3ϵ un 10ϵ ar laukumu pie plāisas atvēršanās (ϵ). Sabrukuma stigrības indeksu I_5 un I_{20} izmaiņas piemēri atkarībā no šķiedru koncentrācijas ir atspoguļoti att. 6. Kā redzams, ar šķiedru koncentrācijas paaugstinājumu matricā sabrukuma indekss mazinās.

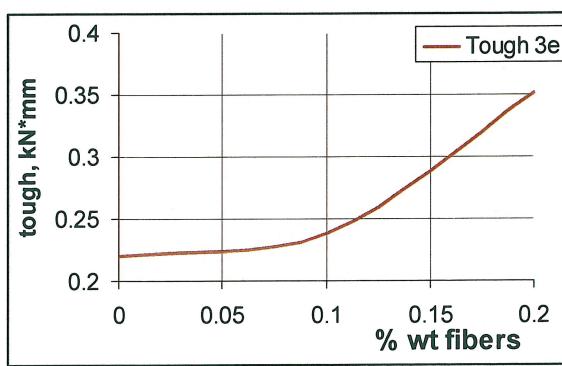
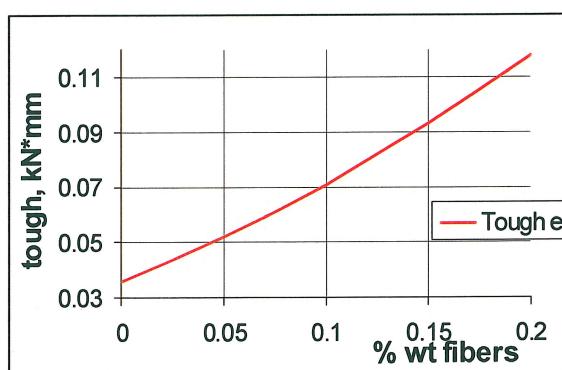
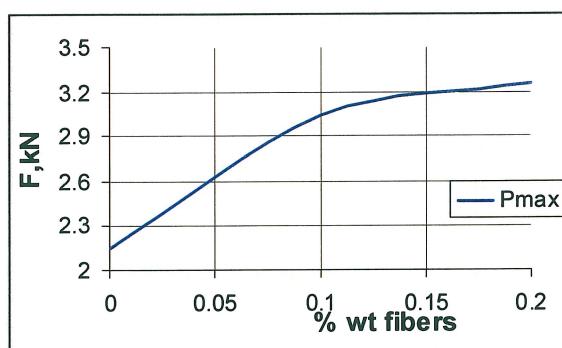


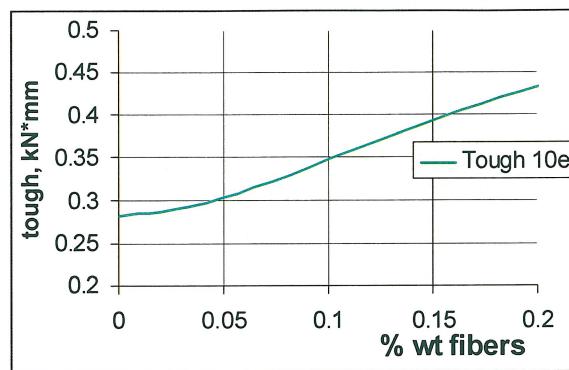
Att. 4. Sabrukūšā parauga griezumskats.

Tab. 2. Sabrukuma stigrības vidējie lielumi - maksimālais lieces spēks (P_{max}), plāisas atvēršanās maksimālais lielums (ϵ) un sabrukuma stigrības pie ϵ , 3ϵ un 10ϵ .

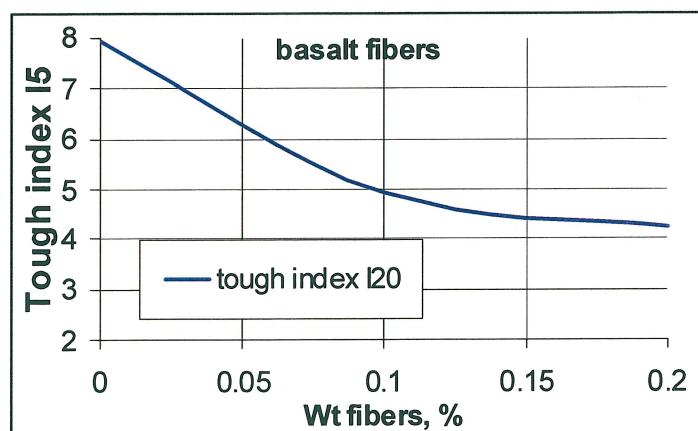
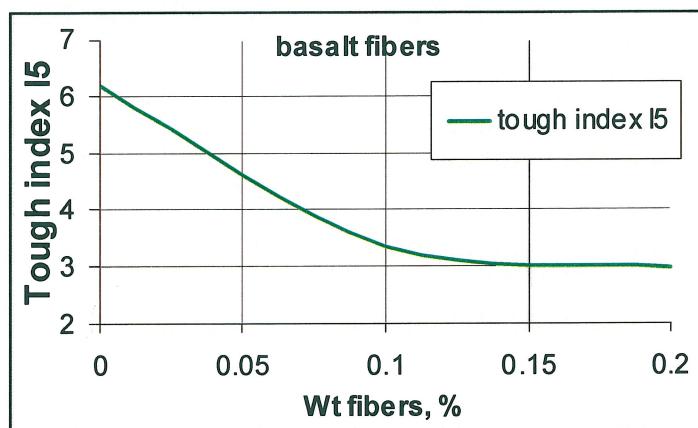
Betona tips	P_{max} , kN	ϵ, mm	Sabrukuma stigrība T, kN×mm		
			ϵ	3ϵ	10ϵ

Tīrs	2.69	0.024	0.045	0.276	0.355
0.1% šķiedras	3.04	0.065	0.071	0.238	0.348
0.2% šķiedras	3.26	0.046	0.118	0.351	0.497
0.3% šķiedras	3.72	0.035	0.087	0.556	0.592





Att. 5. Sabrukuma stigrības, maksimālā lieces spēka (F_{\max}), plaisas atvēršanas lieluma (ε_c) un sabrukuma stigrības pie maksimālā lieces spēka plaisai atveroties ε_c , $3\varepsilon_c$ un $10\varepsilon_c$ atkarībā no šķiedru daudzuma matricā.



Att. 6. Sabrukuma stigrības izmaiņa atkarībā no šķiedru koncentrācijas matricā: a) — stigrības indekss I_5 , b) — stigrības indekss I_{20} .

Secinājumi

Iegūts, ka 0.3% bazalta šķiedru tilpuma daudzuma ir pietiekami, lai ievērojami palielinātu maksimālo spēku pie lieces un plīšanas stigrību. Tā kā bazalta šķiedras ir arī ķīmiski noturīgas gan skābā, gan sārmainā vidē, tad tās tiek rekomendētas kā armējošais materiāls betona matricas mehānisko īpašību uzlabošanai.