

# Konstruktivna armatura iz sintetičnih vlaken

Konstruktivna armatura iz sintetičnih makro vlaken Strux® 90/40 (pri tem gre za vlakna dolžine 40 mm, z visoko natezno trdnostjo in z visokim elastičnim modulom) zagotovi ohranjeno trdnost betona tudi po nastopu razpok, izrazito dvigne žilavost betona in njegovo odpornost na utrujanje.

Matjaž Gregorič, Lespatex d.o.o., Ljubljana

**V**lakna Strux® 90/40 se najpogosteje uporabljajo za izdelavo tlakov in drugih ploskovnih elementov v poslovnih, industrijskih in stanovanjskih objektih, ob tipičnih odmerkih med 2,3 in 7,0 kg/m<sup>3</sup>.

Strux® 90/40 vlakna niso mikro sintetična vlakna, kakršna so na našem trgu že vrsto let, pač pa so *makro* vlakna in njihov učinek je primerljiv z učinkom, ki ga dobimo z dodajanjem jeklenih makro vlaken. Vlakna Strux®90/40 so skladna s standardom SIST EN 14889-2 (Vlakna za beton - 2. del: Polimerna vlakna - Definicije, specifikacije in skladnost) in imajo CE znak ter Izjavo o skladnosti.

## Vpliv dodajanja vlaken Strux® 90/40 na beton

Z dodajanjem Strux vlaken izboljšamo znano slabost betona, to je njegovo krhkost (majhno porušno deformabilnost) in vplivamo na obnašanje betona po nastanku razpoke.



Izgled betona z dodatkom Strux vlaken

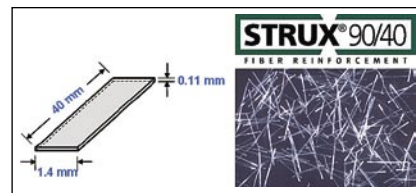
Da bi izboljšala mehanske lastnosti betona, mora vlaknasta armatura izpolnjevati sledeče kriterije:

- natezna trdnost in modul elastičnosti vlaken morata biti dovolj visoka,
- potreben je tudi dober stik med vlakni in cementno matrico.

Dodajanje armature vpliva predvsem na obnašanje betona, ko je razpoka že nastala. Z dodajanjem konstruktivnih armaturnih sintetičnih vlaken Strux® 90/40 povečamo upogibno natezno trdnost betona, natezno trdnost po nastanku prve razpoke, udarno žilavost, odpornost na utrujanje in požarno odpornost betona ter značilno zmanjšamo zgodnje krčenje betona, s tem pa tudi praktično povsem preprečimo pojav zgodnjih razpok betonskih elementov.

Seveda pa je, podobno kot pri vseh vlaknastih betonih, glavni parameter za preostalo nosilnost po nastopu prve razpoke kakovost samega betona. Če beton počni šele pri višji napetosti, bodo višje tudi preostale napetosti po prvi razpoki in s tem tudi žilavost vlaknastega betona.

Učinek različnih odmerkov makro vlaken se lepo izrazi pri testiranju na upogibno natezno trdnost po Astm C1609-05, rezultati so prikazani na spodnji sliki. Vidimo, da se z dodajanjem vlaken povečuje upogibna trdnost elementa.



Dimenzije sintetičnih makro vlaken Strux® 90/40

Strux vlakna v praksi najpogosteje uporabljamo za izdelavo betonskih tlakov. Na osnovi podatkov o podajnosti in vrsti podlage ter glede na trdnostni razred in druge kakovostne lastnosti betona ter pričakovane obtežbe, oziroma obremenitve tlaka naredimo za vsak konkreten primer tudi statičen izračun z optimizacijo potrebne dozacije vlaken Strux® 90/40 za različne možne debeline tlaka.

## Lastnosti vlaken Strux® 90/40

Skladno s standardom SIST EN 14889-2 so za Strux vlakna opredeljene sledeče najpomembnejše lastnosti:

- Tip polimera: posebna mešanica polipropilen/polietilen
- Dolžina vlaken: 40 mm
- Natezna trdnost: 620 N/mm<sup>2</sup>

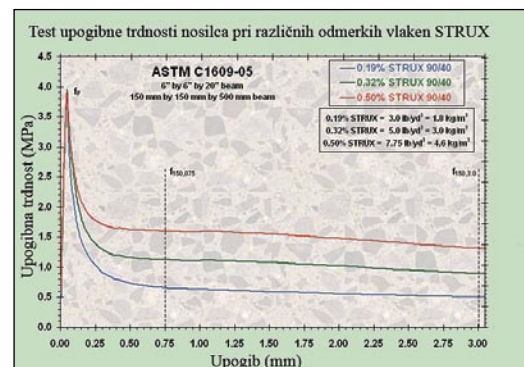
- E-modul: 9500 N/mm<sup>2</sup>
- Vpliv na konsistenco ob dozaciji 3,5 kg/m<sup>3</sup>: Vebe čas 10 s (referenčni beton brez vlaken: 7 s)

Zagotovitev preostale natezne trdnosti betona pri dozaciji vlaken 3,5 kg/m<sup>3</sup>: 1,5 N/mm<sup>2</sup> pri CMOD = 0,5 mm in 1,0 N/mm<sup>2</sup> pri CMOD = 3,5 mm

## Prednosti sintetičnih makro vlaken Strux

### Lahko delo:

1 vreča Strux® 90/40 (z 2,3 kg vlaken) nadomesti približno desetkrat tolikšno količino jeklenih vlaken. Fizično delo za (običajno ročno) dodajanje vlaken svežemu betonu se torej zmanjša na zgolj desetino. Prav tako je bistveno zmanjšana nevarnost nastajanja kep («ježev») in zamašitve opreme za črpanje vlaknastega betona.



Test upogibne trdnosti nosilca pri različnih odmerkih vlaken Strux



Izvedba industrijskega tlaka s Strux vlakni

**Izboljšani estetski učinek:**

Plastična vlakna ne rjavijo, tako odpravimo estetske probleme tlaka v uporabi, kar je posebej pomembno za tlake na prostem. Ob ustreznem načinu vgradnje je tudi le majhno število vlaken, ki ostanejo vidna na površini, na prostem pa (zaradi

UV žarkov) še ti konci vlaken izven betona kmalu razpadejo.

**Bistveno povečano število premostitev mikro razpok v betonu:**

Ko se odločimo za Strux® 90/40, vgradimo v beton pri enakem volumnu vlaknaste armature kar 15 krat večje število

vlaknen v primerjavi s tipičnimi 60 milimetrskimi ploščatimi jeklenimi vlakni. Ta vlakna torej zagotavljajo tudi 15 krat večje število premostitev oziroma prekinitev mikro razpok v betonski strukturi.

**Ugoden vpliv ob zgodnjem (»plastičnem«) krčenju betona:**

Uporaba Strux® 90/40 vlaken praktično odpravi probleme, povezane s plastičnim krčenjem: že dodajanje 1,8 kg/m<sup>3</sup> vlaken Strux® 90/40 zmanjša pojav raz-

pok zaradi plastičnih skrčkov do 75 %, kar je primerljivo z učinkom dodajanja 0,3 kg/m<sup>3</sup> polipropilenskih mikro vlaken.

**Ugodno obnašanje pri razpokah v strdelcem betonu**

Vlakna, ki potekajo preko razpoke, se preko razpoke raztegnejo. Če se razpoka potem zapre (na primer zaradi ponovnega segretja tlaka na prostem), se raztegnjena vlakna delno spet skrčijo nazaj. Te lastnosti nimajo jeklena vlakna.

**Primerjava med vlakni Strux® 90/40 in kovinskimi vlakni:**

**Strux® 90/40**

- 1 kg Strux® 90/40 vsebuje 176.500 vlaken
- 0,33 % volumna vlaken = 3 kg/m<sup>3</sup>
- 3 kg Strux® 90/40 = približno 530.000 vlaken
- Natezna trdnost = 540 MPa

**Tipična 60 mm ploščata jeklena vlakna**

- 1 kg jeklenih vlaken vsebuje 1.385 vlaken
- 0,33 % volumna vlaken = 25 kg/m<sup>3</sup>
- 25 kg jeklenih vlaken = približno 35.000 vlaken
- Natezna trdnost = 825 MPa

**Dodatki betonom, makro vlakna in sredstva za arhitekturne betone**



STRUX 90/40 makro vlakna



Arhitekturni betoni



Zastopa in tehnično svetuje:



Tržaška c. 132; 1000 Ljubljana  
tel: 01/2565 168  
e-mail: info@lespatex.si

## Recepture betona, doziranje, mešanje ter vgrajevanje in glajenje betonov z vlakni Strux® 90/40

Pogosto je pri uporabi vlaken Strux® 90/40 treba rahlo spremeniti betonsko recepturo, način doziranja, vgrajevanja in površinske obdelave betona, še zlasti če so uporabljene visoke dozacije vlaken. Za to obstajajo priporočila, ki jih je dobro upoštevati.

Sprva gladka vlakna se ob mešanju svežega betona površinsko nahrapavijo. Daljše mešanje na betonarni je torej pomembno, pri transportnem betonu nam zadostuje že mešanje v hruški vozila.

Vlakna lahko dodajamo v mešalnik betonarne ali v prazno transportno vozilo, zagotovo ne bo »ježev«.

Enako kot velja tudi za druga vlakna, dodajanje vlaken Strux® 90/40 običajno nekoliko zmanjša konsistenco sveže betonske mešanice, kar je potrebno kompenzirati z uporabo oziroma povečanjem odmerka plastifikatorja ali superplastifikatorja.

Kot za ostala vlakna, je neugodno tudi krvavenje svežega betona (posledično na površini ostane več vlaken). Tudi ta problem najlažje rešimo z uporabo učinkovitega superplastifikatorja.

### Uporaba Strux® 90/40 vlaken

Tipična področja uporabe so industrijski tlaki, tlaki in drugi elementi na prostem ter medetažne konstrukcije na trapezni pločevini. Uporaba Strux makro vlaken se v razvitem svetu hitro povečuje, ker so se dokazala v praksi, pridobila potrebne certifikate in so ekonomsko opravičena. Posebej so primerna za aplikacije, kjer



Izvedba zunanjege tlaka

je uporaba jeklenih vlaken nezaželena zaradi nevarnosti korozije ali težkega dela ob roč-

nem dodajanju vlaken betonu in pa, kjer je potrebna dodatna požarna varnost betonov.



Uporaba vlaken Strux® 90/40 za stopnice ob morju



Izvedba medetažne konstrukcije na trapezni pločevini