

KOMPOSIITKONSTRUKTSIOONID

Osa 1-1: Hoonete komposiitkonstruktsioonide projekteerimise üldeskirjad

Composite structures

**Part 1-1: General rules for design of composite
structures of buildings**



EESSÕNA

Eesti standard EVS 1994-1-1:2002 "Komposiitkonstruktsioonid. Osa 1-1: Hoonete komposiitkonstruktsioonide projekteerimise üldeeskirjad" on koostatud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi tellimisel samanimelise Eesti ehitusprojekteerimisnormi EPN-ENV 4.1.1 eelnõu põhjal. EPN-ENV 4.1.1 koostas Tallinna Tehnikaülikooli ehitiste projekteerimise instituudis Kalju Loorits ning selle aluseks oli Euroopa eelstandard ENV 1994-1-1:1992 "*Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings*", mille peatükke 1 ja 2 mõnevõrra vähendati. CEN tehnilise komitee TC 250 alamkomitee SC 4 töötab välja Euroopa standardit EN 1994-1-1 "*Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings*", mille valmimisel käesolev standard asendatakse Euroopa standardiga.

Standardi kavandi valmistas ette Eesti Standardikeskus. Kavandi vaatas läbi ja tegi vajalikud parandused TTÜ ehitiste projekteerimise instituudi geotehnika õppetooli lektor Aldur Parts.

Standard on koostatud esmakordselt.

Standard on kinnitatud ja kasutusele võetud Eesti standardina EVS 1994-1-1:2003 Eesti Standardikeskuse 15.10.2003 käskkirjaga nr 161.

Registrisse kantud 15.10.2003 nr 454, projekti nr 53700 standardite andmebaasis.

SISUKORD

1	SISSEJUHATUS	1
1.1	Kasutusvaldkond.....	1
1.1.1	EVS 1994 kasutusvaldkond	1
1.1.2	EVS 1994 osa 1-1 kasutusvaldkond	1
1.1.3	EVS 1994 muud osad	2
1.2	Eeskirjad ja nende rakendusjuhised	2
1.3	Eeldused.....	3
1.4	Määratlused ja terminid	3
1.5	Kasutatavad SI mõõtühikud.....	4
1.6	Tähtsamad tähised	4
2	PROJEKTEERIMISE ALUSED	5
2.1	Piiriseisundid	5
2.2	Arvutusolukorrad	6
2.3	Koormused.....	6
2.4	Materjalide omadused.....	6
2.5	Kandevõime ja materjalide omaduste osavarutegurid	7
3	MATERJALID	7
3.1	Betoon.....	7
3.1.1	Üldsätted	7
3.1.2	Betooni tugevusklassid	8
3.1.3	Betooni mahukahanemine.....	8
3.1.4	Elastsest arvutusmudelist lähtuvad betooni deformatsioonid.....	9
3.1.5	Betooni deformatsioonid muude teooriate alusel	10
3.1.6	Temperatuuripikenemine	10
3.2	Armatuurteras	10
3.2.1	Üldsätted	10
3.2.2	Armatuurterase tüübid	10
3.2.3	Armatuurterase tugevusklassid.....	11
3.2.4	Armatuurterase elastsusmoodul.....	11
3.2.5	Pinge – pikenemise diagramm.....	11
3.2.6	Temperatuuripikenemine	11
3.3	Konstruksiooniteras	12
3.3.1	Üldsätted	12
3.3.2	Voolavuspiir	12
3.3.3	Muud arvutuskonstandid	12
3.3.4	Pinge - pikenemise diagramm.....	13
3.3.5	Mõõdud, mass ja tolerantsid	13
3.4	Komposiitplaatide profiilplekk.....	13
3.4.1	Üldsätted	13
3.4.2	Voolavuspiir	14
3.4.3	Muud arvutuskonstandid	14
3.4.4	Pinge - pikenemise diagramm.....	14
3.4.5	Pinnakatted	15
3.5	Ühenduselemendid	16
3.5.1	Üldsätted	16
3.5.2	Nihketüübid	16

4	KANDEPIIRSEISUNDID.....	16
4.1	Põhialused.....	16
4.1.1	Üldsätted.....	16
4.1.2	Komposiittalad.....	17
4.1.3	Komposiitpostid, -raamid ja -liited.....	18
4.2	Komposiittalade omadused.....	19
4.2.1	Efektivrivistlõige.....	19
4.2.2	Betoonplaadi arvutuslaidus hoone talakonstruktsioonis.....	19
4.2.3	Paindejäikus.....	20
4.3	Talade ristlõigete klassifikatsioon.....	21
4.3.1	Üldsätted.....	21
4.3.2	Terastalade surutud võõde klassifikatsioon.....	21
4.3.3	Terastalade seinte klassifikatsioon.....	22
4.4	Tala ristlõike tugevus.....	25
4.4.1	Paindekandevõime.....	25
4.4.2	Tala põikjõukandevõime.....	27
4.4.3	Paindemomendi ja põikjõu koosmõju.....	28
4.4.4	Seina nihkestabiilsus.....	28
4.4.5	Paindemomendi ja põikjõu koosmõju seina stabiilsusele.....	29
4.5	Jätkuvtala sisejõudude määramine.....	30
4.5.1	Üldsätted.....	30
4.5.2	Plastisel arvutusskeemil põhinev arvutus.....	30
4.5.3	Elastisel arvutusskeemil põhinev arvutus.....	31
4.6	Komposiittala üldstabiilsus.....	32
4.6.1	Üldsätted.....	32
4.6.2	Üldstabiilsuse kontroll ilma otseste arvutusteta.....	32
4.6.3	Üldstabiilsusest lähtuv paindekandevõime.....	34
4.7	Seina kohalik stabiilsus.....	35
4.7.1	Üldsätted.....	35
4.7.2	Efektivne sein ristlõikeklassi 2 puhul.....	35
4.8	Komposiitpostid.....	35
4.8.1	Kasutusvaldkond.....	35
4.8.2	Komposiitposti arvutamise üldmeetod.....	36
4.8.3	Lihtsustatud arvutusmeetod.....	41
4.9	Hoone raami sisejõud.....	51
4.9.1	Üldsätted.....	51
4.9.2	Arvutuseeldused.....	52
4.9.3	Konstruktiiivsete hõlvete arvessevõtmine.....	54
4.9.4	Raami püsivus sõlmede siirduvuse seisukohalt.....	54
4.9.5	Sisejõudude määramise meetodid.....	54
4.9.6	Elastisel arvutusskeemil põhinev sisejõudude leidmine.....	55
4.9.7	Jäik-plastne arvutusskeem.....	56
4.10	Hoone jäigastatud raami komposiitliited.....	57
4.10.1	Üldsätted.....	57
4.10.2	Liidete liigitus.....	57
4.10.3	Polt-, neet- ja liigendtappliited.....	57
4.10.4	Liited talade ja postide vahel.....	58
5	KASUTUSPIIRSEISUND.....	59
5.1	Üldsätted.....	59

5.2	Deformatsioonid	59
5.2.1	Üldsätted	59
5.2.2	Tala maksimaalse läbipainde leidmine	60
5.3	Talade pragudekindlus	61
5.3.1	Üldsätted	61
5.3.2	Minimaalne armatuur	63
5.3.3	Konstruksiooni sisejõudude määramine pragudekindluse kontrollimisel	64
5.3.4	Pragudekindluse kaudne kontroll otsesel koormamisel	64
5.3.5	Pragude piiramine prao laiuse arvutamise abil	65
6	KOMPOSIITTALA NIHKELIITED	66
6.1	Üldsätted	66
6.1.1	Arvutuse alused	66
6.1.2	Nihketüüblite deformeerumisvõime	66
6.1.3	Nihketüüblite asetus	68
6.2	Lõikejõud nihkeliites	68
6.2.1	Talad, mille ristlõike paindekandevõime määramisel võib kasutada plastset arvutusmudelit	68
6.2.2	Talad, millel vähemalt ühe ristlõike paindekandevõime leidmisel kasutatakse elastset mudelit	71
6.3	Nihketüüblite arvutuslik kandevõime	71
6.3.1	Üldsätted	71
6.3.2	Polttüüblid täisplaadis	71
6.3.3	Peaga polttüüblite kasutamine komposiitplaatide puhul	72
6.3.4	Plaattüüblid täisplaadis	73
6.3.5	Täisplaadi konksu- ja aasakujulised nihketüüblid	74
6.3.6	Konksude või aasadega plaattüüblid talaplaadis	75
6.3.7	Nurkterasest nihketüüblid täisplaadis	75
6.4	Nihkeliidete konstruktiivsed nõuded	76
6.4.1	Üldsätted	76
6.4.2	Polttüüblid	78
6.4.3	Peaga polttüüblite kasutamine komposiitplaadis	78
6.4.4	Plaattüüblid (vt joonis 6.4)	79
6.4.5	Konks- ja aastüüblid	79
6.4.6	Nurkterasest tüüblid	80
6.5	Hõõrdpoldid	80
6.5.1	Üldsätted	80
6.5.2	Kandepiiriseisund	81
6.5.3	Kasutuspiiriseisund	82
6.5.4	Konstruktiivsed nõuded	82
6.6	Liidete põikarmeerimine	82
6.6.1	Betoonplaadi pikinihkejõud	82
6.6.2	Kandevõime pikilõike seisukohalt	84
6.6.3	Profiilpleki osa kandevõimes	84
6.6.4	Minimaalne põikarmatuur	85
6.6.5	Plaadi talasuunaline pragunemine	86
7	HOONE KOMPOSIITPLAADID	86
7.1	Üldsätted	86
7.1.1	Kasutusvaldkond	86

7.1.2	Määratlused.....	87
7.2	Konstruktiivsed nõuded.....	87
7.2.1	Plaadi paksus ja varrasarmatuur.....	87
7.2.2	Betooni täitematerjal.....	88
7.2.3	Tugedele esitatavad nõuded.....	88
7.3	Koormused.....	89
7.3.1	Arvutusolukorrad.....	89
7.3.2	Koormused.....	89
7.3.3	Koormuskombinatsioonid.....	90
7.4	Sisejõudude leidmine.....	90
7.4.1	Raketisena töötava profiilpleki sisejõud.....	90
7.4.2	Komposiitplaadi sisejõud.....	91
7.5	Profiilpleki arvutus raketisena.....	93
7.5.1	Kandepiirseisund.....	93
7.5.2	Kasutuspiirseisund.....	93
7.6	Arvutus komposiitplaadina.....	93
7.6.1	Kandepiirseisund.....	93
7.6.2	Kasutuspiirseisund.....	98
8	HOONE PANEELVAHELAED.....	100
8.1	Üldsätted.....	100
8.2	Koormused.....	100
8.3	Materjalide osavarutegurid.....	101
8.4	Vahelae projekteerimine ja konstruktiivsed nõuded.....	101
8.4.1	Arvutusskeem.....	101
8.4.2	Paneelide vaheline vuuk.....	101
8.4.3	Paneeli ja monoliitbetooni liitepind.....	101
8.5	Paneeli liide terastalaga.....	101
8.5.1	Tasanduskihid ja tolerantsid.....	101
8.5.2	Korrosioon.....	102
8.5.3	Nihkeliide ja horisontaalne põikarmatuur.....	102
8.6	Plaadi arvutus horisontaalkoormuse puhul.....	102
9	KOMPOSIITKONSTRUKTSIOONIDE VALMISTAMINE.....	102
9.1	Üldsätted.....	102
9.2	Tööde organiseerimine.....	103
9.3	Stabiilsus.....	103
9.4	Tööde täpsus ja kvaliteedikontroll.....	103
9.4.1	Läbipaine betoneerimise ajal ja pärast seda.....	103
9.4.2	Betoonisegu tihendamine.....	103
9.4.3	Nihkeliited postides ja talades.....	103
9.4.4	Komposiitplaadid.....	104
10	DIMENSIOONIMINE KATSETE PÕHJAL.....	105
10.1	Üldsätted.....	105
10.2	Nihkeliidete katsed.....	106
10.2.1	Üldsätted.....	106
10.2.2	Katsekorraldus.....	107
10.2.3	Katsekehade valmistamine.....	109
10.2.4	Katsetamine.....	110

10.2.5	Katsetulemuste tõlgendamine	110
10.3	Komposiitplaatide katsed	111
10.3.1	Parameetrilised katsed	111
10.3.2	Erikatsed	116
Lisa A	(normatiivlisa) Viitedokumendid	118
A.1	Kasutusvaldkond	118
A.2	EVS 1994 osaga 1-1 liituvad materjali- ja tootestandardid	118
A.3	Konstruksioonide valmistamist käsitlevad standardid	118
A.4	Üldstandardid	118
Lisa B	(normatiivlisa) Talade üldstabiilsus	119
B.1	Alaspidi U-kujulise jääksõlmelise raami arvutusmodel	119
Lisa C	(teatmelisa) Surve ja paindega koormatud kaksiksümmeetriliste komposiitristlõigete lihtsustatud arvutusmeetodid	123
C.1	Kasutusvaldkond ja eeldused	123
C.2	Survekandevõime	123
C.3	Neutraaltelje asukoht	125
C.4	Paindekandevõime	125
C.5	Koosmõju põikjõuga	125
C.6	Mõne ristlõike neutraalteljed ja plastsed vastupanumomendid	125
Lisa D	(teatmelisa) Ühe telje suhtes sümmeetrilise ristlõikega komposiitpostide lihtsustatud arvutusmeetod	130
D.1	Üldsätted	130
D.2	Kasutusvaldkond	130
D.3	Tsentriline surve	130
D.4	Surve koos ühes peatasandis mõjuva paindega	130
D.5	Betooni käitumine pikaajalise koormuse puhul	132
Lisa E	(teatmelisa) Komposiitplaatide osalise nihkeliite arvutusmeetod	133
E.1	Kasutusvaldkond	133
E.2	Lõiketugevuse $\tau_{u,Rd}$ määramine	133
E.3	Profiilpleki ja betooni vahelise ankurdustugevuse kontroll	134
E.4	Otsa-ankurduse kontroll	135
E.5	Lisaarmatuuriga plaadi nihkeliite kontroll	136
Lisa F	(teatmelisa) Uurimisaruandes esitatavate katseandmete loetelu	138
F.1	Nihkeliidete lõikekatsed	138
F.2	Komposiitplaatide katsed	139
Lisa Z	(teatmelisa) EPN ja standardite vahelised vastastikused seosed	142

KOMPOSIITKONSTRUKTSIOONID

Osa 1-1: Hoonete komposiitkonstruktsioonide projekteerimise üldeeskirjad

1 SISSEJUHATUS**1.1 Kasutusvaldkond****1.1.1 EVS 1994 kasutusvaldkond**

(1) EVS 1994 on ette nähtud hoonete komposiitkonstruktsioonide ja nende elementide projekteerimiseks. Komposiitkonstruktsioonid ja nende elemendid koosnevad omavahelist koostööd tagavalt ühendatud teras- ja raudbetoon- või ping-betoonosadest.

(2) Käesolev standard käsitleb ainult komposiitkonstruktsioonide kandevõimele, kasutuspiirseisundiga seotud näitajatele ja säilivusele esitatud nõudeid. Muid nõudeid, näiteks nende konstruktsioonide sooja- ja heliisolatsiooni vms seotuid, käesolevas standardis ei käsitleta.

(3) Konstruktsioonide valmistamise ja püstitamise nõudeid käsitletakse käesoleva standardi 9. peatükis ainult määral, mis on vajalik projekteerimiseelduste rahuldamiseks. Nõuded konkreetsete konstruktsioonide valmistamiseks ja püstitamiseks esitatakse omaette standardis, seega tuleb siin toodud nõudeid käsitleda teatud miinimumnõuetena.

1.1.2 EVS 1994 osa 1-1 kasutusvaldkond

(1) EVS 1994 osas 1-1 on antud komposiitkonstruktsioonide projekteerimise üldised põhimõtted.

(2) Lisaks ülalnimetatule antakse EVS 1994 osas 1-1 detailsed eeskirjad tavaliste hoonete komposiitkonstruktsioonis plaatide, talade, postide ja raamide projekteerimiseks. Nende eeskirjade kasutatavus ja kehtivuspiirid on vajaduse korral tekstis näidatud.

(3) EVS 1994 osa 1-1 kasutatakse koos standardiga EVS-EN 1990 ning standardite EVS 1992 ja EVS 1993 osaga 1-1.

(4) Käesolevas osas 1-1 ei käsitleta:

- konstruktsioonide tulepüsivust;
- vahelduva koormusega konstruktsioonide väsimusarvutust;
- dünaamilise koormusega konstruktsioone;
- mahutite, kraanade, tornide ja mastide, mereehitiste, tuumajõujaamade jms ehitiste eriküsimusi;
- eelpingestatud konstruktsioone;