

EPS-SOOJUSTUS

EPS-i OMADUSED

EPS 1-2020

Versioon: 2020, detsember

Eesti EPS-tootjad
Eesti Ehitusmaterjalide Tootjate Liit

Tallinn 2020



Juhend „EPS-soojustus. EPS-i omadused” käsitleb paisutatud polüstüreeni (EPS) klassifikatsiooni ja omadusi.

Eesti EPS-tootjad ja Eesti Ehitusmaterjalide Tootjate Liit tänavad professor Targo Kalameest ja lektor Tanel Tuisku Tallinna Tehnikaülikoolist abi eest juhendi koostamisel.

1 PAISUTATUD POLÜSTÜREEN JA SELLE KASUTAMINE SOOJUSTUSENA

EPS-soojustusplaadid on kerged, lihtsalt käsitletavad, ei kaota aja jooksul soojust isoleerivaid omadusi ega muutu mahus ning samas omavad konstruktiivset tugevust.

EPS-soojustusplaadid koosnevad polüstüreeni graanulitest, mis on paisutatud kuuma veeauru toimel monoliitseks EPS-plaadiks. EPS-i graanulid on osaliselt avatud mikropooridega, milles veeauru liikumine toimub. Selline mikropoorne, homogeenne materjal tagab soojustatava konstruktsiooni suurepärase ehitusfüüsikalised ja mehaanilised omadused.

Paisutatud polüstüreeni tähistav lühend EPS tuleneb ingliskeelsetest sõnadest *expanded polystyrene*. Varem on EPS-i nimetatud *vahtpolüstürooliks*, *vahtpolüstüreeniks* ja *penoplastiks*, mida tänapäeva korrektses keelepruugis enam ei kasutata.

Paisutatud polüstüreen ei ole ainult isolatsioonimaterjal, vaid see on ka innovatiivne ehitusmaterjal, mis sobib paljude ehitusprojektide projektsioonilise ja konstruktsioonilise terviklikkuse saavutamiseks. Erinevate andmete kohaselt leiutati EPS 1920. aastatel Saksamaal. Paisutatud polüstüreeni vormi patendi taotles esimesena maailmas Warner Gregory aastal 1966 USA-s. Tema paisutatud polüstüreeni vormi nimetati „vahtvormiks”. Hiljem kaitses Gregory patente mitmes Euroopa riigis.

Ehitistes soojustusena kasutatav paisutatud polüstüreen peab vastama Euroopa harmoneeritud tootestandardi EVS-EN 13163 nõuetele. 2003. aastast on selle standardi järgimine Euroopa Majanduspiirkonnas kohustuslik. Siin on soojustustoodete turustamise eeltingimus toimivus-deklaratsiooni ning CE-märgistuse olemasolu.

Tabelis 1 on toodud soojustuseks kasutatava paisutatud polüstüreeni esmaseks valikuks tarinditüübile vastav EPS-i tüüp. Konkreetse hoone, keskkonnatingimuste ja koormuste puhul tuleb valikut täpsustada ja sobivust kontrollida.

Tabel 0 Soojustuseks kasutatava EPS-i kiirvaliku tabel

Kirjeldus	Minimaalne survepinge 10% deformatsiooni puhul CS ₁₀ , kPa
Keldrisein, vertikaalne soojustus pinnases	
• Väljastpoolt paigaldatud ning mehaaniliste kahjustuste eest kaitstud keldri välisseina soojusisolatsioon	120
• Väljastpoolt paigaldatud ning mehaaniliste kahjustuste eest kaitstud keldri välisseina soojusisolatsioon; survekoormus on suur (keldri läheduses on tihe liiklus)	120
Välissein	
• Välise krohvitud soojusisolatsiooni liitsüsteemiga kaetud välissein (ETICS)	60
• Tuulutatava fassaadikattega välissein	50
Katus	
• Sarikate või muude tugikonstruktsioonide alla või peale paigaldatud soojusisolatsioon. Jäik või kõva katusekattematerjal ülalpool isolatsioonikihti (laineline tsementkiudplaat, betoon, profileeritud plekk jm)	80
• Sarikate vahele paigaldatud katuse soojusisolatsioon.	50
• Sarikate alla paigaldatud katuse soojusisolatsioon	50
• Katuse soojusisolatsioon, mida kaitseb sademete eest rullkate	60
• Katuse soojusisolatsioon, mida kaitseb sademete eest rullkate; survekoormus suur (terrassid, haljastatud katused jm.)	100
• Katuse soojusisolatsioon, mis ei ole kaitstud sademete eest – nn pööratud katus.	200
Põrandad	
• Põranda soojusisolatsioon tasandatava betoonikihi all, heliisolatsioonita, survekoormus põrandale on väike (elu-, administratiiv-, puhke- jm hooned)	80
• Põrandate soojusisolatsioon tasandatava betoonikihi all, võib olla samal tasapinnal maapinnaga, ilma heliisolatsioonita, survekoormus põrandale on keskmine (saalid/aulad, kohvikud, restoranid jm)	100
• Põrandate soojusisolatsioon tasandatava betoonikihi all, võib olla samal tasapinnal maapinnaga, ilma heliisolatsioonita, survekoormus põrandale on suur (raamatukogud, arhiivid, tootmisettevõtted, sõidukite parklad, basseiniid jm.)	200
• Puu- ja juurviljade, liha ning teiste toiduainete hoidmiseks kasutatavate külmhoonete põrandad	200
Löögimüra isolatsioon	Dünaamiline jäikus s', MN/m³
• Plaadi paksus, 20mm	30
• Plaadi paksus, 30mm	20
• Plaadi paksus, 50mm	15

2 PAISUTATUD POLÜSTÜREENI OMADUSED

2.1 Klassifitseerimine

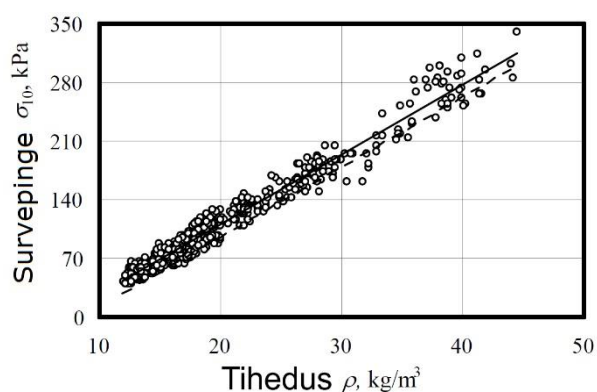
EPS-tooted on jagatud tüüpidesse, nagu on näidatud tabelis 3.1. Iga tüüp peab rahuldama üheaegselt kahte erinevat tingimust, et kindlustada nõutav toote toimivus:

- survepinge 10% deformatsiooni puhul, kPa;
- paindetugevus, kPa.

Tabel 2 Väljavõte EPS-toodete klassifikatsioonist.

EPS-i tüüp	Survepinge 10% deformatsiooni puhul CS ₁₀ , kPa	Paindetugevus BS, kPa
EPS 50	50	75
EPS 60	60	100
EPS 70	70	115
EPS 80	80	125
EPS 90	90	135
EPS 100	100	150
EPS 120	120	170
EPS 150	150	200
EPS 200	200	250
EPS 250	250	350

Survepinge 10% deformatsiooni puhul on üsna lineaarses sõltuvuses materjali tihedusest, vt joonist 1.

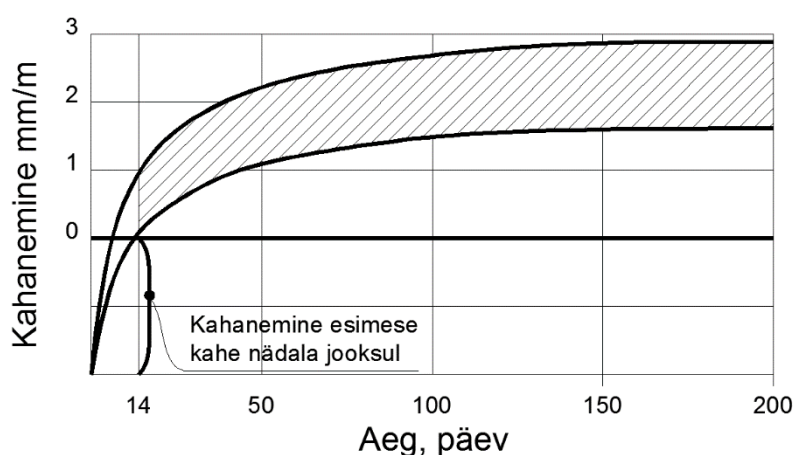


Joonis 1 EPS-i survepinge sõltuvus tihedusest.

2.2 Geomeetrilised omadused

Pärast EPS-plaadi valmistamist väheneb ülerõhk EPS-i poorides, millega kaasneb materjali mahumuutus, vt joonist 2. Sõltuvalt toormaterjalist, keskkonnatingimustest ja materjalitüki suurus-
sest võib kahanemine toimuda mõnest päevast mitme kuuni. Mahumuutus on eriti suur vahetult
pärast valmistamist, mistõttu tooteid kohe pärast valmistamist ei turustata, vaid need ladustatakse.
Eestis toodetud paisutatud polüstüreeni hoitakse probleemse järelkahanemise vähendamiseks
tehases enne lõikamist suurtes tükkides ja lõigatakse müügitoote kujuks pärast kahanemist. Nii on
paremini võimalik tagada müügile jõudva toote mõõdud. Müüki jõudev paisutatud polüstüreen
praktiliselt ei oma mahumuutusi, kuna müügivalmis toote mõõtmete stabiilsuse kuivades tingimustes
on eeldatavalt $\pm 0,2 - \pm 0,5\%$. Valmis toote mõõdulõikamise lubatud hälbed on tavaliselt ± 3 mm või
 $0,6\%$.

Temperatuurimuutusest tulenev paisumine-kahanemine on suurusjärgus
 $\alpha = (5 \dots 7) \times 10^{-5} \text{ m/K}$.



Joonis 1 Tavapärase EPS-i mahumuutus ajas.

2.3 Soojuslikud omadused

EPS on väikese tihedusega poorne soojustusmaterjal, mis koosneb 98% ulatuses õhust ja 2% ulatuses polüstüreenist. Paigalseisev õhk on halb soojusjuht, mistõttu tagab see materjali head soojusisolatsiooniomadused.

Paisutatud polüstüreeni deklareeritud soojuserijuhtivus on vahemikus $\lambda_D = 0,03...0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, sõltudes tootmistehnoloogiast, survepingest ja tihedusest, vt tabelit 3.

Tabel 3 EPS-toodete tavapärase soojuserijuhtivused

Tüüp	Soojuserijuhtivus λ , W/(m·K)	
	λ_{10}	λ_D
EPS 50	0,039	0,042
EPS 60	0,037	0,040
EPS 60 SILVER (grafiiti või tahma sisaldavad graanulid)	0,031	0,032...0,033
EPS 80	0,036	0,038...0,039
EPS 100	0,035	0,036...0,037
EPS 100 SILVER (grafiiti või tahma sisaldavad graanulid)	0,030	0,030...0,031
EPS 120	0,034	0,034...0,036
EPS 200	0,032	0,033...0,034
EPS 250	0,030	0,032

Soojuserijuhtivuse arvutussuuruse saamiseks peab kasutama konkreetse tootja andmeid. Täpsemate andmete puudumisel võib kasutada tabeli 4 andmeid, kus soojuserijuhtivuse väärtused on materjalide identifitseerimiseks; sõltuvalt konkreetsest materjalist ja materjali kasutusviisist võivad väärtused muutuda.

Tabel 4 Soojuserijuhtivuste teisendustegurite üldised väärtused

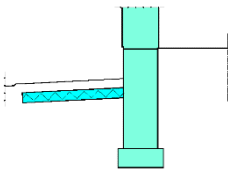
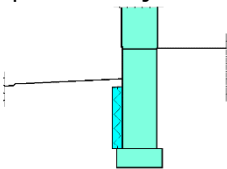
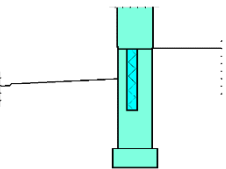
Toote iseloomustus	Soojuseri- juhtivus λ , W/(m·K)	Temperatuuri põhine teisendus tegur f_T , 1/K	Niiskuspõhine teisendustegur			
			u , kg/kg	f_u , kg/kg	Ψ , m ³ /m ³	f_Ψ , m ³ /m ³
Paksus < 20 mm	0,032	0,0031				
	0,035	0,0036				
	0,040	0,0041			<0,10	4
	0,043	0,0044				
Paksus 20...40 mm	0,032	0,0030				
	0,035	0,0034			<0,10	4
	0,040	0,0036				
Paksus 40...100 mm	0,032	0,0030				
	0,035	0,0033				
	0,040	0,0036			<0,10	4
	0,045	0,0038				
	0,050	0,0041				
Paksus > 100 mm	0,032	0,0030				
	0,035	0,0032			<0,10	4
	0,040	0,0034				
	0,053	0,0037				

2.4 Niiskuslikud omadused

EPS-i veeimavus pikaajalisel täielikul vette sukeldamisel ei ületa reeglina 5% toote mahust. Peale vette uputatud oleku tuleb tähelepanu pöörata ka niiskusimavusele küllastunud niiskusega keskkonnas, kuna pinnases ei pruugi EPS olla vette uputatud, kuid paikneb keskkonnas, kus $RH \approx 100\%$. Kuigi ehitusaegne lühiajaline vihm ei muuda EPS-i omadusi oluliselt, tuleb vältida EPS-i märgumist, kuna nii satub tarindisse liigselt niiskust, mille väljakuivamine on aeglane ja mis võib põhjustada niiskustehnilisi probleeme tarindis.

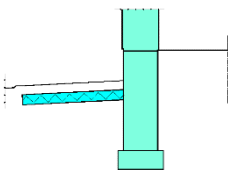
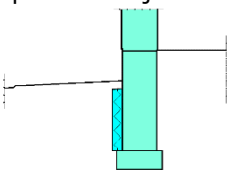
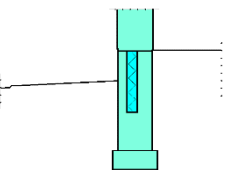
Niiskus liigub paisutatud polüstüreenis difusiooni teel veeauru osarõhkude erinevuse tõttu. EPS-i veeauruerijuhtivus on vahemikus $(2...10) \times 10^{-12}$ kg/(m·s·Pa). Niiskustehniliselt toimivate tarindite projekteerimiseks on projekteerijal vaja teada täpseid veeaurujuhtivusomadusi.

Tabel 5 Pinnasega kontaktis oleva soojustuse ja soklisoojustuse niiskussisalduse arvutussuurused

Materjal	Veeimavus (uputus 28 päeva EN 12087) mahu%	Niiskussisalduse arvutussuurus Ψ , m ³ /m ³		
		Hoone ümber, pinnases paiknev rõhtne soojustus	Sokli ja keldriseina välispinnas, pinnases paiknev püstne soojustus	Sokli sees või sokli sisepinnas paiknev soojustus
				
Paisutatud polüstüreen, EPS	≤ 1%	0,010	0,007	0
	≤ 2%	0,020	0,015	0,002
	≤ 3%	0,030	0,020	0,005
	≤ 5%	0,040	0,025	0,010
	ei ole määratud	0,050	0,030	0,020
Ekstrudeeritud polüstüreen, XPS	≤ 0,7%	0,007	0,005	0
	≤ 1,5%	0,015	0,010	0
	≤ 3%	0,030	0,020	0,010
	ei ole määratud	0,050	0,030	0,020

Kui pinnases oleva soojustuse temperatuur langeb alla 0 °C, jääb soojustuses olev vesi või liigniiskus ja soojustuse soojuserijuhtivus suureneb oluliselt. Seetõttu tuleb arvestada tabelis 6 esitatud soojuserijuhtivuse lisaga.

Tabel 6 Pinnasega kontaktis oleva soojustuse ja soklisoojustuse niiskussisaldusest tulenev lisa soojuserijuhtivusele

Materjal	Veeimavus (uputus 28 päeva EN 12087) mahu%	Soojuserijuhtivuse lisa $\Delta\lambda$, W(m·K)		
		Hoone ümber, pinnases paiknev rõhtne soojustus	Sokli ja keldriseina välispinnas, pinnases paiknev püstne soojustus	Sokli sees või sokli sisepinnas paiknev soojustus
				
Paisutatud polüstüreen, EPS	≤ 1%	0,004	0,003	0
	≤ 2%	0,008	0,006	0,001
	≤ 3%	0,013	0,008	0,002
	≤ 5%	0,020	0,011	0,004
	ei ole määratud	0,030	0,013	0,008
Ekstrudeeritud polüstüreen, XPS	≤ 0,7%	0,0007	0,0005	0
	≤ 1,5%	0,0015	0,001	0
	≤ 3%	0,003	0,002	0,001
	ei ole määratud	0,005	0,003	0,002
Vahtpolüüretaan, PUR	≤ 0,8%	0,0015	0,001	0
	≤ 1,0%	0,002	0,0015	0
	≤ 1,5%	0,003	0,002	0,001
	ei ole määratud	0,010	0,006	0,008

2.5 Tuleohutus ja vastupidavus temperatuurikõikumisele

EPS-i kasutamisel alamtemperatuuri piiranguid ei ole. Kõrgel temperatuuril muutub EPS pehmeks, tõmbub kokku ja hakkab sulama. Seetõttu võib pidada püsiva kuumuskestvuse piiriks +80 °C. Hetkelise kuumuskestvuse piir on kõrgem. EPS-i isesüttimistemperatuur on +450 °C...500 °C. Lahtise tule puhul põleb EPS temperatuuril ~370 °C.

Tuletundlikkuse järgi liigitatakse antipürene sisaldav EPS klassi „E”.

2.6 Keemilised omadused

EPS ei ole mürgine ja on keemiliselt püsiv, ei sisalda halogeene (CFC, HCFC) või formaldehüüdi. EPS-toodete paigaldamisel pole vaja kasutada spetsiaalseid ettevaatusabinõusid, kuna materjal ei ole ärritav ega mürgine. EPS-tooteid saab kergesti servadest töödelda, kasutades selleks tavalisi lõikamisvahendeid.

Üldiselt on paisutatud polüstüreen piisavalt vastupidav paljude keemiliste ühendite mõjutustele (vt tabelit 7). Siiski ei tohi EPS ja seda sisaldavad kihilised tooted sattuda tarindites kontakti selliste materjalidega, mis keemiliselt reageerides põhjustavad EPS-i lahustumise või pundumise. Kahtluse korral tuleb paisutatud polüstüreeni vastupidavust kemikaalidele katsetada.

Tabel 7 Andmed EPS-toodete erinevatele kemikaalidele vastupidavuse kohta.

Ained	EPS-toodete vastupidavus*
Vesi, merevesi, soolalahused	+
Lubi, tsement, kips, anhidriid	+
Naatriumi ja kaaliumi leelised, kustutatud lubi, ammoniaagilahused	+
Seep, pesuvahendid	+
Kuni 35% soolhape, kuni 50% lämmastikhape, kuni 50% väävelhape	+
Nõrk piim- ja süsihape, soovesi	+
Sool ja väetis	+
Bituumen	+
Külm bituumen ja bituumenkate lahustitega	+/-
Külm asesiin-bituumeni liim	+
Parafiinõli, vaseliin, diisliõli	+/-
Silikoonõli	+
Metüül- ja etüülpiiritus	+
Orgaanilised lahustid: atsetoon, äädikaessents, bensool, tärpentin jne	-
Bensiin	-

+ vastupidavus: pikaajalise toime puhul EPS ei lagune;

+/- osaliselt vastupidav: pikaajalisel toimel võib EPS deformeeruda või isegi laguneda;

- mittevastupidav: nimetatud ainete mõjul deformeerub EPS tugevalt või laguneb täielikult.