

2. Проектиране на покриви с паважна настилка

2.1. Структура

Структурата на покривите с паважна настилка се състои от следните слоеве/пластове:

- разделителен слой
- слой, позволяващ приплъзване
- защитен слой
- дренажен слой
- филтърен слой
- подосновен пласт
- изравнителен пласт
- легло на паважа
- паваж.

Забележка: В тази част на Ръководството терминът „слой“ се използва за хидроизолация, топлоизолация, дренажни композити, геотекстил и фолия, а терминът „пласт“ – за всичко, касаещо насипи и настилки.

Съвместимостта и взаимодействието на всеки един от слоевете/пластовете е от решаващо значение за живота на гъвкава настилка като паваж от бетонови или каменни елементи. Всеки слой/пласт трябва да има способността да абсорбира и намалява потенциалните динамични и статични натоварвания, да има адекватна якост на натиск, без да има неприемливи огъвания.

Обикновено всеки слой има своята индивидуална функция в общата система.

Възможно е обаче:

- един продукт да интегрира функциите на няколко слоя - напр. слой, позволяващ приплъзване, може да изпълнява и функцията на разделителния и защитния слой
- един слой да се състои от повече от един продукт - например слой, позволяващ приплъзване, трябва да има две отделни незалепващи повърхности, за да се получи приплъзване.

2.2. Разделителен слой

Разделителният слой разделя материали, които са химически несъвместими, например поливинилхлорид (PVC) и полистирен (PS).

Разделителният слой може да се състои от полимерно фолио или геотекстил.

Несъвместимите материали трябва да бъдат разделени напълно.

Съществуват дренажни мембрани с фабрично залепен разделителен и приплъзващ слой и/или геотекстил, позволяващ дифузия на водните пари.

2.3. Слой, позволяващ приплъзване

Гъвкавите паважни настилки поемат вертикални и хоризонтални натоварвания. Хоризонталните натоварвания се генерират от температурни промени в конструкцията и от външни динамични източници като спиране, ускоряване и завъртане на превозните средства. Вертикалните и хоризонтални натоварвания трябва да се поемат от основните слоеве/пластове на покривната система. Трябва да се отбележи, че хидроизолационните материали не са в състояние да издържат на хоризонталните натоварвания, характерни за

паважните настилки. Затова е необходим слой, позволяващ приплъзване, състоящ се от две гладки, незалепващи повърхности, които могат да се движат една спрямо друга.

Като приплъзващ слой се използват полимерни фолиа, произведени от следните материали:

- PET (полиетилен терефталат, наричан полиестер в текстилното производство)
- PP (полипропилен)
- PE (полиетилен)
- PS (полистирен)

В много дренажни композитни системи за покриви с пешеходна зона (клас на натоварване 1) тази приплъзваща функция се постигна чрез използване на пластично фолио (най-често от полиетилен с ниска плътност (LDPE) с дебелина 0,2 mm), поставено под дренажна композитна мембрана, която от своя страна е снабдена с фолио за разделяне и приплъзване. По този начин са налице две независими гладки повърхности.

При покриви с трафик (паркинг-покриви) на леки или тежки превозни средства с клас на натоварване 2 или 3, се препоръчва използването на фолио от HDPE (полиетилен с висока плътност) с дебелина 1 mm, поставено под дренажна композитна мембрана, снабдена с фолио за разделяне и приплъзване, и изпитано за ефективност на защита в съответствие с БДС EN 13719:2016 „Геосинтетици. Определяне на коефициента на дългосрочна защита на геосинтетици в контакт с геосинтетични прегради“.

При класове на натоварване 2 и 3 приплъзващия слой изпълнява и функцията на защитен слой.

При обърнати покриви слой за приплъзване се състои от две фолиа от полиетилен с ниска плътност (LDPE) с дебелина 0,2 mm, поставени между топлоизолацията и хидроизолацията.

2.4. Защитен слой

Защитният слой предпазва хидроизолационната мембрана от статични и динамични натоварвания и разделя химически несъвместими материали. Когато този слой има гладка, незалепваща повърхност, той може да бъде част от приплъзващия слой. При по-тежки натоварвания (класове на натоварване 2 и 3) и при наличие на подосновен пласт (при клас на натоварване 1), са необходими тежки геотекстили, полимерни фолиа, армирана замазка или бетон и други подобни за да се предпази хидроизолационната мембрана от повреда от статични и динамични натоварвания, както по време на изпълнение на по-горните пластове, така и по време на експлоатацията.

При леки статични и динамични натоварвания (клас 1) самата дренажна композитна мембрана може да служи като защитен слой, ако е сложена веднага след слоя, позволяващ приплъзване (фолио от полиетилен с ниска плътност (LDPE) с дебелина 0,2 mm).

При покриви с изравнителен или подосновен пласт или при покриви, при които се използват колесни товарачи (багери) при изпълнение на паважната настилка, се препоръчва над хидроизолационната система да се положи защитно фолио от полиетилен с висока плътност (HDPE) с дебелина 1,0 mm, имащо роля и на приплъзващ слой. Защитните свойства на използвания слой трябва да са в съответствие с DIN 18195 - част 10 „Хидроизолация на сгради и съоръжения - Защитни слоеве и предпазни мерки“ и защитният слой трябва да е преминал успешно изпитване за ефективност на защитата съгласно БДС EN 13719:2016.

Защитният слой трябва да бъде положен по начин, не позволяващ проникването под него на гранулиран материал (трошен скален материал), който би наранил/повредил хидроизолационната система.

Защитният слой може също така да изпълнява функцията на разделящ слой и приплъзващ слой. Свободно положените слоеве трябва да се застъпват/припокриват най-малко 10 см и не трябва да се свиват/скъсяват с повече от 5% (и максимум 2 mm).

Оценка на нивото на защита, осигурена от защитния слой при покриви с трафик (клас на натоварване от 1 до 3) може да се направи чрез индексни тестове (БДС EN 13719:2016) на отделните продукти или чрез изпитване на показателите на цялата система с теста на Техническия университет в град Мюнхен „Оценка на работата и поведението на пътната структура при симулирани условия на трафик. Изпитване за ефективност на защитата“, основан на БДС EN 13719:2016.

2.5. Дренажен слой

Дренажният слой предпазва хидроизолационната мембрана от хидростатично налягане и отвежда всяка излишна вода от пластове под паважната настилка, като по този начин предотвратява потенциалното задържане (застояване) на вода, което може да доведе до замръзване на пластове и увреждане на настилката. Дренажният слой трябва да има добра вертикална пропускливост, съчетана със способност да отвежда хоризонтално излишната вода от покрива. Задържането на вода трябва да бъде избегнато на всяка цена и по всяко време.

Дренажният слой трябва да поддържа пълна функционалност за период от 50 години в съответствие с DIN 4095 "Дренаж и защита на конструкции - проектиране, оразмеряване и монтаж". Дренажният капацитет трябва да бъде посочен в l/(s.mm), като се отчита наклона на покрива и проектното натоварване. Всяка дренажна система, включваща релефни/нагънати фолиа и релефни панели (на бутони/пъпки или тип кора за яйца), които формират дренажна система, трябва да бъде с CE маркирана съгласно стандарта БДС EN 13252 „Геотекстил и подобни на геотекстил продукти. Характеристики, изисквани при използването им в дренажни системи“.

2.6. Филтърен слой

Филтърният слой защитава дренажния слой от запушване от фини частици, присъстващи в изравнителния или подосновния пласт на паважната настилка, като по този начин осигурява ефективен хоризонтален дренаж. Това се постига с помощта на тъкани или нетъкани филтърни геотекстили, които задържат фините частици. Размерът на отворите (порите) трябва да съответства на размера на частиците в изравнителния и подосновния пласт. По принцип филтърният слой трябва да има размер на отворите (порите) <200 µm (0,2 mm). При комбинирани покриви (зелен покрив и паркинг-покрив) с използване на естествена почва (което не се препоръчва по обяснени вече причини) трябва да бъдат използвани специални мерки за предотвратяване на запушването на филтърния слой от фини частици пръст – използване на хидрофилна минерална вата като воден резервоар.

В случаите, когато филтърният слой от тъкан или нетъкан геотекстил е част от композитна дренажна мембрана (геоспейсър), той задължително трябва да бъде с CE маркирани съгласно БДС EN 13252. При композитните дренажни мембрани филтърният слой е залепен върху всеки бутон на дренажната мембрана.

Тъканите и нетъканите филтърни геотекстили трябва да се припокриват най-малко с 100 mm. Препоръчително е краищата на филтърния слой да се издигнат до самата паважна настилка за да се предотврати „измиването“ на насипания гранулиран материал (отмиване на по-ситните частици). Филтърният слой трябва да бъде покрит до една седмица след полагане, както и да бъде защитен от повдигане от вятър.

Минималната устойчивост на пробиване на филтърният слой съгласно БДС EN ISO 12236 „Геосинтетици. Изпитване на статично пробиване (CBR изпитване)“ е:

- 1,0 kN при клас на натоварване 1 и липса на подосновен пласт под настилката
- 1,5 kN при клас на натоварване 1 и наличие на подосновен пласт под настилката
- 2,5 kN при клас на натоварване 2 и 3.

2.7. Дренажни композити (дренажни системи)

Дренажните композити се състоят от филтърен слой, дренажен слой и слой за разделяне и защита, обединени в един продукт. Филтърният слой от тъкан или нетъкан геотекстил е свързан с всяко бутонче на дренажния слой.

Ориентировъчната конструктивната височина на повечето дренажни системи за паркинг-покрив е 12-13 mm. В зависимост от приложението, сърцевината на дренажния композит може да бъде перфорирана, както и да бъде снабдена с пластичен филм или геотекстил.

Дренажни композити върху конструкции с обърнат покрив

Дренажните композити за обърнат покрив трябва да имат перфорирана сърцевина, като по този начин се предотвратява образуването на пароизолационен слой върху топлоизолацията от екструдирани полистирен (XPS). По този начин топлоизолационните плочи XPS могат да изсъхват и така вътрешният конденз е сведен до минимум и топлоизолационните показатели остават непроменени във времето.



Ваканционно селище Oasis Resort & Spa, село Лозенец

Препоръчителни характеристики на дренажните композитни мембрани – Таблица 4

Характеристики	Стандарт	Мярка	Покрив с пешеходна зона (клас на натоварване 1)			Паркинг-покрив с леки коли (клас на натоварване 2)				Паркинг-покрив с тежки МПС (клас на натов. 3)	
			Топъл или неотопл. покрив		Обърн. покрив	Топъл или неотопл. покрив		Обърнат покрив		Топъл или неот. покрив	Обърн. покрив
			масов случай	с подосн. слой >100 мм		масов случай	без подосн. слой	масов случай	без подосн. слой		
Свойства на материала											
Сърцевина	-	-	HIPS	HIPS	HIPS	HIPS	HIPS	HIPS	HIPS	HIPS	HIPS
Филтриращ геотекстил	-	-	PP, PE	тъкан PP	PP, PE	тъкан PP	тъкан PP	тъкан PP	тъкан PP	тъкан PP	тъкан PP
Разделящ филм	-	-	PP	PP	-	PP	PP	-	-	PP	-
Разделящ геотекстил	-	-	-	-	PP, PE	-	-	PP, PE	-	-	-
Механични свойства (средни стойности)											
Здравина (якост) на натиск	БДС EN ISO 25619-2	kPa	700	900	700	900	1200	900	1200	1200	1200
Деформация при натоварване от 1 МПа	БДС EN ISO 25619-2	%	-	-	-	-	9	-	9	9	9
Здравина (якост) на натиск при 10% деформация	БДС EN ISO 25619-2	kPa	650	800	650	800	1000	800	1000	1000	1000
Здравина (якост) на опън (надлъжно/напречно)	БДС EN ISO 10319	kN/m	8 / 8	45 / 27	8 / 8	45 / 27	45 / 27	45 / 27	45 / 27	45 / 27	45 / 27
Устойчивост на статично пробиване (CBR изпитване)	BDS EN ISO 12236	kN	1,5	5	1,5	5	5	5	5	5	5
Устойчивост на динамично пробиване (изпитване с падащ конус - Cone Drop Test)	БДС EN ISO 13433	mm	38	7,5	38	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Устойчивост на стареене при атмосферни условия	БДС EN ISO 12224	%	60 / 80	60 / 80	60 / 80	60 / 80	60 / 80	60 / 80	60 / 80	60 / 80	60 / 80
Физически свойства (типични стойности)											
Конструктивна височина при натоварване от 2 kPa	-	mm	12,5	12,5	13	12,5	12,5	13	13	12,5	13
Височина на бутоните при натоварване от 2 kPa	-	mm	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Брой отвори (перфорации) на кв.м.	-	бр./m ²	-	-	1540	-	-	1540	1540	-	1540
Диаметър на отворите (перфорациите)	-	mm	-	-	6,3	-	-	6,3	6,3	-	6,3
Хидравлични свойства на филтриращия геотекстил (средни стойности)											
Характеристичен размер на порите O ₉₀	БДС EN ISO 12956	µm	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Водопропускливост H ₅₀	БДС EN ISO 11058	mm/sec	100	15	100	15	15	15	15	15	15
Дренажен капацитет (средни стойности)											
Вертикален дренаж на дълбочина 2,0 м											
Повърхностен товар 20 kPa	БДС EN ISO 12958	l/(sec.m)	5,29	5,27	5,29	5,27	5,36	5,27	5,36	5,36	5,36
Хоризонтален дренаж при наклон 1,5 %											
10 kPa - Екстензивен зелен	БДС EN ISO 12958	l/(sec.m)	0,55	0,72	0,55	0,72	0,71	0,72	0,71	0,71	0,71
20 kPa - Интензивен зелен			0,55	0,63	0,55	0,63	0,64	0,63	0,64	0,64	0,64
100 kPa - Покрив с пешеходна			0,38	0,48	0,38	0,48	0,49	0,48	0,49	0,49	0,49
200 kPa - Паркинг-покрив			0,33	0,38	0,33	0,38	0,42	0,38	0,42	0,42	0,42

HIPS (High Impact Polystyrene) - високоякостен полистирен

PP (polypropylene) – полипропилен, PE (polyethylene) - полиетилен

Оразмеряване на дренажната система

При покриви с паважна настилка една част от дъждовната вода (q_0) се отвежда от повърхността, което съответства на второ ниво на оттичане (водоотвеждане).

А другата част ($q_{a,s}$), която е проникнала през настилка, се отвежда от дренажният слой, който представлява първото ниво на оттичане (водоотвеждане):

$q_{a,s} = r - q_0$, където

$q_{a,s}$ = дъждовни води, проникнали през настилка в $l/(s.m^2)$ (таблица 5)

r = интензивност на валежите в $l/(s.m^2)$ в съответствие с БДС EN 12056-3

q_0 = дъждовни води върху повърхността на настилка $l/(s.m^2)$.

В зависимост от вида на настилка могат да се използват следните стойности на $q_{a,s}$ на базата на DIN 4095 за количеството на валежите, проникващи през настилка, измерено въз основа на 15-минутна интензивност на валежите, която се случва веднъж на всеки 10 години и $r_{(15)}^{(0,1)} = 0,03 l/(s.m^2)$:

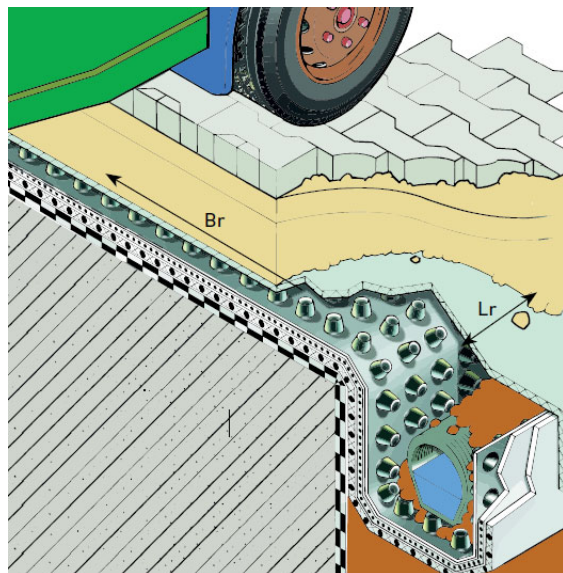
Количеството на валежите, проникващи през настилка - Таблица 5

Повърхност (настилка)	$q_{a,s}, l/(s.m^2)$
Бетонени или гранитни плочи/павета	0,01
Чакъл или трошен скален материал	0,015
Затревена паркинг настилка върху водопропусклива основа	0,03

Количеството вода, което трябва да се отведе от дренажния слой (q'), може да се изчисли в $l/(s.m)$ по формулата:

$q' = q_{a,s} * A / L_r$, където

A = ефективна покривна площ, m^2 ($L_r \times B_r$)



Размери на покрива:

L_r = дължината на покрива, който трябва да се отводни

B_r = ширината на покрива (хоризонтална проекция) от дренажния канал до билото

2.8. Подосновен пласт

Функцията на подосновния пласт е да абсорбира и разпределя статичните и динамичните натоварвания и по този начин да предотвратява деформацията на паважната настилка. За правилното функциониране на подосновния пласт трябва да се изпълни стабилна дренажна система като дренажен слой. Чрез правилното оразмеряване на подосновния пласт се намалява натоварването върху по-долните пластове/слоеве. Дебелината на подосновата