

Sillatekkide asfaltkatendid

(Asphalt pavements on bridge decks)

EAPA arvamustraport

European Asphalt Pavement Association(EAPA) – Euroopa Asfaldiliit
 Rue du Commerce 77
 1040 Brussels,
 Belgium
 www.eapa.org
 info@eapa.org
 June 2013



Eestindanud Aleksander Kaldas
Detsember, 2013

Sisukord	Lk
Sisukokkuvõte	2
1. Üldist	3
2. Sillatekkide katendite konstruktiivsed kihid	3
2.1. Veetõkkekiht (pinna töötlemine, isoleerimine/sidumine)	
2.2. Hüdroisolatsioonisüsteem	
2.3. Kate / Asfaldikihid	
3. Asfaldikihid	6
3.1 Terasest sillatekkide asfaldikihid	
3.2 Raudbetoonist sillatekkide asfaldikihid	
4. Sillatekkide asfaldikihtide rajamiseks kasutatavad asfaltsegud.	7
5 Tehnohoole ja taastamine	9
6. Järeldused	11
7. Viited	12
 Lisad	
Lisa 1: Erinevate maade kogemused	13
1. Saksamaa	
2. Türgi	
3. Rootsi	
4. Tšehhi Vabariik	
5. Taani	
6. Prantsusmaa	
7. Ungari	
8. Holland	
Lisa 2: Asfaltkatendiga sildade näiteid	28

Sisukokkuvõte

Enamik (kui mitte kõik) Euroopa teras- ja raudbetoonsildadest on kaetud asfaltkattega.

Üks peamistest põhjustest, miks asfalti kasutatakse, on soov kaitsta teras- ja betoonkonstruktsioone vee ning jäätetõrje soolade eest.

Käesolev dokument kirjeldab katendisüsteeme, mida teras- ja betoonsildadel tavaliselt kasutatakse.

Peatükk 2 kirjeldab sillatekkide konstruktiivseid kihte. Üldiselt võib silla asfaltkatendisüsteemi jagada neljaks koostisosaks: sillateki pinna veekaitse- e. krundikiht, hüdroisolatsioonikiht, kaitsekiht ja asfaldist kattekiht(-kihid). Nendest neljast elemendist dokumendis räägitaksegi.

Peatükk 3 kirjeldab asfaldikihte terassildade tekkide ja betoonsildade tekkide tarbeks ning selgitab erinevusi mainitud sillatüüpide konstruktsioonide vahel.

Asfaltsegud, millest tehakse sillatekkide asfaldikihid, on loetletud peatükis 4.

Sillakatendite tehnohooldest ja nende taastamisest (rekonstrueerimisest) räägitakse peatükis 5.

Peatükis 6 on ära toodud järeldused.

Lisades on antud ülevaade mitme Euroopa maa kogemustest.

1. Üldist

Asfaldile leidub palju kasutusvõimalusi. Üks neist rakendustest on sillaehitus.

On olemas palju sillatüüpe ning need võivad olla konstrueeritud, kasutades erinevaid ehitusmaterjale, nagu raudbetoon, kivi, puit või teras [1].

Sildu võib liigitada mitmel erineval viisil. Levinumad liigitused on tehtud rajamisel kasutatud struktuuritüübi, rakenduseesmärgi, püsi- või liikuva (avatava) konstruktsiooni ning kasutatud materjalide järgi. Struktuuriskeemi järgi klassifitseeritakse sillad tala-, sõrestik-, konsool-, kaar-, ripp- ja vantsildadeks; kuju ja toimimise järgi püsi- või liikuvateks (avatavateks), kahekordse sõiduteega sildadeks, viaduktideks, kobarsildadeks, kus palju väiksemaid sildu on ühendatud ühte pikemasse süsteemi jne.¹

Kasutatud materjalide järgi on tänapäeva sillad ehitatud peamiselt raudbetoonist, terasest (k.a. roostevaba teras), fiibriga armeeritud polümeeridest (FRP²) või siis nimetatud materjale omavahel kombineerides.

Käesolev dokument keskendub asfaldi kasutamisele teras- ja raudbetoonsildadel, mis on käibivatest tüüpidest kõige populaarsemad.

Paljudel maailma enam silmapaistvatest moodsatest terassildadest on konstruktsioonis kasutatud ortotroopseid terasplaadi süsteeme.

Ortotroopne sillatekk kujutab endast tekiplaati, mida toetab vastastikku ristuvates suundades paigutatud põiktalade ja pikijäikusribide kombinatsioon. Tänu sellele on plaadil erinevates suundades erinevad elastsusnäitajad; teiste sõnadega see on toime poolest **ORTO**gonaalne aniso**TROOPNE** plaat või lühidalt **ortotroopne** plaat [2].

Peamine põhjus, miks sildadel kasutatakse asfaltmaterjale ja asfaldikihte, on vajadus kaitsta sillasüsteeme mõningate võimalike (nt soolade sissetungist põhjustatud) defektide eest ja anda neile paremad vastupidavusomadused, nagu on allpool kirjeldatud.

2. Sillatekkide katendite konstruktiivsed kihid

Sillatekkide katendid peavad vastama suurele hulgale nõudmistele, nagu seda on: vastupanu plastsele (püsivale) deformatsioonile, pinnatekstuuri sügavus, karedus, jäikus, tasasus, vastupanu vananemisele jne. Katend peab ka kaitsma ja isoleerima all-lebavaid konstruktsioonikihte, kuna see määrab konstruktsiooni pika eluea raske liikluskooormuse all ja rasketes ilmingimustes [3.] Katend peab vastu võtma liikluskooormuse ja andma selle edasi kandvatele konstruktsiooniosadele, jäädes sealjuures ise tasaseks ja deformatsioonikindlaks ning tagades sõidukitele hea karedusega sõidutee pinna. Muuseas peab katend kaitsma silla konstruktsiooni ka pinnavee eest, mis talvel liiati sisaldab korrosiooni tekitavaid jäätetõrjeks kasutatavaid soolasid. Sillateki katendi konstruktsioonile esitatavate erinevate nõuete tõttu ei ole kõik eelpool loetletud funktsioonid üldjuhul alati täidetud või siis on täidetud osaliselt ja ainult ühe materjali poolt. Sillateki katet moodustavatele konstruktsiooniosade kohta, mis on tihti mitmest kihist koosnev üks „süsteem“, võib teha funktsionaalse jaotuse. See süsteem koosneb algselt asfaltkatendist, kuid ta võib sisaldada krundikihte ja veetõkke membraane, siduvaid materjale ja tehnilist tekstiili [4.]. Üldiselt võib silla asfaltkatendit vaadelda kui süsteemi, mille moodustavad neli erinevat kihti: sillateki pinna veekaitse- e. krundikiht, hüdroisolatsioonikiht, kaitsekiht ja asfaldist kattekiht.

¹ Raporti koostajad pole siin seadnud eesmärgiks ära tuua mingit täielikku sildade klassifikatsiooni. (A.K.)

² FRP = *Fibre-reinforced plastic* ingl.k. (A.K.)

Kuigi teras- ja raudbetoon-sillatekkide rajamiseks võib kasutada erinevaid materjale ja teostustehnoloogiat, algavad sillateki ehitamise põhilised sammud sillateki ettevalmistamisega, millele järgnevad vett tõrjuv krundikiht, hüdroisolatsioonikiht, selle kaitsekiht ja kõige lõpuks katte ülakiht. Isolatsioonikihti ja kaitsekihti koos nimetatakse tihti „hüdroisolatsioonisüsteemiks“. Niihästi teras- kui ka betoonsildade tekkidel peaks kate saama teostatud koos kattealuse drenaažisüsteemiga. Sillateki kõige esimene vett tõrjuv krundikiht võib olla tehtud mitmesugusest materjalist, kaasa arvatud loomulikult asfalmaterjalid.

2.1. Veetõkke(krundi-)kiht (pinna töötlemine, isoleerimine/sidumine)

Kuna asfaldikihtide ja betoonist või terasest aluse vahel ei teki iseenesest otsest sidet ega need pole ka 100% veekindlad, on vajalik vahepealne krundikiht, et kindlustada hea seotus hüdroisolatsioonikihiga. Betoonsildade puhul sulgeb krunt ühtlasi betooni poorid, viies sellega minimaalseks riski, et betooni ja isolatsioonilehtede vahel võiksid tekkida mullid või kühmud.

Terassildadel on krundikihi ülesandeks:

- Usaldusväärse kaitse tagamine korrosiooni vastu
- Terasest sillateki ja hüdroisolatsioonikihi vahelise piisavalt tugeva nakke kindlustamine
- Vastupanu nihkejõududele
- Vastupanu väsimusele

Enamlevinud kasutatav kruntimismeetod on kaitsekihi tekitamine mingi bituminoosse materjaliga nagu bituumenemulsioon, PMB³, epoksüvaik, polüuretaan jne.

Enne krundikihi paigaldamist tuleb sillateki pind korralikult ette valmistada, et see oleks puhas, kuiv, vigastamata ja vaba kõigist naket takistavatest ollustest.

Betooni pind peab omama piisavat kallet pikisuunas, et kindlustada asfaltkatendisse rajatud drenaažikihi töötamine, samuti pinnavee äravool. (Sellise kalde puudumine on mitmel puhul viinud betoonsildade kahjustuseni, kuna vesi on tunginud konstruktsioonidesse). Kui betoon on piisavalt kivinenud, tuleb selle pinda liivapritsiiga töödelda, selleks et eemaldada ülearune tsemendipiim ja tekitada pinnatekstuur, mis kindlustab pärast kruntimist hea nakke. Pinna töötlemise järel toimubki krundikihi laotamine, ksjuures betoon peab olema puhas ja pindkuiv.

Terassilla tekk peab enne kruntimist olema roostekindel ning selle pind puhas rasvadest, õlidest, niiskusest ja tolmust.

2.2. Hüdroisolatsioonisüsteem

Hüdroisolatsioonisüsteem koosneb üldjuhul hüdroisolatsioonikihist ja selle kaitsekihist.

2.2.1. Hüdroisolatsioonikiht

Sildade vastupidavus (kestvus) oleneb sillateki hüdroisolatsioonisüsteemi efektiivsusest, kaasa arvatud paisumisvuukide isolatsioon. Soolane vesi või muud jäätetõrje vedelikud ei tohi pääseda silla konstruktsiooni osadesse, et vältida betoonist või terasest elementide korrosiooni või külmumisel-üllessulamisest tekkida võivaid kahjustusi. Samuti võib betoonkonstruktsioonide nõrgenemist põhjustada CO₂ toime. Selleks et konstruktsiooni täielikult kaitsta ja veekindlaks muuta, on

³ PMB = *Poly Modified Bitumen* ingl.k. (A.K.)

hädavajalik kahekihiline süsteem, kuna ei saa välistada kohalikke defekte. Teise kihi teostamisega muutub süsteem vastupidavaks vigastustele ning saab garanteeritud veekindluse.

Peamised funktsionaalsed nõudmised hüdroisolatsioonile on [6]:

- Vee- ja õhutihedus kõigis tingimustes
- Nake silla ja asfaltsegu vahel
- Mehaaniline tugevus (liikluskoormus, soojuspaisumine)
- Kindlus jäätetõrje materjalide suhtes
- Ühilduvus asfaltseguga
- Kindlus kõrgete temperatuuride suhtes kuuma asfaltsegu paigaldamise ajal.

Sillateki hüdroisolatsioonimaterjalid võib liigitada kolme peamisse kategooriasse:

a. Lehtsüsteemid: Materjal kujutab endast valmisvormitud lehti (õhukesi plaate), mis on põhiliselt valmistatud bituuminoosetest polümeer- või elastomeermaterjalidest. Need kinnitatakse sillateki külge bituumensideainega, nii et nad moodustaksid katkematu membraani.

b. Vedelad (pihustatavad) süsteemid: Need süsteemid jagunevad omakorda kolme liiki: akrüül-, polüüretaan- ja bituminoossed materjalid.

Peab märkima, et polüüretaan- ja akrüülmaterjalist vedelatel membraansüsteemidel on järgmised puudused:

- Kesine nakkumine asfaltkattega, mis võib viia katendi enneaegsete deformatsioonideni.
- Ehitusmasinad (nt teefreesid) võivad katendi tehnoloogilise tööde ajal isoleerivat membraani vigastada.

c. Mastiksikiht: Mastiksikihi paksus (mis muide ei sisalda täiteainet nagu valuasfalt) on tavaliselt 8...10 mm. Mõnikord kombineeritakse mastiksiga kummi ja polümeerid, eriti terassildade puhul suuremate dünaamiliste koormuste tõttu.

2.2.2. Kaitsekiht

Enamikul juhtudest on kaitsekihiks valuasfaldist kiht. See kiht täidab ühtlasi teise hüdroisolatsioonikihi ülesandeid. Mittepõorse valuasfaldi kasutamine silla katendi kaitsekihi jaoks on üsna tavaline. Mitmesugustel põhjustel eelistatakse mõnedes maades raudbetoonist sillateki kaitsekihina tava-asfaldist kihti. Terasest sillatekkide kaitsekiht peab hoidma terast korrosiooni eest ja vahendama koormuse sujuvat ülekandumist sõidutee kattelt sillatekile. See tingib, et kaitsekiht peab olema vastupanuvõimeline õli, vee ja mineraalide suhtes ning vähem tundlik ilmastikutingimustele.

2.2.3. Katte ja kattealuste kihtide drenaažisüsteemid

Õnnestunud ja efektiivsed sillateki drenaažisüsteemid peavad tagama vee ärajuhtimise niihästi kattekihilt kui aluskihtidest. Vastasel korral võiks vesi koguneda lompidena või moodustada ühtlase kile üle kogu pinna, mis aeglustaks liiklust ning põhjustaks vesiliugu.

Vesi võib külmuda ning, sattudes jää või lume kujul sõiduteele, teha selle libedaks või ummistada dreene. Peale selle, et vesi on võimeline häirima silla põhilisi liiklusfunktsioone, võib vihm lahustada ja kaasa haarata korrosiooni tekitavaid aineid, mis põhjustavad kahjustusi. Niisiis tuleb mainitud vee äravoolu korraldamine võtta arvesse silla efektiivse drenaažisüsteemi rajamisel.

Kui puudub aluskihtide drenaaž, siis koguneb asfaldisse imbunud vesi sillateki veekindlal membraanil. Liiklusvahendite toime niiskusest küllastunud asfaldile võib siis põhjustada sõidutee katte nõrgenemist ja lõppude lõpuks ka kogu silla konstruktsiooni nõrgenemist.

Otstarbekohane sillateki drenaaž võimaldab:

- Vee efektiivse eemaldamise sillatekilt, parendades üldist ohutust, kuna vähendab liiklejate jaoks vesiliu tekkimise riski.
- Pikaajalise tehnohoolde ja konstruktsiooni ühtsuse.

2.3. Kate / Asfaldikihid

Ohutu ja mugava sõidu tagamiseks on vajalikud kare ja tasane sõidutee pind ning madal müratase. Et tagada ülakihilt nõutavate karakteristikute püsivust, peab sellel olema:

- oluline purunemiskindlus
- vastupanuvõime õlide, vee ja mineraalide toimele
- väiksem tundlikkus ilmastikutingimuste suhtes
- võime sillateki plaati kaitsta ja vettpidavad omadused
- kõrge püsivus
- väsimuskindlus
- kindlus jäävdeformatsioonide suhtes
- võime jaotada koormust

Et tagada nõutav ja oluliselt tugev nakkumine, on vajalik krundikiht. Üldiselt on olemas kolm krundikihtide tüüpi, mida eristatakse kasutatud põhimaterjali järgi: kas bituumeni (kuum vedel bituumen), bituumenemulsiooni (külm vedel bituumen) või tehisvaikude baasil tehtud krundikihid. Vaikudest krundikihid sisaldavad külmalt hanguvaid epoksüvaike, mis on üle puistatud kivituhaga.

Ülakiht on tehtud asfaltsegust. Põhilised asfaltsegu tüübid, mida sildadel mainitud otstarbeks kasutatakse, on tihe asfaltbetoon, valuasfalt ja killustikmastiksfalt (SMA⁴).

Näited katendi paksuste ja materjali tüüpide kohta, mida mitmel maal pruugitakse, on toodud Lisas 1.

3. Asfaldikihid

3.1 Terasest sillatekkide asfaldikihid

Kuivõrd terassilla tekk on väiksema jäikusega kui betoonsilla oma, siis peab kate kannatama suuremaid paigutusi (läbivajumisi) ilma sealjuures pragunemata. Sealjuures tekib aga vastuolu kattelt suure jäikuse nõudmisega, mis on vajalik heade kandeomaduste saavutamiseks.

⁴ Tõlkimisel on kogu tekstis kasutatud asfalditüüpide standardijärgseid tähistusi. (A.K.)

Teraskonstruksioonides esinevad sillatekkidel suured deformatsioonid ja seetõttu asfaldikihis tekkinud väsimus on terassildade puhul tähtsam, kui betoonsildade puhul (kus see ei ole tegelikult üldse probleem). Niisiis on vaja leida optimaalne lahendus kahe näitaja vahel, milleks on püsiformatsioonikindlus (rööbastumise suhtes) ja väsimuskindlus (pragude suhtes). Mõnel juhul kasutatakse terassildadel epoksüasfalti [nt Humberi sild (*Humber Bridge*) UK-s]

Üldiselt on terasplaadi paksuse suurusjärg 10...14 mm ja asfaldikihtide paksuse suurusjärg 135...80 mm.

Et vähendada nõ „surnud koormust“, tuleb projekteerimisel terase kaal ja sillateki katendi maht hoida minimaalse võimaliku lähedal.

3.2 Raudbetoonist sillatekkide asfaldikihid

Betoonist sillatekid on rohkem levinud ja nad on samas ka tundlikud niihästi koormuspragunemise kui ka kahanemispragunemise suhtes. Betoonsildu võivad kahjustada külmumis-sulamistsükli mõju betoonile, abrasiivvigastused, betooni täiteainete leeliselise reaktsioon ja armatuuri korrosioon. Tuleb võtta meetmed, et takistada või minimeerida potentsiaalselt sooladega küllastunud niiskuse juurdepääs. Betoonsilla oodatav eluiga on 100 aastat. Üks tingimus kindlustamiseks seda pikka eluiga on sillateki veekindlaks muutmine koos kõrge kvaliteedilise asfaltkatendi paigaldamisega.

Põhilised funktsionaalsed nõudmised asfaltkatetele on veekindlus kõigis olukordades, mehaaniline stabiilsus/tugevus vastu pidada liikluskooresse, kaasa arvatud surve- ja nihkejõud kurvides ja pidurdamise/kiirendamise ajal, vastupidavus pragunemisele ja kihistumisele temperatuuri muutumise mõjul või liikluskooresse toimel, samuti mehaanilise ja keemilise vastupidavuse osutamine normaalkoormuste all ning vastupanu murenemisele jäätetõrje kemikaalide toimel.

Tavaliselt koosneb asfaltkate kaitsekihiga ja ülakihtiga. Enamasti juhtub, et kaitsekihiks valuasfalt või modifitseeritud asfaltbetoon, mis on vastandina tava-asfaltbetoonile suure täiteainesisaldusega ja väikese õhupooride hulgaga. Ülemise(-te) kihtide asfalt võib olla kavandatud jäigem. Kaitsekiht tuleb projekteerida natuke pehmem kui ülakiht. Kaitsekiht peab olema küllaldase paksusega, et hoida katendi stabiilsust ja kaitsta tema all leuvat isolatsioonikihti kuumuse mõju eest. Kaitsekiht on püsiv ja tihe katendikiht, mis kaitseb isolatsioonikihti ka mehaaniliste vigastuste eest ja takistab pinnavee sisseimbumist.

Väiksematel sildadel kasutatakse enamasti sama ülakihti, mis on ka selle naabruses oleval teelõigul. Suurematel sildadel võib ülakihtiks olla erinevaid asfaltbetooni tüüpe nagu SMA, õhuke asfaltbetoon jne. Ülakiht tuleb teha kõva bituumeniga või polümeer-modifitseeritud bituumeniga valmistatud segust. Betoonist sillatekkide jäikuse tõttu on nende tarvis asfaltsegu lihtsam projekteerida.

4. Sillatekkide asfaldikihtide rajamiseks kasutatavad asfaltsegud

Liikluskooresse toimel ilmnevad sillateki süsteemis elastsed deformatsioonid. Asfaldikiht peab järgima neid korduvaid deformatsioone, ilma et kihil tohiks areneda väsimuspragusid, kuna peamine nõudmine konstruktsiooni suhtes on olla veekindel.

Sillatekkidel kasutatakse üldiselt rullidega tihendatavat asfalti (asfaltbetoon, kuumrullitud asfalt ja SMA) ning valuasfalti.

Enamkasutatavad asfaltsegud sillatekkide jaoks on järgmised:

4.1 Valuasfalt

Valuasfalti iseloomustab pooride ületäitumine bituumeniga.

Valuasfaldi põhiomadused on:

- Sideaine moodustab püsiva seisundiga segu, mis on oluliselt vedel, nii et seda on võimalik valada.
- Kuivõrd valuasfalt on väga viskoelastne, siis ta ei pragune kergesti. Et teha valuasfalti vastupidavaks püsideformatsioonidele, kasutatakse sageli lisandeid nagu termoplastilised elastomeerid, et saavutada suuremat elastsust, aga kasutatakse ka tooteid, mis bituumenit „kõvendavad“ nagu vahad, polümeerid ja looduslikud asfaldid.
- Valuasfaldi valmistamiseks kasutatakse tavalist asfalditehast mõningate modifikatsioonidega.
- Poorid on üle täidetud mastiksiga. See on väga termoplastiline materjal, mis tähendab, et ta kiiresti ei pragune, kuigi on deformatsioonide suhtes tundlik.
- Ületäidetud pooride tõttu ja kindla kuju puudumise tõttu ei vaja segu tihendamist.
- Kuna valuasfaldis on suur määr peentäiteainet ja suures koguses bituumenit, siis valuasfaldi enda karedus on tema sileda pinna tõttu kesine. Kareduse parendamiseks töödeldakse katte pinda peene kivimaterjaliga.
- Vastupidavust püsideformatsioonidele ei saavutata täiteainega, vaid mastiks-sideainega, milleks on kõva bituumen (45/60, 20/30 või segu, mis koosneb 45/60 ja looduslikust või modifitseeritud bituumenist), ja kõrge filleri määraga.
- Madal pooride hulk muudab sedasorti segutüübid äärmiselt veekindlaks.
- Et kombineerida katendi erinevaid kihte ühtseks tervikuks, kasutatakse kõrgmodifitseeritud valuasfaltkihtide süsteeme.
- Asfaltmördi kõrge jäikuse tõttu toimub selle tootmine ja käitlemine suhteliselt kõrge temperatuuri juures. Rakendades soojalt segatud asfaldi (WMA) valmistamise tehnoloogiaid on võimalik valuasfalti toota ka madalamatel temperatuuridel.
- Katte mahapanekuks on vaja spetsiaalseid laotureid, välja arvatud juhtudel, kui väga väikesi alasid kaetakse käsitsi laotamise teel.

Kuigi valuasfalti on keerukam toota ja käidelda kui „rullitud asfalti“, on valuasfalt põhiliselt segu elastsuse tõttu võimeline järgima terasest sillatekkide ulatuslikke deformatsioone, ilma et tekiks väsimuspragusid. Lisaks on valuasfaldil ka parem nakkuvus all lebavate kihtidega kui tavalisel „rullitud asfaldil“.

4.2 Modifitseeritud asfaltbetoon

Juhul, kui raudbetoonist sillatekil kasutatakse kaitsekihina asfaltbetooni, on see enamatel juhtudel modifitseeritud asfaltbetoon, millel on väike pooride maht (üldiselt alla 4% mahu järgi) ja mis sisaldab suurt hulka rohkem kui 4 mm teramõõduga täitematerjali. Modifitseeritud asfaltbetooni valmistamisel kasutatakse kõva bituumenit ja ta on rikkaliku sideaine sisaldusega. Sildade asfaltkatendite normid põhinevad teede asfaltkatendite normidel, kuid on nõudmiste poolest tehtud karmimaks, nõutakse rangemat materjali ja teostuse kontrolli koos ulatuslikuma järelevalvega tööde tegemise ajal.

4.3 Killustikmastiksasfalt

Killustikmastiksasfalt (SMA) on sillatekkide jaoks robustsem segu, millel on kõrge väsimus- ja deformatsioonikindlus (st oluline jäikus) ja mida võib toota tava-asfalditehastes ning laotada tavaliste

laoturitega. SMA on vastupidav jäävdeformatsioonidele, kuna tema skeetil on kivi-kivi vastu kontakt. Tihendatud kihi oluline pooride hulk takistab segu muutumist mördist ületäidetuks.

4.4 Kõrgmodifitseeritud asfaltsegud

Terassilla teki jaoks on otstarbeka segu projekteerimine üsna keerukas, kuna segult nõutakse, et ta peaks olema ühel ja samal ajal väga väikese pooride sisaldusega, väga elastne ja väga rööbastumiskindel. Sellepärast kasutatakse sillatekkidel isolatsioonimaterjalina kõrgmodifitseeritud asfaltsegusid. Segu omaduste parendamiseks lisatakse bituumenile sageli modifikaatoreid. Segudelt, mis on kõrge polümeeride sisaldusega (umbes 7,5%), oodatakse head rööpakindlust, kusjuures muud omadused on võrreldavad teiste materjalidega. Segu elastsus lubab projekteerijal kasutada suuremat valikut baas-bituumeneid, et rahuldada iga spetsiifilise rakenduse nõudmisi: kõvem baas-bituumen äärmusliku rööpakindluse saavutamiseks või pehmem baas-bituumen (nt terassilla puhul) äärmusliku väsimuskindluse saavutamiseks.

4.5 Dreenasfalt/ Porne asfalt

Mõnel maal (nt Hollandis) kasutatakse ülakihiks ka dreenasfalti. Üldiselt laotatakse see isolatsioonikihi peale. Porne asfalt peab sisaldama suure hulga õhupoore, umbes 20 kuni 25 % mahu järgi pärast tihendamist ja järeltihenemist liikluse all. Peale selle peab kihi stabiilsus olema piisav, et ta saaks toimida kui katendi aluskiht.

4.6 Epoksüasfalt

Epoksüasfalt on kahekomponentse sideainega⁵ – bituminoosne sideaine + vedel diepoksüvaik – valmistatud asfaltbetoon. Materjali valmistatakse ja paigaldatakse üldiselt samal viisil nagu kuuma asfaltbetooni, kuid ta võimaldab erakordselt vastupidava ja elastse sõiduteepinna, mis on ideaalne ortotroopse sillateki jaoks. Seda kasutatakse sildadel maailmas mitmel pool. Tegemist on keeruka tootega, sest oma tardumisaja tõttu vajab epoksüasfalt valmistamiseks ja laotamiseks spetsiifilist organiseerimist (asfaltbetooni tardumisaeg on lühike, mõnikord vähem kui 1 tund).

5. Tehnohoole ja taastamine

Ilma õigeaegse tehnohooldeta on raudbetoonsillad tundlikud betooni kahjustustele ja terasest armatuuri korrosioonile, eriti kui nad pole kaitstud jäätetõrje vedelike või soolade eest [7]. (Kuna sooladest küllastunud õhule või jäätetõrje soolale kättesaadavate maantee sillatekkide armatuurterase korrosioon tekitab kestvaid probleeme seoses hooldamise ja remontimisega või viib isegi sillateki vahetamise vajaduseni) [8]. Niiskuse imbumine asfaltkattesse võib põhjustada selle ennatlikke deformatsioone ja tõsisemaid kahjustusi.

Kahjustuste tüübid, mis võivad ilmned ortotroopsete terassildade katendites:

-**Püsideformatsioon:** üldiselt põhjustatud erandlikult kõrgete ja/või korduvate pingete poolt

- **Pragunemine:** Katendi materjalide väsimuspragunemist põhjustavad korduvad pinged (nihke- või tõmbepinged), mida tekitavad liiklus, keskkonna seisund ja mitterahuldav konstruktsioon. Kui praod jõuavad teki terasest osani, siis see roostetab ja võib viia katendikihtide irdumiseni tekippinnast.

⁵ Erinevalt tava-asfaldist ei muutu toode madalatel temperatuuridel rabedaks ega kipu kõrgetel temperatuuridel sulama (A.K.)

- **Mullitamine:** See on isolatsioonikihi kohalik paisumine. Mullitamine ilmneb, kui isolatsioonikihi aluskiht sisaldab vett. Kui kuuma asfaltsegu laotada sellisele kihile, siis vesi aurustub ja tekitab mulle. Kihi pinnal on need näha kui „üksikud muhud“.

- **Lagunemine:** Selle alla kuuluvad murenemine (st kiviosakeste kadu kihi pinnalt) ja löökaugud. Lagunemist põhjustavad praod, nakkekadu ja/või teiste kahjustusmehhanismide kombinatsioon. Murenemine võib tõsiselt vähendada katendi karedust ja selle kaudu ohustada teekasutajate julgeolekut.

Mõnikord iseloomustatakse avariilukordi neid põhjustavate mehhanismide toimete kaudu. Vigastuste tekkimist hõlbustab katendi tugevust vähendavate mehhanismide tegevus, st nakkumise vähenemine plaadi ja ülakihi vahel, bituumeni vananemine, täiteaine materjali tuulumine (keemiline lagunemine, mida põhjustavad hapnik, vesi, soojus ja/või päikesekiirgus) ja bituumenmaterjalide sidejõu nõrgenemine madala viskoossuse tõttu kõrgetel temperatuuridel. Kui kord nakkumine terasteki ja katte vahel on hävinud, on katendi kahjustumine vaid aja küsimus. Siduva kihi lagunemise või nõrgenemise taga on mitu põhjust, mille seas on:

- Suured nihkepinged katendi ja sillateki vahel, mida põhjustavad liiklusvahendite rattad kiirendamisel või pidurdamisel. Nihkepinged omakorda nõrgendavad ja hävitavad naket.
- Segu liiga kõrge temperatuur laotamise ajal. See võib tõsta terasest sõiduteeplaadi temperatuuri ja põhjustada tõsiseid pingeid plaadi pinnal.
- Samuti nõrgendab naket sillatekil esinev sõidukite kiirest liikumisest tingitud vibratsioon.
- Nihkejõud (niihästi piki- kui põiksuunas) kasvavad, kui kasvab sillateki põikkalle. Need nihkejõud võivad põhjustada pragusid tarindi kõrgemates osades.

Ennetavat tehnohoolet defineeritakse kui õigel ajal tehtud efektiivsete kulutuste strateegiat, selleks et säilitada ja pikendada silla kasulikku eluiga. Terassildade katendite taastamiseks on mitmeid meetodeid: ülakihi asendamine või kogu vana katendi eemaldamine ja uuesti ehitamine.

Võimalikud raudbetoosildade katendite kahjustused

Raudbetoonsildade jaoks kõige märkimisväärsamad kahjustusi põhjustavad tegurid on kesine nakkumine hüdroisolatsioonikihi ja asfaltkatte vahel ning niiskuse imbumine asfaltkattes. Kui asfaltkate ei ole küllaldase paksusega ja kruntimine õigesti teostatud, siis võib see põhjustada ennatlikke deformatsioone.

Olulise tähtsusega on pragnenud sillatekkide parandamine, määrates kindlaks, kas praod on strukturealsed või mitte-strukturealsed; lisaks avaldavad asfaltkattele mõju niihästi keemilise vastupidavuse ja veekindluse nõuete kehtestamine sillateki ja konstruktsiooni suhtes kui ka õigeaegne remont. Piiratud strukturealseid või mitte-strukturealseid pragusid saab parandada, kasutades madalsurvega epoksüvaig-injektsiooni süsteemi. Nii pikeneb sillateki kandva kattekihi normaalne elutsükel märgatavalt [9].

Enamkasutatavad taastamismeetodid on freesimine ja täitmine.

Eelistatud on plaanipärane strateegia, mis säilitab ja pikendab silla kasulikku kasutuskestvust enne seda, kui vead ilmnevad, hõlmates:

- Üldise puhastamise, mis haarab kõigi tekkide iga-aastase veega uhtmise, drenide pesemise ning tugiosade, vuukide, postide otsakute, toepatjade, betoonrennide ja käsipuude korrastamise;

- Ennetavad tehnohooldetööd nagu värvimine, isoleerimine ja kruntimine ning sillateki väiksem rutiinne auguparandus ja rinnatiste remont.
- Tõsisem remont, kaasa arvatud konstruktsioonide rihtimine, pragude remont, epoksüvaigu injektsioon, kandesüsteemide parandamine või seadistamine, paisumisvuukide remont ja isoleerimine, põhiliste konstruktsiooniüksuste (piki- ja põiktalad, postid, postide ja vaiade otsakud, toed ja taldmikud, veealused remonttööd, suuremad sillateki parandused ja suuremate kruntimis- ja isolatsioonitööde teostamine) remont või ümbersarrustamine.
- Voolukanali hooldetööd, sh prahi eemaldamine, kallaste(nõlvade) kindlustamine ja erosiooniprobleemide lahendamine.

6. Järeldused

- Asfaltbetooni kasutamine tagab parima ja ohutuima sõidukvaliteedi ning vastab sõidukijuhtide ootustele enamikel teede ning samahästi ka sildade katete suhtes.
- Tänapäevane asfaltbetoon kombinatsioonis õigesti projekteeritud hüdroisolatsiooniga ja õigeaegse tehnohooldega on hea lahendus, et saavutada sildade täna soovitav 120-aastane tööiga.
- Asfaldi loomupäraseid vettpidavaid omadusi võib rakendada, et dubleerida hüdroisolatsiooni võimekust, kasutades vastavalt valuasfalti.
- Betooni ja/või terase kõrgtoimiva kaitse tagamiseks võib kasutada mitmesuguseid olemasolevaid sihtotstarbelisi hüdroisolatsiooni- materjale ja süsteeme.
- Sillatekkide asfaltkatendid peavad koondama liikluskoormuse, kandma selle üle kandekonstruktsioonile, jääma sealjuures tasaseks ja deformatsioonikindlaks ning võimaldama libisemiskindlad sõidutingimused. Samal ajal peavad nad kaitsma silla konstruktsioone pinnavee eest, mis talvisel ajal sisaldab korrosiooni põhjustavat jäätetõrje soola. Neid funktsioone pole üldiselt korraga suuteline täitma ainult üks materjal, mistõttu saab sillateki katendit moodustavate kihtide ülesanded funktsionaalselt jaotada.
- Üldiselt koosneb sillateki katend krundikihist, islatsioonikihist, kaitsekihist ja ülakihist. Katendi paksus varieerub ning sõltub sillateki tüübist.
- Krundikiht peab katma kogu sillateki pinna. Betoontekk krunditakse bituumen-emulsiooniga, PMB-ga, epoksüvaiguga, polüuretaaniga või teiste sarnaste materjalidega.
- Õnnestunud ja efektiivne drenaažisüsteem peab tagama nii pinnavee kui ka kattealuse vee ärajuhtimise. Et kindlustada silla pikk eluiga, on oluline sillateki hüdroisolatsioon koos asfaltkatendi kõrge kvaliteediga.
- Et tagada piisavalt tugev nakkumine asfaldikihi ja all-lebavate kihtide vahel, on nõutav sidekiht. Selleks või kasutada bituumenit (kuum vedelbituumen), bituumen-emulsiooni (külm vedelbituumen) või tehisvaiku.
- Ülakiht(-kihid) peavad olema tasase kareda pinnaga, madala müratasemega, oluliselt vigastamiskindlad, vastupidavad õlile, veele ja mineraalidele ning vähetundlikud ilmingimuste suhtes. Nad peavad üles näitama häid veetõkkeomadusi, kõrget stabiilsust, väsimuskindlust ja püsideformatsioonikindlust ning suutma jaotada koormust, et tagada ohutut ja mugavat sõitu. Sillatekkide katendite ülakiht valmistatakse asfaltsegust, milleks on tavaliselt tihe asfaltbetoon, valuasfalt või SMA.

- Teraskonstruksioonide puhul esinevad sillatekkides ulatuslikud deformatsioonid, mistõttu terassildade puhul on katendite asfaldikihi väsimuskindlus olulisem kui raudbetooni puhul. Eri maades kasutatakse erinevaid asfaldikihtide materjale ja erinevaid kihipaksusi.
- Valuasfalti kasutatakse kattekihina peamiselt terassildade tekkidel, aga samuti ka hüdroisolatsioonikihina niihasti teras- kui ka raudbetoonsildadel. Valuasfalt on väga termoplastiline materjal, mis kuigi olles deformatsioonitundlik, on näidanud, et ta kiiresti ei pragune. Valuasfaldile alternatiiviks on modifitseeritud SMA.
- Epoksüasfalt on kahekomponentse sideainega valmistatud asfaltbetoon, mille abil saadakse erakordselt vastupidav ja elastne sõiduteepind. Seda materjali toodetakse ja paigaldatakse üldiselt sama moodi kui kuumalt segatud asfaltbetooni.
- Asfaltsegu projekteerimine on lihtsam raudbetoonsildade jaoks, kuna betoon on jäik materjal. Ülakihtide asfalt võib olla projekteeritud jäigem, kaitsekiht tuleks aga projekteerida pisut pehmem kui ülakiht. Üldiselt on väiksemate sildade puhul katendi ülakiht enamasti sama, mida kasutatakse külgneval teelgi. Suurematel sildadel võidakse ülakihtiks kasutada erinevaid materjale nagu SMA, õhuke asfaltbetoon jne.
- Sillatekkide heaks toimimiseks ja kestvuseks on olulised otstarbekohane ja õigeaegne tehnohooldus ja taastamine. Pragunenud sillatekkide remontimiseks on tarvis praod määratleda (st kas strukturealsed või mitte-strukturealsed). Suuremad taastamistööd võivad alates pinna täiendavast kaitsmisest ulatuda kuni sillateki täieliku väljavahetamiseni. Ennetav tehnohoole on defineeritud kui silla kasuliku tööea säilitamiseks ja pikendamiseks õigeaegselt tehtavate efektiivsete kulutuste strateegia.
- Terassildade tekkidel kasutatava asfaltbetooni väsimuskindluse hindamisel kasutatakse Prantsuse standardit.

7. Viited

- [1.] Hendy, C.R.; Iles, D.C.; P185 (Fifth Issue) Steel Bridge Group: Guidance Notes on Best Practice in Steel Bridge Construction, The Steel Construction Institute, Berkshire, UK, 2010.
- [2.] Medani, T.O.; Asphalt Surfacing Applied to Orthotropic Steel Bridge Decks - A Literature Review, Report 7-01-127-1, March 2001, Delft University of Technology, the Netherlands.
- [3.] Design of Concrete Bridge Deck Rehabilitation, Best Practice Guideline; Alberta Transportation, Canada, January 2003. <http://www.transportation.alberta.ca/Content/docType30/Production/BPG4.pdf>
- [4.] Highway Bridge Engineering and Bridge Engineering Software <http://www.bridgesite.com/softwarelinks.htm>
- [5.] Krauss, P.D.; Lawler, J.S.; Steiner, K.A.; Guidelines for Selection of Bridge Deck Overlays, Sealers and Treatments, Wiss, Janney, Elstner Associates Inc., ASPIRE, The Concrete Bridge Magazine, Summer 2010
- [6.] Bridge Decks Solutions Hanoi, Shell Bitumen, 15 December 2005
- [7.] Bridge Reservation Guide Using Cost Effective Investment Strategies, FHA
- [8.] Bakht, B.; Mufti, A.A.; Steel-Free Bridge Decks Defy Corrosion; The Aberdeen Group, Hanley-Wood Inc., 2000.
- [9.] "French standard used for the determination of fatigue resistance for asphalt concrete laid on steel deck bridge".
- [10.] Vibeke Wegan, Surfacing of concrete bridges, Road Directorate, Danish Road Institute, Denmark

Lisa 1. Erinevate maade kogemused

1. SAKSAMAA

Saksamaal ehitatakse sillatekkide asfaltkatted kahekihilistena. Esimene asfaldikiht on kaitsekiht, mis on paigaldatud hüdroisolatsioonikihi peale. Tavaliselt on see kiht valuasfaldist. Teine kiht toimib katendi ülakihina ja see ei ole isolatsioonisüsteemi osa. Ülakihi võidakse kasutada niihästi valuasfalti kui ka SMA, PA või AC, kuid tavaliselt on see siiski valuasfalt. Iga kihi paksus peab olema vähemalt 35 mm ja maksimaalselt 40 mm (olenevalt täiteaine teramõõdust).

Asfaltsegu projekteerimine betoonsildade jaoks on lihtsam, tänu betooni jäikusele. Ülakihtide jaoks võib asfaltsegu olla projekteeritud kõvemana. Kaitsekiht peaks olema projekteeritud pisut pehmem kui ülakiht.

Terassildade puhul on asfaltsegu projekteerimine komplitseeritum. Projekteerimine oleneb teraskonstruksiooni käitumisest. Sageli tuleb teha valik, kas lubada rööbastumist või pragude tekkimist. Projekteerimise seisukohalt on rööbaste lubamine parem valik, sest pragude kaudu võib vesi tungida isolatsioonisüsteemi.

Saksamaal on betoon- ja terassildade hüdroisolatsioonisüsteemide jaoks materjali tootmiseks ja konstruktsioonide rajamiseks nõutav taotleda litsents teedeasjade riigiasutuselt⁶, mis asub Kommunikatsiooniministeeriumi haldusalas.

Raudbetoonist sillatekid

Raudbetoonist sillatekkide jaoks on kasutusel kaks erinevat konstruktsiooni:

Type 1: hüdroisolatsioonikiht bituumenlehtedega (Joonis 1)

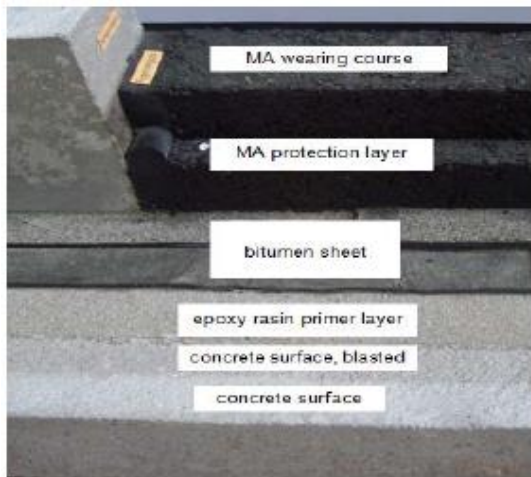
- Spetsiaalne krundimine: krundikiht ; lahustivaba krunt epoksüvaigu baasil, üle puistatud kvartslüivaga (300...500 g/m²)
- Bituumenlehtedest isolatsioonikiht paksusega 4,5...5,5 mm.
- Valuasfaldist kaitsekiht (ZTV-ING osa 7)⁷
- Ülakiht (TL Asphalt-StB; EN 13108 MA, KMA, AC või PA jaoks).

Tüüp 2 hüdroisolatsioonikiht vedelast plastikust krundiga (Joonis 2)

- Spetsiaalne krundimine: krundikiht ; lahustivaba krunt epoksüvaigu baasil, üle puistatud kvartslüivaga (300...500 g/m²)
- Vedel plastik-krunt paksusega 2...6 mm.
- Bituumenlehtedest isolatsioonikiht paksusega 4,5...5,5 mm.
- Valuasfaldist kaitsekiht (ZTV-ING osa 7)
- Ülakiht (TL Asphalt-StB; EN 13108 MA, SMA, AC või PA jaoks)

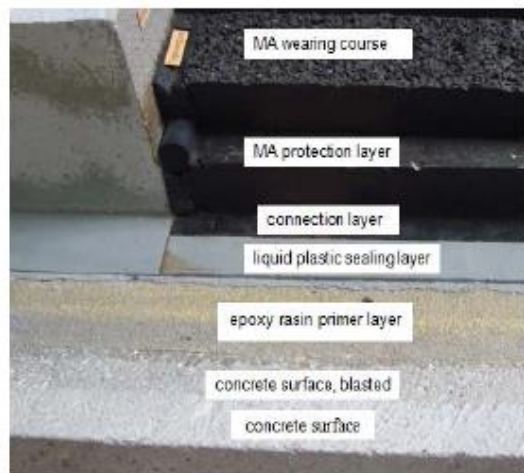
⁶ Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) sks.k (A.K.)

⁷ ZTV-ING ja TL Asphalt-StB – vastavad Saksa normid (lüh.) (A.K)



Joonis 1: Tüüp 1
Hüdroisolatsioon bituumenlehtedega.

- Valuasfaldist ülakiht
- Valuasfaldist kaitsekiht
- Bituumenleht
- Epoksüvaigust krundikiht
- Tekibetoon (töödeldud)
- Tekibetoon



Joonis 2: Tüüp 2 Hüdroisolatsioon
vedelplastikust krundiga

- Valuasfaldist ülakiht
- Valuasfaldist kaitsekiht
- Sidekiht
- Vedelplastikust krundikiht
- Epoksüvaigust krundikiht
- Tekibetoon (töödeldud)
- Tekibetoon

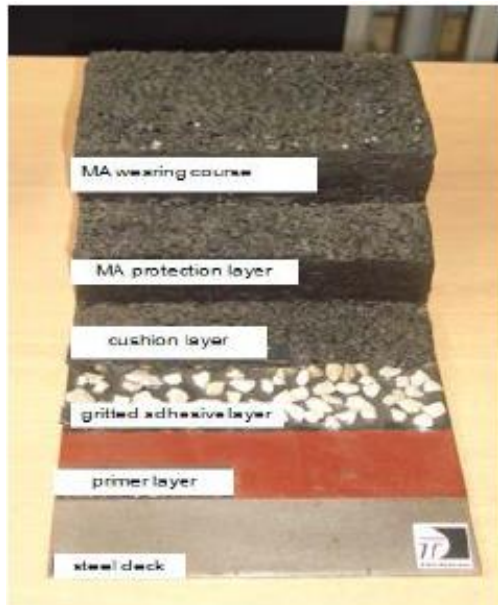
Terasest sillatekk

Terassildade tekkide jaoks kasutatakse kolme erinevat konstruktsiooni:

- Tüüp 1: epoksüvaigust hüdroisolatsioonikiht (jaguneb alatüüpideks 1a ja 1b) (Joonis 3)
- Tüüp 2: bituumenist hüdroisolatsioonikiht (jaguneb alatüüpideks 1a ja 1b)
- Tüüp 3: epoksüvaik/bituumen hüdroisolatsioonikiht (Joonis 4)

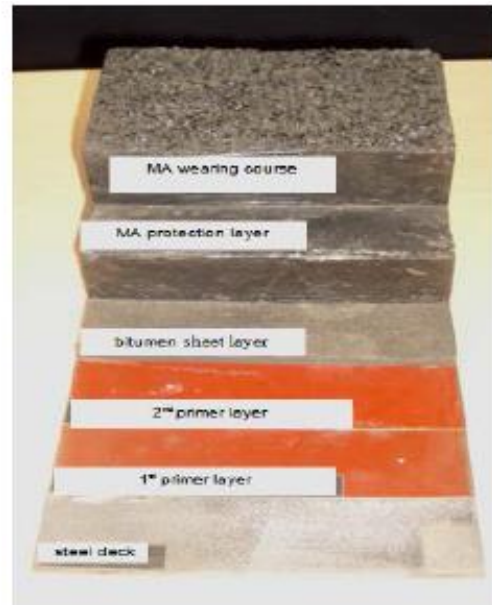
Tüüp 1a: epoksüvaigust hüdroisolatsioonikiht

- krundikiht epoksüvaigu baasil, puistega sidekiht epoksüvaigu baasil
- polsterkiht polümeermodifitseeritud bituumeni baasil
- valuasfaldist kaitsekiht (ZTV-ING osa 7) paksusega 35 mm)
- ülakiht (TL Asphalt-StB: EN 13108 MA, SMA jaoks)



Joonis 3: Tüüp 1a: Epoksüvaigust hüdroisolatsioon

- Valuasfaldist ülakiht
- Valuasfaldist kaitsekiht
- Polsterkiht
- Puistega sidekiht
- Krundikiht
- Teki teraspind



Joonis 4: Tüüp 3: Epoksüvaik/bituumen hüdroisolatsioon

- Valuasfaldist ülakiht
- Valuasfaldist kaitsekiht
- Bituumenleht
- Teine krundikiht
- Esimene krundikiht
- Teki teraspind

2.TÜRGI

1. Betoonist sillatekkide katendid

Betoonsildade tekkide katendi tüüpkonstruktsioon:

AC – 50 mm või SMA – 40 mm
Bituumen /PMB plaadist membraan
Spetsiaalkruunt bituumeni baasil
Betoonist tekipind

Betoonsilla katendi ülakihi paksus ja asfaltsegu tüüp on samad, mida kasutatakse külgneval teelõigul.

Tavaliselt kasutatakse riigiteede üldvõrgu sildadel asfaltbetooni, aga kiirteede sildadel ja viaduktidel polümeermodifitseeritud bituumenitega valmistatud SMA või asfaltbetooni.

Paisumisvuugid võidakse teha mehaaniliselt või kasutades bituminooset vuugitäidet, mis on segatud peentäiteainega.

Asfaldist ülakihi peamised kahjustused on pragunemine, rööbastumine ja murenemine kesise hüdroisolatsioonisüsteemi tõttu, konstruktsiooni kehva kvaliteedi tõttu ja mittepiisava vuukide isolatsiooni tõttu.

2. Terasest sillatekkide katendid

Terassildade tekkide katendi tüüpkonstruktsioon:

Valuasfalt – 35 mm
Spetsiaalne kruunt
Eliminator® membraan⁸
Korrosioonivastane metallikruunt
Tsinkplaatkate
Karestatud teras-tekk

Eliminator® kilega sillateki hüdroisolatsioonisüsteemi kasutatakse terasest sillatekkidel. Süsteem on piisavalt vastupidav, et vastu panna liikluskoormusele ja võimaldab piisavat nakkumist terasteki ning järgneva kattekihi vahel, kuna ta kannatab suuri nihkepingeid. Membraani tugev nakkumine ühelt poolt sillatekiga ja teiselt poolt kattega – seostatult valuasfaldist katte jäikusega – aitab vähendada ka konstruktsioonis tekkivaid üldisi pingeid.

⁸ Firma Stirling Lloyd poolt toodetav spetsiaalne hüdroisolatsioonikile (A.K.)

• Esimene Bosporuse ripp-terassild

Bosporuse sild Istanbulis (Türgis), mis üle Bosporuse väina ühendab Euroopat Aasiaga.

Kogupikkus/laius/kõrgus	1510m / 39m / 105m
Pikim ava/vertikaalne gabariit	1074m / 64m

Oma valmimise ajal 1973.a oli Bosporuse ripp-sild ava pikkuselt maailmas neljandal kohal. Praegu on see vastavas pingereas 16.



Sillal on kogu laiuses kaheksa liiklusrada. Kummalgi liiklusuunal on kolm rada autoliikluseks, üks varurada ja üks kõnnitee.

Tänapäevane liiklussagedus sillal on ümmarguselt 180 000 sõidukit ööpäevas mõlemas suunas. Alates 1980.a ei ole raske liiklus enam lubatud. Täiskoormatuna on silla läbivajumine ava keskel 900 mm.

Katendi valuasfaldist ülakiht uuendati täielikult 1991.a. Pärast seda ei saadud kõrge liiklussageduse tõttu kaua aega

katet uuendada. Seetõttu tehti sagedasti valuasfaldiga auguremonti ja isoleeriti pragusid katte pinnal. Peamised vead ongi praod, murenemine ja lõõkaugud. Katend kavatsetakse taastada 2013.a.⁹

• Fatih Sultan Mehmet ripp-sild

Fatih Sultan Mehmet ripp-sild Istanbulis (Türgis) üle Bosporuse väina.

Kogupikkus/laius/kõrgus	1510m / 39,4m / 111m
Pikim ava/vertikaalne gabariit	1090 / 64m

Kiirteesild valmis 1988.a. Sellel on neli käigus olevat sõidurada ja üks varurada kummaski liiklusuunas. Praegune ööpäevane liiklussagedus sillal on umbes 250 000 sõidukit mõlemas suunas. Peaaegu 15% neist on raskeveokid.

Katendi valuasfaldist ülakiht uuendati täielikult 2002.a. Pärast seda tehti sillal 10 aasta jooksul kohalikke hooldetöid. Sageli teostati auguremonti valuasfaldiga ning isoleeriti pragusid katte pinnal.

Peamised hädad olid pragunemine, rööbastumine ja murenemine. Paistis, et pragude tekkepõhjuseks on väsimus ja rööbastumine. Lisaks sellele, et liiklussagedus on sillal kõrge ja liiklus toimub väikese kiirusega, loeti ülakihi alaliselt esinevate probleemide peamiseks põhjuseks kesine side terasest sillatekiga ja mitteküllaldane kindlus kõrgete õhutemperatuuride suhtes.

2012.a. uuendati katendi valuasfaldist ülakiht taas täielikult.



⁹ Artikli tõlkimise ajal ei õnnestunud selgitada, kuidas kavatsust täidetakse (A.K.)

3. ROOTSI

Kasutatakse peamiselt kahte tüüpi hüdroisolatsioonisüsteemi: isolatsioon valuasfaldiga ja isolatsioon polümeermodifitseeritud bituumenlehtedega. Sildade hüdroisolatsioon ja katend teostatakse vastavalt rahvuslikele sillanormidele (*TRVKB 10 Tätskikt på broar TRV 2011:089*). Betoonest sillatekkide isoleerimiseks ei kasutata selliseid vedelikke nagu polüuretaan või epoksüvaik.

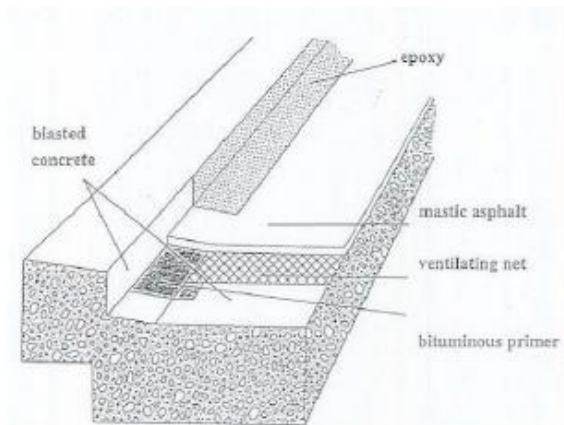
Põhilised isolatsioonisüsteemid

1970.a alates on Rootsis kasutatud valuasfalti klaaskiududest võrgul. Tulemused on üldiselt olnud head.

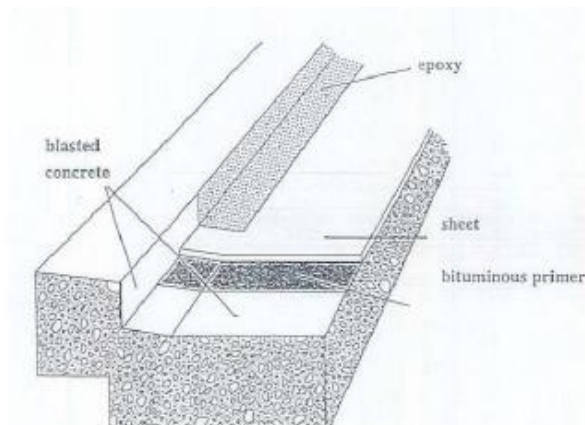
Hüdroisolatsioonisüsteem koosneb 10 mm paksusest asfaldikihist, mis on paigaldatud ventileerivale fiiberklaasist võrgule. Valuasfalt on segu polümeermodifitseeritud bituumenist, lubjakivi-fillerist ja liivast (suurim teramõõt 2 mm). Polümeermodifitseeritud bituumen peab sisaldama vähemalt 4,0% SBS polümeeri¹⁰ ja bituumen ei tohi olla oksüdeeritud. Piki sisemist külge on betoonteki servad töödeldud bituminoosse vedelkrundiga. Rinnatise serva isolatsioon tehakse harilikult kivisöetõrvast toodetud epoksüvaiguga.

Kaitsekiht tehakse tihedast asfaltbetoonist, valuasfaldist või betoonist. Valuasfalti ei või kasutada kergesti mõjutatavates konstruktsioonides nagu terasest talasildades Rootsi põhjapoolses osas (kus päevane temperatuur võib olla alla -22 °C).

Oma kindla turuosa on nüüdseks võtnud Rootsi sildadel kasutatavad polümeermodifitseeritud bituumenist lehtedega veeisolatsioonisüsteemid. Kasutatakse kõrge kvaliteediga SBS-modifitseeritud bituumenlehti. Isoleeriv leht peab olema vähemalt 5 mm paksune, lehe sisse paigutatud südamikuga, ja leht paigaldatakse tavaliselt ühe kihina. Sillatekk töödeldakse eelnevalt sobiva krundiga (bituminoosne vedelkrunt, mis peab olema testitud koos isoleeriva lehega). Servaisolatsiooniks kasutatakse tänapäeval tiksotroopset epoksüvaiku (või isolatsioonilehte). Kaitsekihiks on tavaliselt asfaltbetoon või valuasfalt. (Joonised 1 ja 2)



Joonis 1: Hüdroisolatsioon valuasfaldiga



Joonis 2: Hüdroisolatsioon polümeermodifitseeritud bituumenlehega

Blasted concrete – töödeldud pinnaga betoon
Epoxy – epoksüvaik
Mastic asphalt – valuasfalt
Ventilating net – ventileeriv võrk
Bituminous primer – bituumenkrunt
Sheet – (bituumen-)leht

¹⁰ SBS polümeer – stüreen-butadieen-stüreen polümeer (A.K.)

Katsemeetodid ja nõuded polümeermodifitseeritud bituumenlehtede suhtes

Rootsis on kehtestatud nõuded polümeermodifitseeritud bituumenlehtede, polümeerbituumeni ja -krundi ning isolatsioonisüsteemi suhtes (betoon, krunt, isolatsioonileht ja kaitsekiht). Nõuded polümeermodifitseeritud bituumenlehe suhtes on näitena allpool kokkuvõtlikult esitatud. Peaaegu kõik katsemeetodid on nüüdseks harmoneeritud EN-standarditega. On olemas ka normid kokkukeevitatavate isolatsioonilehtede jaoks, kaasa arvatud mõned funktsionaalsed testid.

Nõuded polümeermodifitseeritud bituumenlehtede suhtes¹¹.

	Testing	Requirements	Method SS-EN
1	Thickness	> 5.0 mm on concrete 3,5-5,0 mm on steel The individual values may deviate by $\pm 0,5$ mm from the nominal value. (Without granules)	1849-1
2	Mass per unit area	To be specified The average measured values may deviate from the nominal value by ± 10 % (sheets without granules) ± 15 % (sheets with granules)	1849-1
3	Tensile strength Elongation	> 800 N >40%	12311-1
.	Flexibility	-20°C	1109

4. TŠEHHI VABARIIK

Tšehhi Vabariigis on sagedasimaks betoonsilla tüübiks lühikeste avade puhul talakonstruktsioon ja keskmiste avade puhul karptala-konstruktsioon. Seal leiduvad mõned betoonist ripsillad ja pole üldse pikemate avadega terasest ripsildu. Asfaltkatted on Tšehhi sildadel sarnased teiste Euroopa maadega.

Tšehhi maanteeamet eelistab hüdroisolatsioonina bituminoosseid lehti või pihustatavaid isolatsioonikihte (polüuretaan jms), mõlemaid koos valuasfaldist kaitsekihiga. Kuid samahästi on lubatud ka teised süsteemid. Paljudel ehitustel kasutatakse pihustatud hüdroisolatsioonimembraani, mida saab paigaldada väga kiiresti. Mistahes isolatsioonisüsteemi kasutamiseks peab kontraktor taotlema heakskiidu riigi maanteeametilt, enne kui ta võib selle ettepanekuna esitada võistupakkumisele.

Alates 2011.a kehtib uus Tšehhi standard „Sildade katendid“. Selle nõudmised on sarnased Saksa normide omadega. Standard sisaldab norme asfalt- ja betoonkatete ning samuti hüdroisolatsioonisüsteemide jaoks. Dokument on üsna mahukas (umbes 60 lk).

Mainitud standardi tabelis 2 on toodud normid betoonsildade 3-kihiliste katendite jaoks. *(Tšehhi Vabariigis on asfaltsegud klassifitseeritud EN rahvuslikes lisades 3 kvaliteediklassi. Parim klass on S-klass, keskmine +klass ja madalaim kvaliteediklass on ilma tähiseta. Näiteks asfaltsegu SMA 11 S on kõrgeima kvaliteediklassiga segu, SMA 11 – keskmine ja SMA – madalaima klassi segu)*

¹¹ Siin ja ka järgnevas tekstis on tabelitest näidiseks antud ainult ühe osa koopia ilma tõlketa. Soovija leiab täieliku materjali aadressilt www.eapa.org/publications/position_papers (A.K.)

TABEL 2 (väljavõte Tšehhi standardist)

Layer	Types of asphalt mixes ¹⁾ after national Annex of EN 13108 -1, 5, 6 and the layer thickness in (mm) for different classes of traffic ²⁾			
	S, I	II, III ³⁾	IV	V, VI
Surface layer	SMA 11 S 40, AC 16 S 50, AC 11 S 40	SMA 11 S (+) 40, AC 16 S (+) 50, AC 11 S (+) 40	SMA 11 + 40, AC 16 + 50, AC 11 + 40	SMA 11,8 40 (35) AC 11 40 (45) AC 8 40 (35) MA 11 II 40 (35) MA 8 II 40 (35,30)
Binder layer ⁴⁾	AC 16 S 50 (60)	AC 16 S (+) 50 (60)	AC 16 + 50 (60)	AC 16 50 (60)

5. TAANI

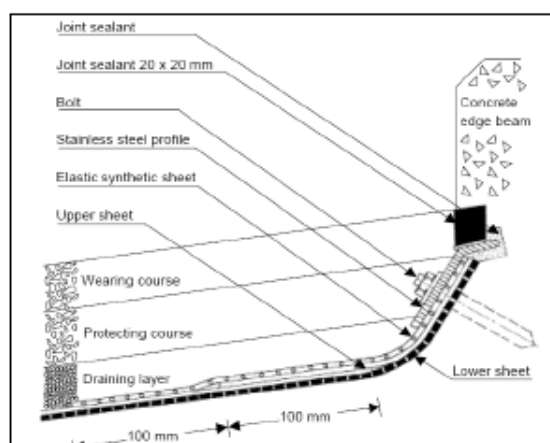
[Kokkuvõtte raportist „Betoonsildade katendid“ (*Surfacing of concrete bridges*) Vibeke Wegan, Taani Maanteeamet, Taani teedainstituut **[10]**]

Isolatsioonilehed

Taanis kasutatakse betoonipinna töötlemist kahekihilise liivatatud epoksükrundiga. Heaks kiidetud on kolm krunditüüpi. Kaks baseeruvad lahustatud sünteetilistel materjalidel ja üks on lahustivaba liivatatud epoksükrunt. Kui kasutatakse isolatsioonimembraane (kilesid), siis pärast paigaldamist kaitstakse nad teise krundikihiga, mis sisaldab polümeermodifitseeritud bituumeni 50% lahust. Krundi või kruntide kasutamisel peab betoonipinna tekstuur olema vahemikus 0,4...1,3 mm, mis on mõõdetud nn liivalaigu meetodil (*“sand patch method”*) kogu sillateki ulatuses. Betoonsilla teki kruntimisel keevitatakse pinnale ülekuti tavaliselt kaks polümeermodifitseeritud bituumenlehte. Sealjuures on alumisel lehel sarruse peal ülemisel küljel 1 mm paksuselt polümeermodifitseeritud bituumenit ja 2,5 mm alumisel küljel. Ülemisel lehel on sarruse peal vaid 0,1...0,2 mm ja selle all 3,3...3,4 mm PM-bituumenist katet. Lehed on tavaliselt kokku keevitatud. Madala liiklussagedusega (ADT alla 2000) sildadel, millel puudub arvestatav tähtsus kohalikule või regionaalsele liiklusele, või kus pole rasket liiklust või kus sõidukid pidevalt ei pidurda ega manööverda, kasutatakse ainult ühte polümeer-modifitseeritud bituumenlehte.

Isolatsioon servaprussi juures

Servapruss on hüdroisolatsiooni väga tähtis osa, kuna kogemused on näidanud, et palju probleeme saab alguse just sealt. Näide, kuidas servaprussi konstrueerida on kujutatud Joonisel 1.

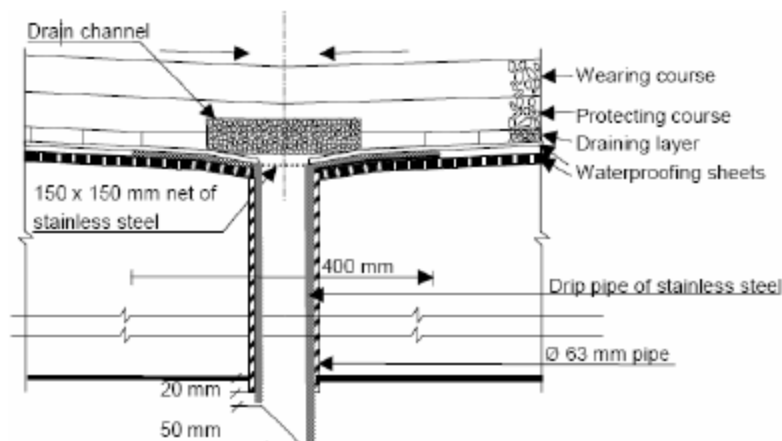


Joonis 1: Servaprussi lahendus, kus bituumenlehed on betooni külge kinnitatud terasprofiiliga.

Joint sealant – vuugitäide
Concrete edge beam – betoonist servapruss
Bolt – polt
Stainless steel profile – roostevaba terasprofiil
Elastic synthetic sheet – elastne sünteetilisest materjalist leht
Upper sheet – ülemine leht
Lower sheet – alumine leht
Wearing course – katendi ülakeht
Protecting course – kaitsekiht
Draining layer – drenikiht

Vee ärajuhtimine

Vee äravoolu hüdroisolatsioonilt kindlustab drenaažikiht. Poorne asfaltbetoon paksusega 15...20 mm laotatakse isolatsioonilehtedele. Selle drenaažikihi ülesanne on juhtida mistahes nõrgvesi katendialuste drenaažikanalite kaudu tilktorudeni või drenideni. Kui drenaažikiht on paigaldatud, tuleb see aega viitmata rullida. Drenaažikanalid paiknevad ridadena vahetult isolatsioonilehtede peal, paralleelselt servaprussiga. Nad paigutatakse alati väljapoole tavaliiklusele mõeldud ala. Drenaažikanalid tehakse tavaliselt väga poorsest epoksüasfaltbetoonist paksusega rohkem kui 25 mm ja laiusega 100...150 mm.



Joonis 2: Tilktoru, mis on paigutatud drenkanali alla hüdroisolatsiooni pinnast madalamale.

Drain channel – drenkanal
Wearing course – katendi ülakeht
Protecting course – kaitsekiht
Draining layer – drenkiht
Waterproofing sheets – isolatsioonilehed
Stainless steel – roostevaba teras
Drip pipe – tilktoru

Kaitsekiht ja ülakeht

Drenkihi peale paigaldatakse asfaltkatend paksusega 80...100 mm. Enamasti koosneb see kaitsekihist ja ülakehist. Enamikul juhtudest on kaitsekihiks asfaltbetoon (ABM), mis on tava-asfaltbetooniga võrreldes modifitseeritud, sisaldab rikkalikult täiteainet ja on väikese poorsusega. ABM tehakse kõvast bituumenist ja on suure sideaine sisaldusega. Kaitsekiht ei peaks olema paksem kui 50 mm. Ülakeht on väiksematel sildadel sageli sama, mis külgneval teelõigul. Suurematel sildadel tehakse katendi ülakeht tavaliselt killustikmastiksasfaldist (SMA). Ka ülakeht peaks olema kõva bituumeniga või polümeermodifitseeritud bituumeniga segust.

Kirjeldatud kontseptsiooni betoonsildade tekkidele katendi ehitamiseks on Taanis kasutatud palju aastaid ja väga heade tulemustega. Hiljuti kasutati sama lahendust 6,6 km pikkusel raudbetoonsillal üle Suure Belti väina kulgeval ühendusteel (*Great Belt Link*). Sellel sillal sisaldab katend kahte kihti epoksükrunti, et saavutada kindlust mullitamise vastu, 15 mm paksust poorset asfaltbetooni, 40 mm paksust kaitsekihti (ABM) ja ülakehina 40 mm paksust killustikmastiksasfaldi. Katend ehitati sillale 1995.a ja vaatamata raskele liiklusele oodatakse sellelt vähemalt 25 aastat kestvat eluiga.

Vuukide isoleerimine

Silla pikisuunas olev vuuk täidetakse pärast selle külgede kruntimist kuumalt valatud või külmalt paigaldatud vuugitäitematerjaliga. Et saavutada ulatuslikku liikumisvabadust on tehtud üks asfalt-topisega vuuk läbi nii kaitse- kui ka ülakehi.

6. PRANTSUSMAA

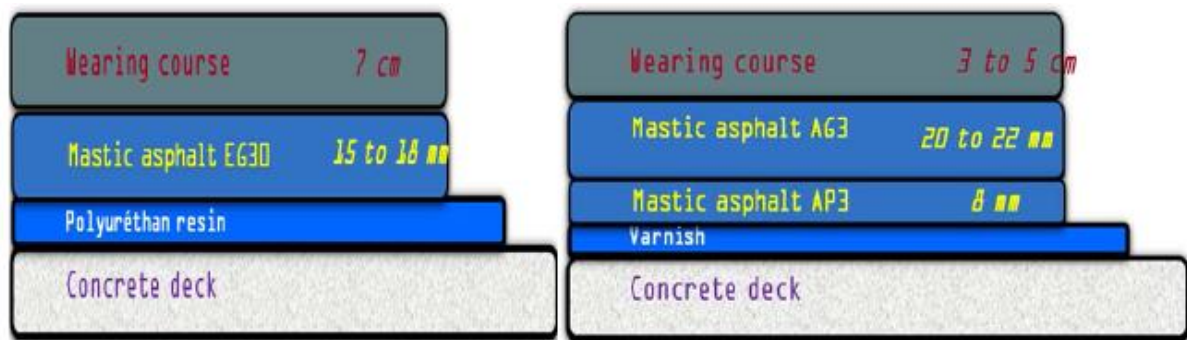
Sillateki hüdroisolatsioon – Prantsuse tehnoloogiad.

1. Raudbetoontekk

Raudbetoontekkidel kasutatakse 4 peamist tehnoloogiat, mis on määratud Prantsuse Tsiviilehituse Riigidepartemangu („Setra“) poolt.

a. Lahendused valuasfaldiga

Need lahendused moodustavad 26...30% hüdroisolatsiooni lahendustest, mida katendite vallas kasutatakse. Valuasfaldist lahendused võimaldavad kahte tehnoloogiat: „ühe kihi tehnoloogia“ ja „topeltkihi tehnoloogia“, nagu on kirjeldatud alljärgneval skeemil:



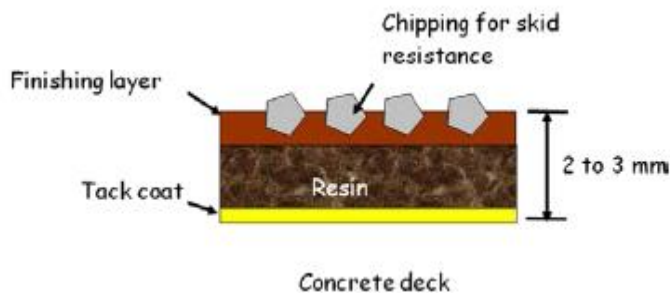
„Ühe kihi tehnoloogia“

„Topeltkihi tehnoloogia“

Wearing course – katendi ülakiht
Mastic asphalt – valuasfalt
Polyurethan resin – polüuretaanvaik
Concrete deck – betoontekk
Varnish - kruntlakk

b. Lahendused vaikudega

Vaikudega lahendusi loetakse nn „õhukesteks“ tehnoloogiateks (vt järgnev skeem):



Chipping for skid resistance – karestav puiste
Finishing layer – ülakiht
Tack coat – krunt
Concrete deck - betoontekk

c. Bituumenlehed

See lahendus esindab kõige üldkasutatavamaid tehnoloogiaid. Bituumenlehed moodustavad 22...25% kõigist hüdroisolatsioonilahendustest katendite vallas. Bituumenlehtedega katmiseks on kaks moodust:

- Tava-asfaltsegudega:

- Ülakiht (vähemalt 70 mm)
- bituumenleht (25...45 mm)
- kül m kruntvõõp
- betoontekk

- Valuasfaldiga:

- Ülakiht (50...70 mm)
- Valuasfalt AG3 (25 mm)
- Bituumenleht (27...35 mm)
- kül m kruntvõõp
- betoontekk

d. Bituminoossed komplekslahendused

Need lahendused ilmusid 1980-1990 aastatel. Nad on väga atraktiivsed just suur-projektide jaoks, kuna võimaldavad katendit väga kiirelt paigaldada/laotada. Komplekslahendused koosnevad mitmest tava-ehitusmasinatega laotatud kihist. Lahendus on näha järgneval skeemil:



- Mortar – mört
 Mastic asphalt drainage channel – valuasfaldist drenkanal
 Drain – dren
 Tack coat – krun
 Membrane with PmB spreaded – PmB-ga määritud membraan
 Wearing course – ülakiht
 Bituminous concrete – asfaltbetoon
 Concrete deck - betoontekk

2. Terasest sillatekk

Prantsusmaal terastekkide jaoks kasutatavad hüdroisolatsioonisüsteemid on peamiselt:

- kas PMB membraan või bituumenleht kui isolatsioon
- vähemalt 65 mm paksune asfaltbetoonist ülakiht

Need lahendused on projekteeritud paindekindluse seisukohast lähtudes, mis on vastupidavuse põhiparameeter. Sideainena sisaldab asfaltbetoon kõrg-polümeermodifitseeritud bituumenit.

7. UNGARI

Harilikult jagatakse sillad plaadi(teki-)tüübi järgi kahte gruppi. Tehakse vahet, milliseid hüdroisolatsioonilahendusi ja ülakihi materjale mainitud erinevatel gruppidel kasutada.

Terasest tekk:

Talade poolt toetatud terastekk on suhteliselt õhuke (tüüpiliselt 10...16 mm paks) plaat, mis kannab katendi koormust ja kasulikku koormust.

Isolatsioonisüsteem, mis peab vastutama ainult terasteki hüdroisolatsiooni ja pikaajalise korrosioonikaitse eest, on mitmekihiline. Võidakse kasutada pealepihustatavaid isolatsioonimaterjale.

Süsteem koosneb:

- korrosioonivastane krunt
- isoleeriv ja siduv kiht
- asfaldist kaitsekiht

Katend koosneb kolmest asfaldikihist. Need kihid tagavad katendi vastupidavuse liiklusriskidele ja töötavad koos isolatsioonikihtidega.

Katend koosneb:

- kaitsekiht
- sidekiht
- asfaldist ülakiht

Asfaldist kaitsekihiks on valuasfalt (MA): MA 11 (mF) (modifitseeritud bituumeniga), mille projektpaksus on 35 mm.

Sidekiht ja ülakiht: sidekihi ja ülakihi asfaltsegud (niisamuti ka kaitsekihi segu) peavad vastama Ungari Tehnilistele Normidele (*Hungarian Technical Specifications*) ja Euroopa Asfaldinormidele (peamiselt AC 11/SMA 11 ülakihi jaoks ja AC 22 sidekihi jaoks). Kihide tüüp ja paksus on üldiselt sama, mida kasutatakse sillaga külgnevatel teelõikudel, kuid sellest reeglist on ka erandeid (vt allpool). Kuumast segust ülakihi paksus on enamasti 40 mm, sidekihi paksus on peamiselt 70 mm.

Erand mainitud lahendusest on näiteks Szebényi viadukt, mille tekikostruktsioon on järgmine:

Rajatis on ortotroopse tekiga. Pärast teki pinna ettevalmistamist lisati mastiks-polüamiidiga seotud mastiksisolatsioon (StoPox ZNP-TE 21 - 10 mm). Seejärel laotati 35 mm paksune valuasfaldist kaitsekiht (PMB modifitseeritud bituumeniga MA 11). Sidekiht laotati 70 mm paksuse AC asemel 40 mm paksune SMA 11. Ülakihiks sai üldkasutatav 40 mm paksune SMA 11.

Piki sõidutee äärt mõlemasse külge paigaldati valuasfaldist (MA 11) linnid laiusel 250 mm (kõrgem pool) ja 400 mm (madalam pool) (katendikihtide paksus 35 mm + 40 mm + 40 mm). Vuugid MA ja SMA vahel täideti elastse vuugitäite materjaliga.

Raudbetoonist tekk:

Raudbetoonsildade juures kasutatakse järgmisi isolatsioonitüüpe:

- Tavaline bituumenleht (BL),
- Parendatud elastne tsemendipõhine polümeer (PCC)
- Mastiks (M)
- PmB-A põhine modifitseeritud bituumen (PmB-A)
- Modifitseeritud bituumenleht (mBL)
- Elastne plastikupõhine isolatsioon (RMA)

Pealepihustatava isolatsiooni puhul kasutatakse ainult valuasfalti, lehtisolatsiooni korral võidakse kasutada ka tava-asfaltbetooni.

Kaitsekiht kasutatav asfalditüüp võib olla MA 11 (tavalise kõvabituumeniga) või MA 11 (mF) (modifitseeritud bituumeniga)

Isolatsiooni peal võidakse kasutada kahte või kolme asfaldikihti. Need on asfaldist kaitsekiht, sidekiht (mis mõnel juhul võib ära jääda) ja ülakiht.

Isolatsioonitüübi valik projekteerimisel sõltub:

- Silla parameetritest (konstruktsioon, kandeava jne)
- Projekteeritavast silla töö-east (raskeveo klass ja koormused)
- Ehitusprotsessiga seotud asjaoludest (ehitustehnoloogia, tehnilised ja majanduslikud põhjused ja põhjendused jne)
- Teistest eritingimustest

Katendi projekteerimine oleneb liikluskoormuse klassist, mis võib olla:

- Normaalne (N)
- Raskendatud (F)

Normaalse liikluskoormuse klassi korral võidakse projekteerida 80 mm kogupaksusega katend (isoleeriv kaitsekiht + ülakiht)

Raskendatud koormusklassi korral võidakse projekteerida 120 mm kogupaksusega katend (isoleeriv kaitsekiht, asfaldist sidekiht ja asfaldist ülakiht)

8. HOLLAND

Hollandis on Infrastruktuuri ja keskkonnaministeeriumi poolt avaldatud „Raudbetoon- ja terassildade asfaltkatendite projekteerimise juhend“ (*“Guideline for the design of asphalt pavements on concrete and steel bridge decks”*) (hollandi k.); Rijkswaterstaat Technical Document RTD 1009:2012, Mai 2012.

Juhend pakub standardseid lahendusi raudbetoonist ja terasest sillatekkide jaoks, kuid aktsepteeritavad on ka standardist erinevad teistsugused lahendused juhul, kui on näidatud, et alternatiiv vastab kõigile juhendiga kehtestatud nõudmistele.

Raudbetoonsilla poorse ülakihi asfaltkatendi standardne lahendus

Standardne poorse ülakihi asfaltkatend raudbetoonist sillateki jaoks on järgmine (katendi elemendid ülalt alla):

- Ülakiht (milleks teha valik!)
kas
30...40 mm drenasfalt PA 11 või
50 mm drenasfalt PA 16 või
70 mm kahekihiline drenasfalt
- krundikiht
- asfaltbetooni-(profiil-)kiht AC 16 (50...70 mm), mis on nõutava veetihedusega
- (kohalikud) täited seguga AC 11 juhul, kui betoonaluse ebatasasus on >20 mm, koos ülapinna normaalse kruntimisega
- krundikiht (0,6 kg/m² kahe läbikuga, ülapinna peenkillustikust puistega)
- vuukide isolatsioon
- betooni veetõrje krunt (juhul, kui betoon on uus)

Raudbetoonsilla tiheda ülakihi asfaltkatendi standardne lahendus

Standardne asfaltkatend tiheda ülakihi on järgmine:

- asfaltbetoonikiht AC 16 surf (50...70 mm), mille veetihedus vastab nõuetele
- (kohalikud) täited seguga AC 11 juhul, kui betoonaluse ebatasasus on >20 mm, koos ülapinna normaalse kruntimisega
- krundikiht (0,6 kg/m² kahe läbikuga, ülapinna peenkillustikust puistega)
- vuukide isolatsioon
- betooni veetõrje krunt (juhul, kui betoon on uus)

Terassilla poorse ülakihi asfaltkatendi standardne lahendus

Standardne poorse ülakihi asfaltkatend terasest sillateki jaoks on järgmine:

- Drenasfalt PA 11, polümeermodifitseeritud (35 mm)
- membraan: Parafor Ponts¹² või samalaadne (5 mm)
- valuasfalt (MA), polümeermodifitseeritud (25 mm)
- membraan: Parafor Mistral C või samalaadne (4 mm)
- krunt
- silla terastekk

¹² Parafor Ponts ja Parafor Mistral C – Firma Siplast International poolt toodetavad spetsiifilised isolatsioonimaterjalid (A.K.)

Terassilla tiheda ülakihiga asfaltkatendi standardne lahendus

Standardne tiheda ülakihiga asfaltkatend terasest sillateki jaoks on järgmine:

- Ülakiht: valuasfalt (MA), polümeermodifitseeritud (25 mm)
- Valuasfalt (MA), polümeermodifitseeritud (25 mm)
- membraan: Parafor Mistral C või samalaadne (4 mm)
- krunt
- silla terastekk

Katendi asfaldikihtide minimaalne kogupaksus (juhul, kui kaldutakse kõrvale loetletud nominaalsetest kihipaksustest) peab olema 50 mm.

Kui lahendus on teostatud õige tehnoloogiaga ja soodsates tingimustes, on katendi oodatav tööiga 7 kuni 10 aastat.

Lisa 2. Asfaltkatendiga sildade näiteid



Sild üle Jordani järve Tabori lähedal Tšehhi Vabariigis



Sild üle Odra jõe kiirteel D 47 Tšehhi Vabariigis (põhiava pikkus 105 m)



Millau sild Prantsusmaal



Bosporuse sild Türgis



Lääne sild (*West bridge*) üle Suure Belti väina Taanis (silla pikkus 6,6 km)



Öresundi terassild üle Öresundi väina Rootsi ja Taani vahel



Raudbetoonsild kiirteel M6/M60 Ungaris



Terassild Marcaltö lähedal Ungaris

Tõlkija kommentaarid

Euroopa Asfaldiliidu arvamustraportest on mõned ka varem eestindatud. Arvamustraport on iseloomulik dokument, kus kirjeldatakse mõnda tehnoloogilist protsessi või lahendust ning esitatakse/selgitatakse raporti väljaandja seisukohti.

*Raportid pole iseenesest normid või tehnilised eeskirjad ega ka lausa õpikud. Väga õpetlikud on nad siiski, sest annavad teada, mida ja kuidas **põhimõtteliselt** õigesti teha, olles sealjuures arusaadavad ka mitte väga kõrge tehnilise kraadiga lugejale.*

Käesoleva dokumendi arvamusosa näib olevat kõige rohkem suunatud projekteerijale, kuna rohkem kirjeldatakse lahendusi ja palju vähem teostamise tehnoloogiat. Mis seekord aga eriti huvitavana tunduvad, on lisad, kust saab ülevaate mitmel maal pruugitavatest lahendustest ja nendega seotud kogemustest.

Olen tegelikult joonealuste märkustena juurde seletanud, mida vajalikuks pidasin, nii et rohkem lisada ei kavatse.

Tuletan aga meelde, et dokumendi allikad (vt lk 12) on enamuses internetis kättesaadavad. See tähendab, et soovi korral saab neisse kergesti süveneda.

Siiralt

Aleksander Kaldas