

Rannsóknarráðstefna Vegagerðarinnar 27.10.2017

Úrdráttur úr erindinu; Yfirborð brúa

Verkefnið:

Efni í yfirborði brúa hér á land:

- algengast malbik á Höfuðborgarsvæðinu o.fl. þéttbýlum svæðum
- steypa utan þéttbýlis og ekið á efsta hlut steyptra burðarvirkisins á lausnum sem kalla mætti „hefðbundnar“ brúarlausnir Vegagerðarinnar en á þessu eru ýmisskonar frávik

Viðfangsefnið var að skoða hvort „hefðbundna“ aðferðin standist lengur skoðun:

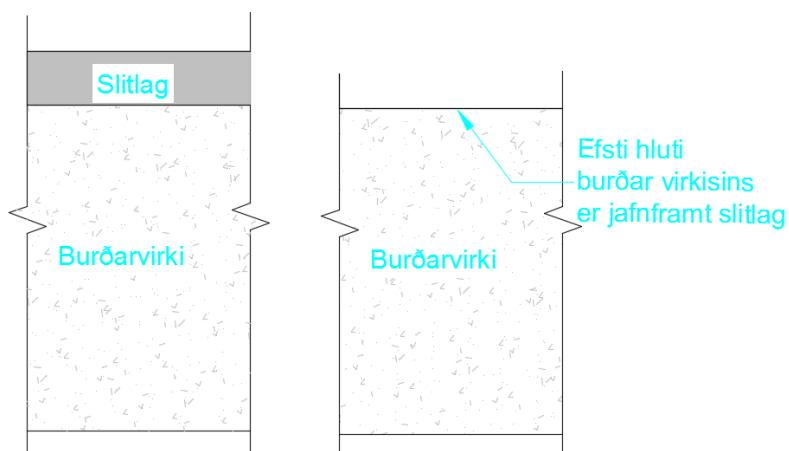
- viðhaldið er afar dýrt og tímafrekt sbr. Borgarfjarðar-, Blöndu- og Sogsbrýr
- komið er að viðhaldi á hverju brúaryfirborðinu á fætur öðru, sem gerð voru með „hefðbundnu“ aðferðinni
- steypumassar eru oft miklir og snúið að ná vel sléttu yfirborði í nýjum brúm
- í ósléttu yfirborði leynast hættur ekki síst í vaxandi ferðamannastraumi
- það felst hættu fyrir vegfarendur í langvinnnum viðgerðum á annarri brúarakreininni

Mögulegar lausnir:

- **algenga lausnin**; malbik í einu eða tveimur lögum ásamt þéttlagi ofan á burðarvirkið háð umferð og umferðarpunga
- sérstakt sjálfstætt steyptr slitlag ofan á burðarvirkið

Höfuðborgarsvæðið o.fl.

„Hefðbundna aðferðin“



Sérstakt sjálfstætt slitlag og „hefðbundna aðferðin“

Kröfur til brúaryfirborðs:

Brú er hluti af vegi og yfirborðið þarf því a.m.k. að uppfylla sömu kröfur hvað varðar aksturseginnleika:

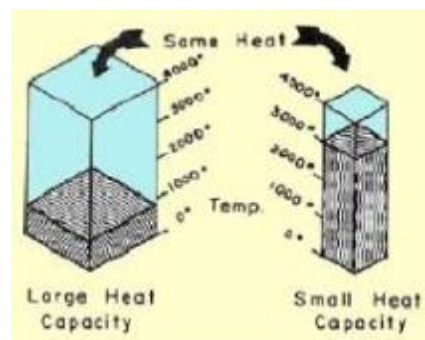
- vera slétt og fellt, misfellulítið og slitsterkt m.t.t. hagkvæms viðhalds og mörkin milli brúar og vegar þurfa ekki síður að vera slétt og fellt
 - **hagkvæmt viðhald**: árangursríkt, fljótlegt, slitsterk endurnýjun sem veikir ekki burðarvirkið
 - **koma fyrir þensluraufum við brúaenda**, Norðmenn miða við 100 – 120 m hámarks brúarlengd án þensluraufa
- þar sem umferðarhraði er mikill er æskilegt að sama efni sé í veg- og brúaryfirborði, en það gengur ekki upp þegar klæðning er á vegi:
 - **malbik á veg- og brúaryfirborði**
 - **klæðning á vegyfirborði og steypa eða malbik í brúaryfirborði**

Varmarýmd vegkropps hvoru megin brúar er almennt mun meiri en brúarinnar:

- þannig myndast fyrir hálfka á brú en vegi þegar frýs, sem kann að reynast skeinuhætt
- hálfka fer þá einnig fyrir af brúaryfirborðinu, þegar hlánar

Vel heppnað yfirborð, ef menn taka vart eftir að hafa ekið yfir brú

Hlutverk brúayfirborðsins er einnig að verja undirliggjandi burðarvirki



Hvers vegna “hefðbundna aðferðin”?

Yfirborðið slitnar af völdum veðrunar, loftborins salts, vegsalts og umferðar, sem er eftir árstímum á negldum hjólbörðum

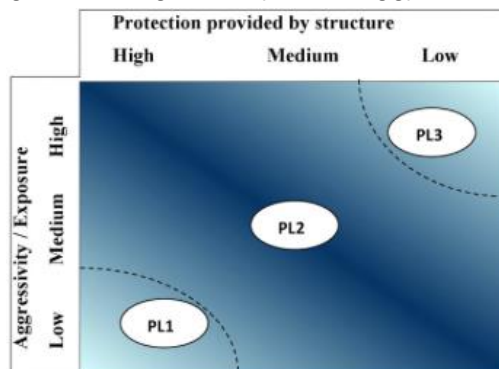
- kostir þess að sleppa yfirborðsvörn eru einkum:
 - lægri stofnkostnaður
 - mannvirkið kemst fyrir í notkun
 - lengi framan af voru engir slitlagakostir mögulegir á brýr og alls ekki úti á landi
 - lægri eiginþungi yfirbyggingar því yfirborðslög vigta

Varnarhlutverk brúaryfirborðsins fyrir burðarvirki:

Í Evrópu og USA er litið þannig á að hlutverk yfirborðslags sé einnig að verja undirliggjandi burðarvirki og eru hluti marglaga þéttingar:

Marglaga þétting byggist m.a. á yfirborðsvörn, þéttri steypu, polymer ídráttarrörum og graut í þeim sem umlykja kaplana

- marglagapéttingin er hugsuð þannig, að eitt varnarlagið taki við af öðru ef annað bregst
- áreitistigið er metið og hér á landi er það frá milli- upp í hátt- áreitisstig
- ef ekki er yfirborðslag sem er viðhaldið þurfa ídráttarrör helst að vera í flokki PL3 og ekki lakari en PL2



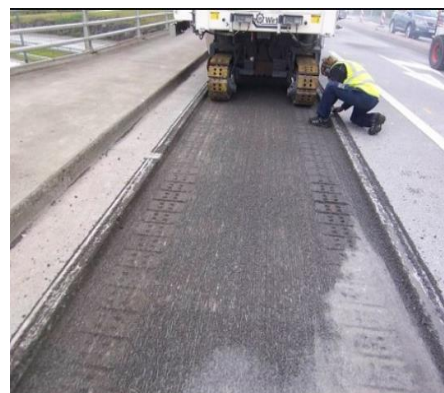
Sérstakt staðsteypt slitlaga síðan 1990:

Brúin í Arnarneshæð yfir Hafnarfjarðarveg byggð 1990

- sérstakt staðsteypt 80 mm stálrefjastyrkt slitlag S500 (C50/60), steypit í upphafi ofan á burðarvirkið án sérstakra ráðstafana, gallalaust að sjá og virðist hafa varið undirliggjandi burðarvirki mjög vel
- 60 mm lag fræst ofan af syðstu akreininni 2013 og endursteypt með slitsterkri steypu sömu gerðar og er í Borgarfjarðarbrú, einnig gallalaust að sjá
 - það tók 1 klst að fræsa 220 m² af yfirborðinu og akreinin var komin í notkun eftir 3 daga!

Mislæga brúin í Bæjarhálsi var byggð 1994 með 80 mm staðsteyptu C80/85 slitlagi án trefja og virðist einnig hafa komið vel út

- hvers vegna voru þessar vel heppnuðu aðferðir ekki endurteknaðar og þróaðar áfram, gleymdust þær?



1 af 4 akreinum í Arnarneshæð brú endurnýjuð 2013

Stofnkostnaður og núvirtur kostnaður 3 slitlagagerða:

Forsendur útreikninga voru m.a. 100 m löng brú og 10 m breið í 200 km fjarlægð frá Reykjavík, vextir til þess að reikna núvirði valdir 3,5 %

	2 malbikslög á vatns- og rakavarnarlagi Milljónir	1 malbikslag á vatns- og rakavarnarlagi Milljónir	50 mm slitsterk steypa Milljónir
Stofnkostnaður	~ 14,5	~ 13	~ 8,5
Núvirtur 100 ára líftímakostnaður	~ 27	~ 24	~ 11

Viðgerðarkostnaður 3 brúa í samanburði við slitlagakostnað án kostnaðar vegnotenda:

	Blöndubrú Byggð 1964 Milljónir kr.	Sogsbrú Byggð 1983 Milljónir kr.	Borgarfjarðarbrú Milljónir kr.
Viðgerðarkostnaður Vega-gerðar skv. bókhaldi	146 ⁽¹⁾	87	449 ⁽¹⁾
Viðgerðarkostnaður á verði byggingaárs miðað við 3,5% vexti	25 ⁽¹⁾	28	130 ⁽¹⁾
Umreiknað í 100 m brú á verði byggingaárs til samanb.	~31 ⁽¹⁾	~33	~29 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ viðgerð er ekki lokið, heildarviðgerðarkostnaður liggur ekki fyrir

Kostnaður vegnotenda og viðgerðarkostnaður 3 brúa í samanburði við slitlagakostnað:

Kostnaður vegnotenda er reiknaður út frá áætluðum meðalbiðtíma hvers bíls, 1 mínúta, 1,33 farþegi í hverjum bíl og tímagjaldi 5.000 kr. / klst.

	Blöndubrú Byggð 1964 Milljónir kr.	Sogsbrú Byggð 1983 Milljónir kr.	Borgarfjarðarbrú Milljónir kr.
Kostnaður vegnotenda á viðgerðartíma	31 ⁽¹⁾	34	179 ⁽¹⁾
Viðgerðarkostnaður Vegagerðar + kostnaður vegnotenda á viðgerðartíma	146 + 31 = 177 ⁽¹⁾ ~170 dagar það sem búið er	87 + 34 = 12 ~ 100 dagar	449 + 179 = 628 ⁽¹⁾ 2,5 mánuðir fyrir hver 2 höf
Viðgerðarkostnaður Vegag. + kostnaður vegnotenda á viðgerðartíma umreiknaður í 100 m brú á verði byggingaárs	37 ⁽¹⁾	46	41 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ viðgerð er ekki lokið, heildarviðgerðarkostnaður liggur ekki fyrir

Niðurstaða:

Í upphafi var þeirri spurningu varpað fram hvort brúargerð skv. „hefðbundnu“ aðferðinni stæðist ekki skoðun lengur og hér að framan er rökstutt að svo sé:

- þannig hefur það líklega verið um skeið háð ýmsum þáttum m.a. malbiksverði
- aðferðin stenst hvorki skoðun frá kostnaðarlegu né tæknilegu sjónarmiði, þegar horft er yfir 100 ára líftíma mannvirkja og mikilvægt er að hafa í huga að tæknilegir kostir eða eiginleikar eru ekki þeir sömu
- í rauninni er verið að ýta kostnaði yfir á framtíðina með því að sleppa sérstöku slitlagi, kostnaði sem er mjög óviss og ræðst af ýmsum þáttum m.a. hvernig til tókst í framkvæmd
- mikilvægustu tæknilegu þættirnir, sem hafa verið nefndir eru:
 - með sérstöku slitlagi fæst sléttara yfirborð og betri aksturseiginleikar og þar með aukið öryggi vegfarenda ekki síst vegna þess að varmarýmd vegkropps er almennt meiri en brúar, þannig að hálsa myndast fyrr á brúnni
 - með sérstöku slitlagi er komið fyrir varnarlagi í yfirborði brúar, sem verndar undirliggjandi burðarvirki, sérstaklega kapla og bendingu – sérstakt slitlag hefði þannig verndað Blöndubrú gegn frostniðurbroti hefði það verið raunhæft, þegar hún var byggð
 - sérstakt slitlag er hluti svokallaðrar marglaga þéttingar, sem felst í því, að þegar einn þáttur bílar tekur annar við og stuðlar að löngum líftíma burðarvirki
 - við enda of langra brúa án þensluraufa myndast dældir, sem kunna að reynast varasamar

Það liggur fyrir að Vegagerðin þarf að ráðst í að gera við yfirborð hvernar brúarinnar á fætur annarri, sem byggðar voru með „hefðbundnu“ aðferðinni, og því mögulega löngu tímabært að ígrunda hvort ekki sé rétt að víkja af þeirri braut og jafnframt að breyta útfærslum á þeim brúm, sem eru í ferli núna, jafnvel þó þegar hafi verið boðið út

Helgi S. Ólafsson og Gylfi Sigurðsson