



ENDURUNNIN STEYPA Í BURÐARLÖG VEGA

STEYPUAFGANGAR STEYPUSTÖÐVA ENDURUNNIR OG NÝTTIR SEM BURÐARLAGSEFNI

Þorbjörg Sævarsdóttir EFLA, Guðni Jónsson EFLA, Þórður Ingimar Kristjánsson EFLA, Hafdís Eygló Jónsdóttir Vegagerðin, Kai Wetphal Steypustöðin ehf., Einar Einarsson BM Vallá & Ellert Alexandersson Vatnsskarðsnámur, Alexander Ólafsson ehf.

INNGANGUR

Endurvinnsla og endurnýting efna er alltaf að verða mikilvægari og alþjóðakröfur að verða strangari. Einnig eru kröfur til landfyllinga að aukast, bæði hvað varðar magn og gæði efnis sem í þær fer. Þess vegna hafa margar þjóðir heims, og þar með taldar nágrannaþjóðir okkar, kappkostað við að endurvinnna og endurnýta efni sem fellur til við iðnaðarframleiðslu og dregið úr því magni sem þarf að urða og setja í landfyllingar. Kröfur til endurvinnslu og endurnýtingar eru að aukast á Íslandi, vegna þessa er nauðsynlegt að kanna mismunandi möguleika í endurvinnslu og er þessi rannsókn liður í því.

Endurunnin steypa hefur verið og er notuð í burðar- og styrktarlög vega sem og í hjólréiða- og göngustíga víðs vegar í heiminum. Talið er að endurunnin steypa sé ekki síðri en steinefni úr námum og í sumum tilvikum talin betri kostur. Rannsóknir hafa sýnt aukin styrk burðarlags í vegum sem byggðir hafa verið upp með endurunninni steypu þar sem hluti sementsins er óhvarfað og binst eftir að það er komið í veginn. Aukinn styrkur burðarlags getur aukið líftíma vegarins.

Hér er kannaður sá möguleiki að nýta íslenska steypuafganga til vegagerðar, nánar tiltekið steypu sem tilfellur á steypustöðvum. Steypuafgangarnir voru brotnir niður í 0/22 mm kornastærð og eiginleikar efnisins kannaðir. Efnið var meðhöndlað sem óbundið burðarlagsefni og hefðbundnar prófanir gerðar: kornadreifing, kornalögun / kleyfni, og styrkleikapróf (LA próf). Hins vegar var ekki talin þörf á því að meta brothlutfall eða gera berggreiningu, húmus- og þjáltnipróf og frostpólspróf vegna þess að þessir eiginleikar höfðu áður verið prófaðir á fylliefni steypunnar.

Niðurstöðurnar gefa tilefni til frekari prófanna þar sem efnið stóðst ströngustu körfur Vegagerðarinnar til óbundins burðarlags utan kornadreifingar. Fínefnainnihald efnisins var of hátt en ljóst er að töluvert af fínefninu er óhvarfað sement sem bindur efnið saman þegar það er komið í veginn og gefur því aukinn styrk. Stilla þarf af kornadreifingu efnisins og greina fínefni þess, en einnig er ætlunin að kanna grófara brot efnisins (0/45 mm).

HEIMILDIR

Mannvirki krefjast mikils magns náttúrulegra efna s.s. malar og sands. Nýting þessara efna er ekki talin umhverfisvæn þar sem námuvinnsla annað hvort úr seti eða úr klöpp breyta jafnvægi og ásýnd svæðanna. Þrátt fyrir að nánast allur úrgangur steyptra mannvirkja og úr múrsteini geti endurnýst sem brotin steinefni, þá er enn mikið af efni sett í landfyllingar og til urðunar.

Endurunnin steypa er notuð í burðar- og styrktarlög vega og í hjólréiða- og göngustíga víðs vegar í heiminum. Talið er að endurunnin steypa sé jafnvel betri en steinefni sem koma úr námum. Sýnt hefur verið fram á í vegum og á rannsóknarstofu fyrir mismunandi efni, að brotin steypa er oft stífari og stöðugri heldur en sambærilegt steinefni beint úr námu. Talið er að stífni efnisins geti verið allt af þreföld miðað við hefðbundið steinefni 6 mánuðum eftir útlögn, ef vandað er til verks. Steinefni sem er í steypu er oft með sambærilegan styrkleika og steinefni sem sett er í burðarlög vega eða sterkari. Það er hins vegar annar byggingarúrgangur sem veikir endurunu brotnu steypuna s.s. timbur, einangrun, jarðefni og plast.

Þegar litið er til evrópsku staðlanna er fyrsta setningin í staðlinum EN 13242:2002+A1:2007 að það séu eiginleikar steinefnis sem skipti máli en ekki hvort það komi úr námu, sé framleitt eða endurunnið fyrir bæði bundin og óbundin efni í almenn byggingarverkfræðileg verkefni og vegbyggingar. Þannig er áhersla lögð á eiginleika en ekki uppruna efnisins. Aggregate er skilgreint sem „granular material used in construction. Aggregates may be natural, manufactured or recycled“. Hins vegar fara efnisflokkar eftir því hversu mikið hlutfall enduruninna steinefna er. Staðalinn EN 13242 sem og hliðarstaðalinn EN 13285:2010 (unbond mixtures – specifications) gera „hefðbundnar“ kröfur til steinefna s.s. kornadreifingar, kornalögun, magn fínefna, styrks (LA-stuðull), mótstöðu gegn högg og núningsálagi, kleyfni, rúmpýngd og vatnsdrægni svo eitthvað sé talið. Einnig er tekið fram að í sumum tilfellum þarf að kanna endingu steinefna þ.m.t. mótstöðu við frost / þíðusveiflum sem og framkvæma efnagreiningu.

Aðrar þjóðir hafa tekið upp leiðbeiningarrit og staðla til endurvinnslu steypu:

- Bandaríkjamenn, FHWA (Federal Highway Administration) hafa gefið út hefti með leiðbeiningum um endurnýtingu á ýmsum hliðarafurðum til vegagerðar, og þar á meðal steypu (User Guidelines for Waste and Byproduct Materials in Pavement Construction, Reclaimed Concrete Material. FHWA-RD-97-148). Umhverfisstofnanir eru einnig að leggja áherslu á þessi málefni samanber EPA (Environmental Protection Agency) í Bandaríkjunum sem hafa gefið út skýrslu um endurnýtingu iðnaðarúrgangs til vegagerðar (Using Recycled Industrial Materials in Roadways. EPA-530-F-08-024).
- Svíar (Vägverket) hafa gefið út leiðbeiningarritið „Allman teknisk beskrivning, Krossad betong i vägkonstruktioner“.
- Norðmenn (Statens vegvesen, Vegverket) hafa verið að vinna verkefnið „Varige veger“ þar sem ein skýrslan ber nafnið „Bruk av knust betong i vegbygging“.
- Danir (Vejdirektoratet) gáfu út árið 2011 forskrift að útboðsgögnum þar sem brotin steypa er nýtt í burðarlög vega.
- Finnar voru með ráðstefnu á vegum VTT (Technical Research Centre of Finland) árið 2000 um hagnýtar jarðtæknilegar útfærslur meðal annars með tilliti til vegagerðar (International Conference on Practical Applications in Environmental Geotechnology).

Á Íslandi eru um 20 steypustöðvar sem eru dreifðar um landið. Gera má ráð fyrir að um 5% af heildarframleiðslunni sé ekki nýtt og fari til urðunnar. Ef litið er til tveggja stærstu aðilana á höfuðborgarsvæðinu, Steypustöðinnar hf og BM-Vallár, þá gerir þetta um 5.000 m³ á ári en í heildina eru þetta líklega um 8.000 m³ á landinu öllu miðað við ársframleiðsluna 2015. Miðað við þessar tölur er nokkur ávinningur við að endurvinna steypu hér á landi þegar til langs tíma er litið þar sem framleiðslan er í örur vexti. Í dag eru ónotaðir steypuafgangar settir í landfyllingar og til urðunar. Þetta er gott efni sem víða annars staðar í heiminum er endurunnið og notað í aðrar byggingar svo sem burðarlög vega.

NIÐURSTÖÐUR

Í verkefninu voru notaðir steypuafgangar frá Steypustöðinni hf sem staðsett er á höfuðborgarsvæðinu. Steinefnaframleiðandinn Vatnsskarðsnámur Alexander Ólafsson ehf., sá um að vinna efnið, en efnið var tekið úr haug á vinnslusvæði þeirra. Efnið var fyrst forbrotið í kjaftbrjót að tegund „Metso LT 120“, fór síðan á hörpu, því næstu í kónbrjót að tegund „Metso LT 330“ og að lokum aftur sett á hörpu. Efnið var brotið niður í 0/22 mm stærð og prófað á rannsóknarstofu EFLU.

Niðurstöður prófanna voru eftirfarandi:

- Kornadreifing – góð utan 10,1% fínefnainnihalds
- Kornalögun – Fl₅ eða 5% → krafan undir 20% fyrir ÁDU_p ≥ 400

- Styrkleikapróf – LA 24,8% → krafan undir 25% fyrir $\text{ÁDU}_p \geq 400$
- Berggreining – ekki framkvæmd, steinefnið sem notað var í steypuna er líklega ferskt nokkuð blöðrótt basalt
- Brothlutfall – ekki prófað en verður prófað
- Húmus / þjálmi:
 - Við sjónmat sáust engar lífrænar leifar
 - Steinefni í steypu laust við lífrænar leifar og ekki þjált
- Frostþolspróf – ekki prófað en verður prófað

Efnið stóðst flestar kröfur Vegagerðarinnar til óbundins burðarlagsefnis að því undanskyldu að of mikið fínefni var í efninu. Efnið féll hins vegar vel að kröfum sem gerðar eru til burðarlagsefnis sem skal sementsbinda. Fyrstu niðurstöður þessa verkefnis sem og reynsla manna annars staðar frá gefa tilefni til bjartsýni þar sem um gott efni er að ræða og engin ástæða til þess að setja steypuafganga til urðunar og í landfyllingar.

ÁFRAMHALDIÐ

Til stendur að brjóta efni aftur, taka fínefni undan og stilla brjóta og hörpur þannig að efnið verður grófara, þ.e. 0/45 mm, ásamt því að kanna eiginleika efnisins. Að því loknu er ætlunin að leggja út tilraunakafli og fylgjast með endingu hans, hvort að frostlyftingar eigi sér stað og/eða aðrar brotmyndir.

Ávinningur af verkefni sem þessu yrði margvíslegur, hugsanlega er hérna að opnast möguleiki á nýtingu á endurunnu efni til vegagerðar. Rannsóknir hafa auk þess sýnt að endurunnin ónotuð steypa hefur gefið mjög góða raun þar sem hvörfun steypunnar heldur áfram eftir að hún hefur verið mulin niður og eykur þar með burðargetu vega. Í framhaldinu væri gott að kanna nýtingu endunnar steypu sem til verður við niðurbrot mannvirkja. Kröfur um endurnýtingu og endurvinnslu eru alltaf að verða meiri og því nauðsynlegt að halda áfram að þróa aðferðir til aukinnar endurvinnslu. Einnig stendur til að kanna hversu mörg kolefnisspor sparast við endurvinnsluna, samanborið við að urða efnið og leita nýrra náma.