



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

TEEDEINSTITUUT

ŠLAKIKILLUSTIKU JA ŠLAKILIIVA KASUTAMINE TEEDEEHITUSES

USE OF SLAG PRODUCTS IN ROAD CONSTRUCTION

ETT60LT

Inseneriõppe lõputöö

Üliõpilane: **Gert Vatsel**

Juhendaja: **Lektor Ain Kendra**

Tallinn, 2015

KOKKUVÕTE

Käesolevas uurimistöös on antud ülevaade kahest tee-ehitusmaterjalist (šlakikillustik ja šlakiliiv), mis leiavad Rootsis laialdast kasutust teede- ja tsiviilehituses. Käsitletud on antud materjalide tehnilisi parameetreid, keemilist koostist, kasutusvaldkondi ning tootmisprotsessi.

Antud töö ühe osana külastati (31.03.2015-03.04.2015) Rootsis Oxelösundis asuvat SSAB rauatootmise tehast, kus kõrvalsaadustena toodetakse šlakikillustiku ning šlakiliiva. Lisaks külastati erinevaid ehitusobjekte, kus antud materjale oli kasutatud. Külastuse käigus omandati teadmisi šlakikillustiku ja -liiva käitumise kohta praktikas ning vahetati kontakte kohalike tootjatega.

Eesti turul peaks šlakikillustik (ja šlakiliiv) hinna ja omaduste poolest konkureerima tardkivikillustikuga. Erinevate tehniliste parameetrite võrdluses selgus, et šlakikillustik ületab tugevusomadustelt tardkivikillustikku ligi kahekordselt. Šlakikillustiku elastsusmooduliks on 600 MPa ning see väärtus kasvab aja jooksul (aastaga kuni 1000 MPa tasemele). Lisaks omab antud materjal veel peidetud lisaomadust tekitada tsemendilaadset liimumist. Teedehituses kasutamisel on võimalik konstrueerida materjalikiht, mis aja jooksul muutub tugevamaks ning moodustab teekatendis elastse monoliidi. Moodustunud monoliit loob eeldused efektiivsemaks koormuste jagamiseks aluspinnasele.

Šlakikillustiku (ja eriti šlakiliiva) peamine eelis tardkivikillustiku ees tuleb välja nõrkadel ning ebastabiilsetel pinnastel, kus toode oma madalama mahumassi tõttu avaldab väiksemat survet pinnasele. Tihendatult jääb šlakikillustiku mahumass vahemikku 1,5-2,0 t/m³, sõltudes šlakikillustiku tüübist. Šlakiliiva mahumass tihendatult on kõigest 1,1 t/m³, lisaks ei vaja antud materjal täiendavat tihendamist rullidega. Kuna šlakiliiv on oma maksumuselt siiski šlakikillustikust kallim, siis leiab see peamiselt kasutust vanade aluste remondimaterjalina lühikestel teelõikudel, kus on eriti ekstreemsed tingimused.

Antud töö raames projekteeriti erinevaid näidiskonstruktsioone kasutades katendiarvutusprogramme KAP ja Odemark. Sarnastel tingimustel konstrueeriti kaks võrreldavat konstruktsiooni, kus ühes kasutati šlakikillustikku ja teises tard- ja

lubjakivikillustikku. Võrdleva analüüsi tulemusel selgus, et Odemark projekteerib nii šlakikillustikku kui tard- ja lubjakivikillustikku kasutades oluliselt paksemad katendid (peaaegu kõikide teeklasside korral) kui KAP. Samas saavutati Odemarki valemiga ka oluliselt suurem materjali kokkuhoid šlakikillustiku kasutamisel. Selgus, et Odemarki valemit kasutades on 1 km pikkuse lõigu kohta võimalik kokku hoida ligikaudu 3000-13000 tonni materjali (sõltuvalt tee klassist). Eesti katendiarvutusprogrammiga (KAP) saavutati sarnastel tingimustel materjali kokkuhoid ligikaudu 2000-5500 tonni (sõltuvalt tee klassist).

Kuna Odemark projekteeris sarnastel tingimustel oluliselt paksemaid katendeid kui KAP, siis nende maksumus ruutmeetri kohta oli samuti suurem. Samas selgus, et nii Odemark kui KAP võimaldavad projekteerida katendeid, kus šlakikillustikust konstruktsiooni hind on I ja II klassi teel ligikaudu 10 % esialgsest (tard- ja lubjakivikillustikust) konstruktsiooni hinnast odavam ning III ja IV klassi teel ligikaudu 5 % esialgsest (tard- ja lubjakivikillustikust) hinnast odavam. Odemarki valemi järgi on šlakikillustiku kasutamisel tard- ja lubjakivikillustiku asemel 1 km pikkuse lõigu kohta võimalik kokku hoida ligikaudu 18000-150000 eurot (sõltuvalt tee klassist), Eesti katendiarvutusprogrammiga (KAP) aga 8000-110000 eurot (sõltuvalt tee klassist).

Arvestades rootslaste positiivset kogemust šlakikillustiku (ja šlakiliiva) kasutamisel, võimalust ehitada kergemaid konstruktsioone ning võitu maksumuses, siis tuleks kaaluda šlakitoodete praegusest suuremat kasutamist Eesti teedehituses – šlakikillustikku tardkivikillustiku asemel aluse ülakihis ning šlakiliiva teede remondis juhul, kui alus on nõrgal pinnasel vajunud.

SUMMARY

USE OF SLAG PRODUCTS IN ROAD CONSTRUCTION

Gert Vatsel

The present research is studying two different road construction materials ABS and GBS which are widely used in Sweden. In Estonia these materials should be competing with igneous rock as they have comparable price and parameters.

The first part of the study describes technical parameters of ABS and GBS, their chemical composition, areas of use and manufacturing process. Moreover, these parameters are compared with igneous rock.

The second part of the study compares parallel road constructions in different conditions (different load frequency, traffic volume, subsoil and humidity). The first construction is designed with ABS, the second with igneous rock and limestone. All constructions are calculated with two programmes (Estonian KAP and Finnish Odemark formula). The purpose of these calculations is to compare the cost of constructions and the volume of materials.

As a result of comparison, ABS is twice stronger than igneous rock. ABS has the elastic modulus of 600 MPa and its strength is increasing over time. It is caused by the fact that ABS contains calcium oxide and silicon dioxide which give it cementitious properties. ABS and GBS have lower compacted volume weight than usual igneous rock. It makes them an excellent road construction material for weak and unstable subsoil.

The result of comparative analysis suggests using ABS instead of igneous rock in the top layer of the road base, saving approximately 3000-13000 tons (Odemark) or 2000-5500 tons (KAP) of material per kilometer (exact saving depends on load frequency, traffic volume, subsoil and humidity).

Moreover, it was revealed that the cost of construction built with ABS is 5-10 % lower than the cost of construction built with igneous rock and limestone.

In conclusion, taking into account the positive experience with ABS (and GBS) in Sweden and the opportunity to build lighter and cheaper constructions, using these materials in Estonia should be further examined through test sections in road reconstruction.