

# PORTLAND- PÕLEVKIVITSEMENDI SÜNNI- JA ARENGULUGU

Kunda tsemenditehases toodetava portland-põlevkivitsemendi sünniaastaks võib lugeda aastat 1960, kui üldsust informeeriti juba ka ajakirjanduse kaudu uue, esmapilgul kahtlasena paistva tulemusega: elektrijaamas kütusena kasutatava põlevkivi põlemisjäägi – lendtuha – ühe fraktsiooni lisamisel tsemendiklinkrile ja selle jahvatamisel saadakse kõrgema-margilisem portlandtsement, kui seda on lendtuhatat portlandtsement. Selline, tolle aja kohta täiesti loogiline kahtlus tulenes varasemate aastakümnete kogemustest, mil põlevkivituhka peeti vähese väärtusega ehitussideaineks.

## Põlevkivituhka kui ehitussideaine kasutamise uuringud

Uuringud algasid Kohtla-Järvel juba 1922. aastal, millele järgnes samas ka (1924/1925) põlevkivituhksideaine ja -kivide toomine. Aastatel 1929... 1941 valmistas Tallinna Balti Puuvillavabrik umbes 6,5 miljonit autoklaavis kivistatavat tuhktellist, mis suure veeimavuse ja äärmiselt vähese ilmastikukindluse tõttu olid põhiliselt kasutatavad vaid hoonete siseseintes (nädishoonetena ehitati ka rõhutatult laiade katuseräästastega Rahumäe ja Hiiu raudteejaamad).

Pärast sõda jätkusid uuringud Tallinna Polütehnilises Instituudis professor Ottomar Maddisoni juhendamisel. Labori tulemused andsid olulise tõuke Tallinnas põlevkivituhksideainetehase Kukermiit rajamiseks, kusjuures nüüd loodeti juba tööstuslikult saada ehitismördi sideainet – kukermiiti margiga vähemalt 100. Kuna aga restkoldetuha omadused olid väga kõikuvad, siis kujunes kukermiidi margiks valdavalt 50.

Varsti selgus ehitustandril halva üllatusena, et kukermiit kivines algfaasis ja eriti madalamatel temperatuuridel (alla

+10 °C) äärmiselt aeglaselt. Kui näiteks portlandtsemendi survetugevus väheneb temperatuuri langedes +20...+1 °C 25%, siis kukermiidil 90%. Lisaks sellele ei ole kukermiit hüdraulilisele sideainele omaiselt veekindel.

Põlevkivituhk-portlandtsement on Tallinna teletornis ennast õigustanud.

Aastatel 1948...1961 toodeti Tallinnas kukermiiti 500 000 tonni, ja hiljem, kuni 1983. aastani Ahtmes, lendtuha kukermiiti margiga 100 umbes 300 000 tonni. Kui Kohtla-Järve Elektrijaamas mindi 1948. aastal üle põlevkivi tolmuna põletamisele, avardusid märgatavalt võimalused koksivaba põlevkivilendtuha efektiivseks kasutamiseks ehitussideainena.

Süsteemaatilised uuringud põlevkivi lendtuha kasutamiseks ehitustööstuses algasid TPI-s 1956. aastal pärast ehitusmaterjalide katselabori loomist. Uuringutega, mida juhendas Verner Kikas, selgitati

peagi, et ehitusmaterjalide tööstuses on kõige otstarbekohasem kasutada lendtuha kolme erineva keemilis-mineraloogilise koostise ja sideaineliste omadustega jäme-, peen- ja peenima fraktsioonina.

Jäme fraktsioonist terasuurusega valdavalt 10...150µm piirides on kõige otstarbekohasem valmistada autoklaavis kivistatavaid mull- ja raskebetooni.

Peenfraktsioon terasuurusega valdavalt 10...30µm on sobiv keskmargilise kukermiidi ja portlandtsemendiklinkri lisandiga kukermiitsemendi valmistamiseks.

Peenimasse kuuluvad terad, mis on valdavalt alla 15µm. Seda fraktsiooni loodeti kasutada kõrgema margiga tsemendite saamiseks.

## Kas klinker on lisandiks tuhale või tuhka klinkrile?

Kuni 1959. aastani taotleti põhiliselt võimalikult suure hulga põlevkivituhka kasutamist sideainena. Tsemendiklinkrit lisati vaid niipalju, kui see oli vajalik kukermiitsemendi nõuetekohaste ehitusomaduste tagamiseks. Selgus, et 25...35% klinkrisisaldusega kukermiitsemendi saamiseks sobib kõige paremini lendtuha peenfraktsioon, peenima fraktsiooni puhul oli aga klinkrilisandi efektiivsus väiksem kui peenfraktsiooni korral ning kukermiitsemendi aktiivsus madalam kui seda võinuks eeldada tema komponentide aktiivsuse ja nende suhtelise hulga põhjal. Negatiivsed nähud taanduvas, kui klinkrimanus on suurem – 70...80%. Aga see on juba tuhalisandiga



klinker. Seejuures oli tuhalsand ettenägematult, üle 1,5 korra, kõrgema efektiivsusega, kui seda võis eeldada tema kui sideaine aktiivsuse järgi.

Portlandtsemendi üldtuntud tehnoloogia kohaselt manustatakse klinkrile obligatoorselt vähesel hulgal lisatava kipsi kõrval veel 15...50 % mitmesuguseid mineraalseid lisandeid: vulkaanilist tuhka, tuffi, treepelit, opokat, diatomiiti, kõrgahjuräbu, kiviõevõi pruunsöetuhka. Nende lisandite kasutamise tsemendi omadused stabiliseeruvad, korrosioonikindlus agressiivses keskkonnas suureneb, omahind aga väheneb. Reeglina alandavad lisandid portlandtsemendi aktiivsust seda enam, mida madalam on nende endi aktiivsus ja mida suurem on nende hulk. Parimal juhul jääb aktiivsus samale tasemele kui lisandita tsemendil.

Põlevkivi lendtuha peenima fraktsiooni 20...30 % manustamisel klinkrile saadi aga portlandtsement, mille aktiivsus (60...70 MPa) suuresti ületas lisandita portlandtsemendi oma. See oli esmakordne juhus, kui mingi mineraalne tööstusjääk tõstis tsemendi aktiivsust nii tõhusalt. See näis esmapilgul küllaltki ebatõepärane, sest kuidas võis suuresti varieeruvate omadustega tuhka olla kõlblikuks komponendiks kõrgemargilises portlandtsemendis?

### Tsemendi teaduslik-tehniline väljarendus

Alustati põlevkivi koostisest, selle põletusrežiimist ja lendtuha fraktsioneerimisest tuha püüdmise käigus. Vaadeldi isegi lendtuhapüüdjate, eelkõige tsüklonite efektiivsust, laskudes isegi nende montaaživigadesse. Järgnes tsemendi tootmise tehnoloogia reguleerimine. Lõpuks tuli jälgida põlevkivituhk-portlandtsementbetoonide tehnoloogilisi omadusi raudbetoonitoodete tehastes: uurida segu vormitavust, betooni paisumist kivistumisel

ja selle mõju vormide töökindlusele. Peale selle analüüsiti konstruktsioone töös, mõõdeti nende deformatsioone ning määrati roomavus.

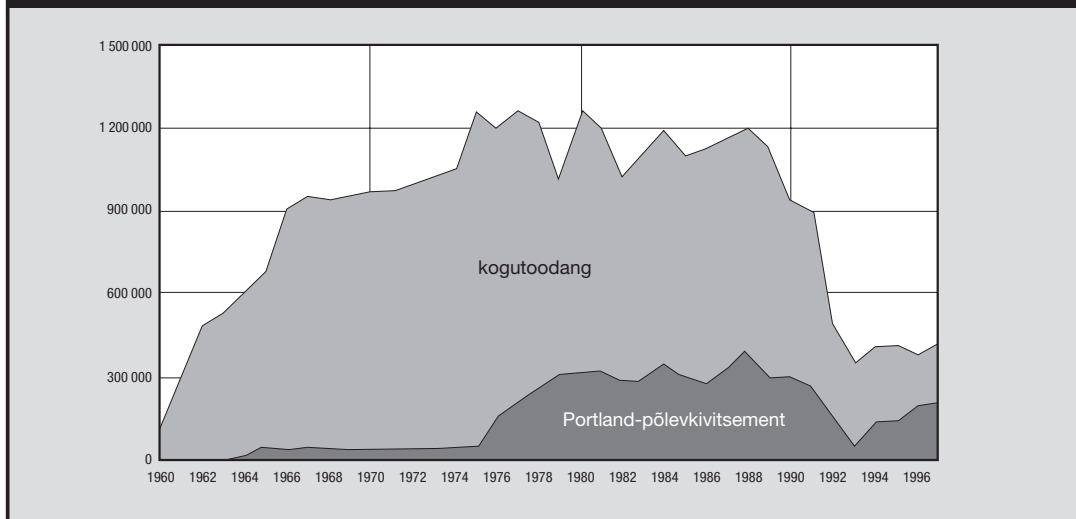
Põlevkivituhk-portlandtsemendi arengut saatsid rohked

laiema poolehoiu ja toetuse pärast 12...15-aastast uue tsemendi tootmist-kontrollimist nii Eestimaa betoonitehnoloogide ja ehitajate kui ka Riia, Leningradi ja Moskva teadlaste ning praktikute poolt, mis il-

betooni valmistamiseks meie portland-põlevkivitsemendi.

Põlevkivituhk-portlandtsement ehk kooskõlas Eurostandardiga – portland-põlevkivitsemendi tootmise evitamine kulges järgmiste iseloomulike

### Portlandtsemendi ja Portland-põlevkivitsemendi toodang aastail 1960-1997



arutelud oma instituudis, ehituskomitees, ministeeriumides, tööstuses ja üleliidulistes instituutides.

Laiaulatuslike uuringutega püüti elimineerida kõikvõimalikke vigu ja juhuslikkust ning leida üldised seaduspärasused, mis on olnud edasise edu aluseks.

### Põlevkivituhk-portlandtsement

Seda on seni toodetud enam kui 6 miljonit tonni ja sellest on valmistatud ligikaudu 20 miljonit m<sup>3</sup> monteertavaid raud- ja pingbetoonitoidu ning monoliitseid konstruktsioone, kus eriti oluline on tsemendi plastifitseeritus, vähene veevajadus, betooni suur püsivus ning ilmastikukindlus. Nendest toodetest on püstitatud palju tööstuskomplekse, elamurajoone (Õismäe ja Lasnamäe Tallinnas), mere kaldakindlustusi, tööstuskorstnaid, viadukke, aatomielektrijaam Leningradi oblastis ja Tallinna teletorn.

Põlevkivituhk-portlandtsement pälvis meie ehitajate

mekalt väljendus tsemendi valikul Tallinna teletorni betoonsamba valmistamiseks. Projekti kohaselt oli ette nähtud, et selleks tuleb kasutada nn sulfaatse korrosiooni kindlat tsementi, mis võimaldab valmistada ilmastikukindlat betooni.

Asjakohaseks näiteks on siin konstruktsioonilt sama tüüpi Vilniuse ja Tallinna teletornide võrdlus ja kasutatava tsemendi valik erineva kvaliteedi tasemega betooni saamiseks.

Vilniuse teletorni samba betooni tugevusmark pidi olema 300, Tallinna torni puhul aga 400, külmakindlus Vilniuses 200 tsükli, Tallinnas 300 tsükli. Rangemad nõuded Tallinna teletorni betoonile olid tingitud niiskemast kliimavõõndist ning sellest tulenevalt ka raskematest ekspluatatsioonitingimustest.

Kui Vilniuses rahuldus sulfaatikindlast tsemendist saadud betoon esitatud nõudeid, siis Tallinnas see ei õnnestunud. Tuginedes meie uurimise ja kasutamiskogemustele otustas NL Kõrgehitiste Ministeeriumi kolleegium kasutada

etappidena:

1. Hoovõtuperiood 1959...1963, Kunda ja Ahtme tehaste ning tehase Kukermiit toodang kokku 4000 t;
2. Väiketootmise periood 1964...1975, Kunda tehase toodang 12 aasta vältel 436 000 t, s.o keskmiselt 36 000 t aastas;
3. Suurtootmise periood 1976...1979, aastane toodang ~155 000...315 000 t.

Esimese miljoni tonni portland-põlevkivitsemendi tootmiseks kulus peaaegu 19 aastat, teise miljoni puhul pisut üle 3 aasta.

**VERNER KIKAS**  
TALLINNA TEHNKAÜLIKOOI  
EMIRIITPROFESSOR

**TOOMAS LAUR**  
TALLINNA TEHNKAÜLIKOOI  
EHITUSTÖÖTLUSE INSTITUUDI DIREKTOR  
EESTI TSEMENDI JA LUBJA  
STANDARDISEERIMISE KOMITEE ESIMEES