



Pille Nagel
ARHITEKT

KONSULTANT
Jüri Kaup



FOTOD PILLE NAGEL

BETOON – VORMUB JA VÄRVUB

Ehitusmaterjalidest on betoon omapärane, sest tema kuju ja vorm tuleb välja mõelda. Kui näiteks puidust ehitamise viisi on suuresti dikteerinud puutüve looduslik vorm siis betoon tahab kindlasti arhitekti- ja inseneripoolset kujuandmist. Insenerimõtte võib betooni vormida loodusvorme ületrumpavalt õhukeseks ja samas stabiilseks koorikuks või betoonist hoopis tööstuslik tükitootmise legomäng kujundada. Arhitekt võib betoonis leida väljakutseid nii vormiloomele kui pinnakujundusele. Betoon tahab ka tehnoloogi abi, et betooni kujuvõtmine erinevates oludes paremini õnnestu, sest olud võivad olla ju talvised, kitsad, kiired või miks mitte ka veelused.

VABA VORM

Betoon on võimalusterohkem kui tavaehitus seda vajab ja välja näitab. Selleks võrdleks betooni savi või plastiliiniga, millest laps vormib pigem õhukesti kaarjaid plastilisi vorme kui kandilisi paneele. Loomingulised ehitusinsenerid näevad betooni võimalustena lennukaid õhukeseseinalisi koorikuid ja mitmesuguseid kolmemõõtmelisi vormilahendusi. Platsilvalatava koorikkonstruktsiooni on alati tülikaks teinud raketise keerukus – tänapäeval on kasutusse võetud ka "täispuhutavad" vormid.

TEHASEVORM

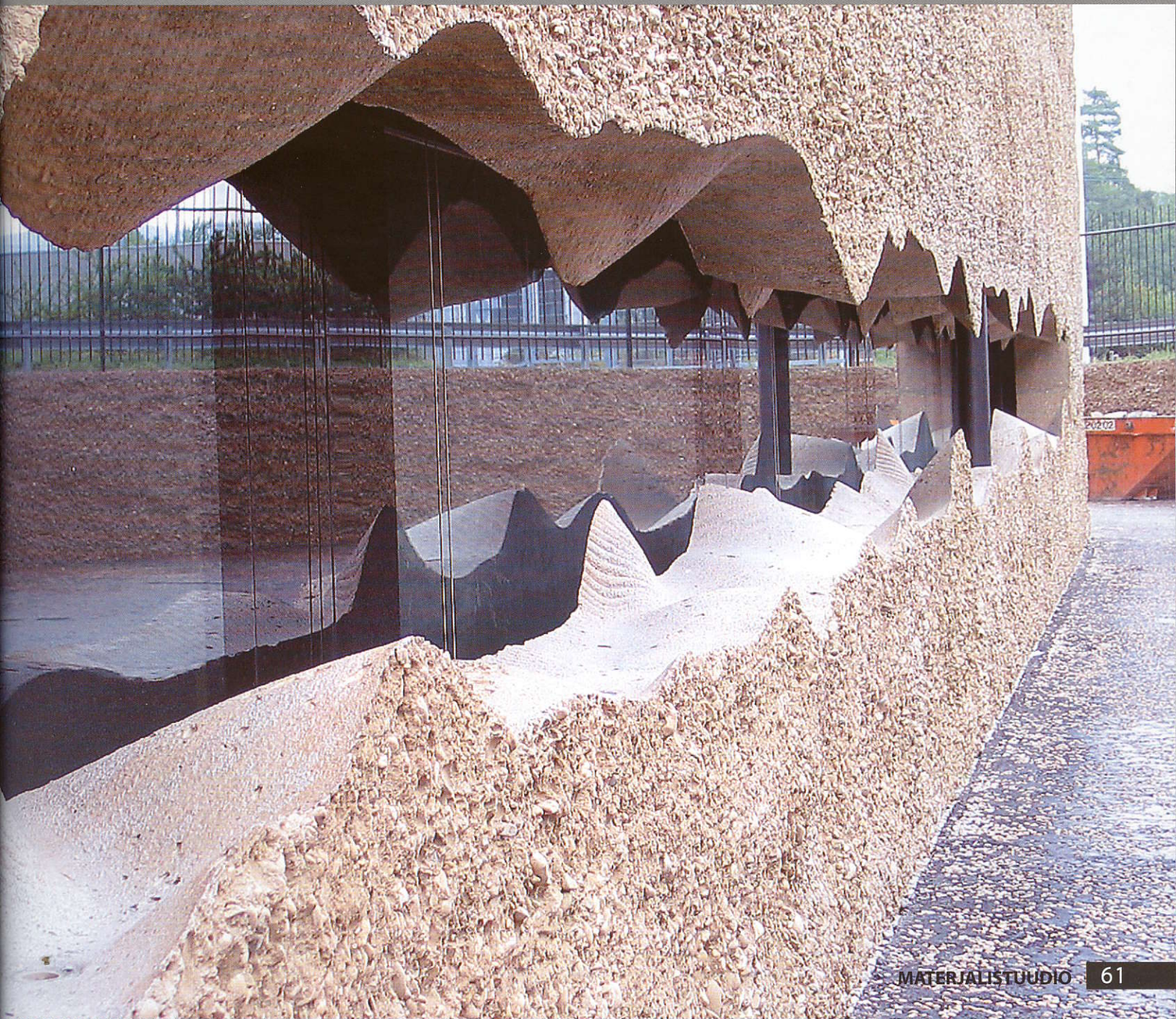
Betoon on kergesti ka plaadi-ja postikujuliseks valatav ja see on põhjus, miks tänapäevane kiire ehitus massiliselt tehases toodetavaid betoonelemente tarbib. Tehases valminu eeliseks ehitusplatsil valatu ees on tema kuivus – element sisaldab neli korda vähem vett kui kohapeal valatud monoliitbetoon. Kohapeal valatust peab vesi välja aurama/kuiutama ja see võtab aega, pahatihti juba seeselamise tervislikkust ohustades. Tehases on hea (mugavam ja ilmastikust sõltumatu) koostada keerulisi-kihilisi seinaelemente. Sileda pinnaga vormi valades saadakse siseseinapind, mis järeltöötlust ei vajagi. Sisekihiti on paigaldatavad kanalid kommunikatsioonidele – juhtmetele, torudele. Järgneb soojustuskihi panek ja väline betoonikiht. Iga kiht saab vajaliku paksuse.

PLATSILVALU

Monoliitbetoon - ehitusviisi, kus betoon platsil raketistesse valatakse on soosingusse tõusnud. See on paljuski tänu edukalt arendatud raketisesüsteemidele. Kohapeal valatav, postidest või sisekandeseintest ja plaatvahelagedest koosnev kandekarkass sobib linnatingimustes ka elamuehituseks hästi – siin pole kraana ega laoplatsti vajadust. Monoliitbetoonist karkassile lisatakse



- ◀ Betoonkatus võib näida väga kerge ja õhuline.
- ▶ Betoonmaja võib olla ka ülimalt ekspressiivne – Goetheanum aastast 1922.
- ▶ Tänaused betoonmajad on pigem askeetlikud ja hoolikalt valitud detailidega (arhitekt Valerio Olgiati).
- ▼ Vaimukas aken massiivses betoonseinas. Seina kattev kivipuiste pärineb samalt krundilt (arhitektid Herzog & de Meuron).



sageli kergemad välisseinaelementide. Aga ka soojustatud välisseinad on kohapeal valatavad ja puhasvalupindadena eksponeeritavad. Eestis on ka eramuid nii ehitatud aga üldmulje pehendamiseks lisatud puidupindasid.

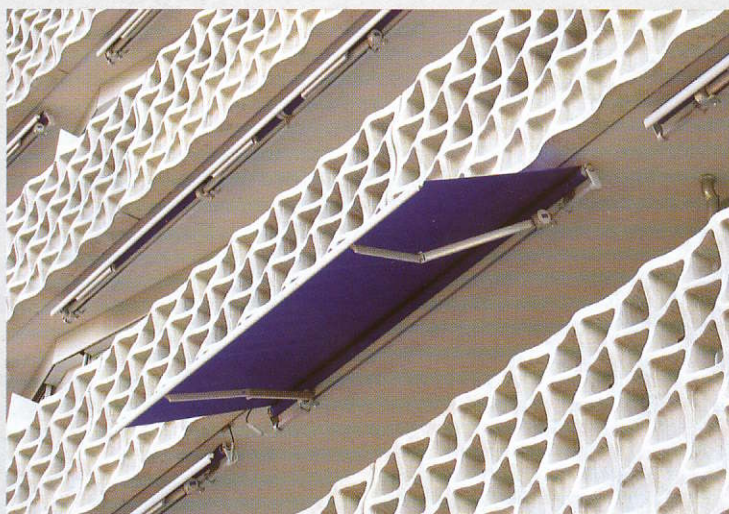
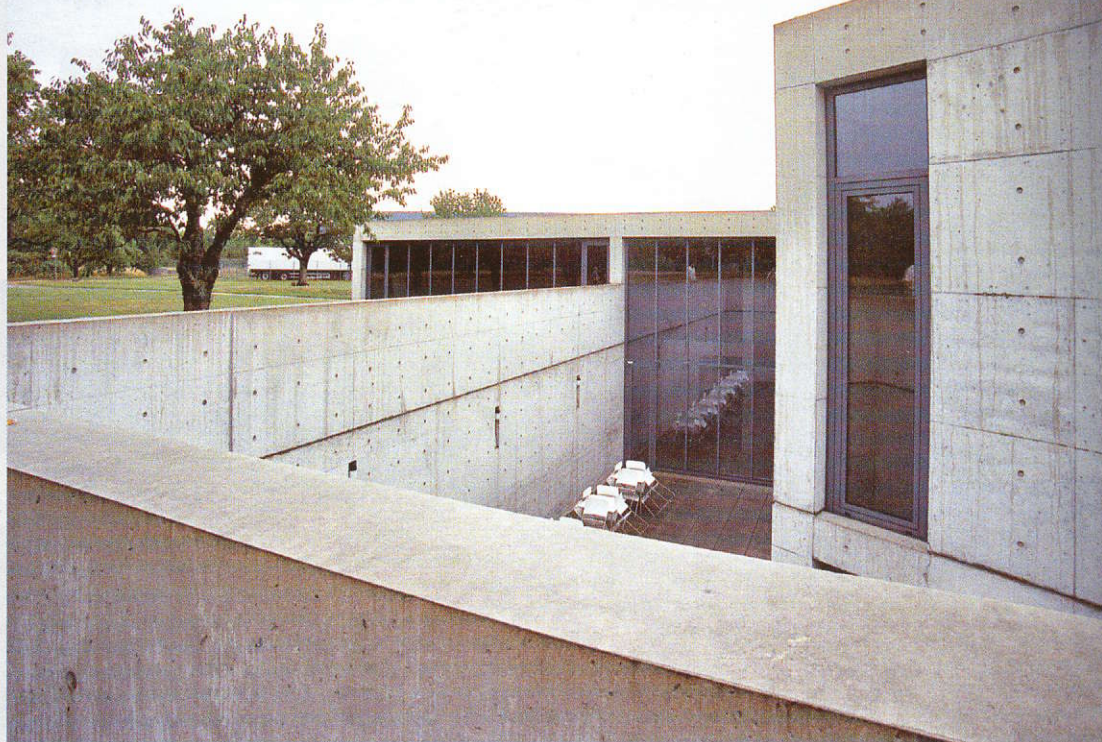
BETONIPIND ON MUUTUSTE JA EKSPERIMENTIDE OBJEKTIKS

Juba rohkem kui pool sajandit tagasi muutus betooni skulptuursete võimaluste kasutamine arhitektuuris huvipakkuvaks. Paraku põhjustas järgnev tööstusliku elementitootmise ajajärk monotoonse masstoodangu ja betoonmajadest sai mõneks ajaks villand (kuigi ega see betooni süü pole). 1990. aastatel pöördus arhitektide huvi taas lihtsamate hoonetavormide poole, loomupärase vormiga tarindite ja materjalide poole. Betoon kui kande- ja pindumoodustav materjal on jälle mitmesuguste esteetiliste eksperimentide teema.

Jaapani arhitekt Tadao Ando on teerajajaks paigalvalatud betoonseinte esteetika eksponeerimisel. Ta kasutab siledaid betoonipindu, mis on jaotatud traditsiooniliste tatami-mattide möötude järgi ruudustikuks ja betoonivalamise vormide kinnituskohad on hoolikalt positsioneeritud. Tema majade "siidsiledad" perfektsed betoonseinad on hästi välja kukkunud tänu jaapani puuseppade kõrgetasemelisele tööle – hea raketis on õnnestumises tähtis.

Šveitsi arhitektide Herzog & Meuroni töö betooniga on mitmest kandist materjaliuenduslik. Osalt kanduvad nende katsetused kunsti valdkonda – nad kannavad betoonipinnale mustreid või ka fotosid, muutes pinna jutustavalt kõnekaks, teisalt võib mõne teise objekti/hoone puhul betoon saada väga plastilise kujunduse (Baseli eakate kortermaja rõdud) või hoone võib muutuda lausa skulptuurseks kunstiteoseks.

Betooni puhul on materjali "kivilisust" erineval moel rõhutada proovitud. Maja võib välja näha nagu siledaks lihvitud graniidiraahn, mis lausa peegeldab ümbritsevat. Teise äärmusena võib betooni muuta hoopis krobeldiseks-struktuurseks, selles sisalduvaid kive pealispinnalt välja pes-



- ▲ Siledad betoonpinnad lasevad hoone mahtudel efektselt mõjuda (arhitekt Tadao Ando).
- ◀ Eakate elamu pitsilised rõdud – valge betoon on valatud elastsesse vormi (arhitektid Herzog & de Meuron).
- ▼ Keemilise pinnatöötuse katsetusi.
- Lihvitud betoonseinad muudavad hoone suureks kivitahukaks (arhitektid Morger, Degelo, Kerez).

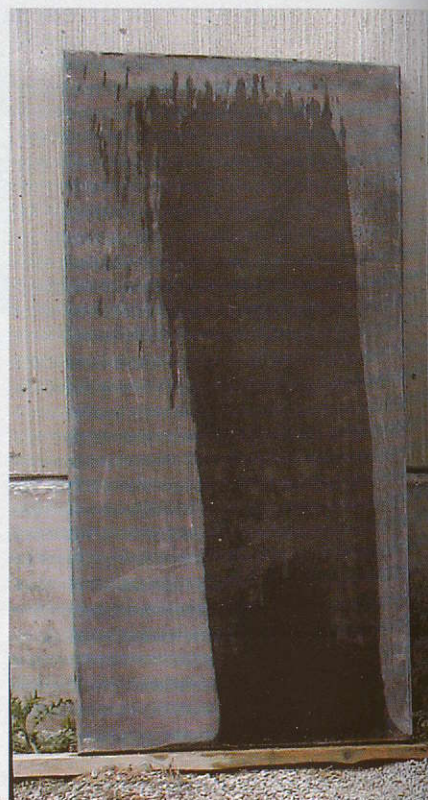
tes või pinnale kivipuistet lisades. Lisaks tavapärasele komponendile laseb betoon endasse integreerida muudki, mida aga kunstikavatsuslikult vajatakse: metalli, klaasi, keraamika tükke jne.

BETONII "ARHITEKTUURNE" MÄNGURUUM

Betoon koosneb kahest kiviainelisest komponendist: **täiteainest** ja **sideainetaignast** (vesi+tsement) ehk pastast. Täitematerjal (killustik, kruus, liiv) säilitab oma värvi ja vormi ning on suure tugevuse ja tiheduse tõttu betooni kõvaks ja muutumatuks komponendiks. Täiteainet on ca. 70% betooni mahust. See kiviaines aga, mis veest ja tsemendist moodustub, on nõrgem ja selle maht võib kividest muutuda. Suuremad ja

väiksemad täiteainekivid ja neid kokku liitev sideainepasta korraldavad tehiskiviks vormivalatuna ja tihendamist vajavana. Loomulikult ei saa see toimuda päris ühtlasena, erinevused on pinnal ja sees, vormi põhjas ning valu pealispinnal.

Soome betooniteadur Anna Kronlöf on betooni palju uurinud eriti arhitektuurse ilme valguses. Betooni maine langes betoonelamulinnakute vananedes ka sellepärast, et pinnatöötuse vastupidavusele ei pööratud piisavalt tähelepanu. Nüüd on Kronlöfi uurimuste põhjal teada palju aspekte, mida betoonipindade kavandamisel arvestada. Osa betoonis toimuvaid vanemisilminuid toimub sideainekivi kui nõrgema osa kulumisest fassaadile



mõjuvate tuulte ja vihmade käes. Vihmavee valgumine fassaadil pole ühtlane, see toimub fassaadigeomeetriast erisuste tõttu erinevalt. Nii on fassaadi märgumine ja määrdumine selgesti nähtav.

Betoonitehnoloogia iseärasuste tundmine on vajalik eriti nõudliku esteetikaga fassaadilahenduste juures. Siledade pindade, perfektsete nurkade ja ühtlase värvi saavutamise on raske, kuigi need võivad tunduda arhitektile elementaarsetena. Pääseteena võiks olla pinnaviimistlused ja töötlus, mis "elavamad", huvitavamad ja loomu poolest kvaliteedierisusi sallivamad. Sestap on Soomes käivitatud betooni pinnaviimistluste valiku laiendamiseks töötubasid, kus kaasati nii tuntud arhitekte kui betooni süvendatult õppivaid arhitektuuritundengeid. Üks sellise arendustöö viljadest on graafiline betoon.

PUHASVALUPINNAD

Platsilvalatava betooni puhul jäetakse enamasti betooni raketisepinnaliseks ja siin on vaja täpselt teada, mis tegurid lõpptulemust mõjutavad. Betooni värv kipub olema vahelduv, sõltudes paljudest seikadest. Betoonipinna heledus, laigulisus ja poorsus tulenevad paljuski valitud raketisest. Kui tahetakse **heledamaid pindu**, tuleb kasutada tihedat vormi, kas terast või vineeri. Valamine ja tihendamine tuleb teha ühtlaselt ja hoolikalt. **Tumedamad**

pinnad tulevad siis kui raketiseks kasutatakse uut lauda, mis on mõnevõrra vettimav. Raketiselaud "imeb" betooni pealmise, heleda kihi endasse. Uue ja vana raketiselaua kooskasutamise puhul kipub tulemus olema kirju. Samuti võib värvierinevusi põhjustada raketise märgumine sademete tõttu. Tumedama betoonipinna võib tekitada ka kivistumisejärgselt – lihvides või liivapritsiiga heledamat pealispinda eemaldades. Laigulisus võib olla põhjustatud kohati vettimavast raketisest või halvasti tehtud tihendustööst. Poorsed pinnad võivad tuleneda ebajärjekindlast tihendustööst (õhumullid ei saa eraldatud) või raketise määrdaine omadustest. Betoonipinna pragunemine rikub nii betoonipinna väljanägemist kui halvendab säilivust. Pragunemine tuleb betooni kokkutõmbumisest kuivamisel, mis võib olla tingitud nii kivistumistingimustest kui betooni koostisest.

BETONILE VÄRVI ANDMINE

Et betoon koosneb mitmest komponendist, siis värvilise betooni saamiseks tuleb valida kõiki komponente. Värviline betoon võib lihtsamal juhul olla tavaline betoon, millesse on segatud pulbrilist värvipigmenti soovitud värvitooni saamiseks. Kõige puhtamad värvitoonid saadakse, kui kasutatakse valget tsementi. Betooni värvitooni ja tumedusastet mõjutavad väga paljud tegurid. Värv mõjutavad ka kõvenemise aegsed käsitlused ja olustik ning seetõttu



ei ole seda võimalik täiesti kontrolli all hoida.

VÄRSKE BETOONI TÖÖTLUSVÕIMALUSED

Valatud betoonipinda, mis horisontaalses vormis ülepoole jääb, võib töödelda, kui mass on veel värske. Seda betooni iseloomuliku omadust – vormitavust kasutatakse üllatavalt vähe. Põhiliselt ilmselt sellepärast, et raske on saada ühtlast kvaliteeti, kui igat element töödeldakse eraldi. Lihtsamateks viisideks on harjaga "triibutamine" või rulliga pinna krobeliseks tegemine, samuti kivipuiste pealekandmine.

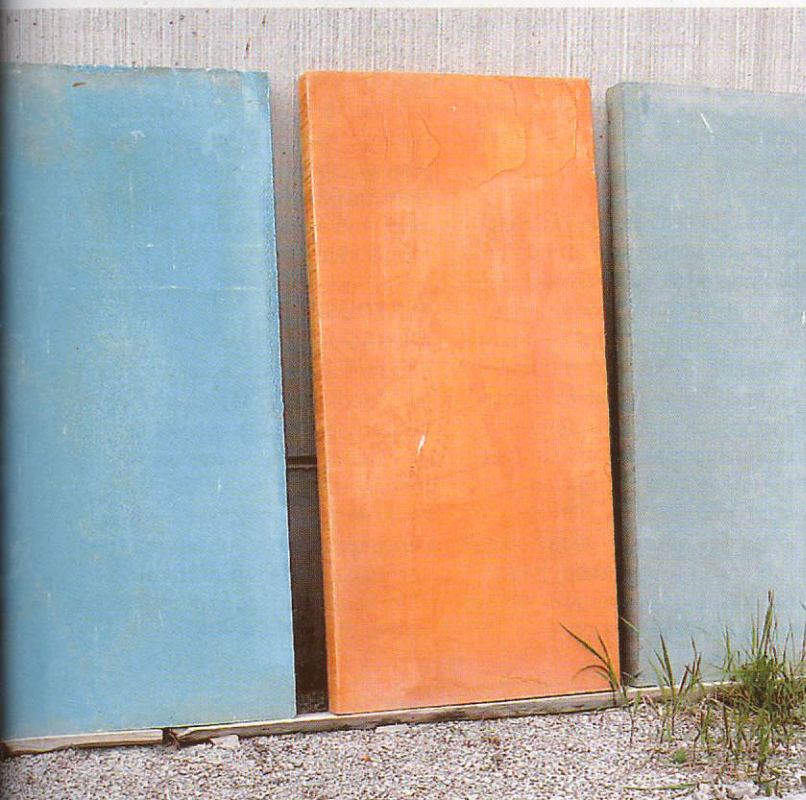
PESUBETON

Kui betooni tegemise protsessis betoonipinnast pastat eemaldada,

tuleb täitematerjal vähem või rohkem esile. Praegu kasutatavad meetodid on liivapesu, happepesu, lihvimine ja erisügavused pesud, mida tehakse pinnakõvenemist aeglustades. Betooniväljanägemine muutub seda kivilisemaks, mida enam pastat eemaldatakse.

GRAAFILINE BETOON

Graafiliseks betooniks on hakatud kutsuma muustrilist pesubetooni. Kujutise ülekandmiseks betoonipinnale kasutatakse erilist trükikilet, kus trükkivärvi asemel on betooni kivinemist aeglustav aine. Kujutis, mis disaineri arvutist trükimasina vahendusel kilele jõuab, ilmneb betoonipinnal puhasvalupindade ja pesubetoonipindade vahelise kontrastina. Trükikilesid saab praegu hästi





▲ **Ökoinimeste ridaelamu Šveitsis- betoonist koobasmajade tegemisel on tõenäoliselt kasutatud mõnekordseks kasutamiseks valmistatud klaasplastvorme.**

▼ **Graafilise betooni katsetused aastast 1995 (arhitektid Herzog & de Meuron).**



kasutada paneelide-plaatide valamisel horisontaalsesse vormi, kuid arendamisel on ka kilede kasutus paigalvalu puhul. Kilede abil graafilise betooni tegemise idee pärineb soome disainerilt Samuli Naamankalt, graafikat on aga varemgi betoonile kantud siiditrükitehnikas.

TERRATSO

Terratso ehk lihvitud betoonipind on eksklusiivne viimistlusviima-

lus, mida kasutatakse seinaelementide välisviimistlusena ning trepiastmete ja betoonpõrandate viimistlusena. Erinevate ja värviliste täiteainete tõttu kutsutakse ka mosaiikbetooniks. Kaunis lihvitud pind saadakse erineva jämedusega teemantketastega betoonpinna töötlemisel. Lihvi sügavus on 1,5-5 mm ning vajadusel toimub lõppviimistlusena poleerimine. Pinnad viimistletakse ja kaetakse betoonilakiga, mis kaitsevad seda tolmu- ja hüdrokoopsuse eest.

KEEMILINETÖÖTLUS

Raua- või vasesulfaadi lahusega töödeldud betoonipind lisab uudust kõikide betooni viimistlusviiside puhul. Vasesulfaadi kasutamisel saadakse sinakasroheline toon, raudsulfaadiga roostevärvi toon. See patineerimiseks kutsutav töötlusviis pakub efekteid, "looduslähedaselt" varieeruvaid pinnaviimistlusi. Keemilise töötlu- se alla kuulub ka happega töödeldud betoonipind, mille tulemu- sena paljastub täiteaine vaid õrnalt (alla 1 mm). See on eritehno- loogiat eeldav välisviimistlusviis. Keemilist töötlust kasutatakse

veel betooni pinna muutmiseks hüdrofoobseks. Impregneeraine ei muuda betooni väljanägemist, küll aga tagab ilmastikukindlama ja paremini puhastatava pinna.

RELJEEFNE BETOON

Reljeefse pinna saamiseks võib betooni vormi valada. Väga reljeefsete pindade tegemisel osutub võtmeküsimuseks kivistunud betooni vormist eraldamine. Siin on abiks erinevast materjalist, näiteks metallist, plastikust, kum- mist või puidust vormid ja mat- riitsid.

EHITUSLIKUD ERIBETOONID

Betooni kui materjali arendamine käib peamiselt sellel teemal, kui- das ehitust vähem tööjõumahu- kamaks, aastaringsemaks, ilmasti- kust vähem sõltuvaks muuta. Järgnevalt mõned näited. **Fiiber- betoon** saadakse, kui betoonile lisatakse teraskiudu või sünteeti- list kiudu - kiud asendavad siin armatuuri.

Isetihenev betoon - väga nõtke ja hästi koos püsiv betoon, mida saab kasutada ka betooni vibree- rimata (tehakse betooni

tihendamise eesmärgil).

Mahus paisuv betoon - kasutatakse seal, kus paigaldatav betoon peab mahus paisuma, n. tihendus- segud.

Kuum betoon on kasulik talvisel betoneerimisel.

Hüdrotehniline betoon on vee- aluseks betoneerimiseks.

Muldniiske betoon on mõeldud mitmesuguste plaat- ja kivikatete paigaldamiseks.

Kergkruusabetoon, kus täitema- terjaliks kergkruus, on väga hõre ja kerge väiksema soojusjuhtivu- sega betoon.

Jäätumiskindlaks tegevaid lisan- deid võib kasutada kõikide be- tooniliikide juures.

TULEPÜSIV JA MÜRASUMMUTAV

Raudbetoon on tulepüsiv mater- jal. Vajadusel on saavutatav ka- hetunnine tulepüsivus või enam- gi. Tuleõnnetuse korral on suur tõenäosus nii oma kui naabrite kinnisvara säilimiseks. Ka kerg- konstruktsioonis hoonetega võrreldes madalam müranivoo võib konstruktsioonimaterjali valikul oluline olla.