

K. Õiger

EHITISTE RENOVEERIMINE KONSPEKT



Tallinn, 2000...2009

Sisukord

1. Hoone või rajatise renoveerimise arhitektuursed küsimused ja lahendused.....	8
2. Ehitusmaterjalide ja -konstruktsioonide tehnilise seisundi uurimise üldised küsimused	8
2.1 Objekti olukorra registreerimise üldine tegevusplaan.....	8
2.2 Hoonete (elamud, kontori-, tööstushooned jne) seisundi hindamise peamised kriitilised kohad	10
2.3 Eriehitused (rajatised)	12
3. Konstruktsioonimaterjalide korrosiooni (keemilise, bioloogilise ja struktuurse lagunemise põhjused).....	15
3.1 Betooni- ja raudbetoonkonstruktsioonide korrosioon	15
3.1.1 Betooni korrosioon ja muud kahjustused (süsinik- ja vääveldioksiid, kloriidide mõjutused, külmakahjustused jne)	15
3.1.2 Raudbetooni terase korrosioon ja sarrustusest tingitud probleemid	17
3.2 Loodus- ja tehiskivist materjalide kahjustused	23
3.3 Metallkonstruktsioonide materjalide kahjustused, korrosioon, tõrked.....	37
3.3.1 Üldisi märkusi.....	37
3.3.2 Teraskonstruktsioonide korrosioonist.....	37
3.4 Puidu keemiline ja bioloogiline lagunemine.....	39
3.4.1 Päikese soojus- ja UV-kiirgus.....	40
3.4.2 Puidu bioloogiline lagunemine.....	40
3.4.3 Puitu hävitavad putukad (loomsed kahjurid).....	50
3.5 Plastikute korrosioon (sh katusekatte- ja muude hüdroisolatsiooni materjalide lagunemine ja kahjustused)	53
3.6 Viimistlusmaterjalide kahjustuste põhjused.....	53
3.6.1 Hoonete välis- ja siseviimistlusel esinevaid kahjustusi	53
4. Hoonete ja nende osade kahjustuste põhjused	55
4.1 Elamute seinte ja lagede kahjustused.....	55
4.1.1 Kivikonstruktsioonis hooned	55
4.1.1.1 Mõningaid märkusi varem laialdaselt kasutatud ühekihiliste välisseinte kohta.....	56
4.1.1.2 Kivi, tellis- ja silikaattelliskonstruktsioonide sagedamini esinevad kahjustused	60
4.1.2 Paneelelamud.....	74
4.1.2.1. Põhikandekonstruktsioonide üldine seisund.....	82
4.1.2.2 Olulisemate puuduste ja koheselt tegemist vajavate tööde loetelu.....	88
4.1.2.3 Välissente uuendamiseks tehtavad tööd	91

4.1.2.4	Paneelhoonete kandekonstruktsioonide üldised remondi perioodid	98
4.1.3	Kärg(gaas)betoonplokkidest hooned	101
4.1.5.2	Hoonete metallkonstruktsiooni olukorra hindamisest.....	104
4.2	Tööstushooned	106
4.3	Katuste ja hüdroisolatsiooni kahjustused	107
4.3.1	Katused	107
4.3.1.1	Üldmärkus.....	107
4.3.1.2	Erinevatest katusetüüpidest.....	111
4.3.1.3	Viimasel ajal laialdasemalt kasutatavate lamekatuste probleeme	113
4.3.1.3.1	Projekteerimine.....	113
4.3.1.3.2	Ehitamine.....	119
4.3.1.4	Viilkatused (pööninguga, mansard)	123
4.3.1.5	Viilkatuste puitkonstruktsioonidest ja nende probleemidest.....	125
4.3.1.6	Katuste ekspluateerimisel tehtavaid vigu.....	129
4.3.1.7	Kokkuvõte.....	130
4.3.2	Hüdroisolatsiooni vigadest põhjustatud kahjustused	130
4.3.2.1	Üldisi märkusi	130
4.3.2.2	Hoonete tarindisse imbuva vee ja niiskuse allikad.....	131
4.3.2.3	Hüdroisolatsiooni kasutuskohi	131
4.3.2.4	Hüdroisolatsiooni sagedamini esinevaid vigu ja neist põhjustatud kahjustusi	133
4.4	Vundamentide kahjustused	135
5.	Kahjustuste uurimise seadmed ja võimalike uuringute või määrangute loetelu ...	139
5.1	Katseseadmed ja vahendid	139
5.2	Määrangud betoonkonstruktsioonide puhul	139
5.3	Määrangud teraskonstruktsioonide puhul	143
6.	Taastusremont.....	145
6.1	Materjalide ja konstruktsioonide korrosiooni seiskamine, sooja- ja niiskus- tehnilise olukorra parandamine ja remondi meetodid.....	145
6.1.1	R/b konstruktsioonid (puhastamine liivapritsi või kõrgsurve veejoaga, realkaliseerimine, katoodkaitse jne).....	145
6.1.2	Paneelhooned	150
6.1.3	Kivikonstruktsioonid.....	150
6.1.4	Metallkonstruktsioonid	155
6.1.4.1	Töökindluse tõstmise abinõud, olemasoleva konstruktsiooni reserve otsimine	155
6.1.5	Puitkonstruktsioonid	157
6.1.5.1	Puitkonstruktsioonide renoveerimine ning tugevdamine.....	157

6.1.5.1.1 Renoveerimine	157
6.1.5.1.2 Kahjustatud puitkonstruktsioonide tugevdamisel võib kasutada järgmisi abinõusid:	161
6.1.5.1.2 Kokkuvõte.....	162
6.1.6 Piirete soojapidavuse ja niiskusetehnilise olukorra parandamine ja heliisolatsiooni parandamine	162
6.1.6.1 Välimisele lisasoojustusele esitatavad nõuded.....	163
6.1.6.2 Seinte välispoolse lisasoojustamise viisid	167
6.1.6.3 Seina seespoolse lisasoojustamise viisid	170
6.1.7 Akende ja uste remont.....	175
6.1.8 Katuste remont	175
6.1.9 Vundamentide remont	175
6.1.10 Viimistlustööde remont	177

Sissejuhatus

Vanade ehitiste (hoonete ja rajatiste - sillad, tornid, mastid, korstnad, gradiirid jne) juures tehtavad tööd nende ulatuse ja eesmärgi poolest võiks laiemas käsitluses puhul jagada järgnevalt:

ehitiste (hooned ja rajatised)

- konserveerimine
- restaureerimine (taastamine)
- renoveerimine (uuendamine)

Meie oma kursuses vaatleme loetletutest põhiliselt viimast, ehkki kõikide nimetatud alade probleemid on paljuski samad. Selles kursuses käsitletakse ehitiste renoveerimise seda osa, mis seotud põhiliste ehitismaterjalide (betoon, kivi, metall, puit, plastikud, viimistlusmaterjalid), ehituskonstruksioonide, piirdekonstruktsioonide soojapidavuse, viimistlustööde või nimetatud aladel sagedamini esinevate kahjustuste ja taastusremondiga. Samuti käsitletakse konspekti lõpupeatükkides ehitiste avariieelseid ja avariiseisundeid, konstruktsioonide tugevdamise küsimusi ja ka ehitiste osalise või täieliku lammutamise ning ehitusjätmete käitlemise küsimusi. Hoonete elektri-, kütte-, ventilatsiooni-, veevarustuse ja kanalisatsiooniseadmete ning valgustuse küsimusi käesolevas kursuses ei käsitleta. Vajadusel vt vastavad keskkonnatehnika või muud tehnikaülikoolis toimuvad kursused.

Mida ehitise reoveerimise all mõista? Kinnisvara halduri käsiraamatus on nimetatud termin defineeritud alljärgnevalt:

Renoveerimine – olemasoleva hoone, tema tarindite ja/või ruumide taastamine esialgsel kujul koos põhitarindite või tehnosüsteemide olulise rekonstrueerimisega; hoone mahulised ja pinna põhiparameetrid ei muutu; hoone säilitab põhiliselt oma kasutusotstarbe.

Õppeaine on omaette ala. Tuleb rõhutada, et see käsitleb väga mitmesuguseid probleeme ja sellel alal vähegi tulemuslikuks tegutsemiseks on vaja muuhulgas omada laialdasi teadmisi järgnevatel aladel:

- füüsikas (eriti ehitusfüüsika)
- keemias (materjalide keemia, materjalide teadus)

- mineraloogias
- bioloogias (mikrobioloogia)
- ehituskonstruksioonide alal (ehitusmehaanika, konstruksioonide arvutus ja konstrueerimine), ehitusmaterjalide ja ehitustehnoloogia alal
- arhitektuuris
- kunstiteaduste alal (rahvusliku või maailma kunstipärandi küsimused) jne.

Asjatundmatud lahendused ja töö võib põhjustada hoonete ja ehitiste kahjustuste arenemise olulist kiirenemist kuni avariieelse seisundini, osalise või täielikku avariinigi. Samas võib renoveerimisele minev hoone juba enne mistahes töid olla varasemate kahjustuste tõttu avariieelses seisundis.

Ehitiste uuendamisel on sageli vaja hoone või rajatis kas osaliselt või vahel ka täielikult lammutada. See tegevus on omaette ala. Nii uuendamise kui lammutamisega seoses tuleb tegeleda ehitusjäätmete käitlemisega, nende korduvkasutamise või muul viisil utiliseerimisega.

Ehitiste uuendamise (renoveerimise, saneerimise, rekonstrueerimise) küsimused on tänapäeval väga aktuaalsed nii meil Eestis kui mujal maailmas, kuna

- tänapäeva maailmas on säästva ja ökoloogilise arengu vajalikkuse nõue.
- Eestis kui ka paljudes teistes riikides mujal ehitati viimase poole sajandi jooksul intensiivselt elamuid, suuri tehaseid, kõikvõimalikke rajatisi. Osa hooned ei vasta enam tänapäeva nõuetele. On ka selliseid hooned, mida ei kasutata, kuid mõistliku renoveerimise puhul oleks võimalik kasutusele võtta suhteliselt väikeste vahendite kulutamisega;
- uute hoonete rajamine on kallis, lihtsam on renoveerida mingi olemasolev kas kontoriks, töökojaks, kaupluseks jne. Seejuures on renoveerimine reeglina palju odavam kui uue ehitamine. See tuleb eriti kõne alla kui majanduslikud võimalused on piiratud;
- on saanud aeg kui ühel perioodil ehitatud hooned ja rajatised lihtsalt vajavad remonti;
- kultuuripärandi säilitamise vajadus.

Käesolevalt on meil (Tallinna vanalinnas ja teistes linnades, elamurajoonides, ettevõtetes) umbes pool ehitustegevuse mahust renoveerimine. Sama olukord on sellel alal ka Põhjamaades. Seoses kütteinete hinna pideva tõusuga ja vajadusega säästa fossiilseid kütuseid ja vajadusega säästa loodust on päevakorda tõusnud energiatsäästva renoveerimise nõue.

Eestis on vanade hoonete ja rajatiste renoveerimise, restaureerimise ja konserveerimise teoreetiliste ja tehnoloogiliste küsimustega veel suhteliselt vähe tegeldud.

Paljudes riikides tehakse mahukaid uurimistöid, sh ehitusfüüsika alal, antakse välja selle ala ajakirju (näit Soomes ajakiri Korjausrakentaminen), raamatuid ja õpikuid ning korraldatakse seminare ja täienduskoolitust.

Viimasel ajal on ka meil üha enam korraldatud vastavaid seminare ja kursusi, sageli koos Põhjamaade inseneride ja tehnikaülikoolide õppejõududega. Üha sagedamini ilmuvad renoveerimisalased kirjutised ajakirjades Ehitaja, Keskkonnatehnika, Puuinfo, ja avaldatud on ka mitmeid sellealaseid brošüüre.

Seoses vajadusega käesoleva ala teadmisi süvendada TTÜ ehitusvaldkonna üliõpilastel, on õppekavadesse sisse toodud ehitiste uuendamise alane õppeaine. Ka on tegemisel sellel alal rida magistri- ja doktoritöid.

Ka Eesti Kunstiakadeemia Restaureerimiskoolis korraldatakse arhitektide ja inseneride vastava ala täienduskoolitust ning samuti on tegemisel Kunstiakadeemia arhitektuurieriala ettevalmistuse baasil rida magistratöid.

Viimastel aastatel on Eestis mõned firmad pühendunud täiesti renoveerimisalastele uurimis-projekteerimistöodele või sellel alal ehitustööde tegemisele.

Käesoleva kursuse eduka õppimise (läbimise) eelduseks on ehitusmaterjalide, ehitusfüüsika, ehitusmehaanika ja vähemalt ühe ehituskonstruksiooni käsitleva õppeaine eelnev omandamine.

1. Hoone või rajatise renoveerimise arhitektuursed küsimused ja lahendused.

Renoveerimise arhitektuuri, esteetika, eetika, funktsionaalsuse, sotsioloogia küsimusi käsitletakse vastavates arhitektuuriala loengutes.

2. Ehitusmaterjalide ja -konstruktsioonide tehnilise seisundi uurimise üldised küsimused

2.1 Objekti olukorra registreerimise üldine tegevusplaan

Olukorra uurimine sisaldab:

- I faas** - täielik visuaalne vaatlus, mis on dokumenteeritud, illustreeritud fotodega ja plaanidega
- II faas** - uurimistulemused objektil lihtsate mõõtmistega
- III faas** - uurimused laboris pisteliste proovide alusel (puurkärnid jne)
- IV faas** - lõpuks koostatakse renoveerimise projekt ja eelarve, mis peab näitama, kas vastava äriplaani olemasolul on võimalik või tasub ühe või teise taseme renoveerimist ette võtta.

Uuriija peab kindlaks tegema:

- objekti vanuse;
- varem toimunud renoveerimised;
- ümberehitused;
- laiendused;
- kasutatud ehitusmaterjalid (betooni liigid, nagu kergbetoon, normaalbetoon, tootmise viis, nagu kohtbetoon, tehases valmistatud elemendid kas viimistlusega või ilma jne);
- ehitusdetailide avatus (kas ilmastikumõjutustele või kaitstud, orientatsioon);
- kasutamine, koormuse liik ja suurus;
- elemendi suurus ja üksikdetailide pinnad;
- juurdepääsetavus (tellingud, tõstelava, ripplava, trepp);

- ohud (nõrgad kohad seoses ehituskonstruksioonide ohutusega, allalangevad osad);
- konstruksioon (jõudude kulg, vuugid, liited);
- materjalide ja konstruksioonide kahjustused ja põhjused;
- energiatehnilised aspektid (soojapidavus);
- esteetilised aspektid (krohv, värvid, vorm)

Ülevaatus, uurimise ja vastava analüüsi tulemused peavad olema piisavad renoveerimiskontseptsiooni otsustamiseks, hinna kalkuleerimiseks jne.

2.2 Hoonete (elamud, kontori-, tööstushooned jne) seisundi hindamise peamised kriitilised kohad

Peamisteks uurimiskohtadeks on katused, seinad, aknad, vundamendid, san.võrgud, sh. ilma- ja tuulepidavus, soojapidavus, heliisolatsioon, viimistlustööd, valgustus, r/b-, kivi-, teras-, puit- ja plastikmaterjalide korrosiooni-, niiskuse- ja külmakahjustused, konstruktsioonide ülemäärased praod ja deformatsioonid. Uuritavad küsimused võib jagada alljärgnevalt.

- konstruktsioonide kandevõime (tugevus ja stabiilsus)
- kandekonstruktsioonide suured deformatsioonid (katusetalad ja paneelid, vahelae talad ja –paneelid jne);
- praod kandvates ja mittekanvates elementides;
- materjalide ja elementide tugevad korrosioonikahjustused, millised võivad põhjustada konstruktsiooni purunemise;
- vundamentide vajumine (lagunemine);

Põhjuseks võivad olla: algusest peale ebapiisav kandevõime, ülekoormus või praod ka temperatuurideformatsioonidest takistatud deformatsioonide puhul, terase, betooni, puidu kõrvõimalik korrosioon (sh ka puidu mädanemine, betooni, kivimaterjali külmakahjustused jne sel määral, mis vähendab oluliselt põiklõikeid või jäikusparameetreid), praod konstruktsioonides vundamentide koormuste suurest erinevusest, vundamendi alt pinnase ärahtumisest, külmakergetest, vundamendi vajumisest kõrvalerajatud uute ehitiste või hoonete koormuste tõttu, või uute vundamentide rajamisel lähedalasuvate vanade vundamentide tallast sügavamalt lahtivõtmise ja pinnase väljavajumise tõttu, jne.

Osa nimetatud asjaoludest ei tarvitse põhjustada veel kandevõime kaotust, kuid takistavad konstruktsiooni (hoone) normaalset kasutamist, millest alljärgnevalt.

2) Kasutatavuse osas kontrollitakse

- läbivajumisi (siirdeid, pöördeid, kõverdumisi);
 - r/b konstruktsioonide puhul pragude avanemise suurust;
 - vibratsioonide suurust (resonantsvõnkumised kuuluvad kandevõime kontrolli hulka, kuid esineb suhteliselt harva ja kui, siis reeglina liiga vähe aega, et midagi ette võtta);
- viimistluse seisundit.

3) Omaette küsimus on niiskustehniline olukord (välispiirete puhul seotud soojapidavusega), mille tagajärjel võib tekkida nii kandevõime- kui kasutuspiirseisund. Selles osas on uuritavateks kohtadeks:

- katusekonstruktsioon;
- torustike jne läbiviigukohad;
- ülemise korruse lagi, liitekohad;
- niisked ruumid, hallitus;
- torude liitekohad, vee läbijooks;
- seinte alaosad;
- hoonealuse maa niiskuse olukord;
- drenaaž;
- pinnasevesi, vihm;
- täitepinnas;
- keldrid (esimene korrus), põrandaalune ruum;
- ukсед, aknad;
- väliskonstruktsioonid.

4) Soojapidavus (ka läbipuhutavus) on oluliselt seotud niiskuse probleemidega. Kontrollitakse:

- katused, katuslaed, pööningu laed;
- välisseinad (ka läbipuhutavus);
- aknad, ukсед;
- keldri seinad ja laed.

5) Heliisolatsioon:

- välisseinad;
- vahelaed ja –seinad;
- aknad, ukсед.

6) Sanitaarvõrkude, küttesüsteemi, ventilatsiooni ja kanalisatsiooni puhul tuleb uurida

- torustike korrosiooni;
- ühenduste jm lekkimist;
- ebaefektiivsust, süsteemide reguleerimatust jne.

7) Elektrivõrgud ja seadmed.

2.3 Eriehitused (rajatised)

Eriehitused (gradiirid, hüdrojaamade tammid, sadamaehitused, raudteejaamade debarkaaderid, staadionid, suured koorik- ja rippkatused, sillad, tornid, mastid, suured korstnad, reservuaarid, silod, punkrid, elevaatorid, puhastusseadmete basseinid, galeriid, maaaluste trasside kanalid-tunnelid, põllumajandusehitused, silohoidlad, tugimüürid, suured seadmed nagu tõstemastid jne)



Siin võivad iga ehituse puhul olla omaette eri probleemid, kuid ikkagi peamised on samad mis hoonetegi puhul.

Ülevaatus käigus tuleb eelnimetatud asjaolud üle vaadata, vajaduse korral teha:

- mõõtmisi konstruktsiooni geomeetria osas;
- konstruktsiooni avamisi ja vundamentide lahtikaevamisi;
- proovide võtmisi materjalide mehaaniliste omaduste määramiseks või keemiliste ja füüsikaliste analüüside (selle hulgas ka niiskusesisaldus jne) ja mikrobioloogiliste uurimuste tegemiseks, et selgitada materjalide lagunemise põhjusi;
- proovikoormamisi;
- soojapidavuse, heliisolatsiooni mõõtmisi;
- läbipuhutavuse määramist;
- kontrollarvutusi nii kandevõime kui sooja-niiskustehnilise seisukorra, sanitaartehniliste süsteemide jne kohta.

Uurimistulemused tuleb fikseerida raportis (aruandes), kus kui tellitud antakse ka vajalikud ettepanekud renoveerimiseks (väga hea kui uurimistööde peaettevõtja on võimeline seda tegema, s.o kui sellised firmad eksisteerivad).

Mujal maailmas maksab selline töö pisutki tõsisema objekti puhul palju, s.o umbes 6 –16 % taastusremondi maksumusest.



3. Konstruksioonimaterjalide korrosiooni (keemilise, bioloogilise ja struktuurse lagunemise põhjused)

3.1 Betoon- ja raudbetoonkonstruktsioonide korrosioon

3.1.1 Betooni korrosioon ja muud kahjustused (süsinik- ja vääveldioksiid, kloriidide mõjutused, külmakahjustused jne)

Suur osa kandekonstruktsioonidest on viimasel ajal kas täielikult või osaliselt valmistatud betoonist (raudbetoonist).

Üks olulisemaid põhjusi betoonkonstruktsioonide järjest kasvavate kahjustuste tekkimisel on asjaolu, et paljude aastate jooksul ei uuritud hoonete ja ehitiste töötamise tõrgete põhjusi piisavalt, mille tõttu ehitusnormide vajalik korrigeerimine jäi vajalikest nõuetest maha.

Teine suur enneaegsete kahjustuste põhjus on ekslik arvamus, et betoonkonstruktsioonid on vaja vastavalt normidele projekteerida ja ehitada. Aga eksploatatsioonis võib nad ära unustada (igavesed), s.o hooldamist ei ole vaja.

Betoon on ehitiste kasutamisel koormatud iseloomult ja intensiivsusest mitmesuguste

- mehaaniliste (koormus, erosioon);
- füüsikaliste (Δt° , tulekahju $\Delta t^\circ, \Delta w$, materjali mahumuutus aja jooksul, külmakahjustused jne);
- keemiliste mõjutustega (CO_2 , $\text{SO}_{2(3)}$, soolad, kemikaalid – happed, alused jt, sisemised põhjused – ebapuhas täitematerjal - S, Fe, Al_2O_3 jne).

Betoonkonstruktsioone kahjustavad välised mõjurid

- erosioon (tuule mehaaniline mõju, kulutamine);
- niiskus ja külm;
- deformatsioonid temperatuuri- ja niiskusevaheldusest;
- õhu süsinikdioksiid CO_2 ja selle difundeerumisel karboniseerumine;
- õhu reostus, muuhulgas väävliühendid (SO_2) ja sellest põhjustatud etringiidi tekkimine, ning mitmesugused muud väliskeskkonnast põhjustatud muud soolad (soolmineraalid);
- kohalikud keemilised mõjurid;

Betoonkonstruktsioone kahjustavad sisemised mõjurid

- betoonis olevad ebapuhtad side- või inertained, muu hulgas väävel, rauaühendid, alumiiniumoksiidid;
- reaktiivne täitematerjal;

Betooni lagundavad jõud:

- hüdrauliline rõhk;
- jääkristalli kasv;
- osmootne rõhk;
- soolade kristalliseerumine;
- soojuspaisumistegurite erinevus;
- temperatuurigradient (erinevus) ja selle tagajärjel tekkivad sisepinged;
- "soojašokk".

Soolade kristalliseerumine poorides (sooladest, kahjustustest ja nende uuringutest vt. täpsemalt alljaotis 3.2):

			Faasi muutuse temp °C	Mahu suurenemine %
NaCl	→	NaCl · 2H ₂ O	0,15	130
Na ₂ SO ₄	→	Na ₂ SO ₄ · 10 H ₂ O	32,3	311
MgSO ₄ · H ₂ O	→	MgSO ₄ · 6 H ₂ O	73	145
MgSO ₄ · 6 H ₂ O	→	MgSO ₄ · 7 H ₂ O	47	11
Na ₂ CO ₃	→	Na ₂ CO ₃ · 10 H ₂ O	33	148

Konstruktsiooni kasutamise iga võib olla alamäärane kahel põhjusel:

- valmistatud praagina
- kasutatakse mitteettenähtud tingimustes.

Konstruktsiooni töökindlust võivad vähendada järgmised asjaolud:

- tööde tegemise defektid (kvaliteet), praakmaterjal või valmistus;
- materjali kandevõime vähenemine aja jooksul;
- konstruktsiooni ülekoormamine (ka tulekahju);
- lihtsustatud arvutuskeemi kasutamine (millised ei ole arvesse võtnud kõiki võimalikke ekspluatatsiooniaegseid mõjutusi);
- ettenähtud kasutusaja ületamine (25, 50, 75, 100 aastat).

3.1.2 Raudbetooni terase korrosioon ja sarrustusest tingitud probleemid

Ehitusobjekti pikaajalisel ekspluateerimisel esinevad vältimatult r/b konstruktsioonide kahjustused, mis põhjustavad betooni kaitsekihi pudenemist ja järgnevalt terassarruse korrosiooni intensiivistumist.

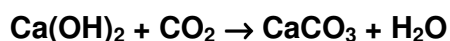
Betooni kaitsekiht täidab kolme funktsiooni:

- koormuse vastuvõtmine (terassarruselt ülekandmine betoonile). Nii näiteks kantakse sarrusvarda tõmbejõud betoonile kogu teda ümbritseva betooni kaudu. Kui aga kaitsekiht on pudenenud, siis jääb koormuse ülekandmiseks terasvarda külgpinnale tugevat betooni paremal juhul 50%
- korrosioonikaitse - painutatud konstruktsioonis kannab survejõudu reeglina betoon ja tõmbejõudu terassarrus ja seega paigaldatakse sarrus reeglina perifeersesse tsooni. Seejuures tuleb tagada, et oleks piisav betoonist kaitsekiht
- tulekaitse.

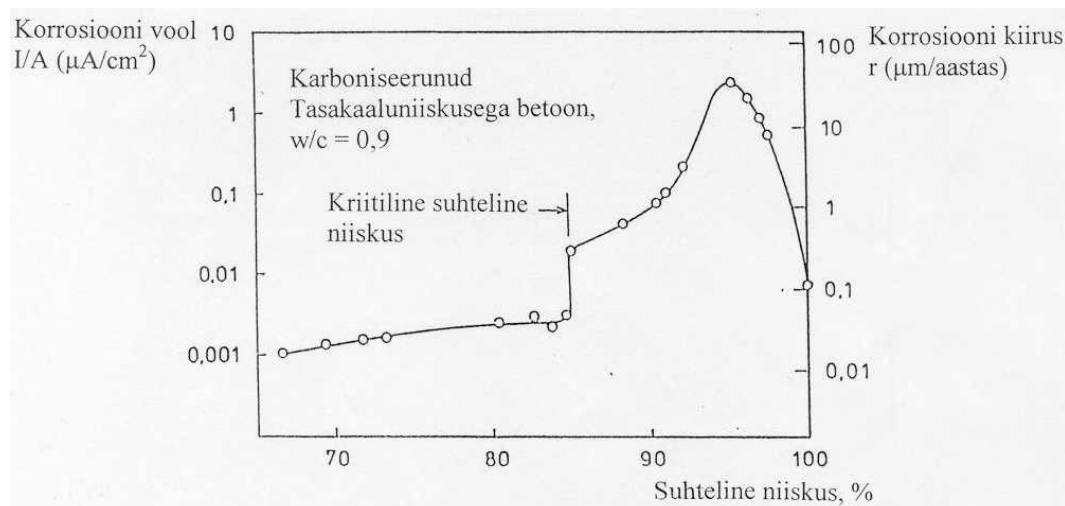
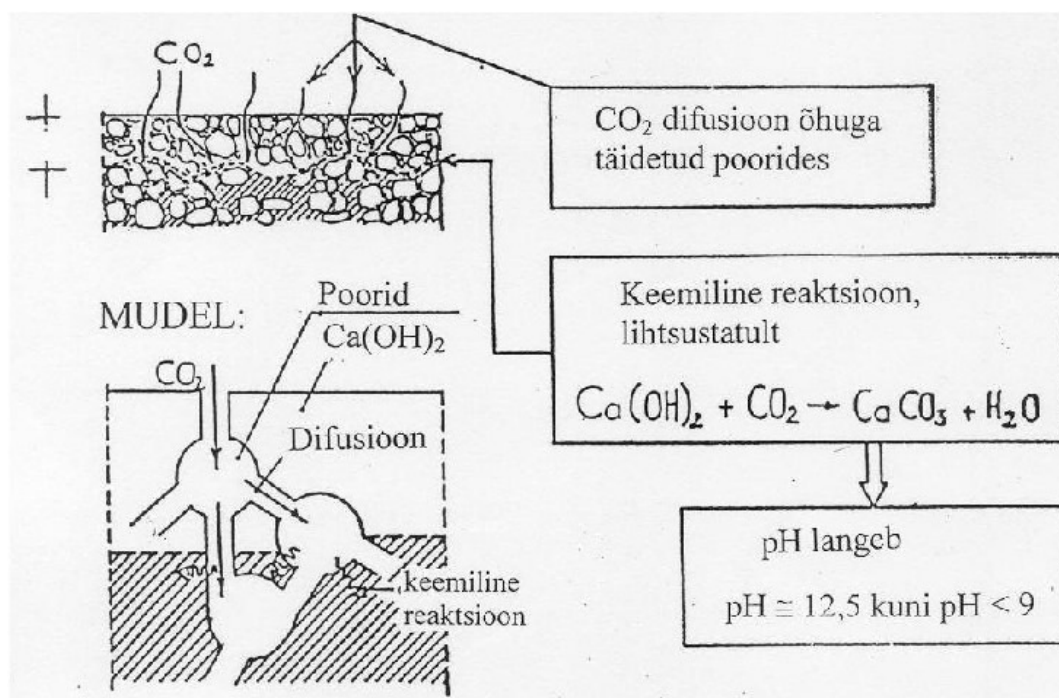
Betooni kaitsekiht võib praguneda või lõpuks ka puruneda (murened) ja eemalduda (pudeneda) mitmel põhjusel, nagu näiteks:

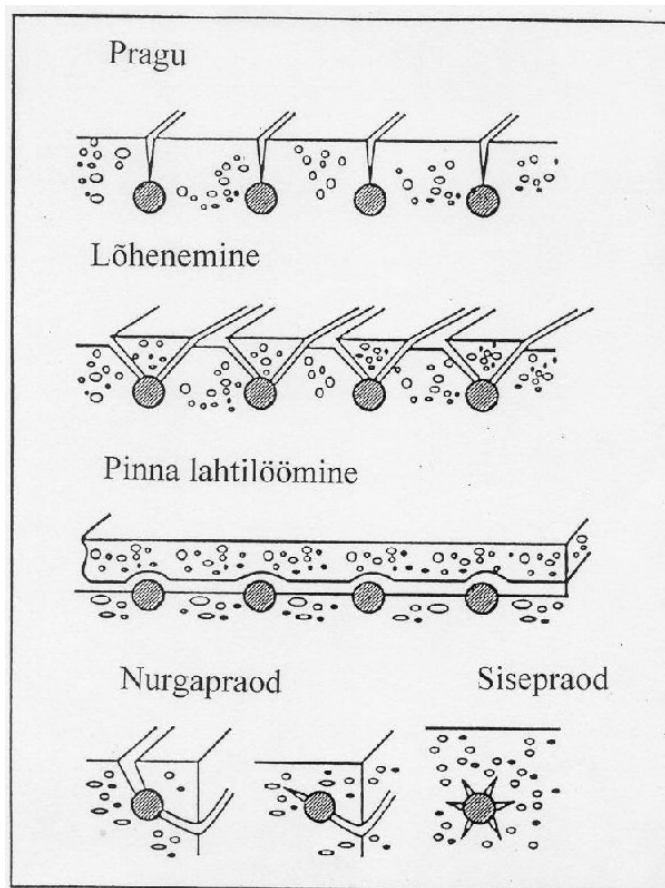
- betooni karboniseerumisest ja sellele järgnevast sarruse korrosioonist;
- kloriidide sissetungimisest ja sellele järgnevast sarruse korrosioonist;
- sulfaatsest korrosioonitoimest;
- hapete korrosioonitoimest;
- leelise-agregaadi reaktsioonist;
- lubja (karbonaatide) leostumisest;
- betooni plastsest mahukahanismisest;
- betooni massi sarruse kõrval toimuvast vajumisest;
- betooni kuivamiskahanismisest;
- temperatuuripingetest;
- juuspragunemisest.

Karboniseerumine tekib õhus oleva süsinikdioksiidi ja betooni põhimineraalide reageerimisel, kus kaltsium hüdroksüüd reageerimisel CO₂-ga muutub kaltsiumkarbonaadiks. Seejuures vajalik on ka niiskus. Selles protsessis muutub betooni algne aluseline keskkond (pH = 12...12,5) nõrgalt aluseliseks või neutraalseks (pH < 9):

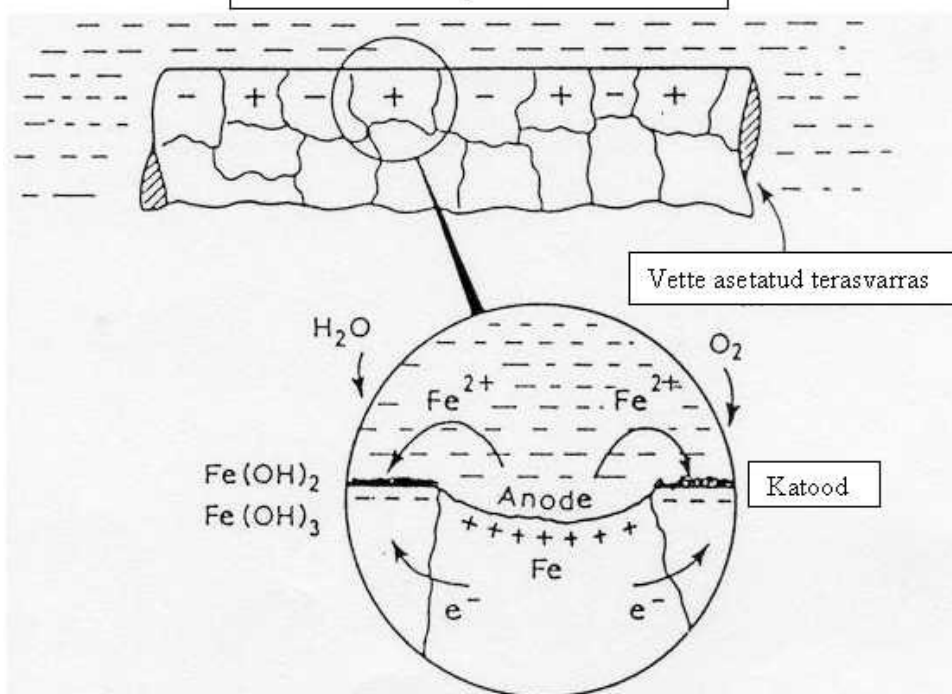


Kui meil on tegemist terasvarrastega sarrustatud betoonkonstruktsiooniga (raudbetooniga), siis taas piisava niiskuse olemasolul (poori õhu RH > 80 %) algab intensiivne sarrusvarraste korrosioon. Kuna terase korrosiooni maht on 3-4 korda suurem algproduktist, siis tekin sarrusvardaid ümbritsevas betoonis tugev sisesurve, mille tagajärjel puruneb (tõmbele) betoonist kaitsekiht, kus algsest tekivad kaitsekihis praod ja lõpuks see eemaldub elemendist. Peale kaitsekihi eemaldumist intensiivistub terase korrosioon veelgi. Terasse korrosiooni tagajärjel väheneb sarrusvarda ja betooni vaheline nake, ning ühtlasi konstruktsiooni kandevõime. Peale kaitsekihi eemaldumist väheneb ka raudbetoonelemendi tulekaitse.





Vahelduvalt laetud pinna mikrostruktuur



Näiteid:



Terassarruste korrosioonikahjustustega vee reservuaari torni talad



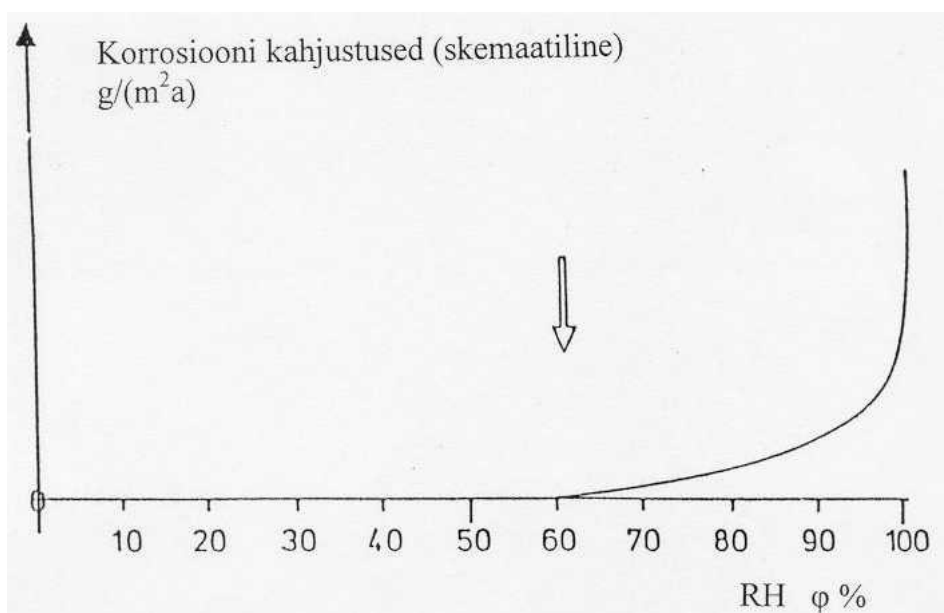
Suurte terassarruse korrosioonikahjustustega silla tala



Suurte kahjustustega raudbetoonkorstna välispind



Gaassilikaltsiidi sarrusterase (tarilapi) korrosioonikahjustused



3.2 Loodus- ja tehiskivist materjalide kahjustused

Käesolevalt peetakse silmas nii looduskividest materjale (graniit, moonekivimid, lubjakivid, kõikvõimalikud liivakivid aga ka tehismaterjale nagu savitellis, silikaattellis aga ka betoonkivi jne, vt kivikonstruktsioonist täpsemalt alljaotis 4.1.1)

Kivimaterjalide kahjustused võivad olla tekitatud alljärgnevalt esitatud põhjustest.

Kõik ehitused on ilmastiku ja keskkonna mõjudest ohustatud ja nende protsesside põhialuseks on:

- niiskus (vesi), mis tungib ehitusmaterjali kihti pinnadifusiooni, lahusedifusiooni või veeauru difusiooni tagajärjel, mille tõttu tekivad külmakahjustused;
- vesi on lahustav ja transportiv keskkond, vahendaja kergeltlahustuvate koostisosade väljakandmisel;
- deformatsioonid vahelduvast niiskumisest ja kuivamisest ;
- soolade sadestumine, kristalliseerumine, rekristalliseerumine, hüdratatsioon (oleneb õhu RH-st);
- osmootne rõhk;
- tuule erosioon;
- deformatsioonid temperatuuri vaheldumisest või temperatuuri erinevustest (temp. gradient) elemendi mahu ulatuses;
- bioloogilised mõjurid (vetikad, sammal, rohi, puud);
- päikese UV kiirgus.

Mõningaid kahjustuste näiteid:



Niiskuse ja külmakahjustused



Niiskuse-, külma- ja soolade kahjustuse



Bild 4.8: Leipzig, Beethovenstr. 10. – Das kapillar eingedrungene Wasser verdunstet oberhalb der Sockelzone, weil der Sockel mit Klinkern außen abgedichtet wurde und läßt infolge dessen Salze an der Erdgeschoss-Wandoberfläche auskristallisieren.

Soolade kahjustused

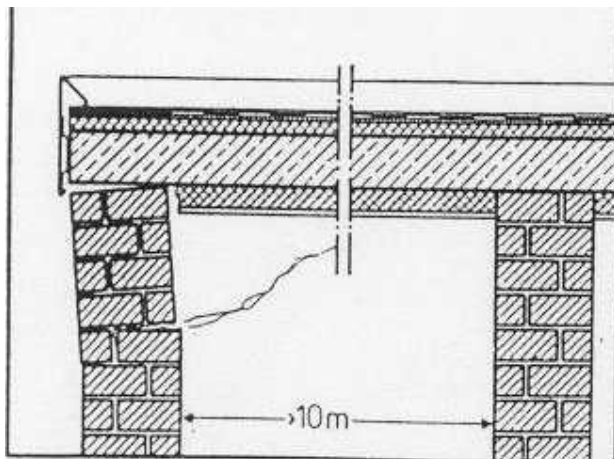






Tuuleerosioon





Temperatuurideformatsioonid

Alljärgnevalt mõnedest kivimaterjali kahjustustest täpsemalt.

Vee-, niiskuse-, külma- ja temperatuurikahjustuste põhjustest hoonete puhul vt. alljaotis 4.1.1.2

Erosioon

Ühe tellis- ja silikaattelliskonstruktsioonide kahjustuse liigina võib esile tõsta erosiooni efekti. Mehaaniline erosioon on eriti levinud tuulistel rannikualadel ning saartel, kuna nendes piirkondades on tuule intensiivsus oluliselt suurem võrreldes sisemaaga. Erosiooni sisu seisneb selles, et tuule mõjul toimub müüriosakeste eraldumine. Erosiooniefekt avaldub tavaliselt pehmematel müürikividel.

Erosiooniprotsess ise on üldiselt pikaajaline, silmaga nähtavate kahjustuste tekkimiseks kulub tavaliselt mitmeid aastaid.

Erosiooni puhul tuleb arvestada ka päikese ultravioletkiirgusega, mis on samuti erosiooni teket soodustava toimega. Kahjustav toime seisneb selles, et ultravioletkiirgus hakkab lagundama sideainet ja vuugimörte.

Bioloogilised kahjustused

Seinale mõjuvad samuti atmosfääri ebapuhtus. Õhus leiduva tolmu kantaks seintele samblike, seente ja taimede spore ja seemneid. Seinale sattuvad mitmesugused elusorganismid.

Kivikonstruktsioonidel või selle vahetus läheduses kasvav taimestik (ja mikroorganismid) kahjustab kivimaterjali ja kivikonstruktsioone - taimejuurestik lagundab müüritist (peaasjalikult vuukides) ja kahjustab konstruktsiooni välisilmet või savipinnaste puhul niiskuse vähenemisest või suurenemisest põhjustatud deformatsioonid kahjustavad vundamente.

Majavamm mis on tuntud eelkõige puitehitiste juures ja kahjustab neid, vajab edukaks kasvamiseks kaltsiumit sisaldavat kivimaterjali – paas, lubimört, tsement, jt. lähedust. Kuna majavamm võtab liigse happesuse neutraliseerimiseks kaltsiumi kivimaterjalist ja sidemördist, siis sellega kahjustab müüritist. Kivi lagunemist võivad põhjustada ka kivimüüride pragudesse tunginud majavammide seenenõõrid, mis kannavad endaga kaasa suurel hulgal niiskust ja tekitavad happelist keskkonda.

Mõningaid kahjustuste näiteid:



Kiviseinas kus on parajalt eluks vajalike tingimusi kasvavad taimed



Vetikad hoone sisepinnal

Mehaanilised mõjutused:

- materjali tugevust ületavad pinged (surve, tõmme, löige, ..);
- deformatsioonide erinevus koormusest tekitatud pingete erinevuse tõttu ja sellest põhjustatud praod materjalides;
- roomedeformatsioonidest tekitatud praod (aja jooksul koormuse all tekkiv deformatsioon).



Kemikaalide mõju, soolade kahjustused (sh. keskkonnast tulevad):

- kemikaalide (alused, happed jne.) mõju
- hapete mõjul lagunevad lubi ja diabaas, savimuldadel tekivad soolad, millede maht suureneb (näit. sulfaatne paisumine);
- aluste mõjul opaal, räni - pestakse välja (või ka paisumine).

a) sulfaatne korrosioon (atmosfäärast või mujalt keskkonnast tulenev):

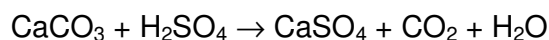
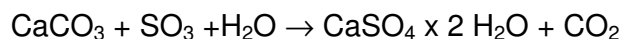
Selle kahjustuste liigi sisu seisneb keemilises reaktsioonis sulfaatsete soolade, portlandtsemendis leiduva trikaltsiumaluminaadi ja vee vahel. Tulemuseks on ühend, mida nimetatakse kaltsiumsulfoaluminaadiks (etringiit). Selle tekkiva ühendi kristallid võivad põhjustada märkimisväärset paisumist, müüri- ja muurivukkide lagunemist ja tellismüüride deformatsioone. Vaadeldav kahjustuste liik avaldub peamiselt parapetiga seintel, tugiseintel, samuti ka korstendel.

Esimeseks kahjustuste tekkimise märgiks on tavaliselt horisontaalvukkide pikisuunaline pragunemine, mis viitab mördi paisumisele ja sellele järgnevale müüritise kõverdumisele ning pragunemisele. Vt. joonis 21. Põhjusena võib mainida ka seda, et mõningad põletatud tellised võivad sisaldada sulfaate. Vundamentide puhul tuleb arvestada ka sulfaatsete pinnasevete olemasoluga.

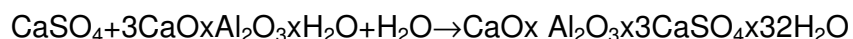
Keemiliselt näeks antud reaktsioonid välja järgnevalt:



Lubikrohvide või karbonaatsete kivimite puhul:



Tsementkivi puhul:

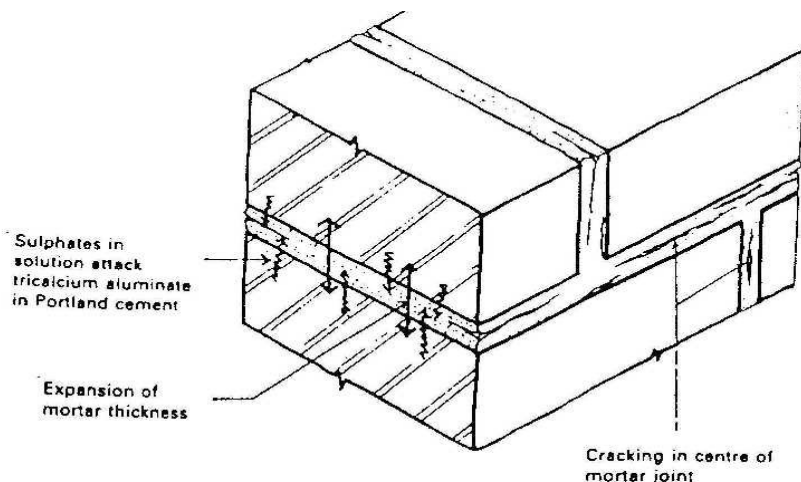


mis on nn. etringiit (sool)

Looduskividel esineb CaSO_4 väljakristalliseerumine välispinnal.

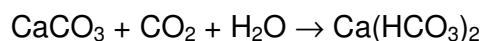
Sulfaatidest põhjustatud kahjustused avalduvad kahe keemilise ühendi reaktsioonina, siis oleks üheks selliste kahjustuste vältimise võimaluseks ühe ühendi kõrvaldamine. Kui sulfaate ei õnnestu eemaldada, siis vastavalt kirjanduses toodule võiks soovitada kasutada sulfaadikindlat tsementi, milles trikaltsiumaluminaadi sisaldus on maksimaalselt 3,5 %.

Sulfaatide kahjustuste tagajärjel võivad seintel tekkida plekid, mis on tingitud kaltsiumkarbonaadi väljatungimisest kividest või raudsulfaatide väljauhtumisest tellistest pruuni sademena. Keemiline reaktsioon toimub tellises väävli soolade ja mördi trikaltsiumaluminaadi vahel Portlandtsemendis. Tulemuseks on kaltsiumsulfoaluminaat, mis on kristalne paisuv ühend. Esmane märk sellest on horisontaalsed praod vukkides, mis lõhuvad müüritist.



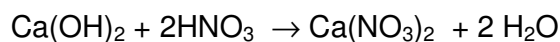
Sulfaatide kahjustuste avaldumise põhimõtteline skeem.

CO₂ mõjutusena tekib karbonaatsetel kividel:



viimane väga lahustuv kalts. hüdrokeenkarbonaat (lahustuvus 1890 mg/l 180 C juures, CaCO₃ aga ainult 13 mg/l)

b) nitraatide kahjustused tsementkivide või krohvide puhul:



Ca(NO₃)₂ on ka väga lahustuv aine.

Paisuv toime:

- sulfaatne paisumine, näiteks etringiit
- aluseline paisumine - räni, opaal alustega aluselised silikaatsed geelid.

Soolad tekivad:

- väliste mõjurite tagajärjel, CO₂, SO₂, SO₃ jne.
- materjalide sisemistel põhjustel (ebasobivad koostisosad).

Soolad tekivad ehituskonstruksiooni materjalidesse mitmel viisil:

- algusest peale, mobiliseerudes mitmesuguste protsesside tagajärjel;
- õhust, pinnaseveest, pinnasest;
- remondimaterjalidest.

Sagedasemini väljalöövad soolad on sulfaatsed soolad (80% juhtudel), nagu näiteks

- Tenardiit Na_2SO_4 (40 % juhtudel)
- Kips $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ (25 %)

Alljärgnevas tabelis on esitatud tuntumaid müüritis esinevaid soolaid:

Karbonaadid		Sulfaadid	
Kaltsiit	CaCO_3	Kips	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Dolomiit	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Bassaniit	$\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$
Magnesiit	MgCO_3	Epsomiit	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Nesquehoniit	$\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Heksahüdraat	$\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Hüdro-magnesiit	$\text{Mg}_5[\text{OH}(\text{CO}_3)_2]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Kiseriit	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Natriit	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Mirabiliit	$\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Thermonatriit	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Tenardiit	Na_2SO_4
Nahcolit	NaHCO_3	Arbaniit	K_2SO_4
Troona	$\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Astrakaniit	$\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Kaliciniit	$\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ KHCO_3	Picromeriit	$\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
		Süngeniit	$\text{K}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
		Glaseriit	$\text{K}_3\text{Na}(\text{SO}_4)_2$
Kloriidid		Nitraadid	
Bišofiit	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Nitrokaltsiit	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Antarticiit	$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Nitromagnesiit	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Tachyhydriit	$\text{CaMg}_2\text{Cl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Nitronatriit	NaNO_3
Haliit	NaCl	Nitrokaliit	KNO_3
Sülviin	KCl	Ammooniumsalpeeter	NH_4NO_3
		Darapskit	$\text{Na}_3(\text{SO}_4)(\text{NO}_3) \cdot \text{H}_2\text{O}$

Soolade kahjustused ilmnevad ehituskivide juures järgmisel kujul:

- pinnakihi kestendamine ja koorumine;
- pragunemine;
- liivast täitematerjali väljapudenemine (krohvid);
- sidematerjali või kivi struktuuri purunemine.

Soolade kahjustused suuremad neil juhtudel, kus moolimahud suuremad:

- Picromeriit 187
- Mirabiliit 220
- Natriit 199

ja nende puhul tekib kristalliseerumisel suur sisesurve.

Seda suuremad on kahjustused, mida sagedasemad on õhu RH ja t₀ kõikumised päeva jooksul - muutub hüdraatvesi ja maht ja ka faaside muutused (vedel, tahke).

c) eflorestsents

See nähtus tekib seina kuivamisel, kui vee aur tungib seinast välja ja seejärel liiguvad ka soolad seinakonstruktsioonist müüri pinnale. Sooladest välja kantud hulk sõltub soolade iseloomust, nende hulgast ja nende lahustuvusest, kuid ka keemilisest toimest. Eflorestsents ehk kristallilise kihiga kattumine avaldub telliskonstruktsioonide puhul valge või valkja soolakihi ilmumisega tellismüüri pinnale. Sisuliselt on tegemist absorbeeritud vee väljakuivamisel vabanevate sooladega, mis kogunevad seina pinnale, moodustades seal juba varem kirjeldatud valkja kihi. Vaadeldav protsess võib kesta mitmeid aastaid ning sõltub peamiselt soolade hulgast seinakonstruktsioonis. Kahjustuste ulatus sõltub tavaliselt soolade keemilisest koostisest. Soolad võivad seinakonstruktsiooni sattuda mitmel viisil, nii müürikivide kui mördi ja ka krohvikihi kaudu. Samuti võivad soolad sattuda seinakonstruktsiooni läbi pinnasevee, sadevete ja näiteks lahoonete puhul ka ladustatava materjali kaudu.

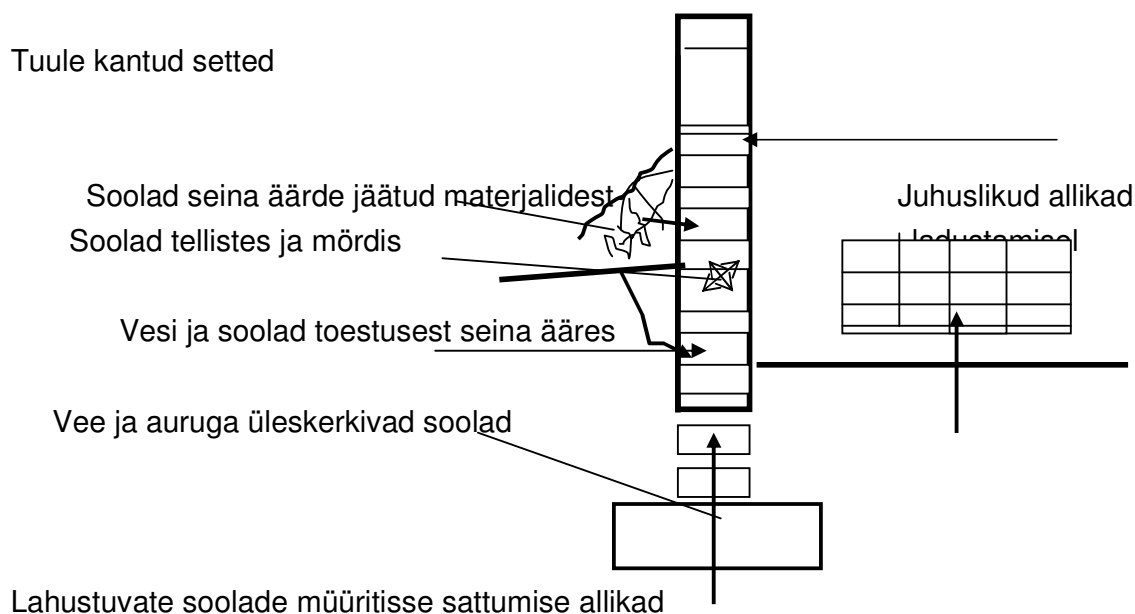
Vastavalt kirjanduses toodule ei pruugi eflorestsentsi nähtuse ilmumine veel tähendada soolade olemasolu seinakonstruktsioonis. Näiteks kui kasutada tellismüüris väga jäika ja läbistamatut mörti ja mitte nii läbistamatuid müürikive, siis hakkab vesi tungima seinakonstruktsiooni peamiselt läbi müürikivide. Ka väljakuivamine toimub sama teed pidi, seega eflorestsentsi nähtus avaldub tellistel, ehkki soolad võivad olla sinna jõudnud nii telliste,

kui mördi kaudu, kui ka väliskeskkonnast difundeerunud gaaside või vedelike reageerimisel müüritise materjalidega.

Välimine eflorestsents on harva tõsine probleem, sest seina pinnale kogunevad soolad pestakse maha vihma poolt. Hoopis problemaatilisem on sisemine eflorestsents, eriti just krohvitud ja arhitektuursete kaunistustega seinte puhul. Näiteks võib soolade kristalliseerumise tagajärjel krohvikihit seinalt lahti lüüa.

Näiteks magneesiumsulfaat võib põhjustada kivide murenemist, kuid teised soolad põhjustavad seina välimuse riknemist. Soolad võivad olla välja uhutud nii tellistest kui ka mördist või ka mõlematest korraga. Kuid võivad esineda juhtumid, kus sool

kantakse seina hoopiski väljast poolt vihmavete toimel seina äärde jäätud kuhjatisest. Seda tüüpi efflorestsensil esinevad sageli nitraadid või kloriidid. Soolade kandumine võib toimuda suurte vahemaade taha sõltuvalt vete liikumise võimalustest müüritisest. Vesi voolab seina teatud kanaleid pidi ja kuivab samal viisil. Välise efflorestseni korral on sageli probleemiks soolade väljapesemine vihmaveega.



d) määrdumine

Määrdumine on sarnane effloresentsi nähtusega – seina välispind kattub valkja kristallilise aine kihiga, kuid sisuliselt ei ole tegemist effloresentsi nähtusega. Nimelt hakkab müürimördis olev kaltsium hüdroksiid $[Ca(OH)_2]$ reageerima õhus oleva süsihappegaasiga (CO_2). Selle tulemusel tekib kaltsiumkarbonaat $[CaCO_3]$, mis hakkab sadestuma valkja kihina konstruktsiooni pinnale. Seda sademekihti ei ole võimalik seinalt lihtsalt maha pesta, eemaldamiseks on vaja kasutada happelahust . Teise määrdumise põhjuste grupina võib esile tõsta tellistes leiduva raudsulfaadi reageerimist mördis leiduva lubjaga. Selle reaktsiooni tulemuseks on seina pinnale tekkiv pruunikas hüdroksiidide ja raua karbonaatsete ühendite kiht. Tellisete värvuse muutusi võivad sageli põhjustada veel mitmesugused tellistes olevatest keemilistest ühenditest ebapuhtused.

3.3 Metallkonstruktsioonide materjalide kahjustused, korrosioon, tõrked

3.3.1 Üldisi märkusi

Käesolevalt on peamiselt käsitletud terasmaterjale, kuid kahjustuste nähtused on enam-vähem samad ka teiste metallkonstruktsiooni materjalide puhul.

Üldiselt toimub seadmete vananemine 5 – 10 aasta jooksul. Ehituskonstruktsioonide füüsiline kulumine aga 15 – 70 aasta jooksul.

Konstruktsiooni kas osalise või täieliku kandevõime kaotus või tõrge on sündmus, peale mida on raskendatud või muutub võimatuks selle ekspluateerimine ilma vajalike remonttööde või taastustööde (renoveerimise) tegemiseta.

Tõrgetest metallkonstruktsioonide osas on umbes:

- 65 % pragude ja defektide arengust keevituse tsoonides;
- 10 % algpragudest, mis arenevad tsüklilise koormuse puhul;
- 25 % pingekontsentratsioonikolletes või ka korrosioonikahjustused.

Avariidest on umbes:

- 60 % toimub ehituse ajal
- 40 % ekspluateerimise ajal.

Terase materjalide kahjustuste peamisi põhjusi on:

- valmistamise tehnoloogilised vead, mille tegejärjel esineb koostise ebaühtlus, sisepinged, materjali haprus, valtsimisel tekkinud kihistumine, võimalikud ka praod. Terasestootmine on keeruline protsess ja selle kohta vt Metallide tehnoloogia kutsus;
- korrosioon
- materjali väsimuse ja vananemise tagajärjel tugevuse vähenemine

3.3.2 Teraskonstruktsioonide korrosioonist

Põhimõtteliselt ei ole erilist vahet sildade, tööstushoonete või mistahes teraskonstruktsiooni korrosiooninähtuste vahel. Mõningal määral on ehk oma spetsiifika ekspluateerimise ja hooldamise tingimuste ning töötamise keskkonna agressiivsuse osas.

Metallide korrosioonist üldse.

Korrosioon (lad sööbimine, söövitus) on metallide (ka mineraalsete ehitismaterjalide ja kõrgpolümeersete ainete) hävimine keskkonna füüsikalise-keemilise toime tõttu.



Terassõrestiku elementide korrosioon

Keemilist korrosiooni põhjustavad keemilised reaktsioonid metallide ja agressiivsete gaaside või vedelike vahel.

Elektrokeemiline korrosioon on tavalisim, mida põhjustavad elektrokeemilised reaktsioonid metalli ja elektrolüüdi kokkupuutepinnal. Elektrokeemilise korrosiooni tõttu hävivad metallid merevees, hapete, aluste ja soolade lahustes ning sulades soolades, niiskes õhus, niiskes pinnases, välise elektrivoolu toimel ja eri metallide kokkupuutekohtades.

Ühtlane ja lokaalne korrosioon. Viimase liigid on laiguline, täpiline, kristallidevaheline, kristallisisene ja pinnaalune korrosioon.

Korrosiooni intensiivsust iseloomustab korrosioonikiirus – ajaühikus korrodeeruva metalli hulk pindalaühiku kohta. Püsivatel metallidel on see alla 0,1, vähepüsivatel 1 – 10, mittepüsivatel üle 10 g/m²h.

Metallide korrosioonist tingitud kahjude kompenseerimiseks kulub ligikaudu 10 % metallide aastatoodangust.

Korrosioon, olenevalt keskkonna agressiivsusest, niiskusest, temperatuurist toimub kiiruste suures diapasoonis 0,05 – 1,6 mm aastas. –30 kuni -40°C juures korrosioon lakkab. Korrosiooni tõrjet tuleb teha kogu ekspluatatsiooni aja vältel.

Korrosiooni intensiivsus sõltub suurel määral ka profiili tüübist.

Sageli öeldakse, et korrosiooni kiirus 0,05 – 0,07 mm aastas ei ole üldiselt ohtlik, kuna ekspluatatsiooni aja lõpuni (40...50 aastat) on põiklõike vähenemine kõigest 2 – 2,5 mm, ehk elemendi paksuse puhul 10 – 12 mm oleks nõrgestus 20 – 25 %.

Olenevalt korrosiooni kiirusest jaotatakse keskkond:

nõrgalt agressiivne	kuni 0,1 mm aastas
keskmiselt agressiivne	0,1 – 0,5 mm aastas
tugevalt agressiivne	üle 0,5 mm aastas.

Korrosiooni kiirus sõltub ka elemendi profiilist (lahtine, piludega või hermeetiliselt suletud toruprofiil).

Pidev korrosioon viib elemendi täieliku purunemiseni ja seejuures ebasoodsates tingimustes juba mõne aasta jooksul.

Terase korrosiooniproduktide maht on esialgse materjaliga võrreldes ligikaudu 4 korda suurem, mistõttu piludes tekkiv rooste võib näiteks lahti rebida vardad sõlmedest (keevisõmblusest, neetidel või poltidel pead ära jne).

3.4 Puidu keemiline ja bioloogiline lagunemine

Tähtsamad puitu hävitavaiks või puidu omadusi mõjutavaiks tegureiks on päikese sooja- ja uv-kiirgus, bakterid, hallitus, sinavus- ja mädanikseened ja puitu hävitavad putukad.

3.4.1 Päikese soojus- ja UV-kiirgus

Päikese energia tuleb puu pinnale kahel viisil:

- valgusena
- soojusena.

Valgus põhjustab valguskahjustused (pudenemise), ehk fotoooksüdatsiooni ilmingu, soojus aga tekitab kuivamispragunemise.

Ka valguse poolt tekitatud kahjustuste puhul on vee osalusel suur tähendus.

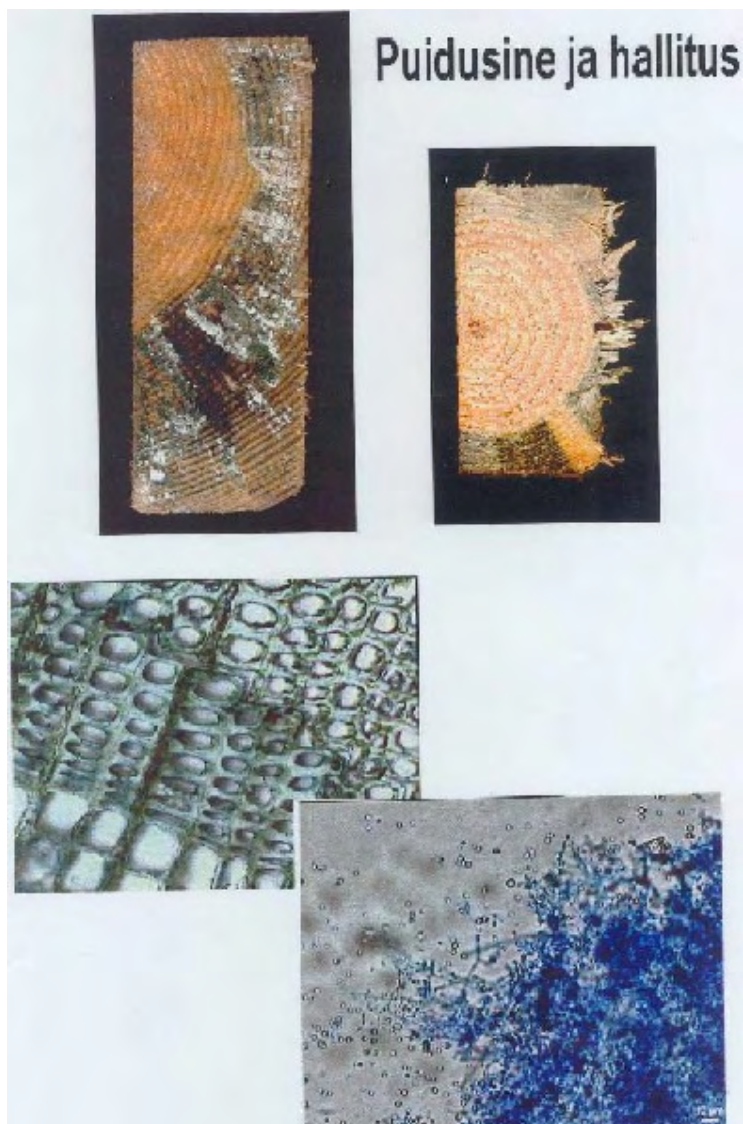
Fotoooksüdatsioon on aeglane päikesepoolsel küljel, milline hästi kaitstud sademete eest, selles protsessis lagunev ligniin värvib puidu algul kollaseks ja siis pruuniks. "Valguspudenemise" tõttu puidu pind kulub umbes 5 – 12 mm aastasaja jooksul.

3.4.2 Puidu bioloogiline lagunemine

Puidu bioloogilist lagunemist põhjustavad mikroorganismid, nagu bakterid ja seened, millised lagundavad kompleksseid makromolekule, nagu puidu tselluloos, molekulideks.

Bakterid on üheraksed organismid, esinevad peaaegu igasugustes tingimustes, isegi üle 70°. Bakterid kahjustavad mõnesid puidu liike nii, et puit kaotab niiskusest põhjustatava paisumis- ja kohanemisomadused, kuid ei tugevust. Bakterid tekitavad ebameeldivat lõhna.

Hallitus ja sinistusseened üldiselt ei kahjusta puidu rakke, kahjustavad välisilmel ja hallitusseente eosed võivad tekitada allergiat või muid haigusnähte.



Mädanikseente kahjustused tekivad kahes etapis:

esimeses etapis

- tükeldavad seeneniitidest eralduvad happelised fermentid tselluloosi makromolekule, mille tulemusena tekib madalmolekulaarne glükoos

teises etapis

- vees lahustunud glükoosi molekulid oksüdeeruvad õhuhapnikus, mille tulemusena eraldub süsihappegaas, vesi ja soojus (soojuse hulk sama, mis puidu põlemisel, kuna aga protsess aeglane, siis ei ole märgatav).

Mikroorganismide poolt esineb lagundamine üldiselt ikka seal, kus niiskus ja temperatuur lubab nende organismide arengut.

Järgnevalt on esitatud vaadeldavate mikroorganismide tavalised kasvueeldused.

Hallitus võib tekkida männi ja kuusepuu pinnale niiskuse ja soojakraadide üheaegsel pideval mõjumisel vähemalt 8 - 16 nädala jooksul alljärgnevatel tingimustel:

Temperatuur °C	Õhu suhteline niiskus %	Puidu niiskus Kaaluprotsentides
< +10	> 95	< 22...25
+10...+15	> 85...90	> 18...21
+15...+20	> 80...85	> 16...18
> +20	> 80	> 14...16

Mädanikseente kasvueeldused sõltuvalt temperatuurist ja niiskusest:

Arengu staadiumid	Puidu niiskus	Temperatuur
Seene niidid		
- min kasv	18...20 (30)	0...+5
- võimas kasv	30...60	+15...+30
- kasv seiskub	80...120	+35...+50
- otseseisund	< 20 > 100	< 0
- sureb	-	+40...+80/lh
Eosed		
- sureb		> +100/0,5h

Peamised niiskumise põhjused:

Niiskumise põhjused	Osakaal, %
Maaniiskus	39,8
Torustike leke	23,7
Ehitusniiskus	12,8
Halb õhuvahetus	6,1
Kalduvihm	5,4
Pooride niiskus (imenduv)	5,4
Siseõhu niiskus	2,8
Välisõhu sissepääs	2,0

Hoonetes ja ehitistes on puidu peamiseks lagundajaks seened. Bakterid lagundavad puitu vaid väga niisketes, s.o vettepaigaldatud puidu puhul tuntud.

Nimetatud lagunemise tagajärjel võib puidu tugevus väheneda kuni 0-ni.

Põhilisi mädanikseente liike:

Mädanikseened on puitu lagundavateks organismideks. Nad lagundavad puidu peamisi ehitusosi, tselluloosi, hemitselluloosi ja ligniini ning muudavad oluliselt puidu omadusi.

Muutuvad:

- kuju
- värv
- koostis
- tugevusomadused

Mädanikseened jaotatakse nende puiduraku kahjustuste alusel kolme eri liiki: pruunmädanik, valgemädanik ja pehmemädanik.

Pruunmädanik.

Seda tüüpi mädanikud põhjustavad konstruktsiooni kahjustusi. Seeneväädid kasvavad puu pinnal ja rakkude õõntes ja eritavad ensüüme, millised lagundavad tselluloosi suurmolekule nii peeneks, et need võivad uhtuda välja. Ligniini, mis jääb järgi, annabki puidule pruuni või kollaka värvi. Puit kaheneb mahus, muutub hapraks ja laguneb kuubikuteks.

Puitkonstruktsioonides sagedamini esinevaid pruunmädaniku tüüpe on:

- *Serpula lacrymans* - majavamm
- *Coniophora puteana* - tavaline majamädanik
- *Pahillus panuoides*, *Poria* sp, *Letnium lepideus*, *Gloeophyllum sepiarium*, *Antronia sinuosa*, *Gloeophyllum trabeum*, *Antrodia serialis*.

Esinemisosakaalu järgi oleks järgmine pilt (Taani Tehnoloogiainstituudi andmed aastaist 1946 – 1983):

Laji /4/	Osakaal %			
	44 – 46	66 – 71	74 – 75	82
<i>Serpula lacrymans</i> (majavamm)	22	20	22	22,5
<i>Serpula</i> spp	8	3	0	1
<i>Coniophora puteana</i> (majamädik)	46	39	27	20,5
<i>Antrodia</i> , <i>poria</i> spp	14	11	11	14
<i>Gloeophyllum</i> sp	2	8	12	9
Corticaceae	5	15	20	16,4

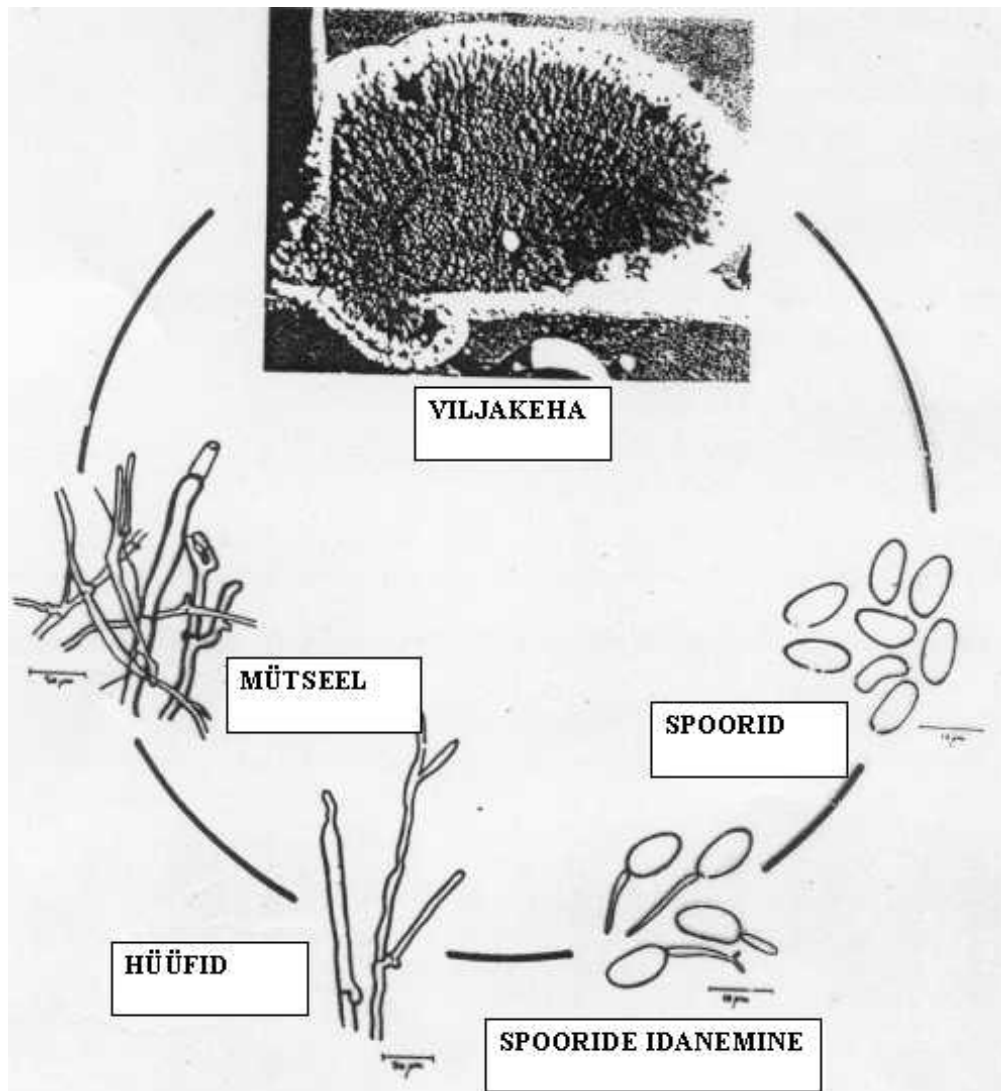
Puidu mädanikseente kindlakstegemiseks kasutatakse nii (elektron)mikroskoopiat, kahjustava seene kasvatamist (laboratoorsed provisoorsed uuringud) ja eriti tõhus on selle määramine viljakeha järgi, kui selline on konstruktsioonil olemas.

Seene tüüp määratakse kindlaks tema niitide ja eoste kuju, värvi, lagunemise pildi jne järgi. Selleks tuleb kasutada käsiraamatute materjale, kus vastavad tunnused on esitatud.

Vastavalt kahjustustele tuleb määrata ravi selle kahjustuse seiskamise ja kõrvaldamise abinõud.

Seene arengu ringkäiku looduses võiks kujutada järgnevalt:

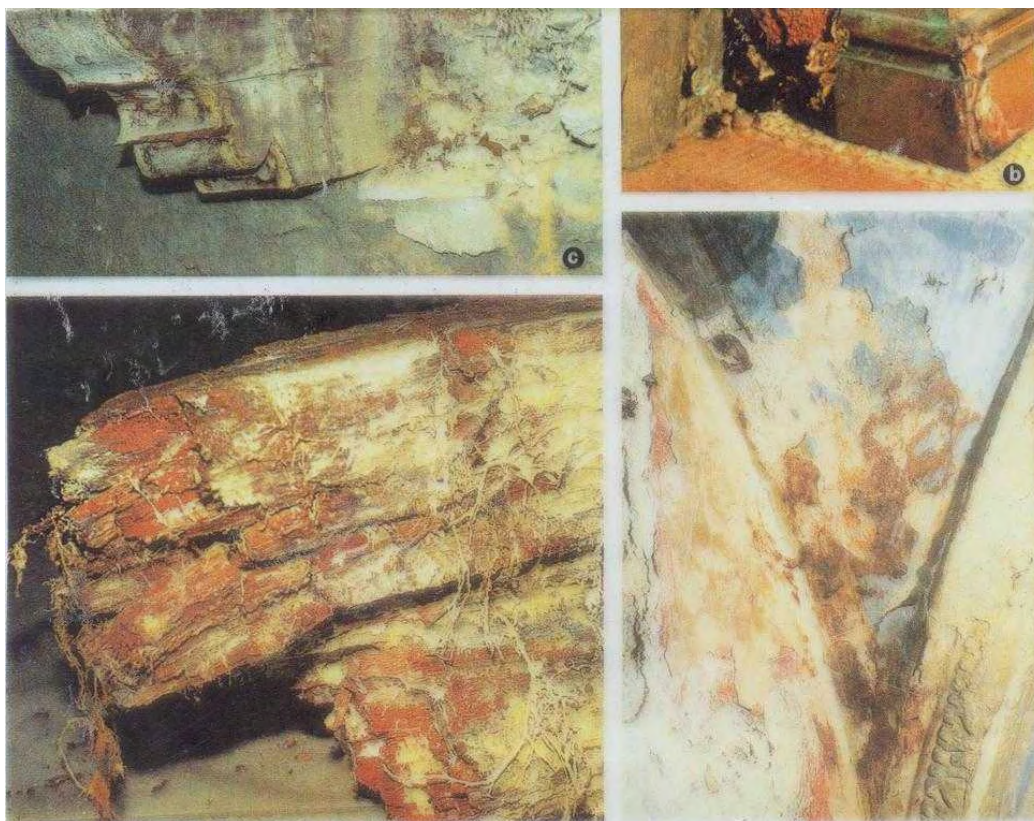
- spoorid (eosed)
- spooride idanemine
- hüüfid
- mütseel
- viljakeha



Alljärgnevalt mõningate seenetüüpide kahjustuste ja hüüfide ning spooride pilte:



Serpula lacrymans (majavammil viljakeha)



Majavamm





Kiviseina toetatud tala mädanikkahjustused



Majavamm

3.4.3 Puitu hävitavad putukad (loomsed kahjurid)

Tehniliste puidu kahjurite (s.o surnud puitu vigastavate) hulka, kes võivad mitmekordselt nakatada ja hävitada (purustada) puitu, kuuluvad mitmesugused putukad.

Puitu hävitavatel loomsetel kahjuritel on suur rahvamajanduslik mõju. Meie piirkonnas on need näiteks puidumardika (toonesepe) vastsed, puidusikk – pikkade tundlatega mardikas, troopilistes ja Vahemere piirkonnas aga termiidid.

Erinevalt puitu lagundavatest seentest hävitavad putukad mitte ainult niisket, vaid ka kuiva puitu, mis tunduvalt raskendab nendega võitlust.

Üldiselt võib need kahjurid jämedalt jagada kolme rühma (niiskusetarbe järgi):

- värske (toore) puidu putukad, nagu puukoore mardikas
- kuiva puidu putukad, näiteks majasikk
- kõduneva puidu putukad, nagu kõdusikk.

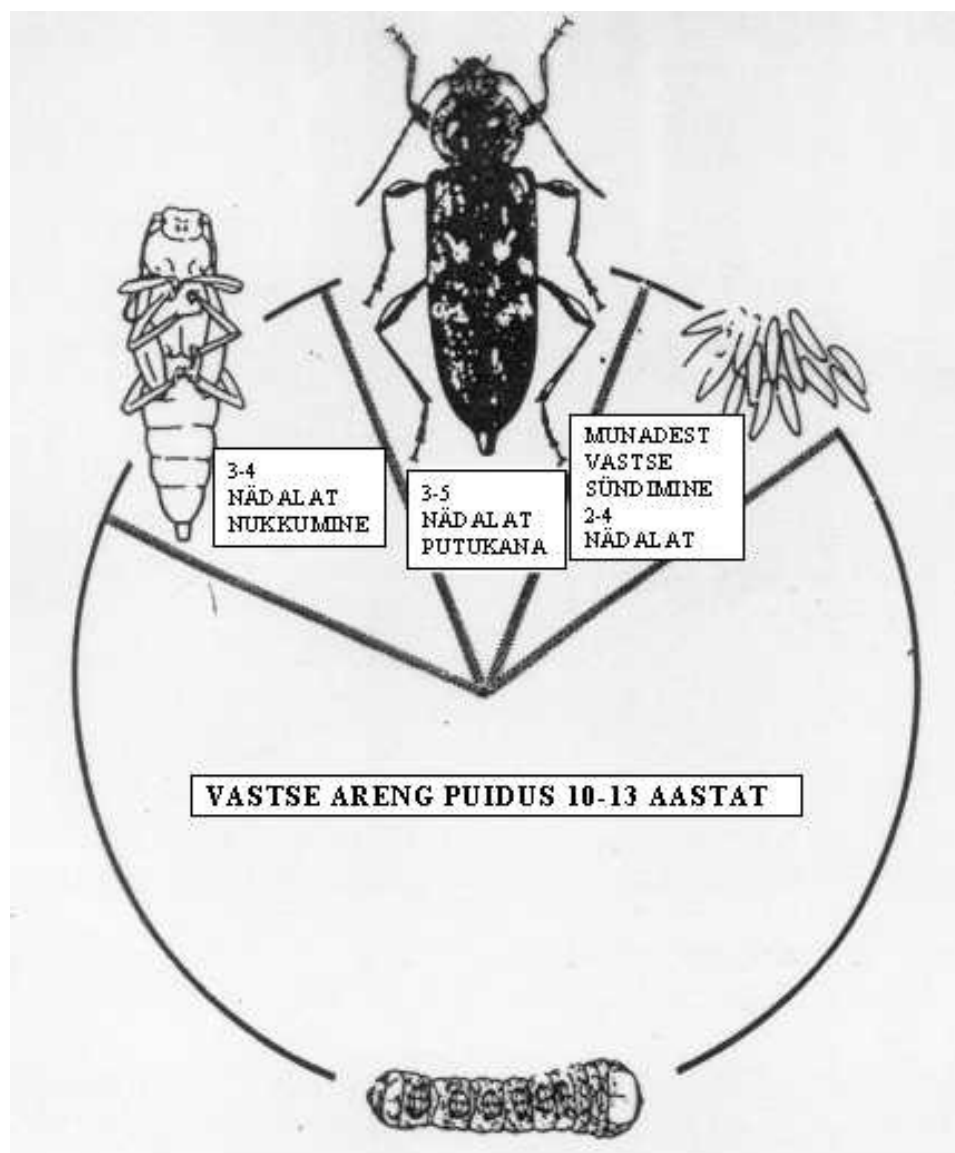
Erinevad kahjurid võivad kasutada erinevaid aineid oma toiduks. Nii näiteks majasiku vastne puidus olevaid munavalge komponente, mõned muud aga seedivad tselluloosi jne.

Alljärgnevalt mõningate kahjurite eluks ja arenguks soodsate temperatuuri ja niiskuse tingimused:

Temperatuuritingimused					
Putukaliik / C	10	15	20	25	30
Hylotrupes bajulus	■	■	■	■	■
Ergates faber		■	■	■	■
Anobium punctatum	■	■	■	■	
Oligomerus ptilinoides	■	■	■	■	
Xestobium rufovillosum	■	■	■	■	
Lyctus brunneus		■	■	■	

Niiskuse tingimused					
Putukaliik / %	0	10	20	30	40
Hylotrupes bajulus				■	■
Ergates faber					■
Anobium punctatum				■	■
Oligomerus ptilinoides					
Xestobium rufovillosum					
Lyctus brunneus		■	■		

Putukate arengustaadiume:



Võitlusvahenditeks kahjuritega on steriliseeritav kamberkuivatus 80°C juures ja samuti kombineeritud (antiseptiline ja insektitsiidne – heksakloor) valmistoodete pinnapealne immutus, mis hoiab ära putukatega nakatumise. Parim vahend on aga sügavimmutus.

Häid juhiseid putukatega võitluseks võib saada Hans-Peter Sutteri raamatust *Holtzschädlinge an Kulturgytern Eekennen und Bekämpfen*.

3.5 Plastikute korrosioon (sh katusekatte- ja muude hüdroisolatsiooni materjalide lagunemine ja kahjustused)

Plastikute üks põhilisi kahjustusi on pikema aja jooksul toimuv destruktsioon, mille tagajärjel nad muutuvad rabedaks, pragunevad või purunevad osadeks.

3.6 Viimistlusmaterjalide kahjustuste põhjused

3.6.1 Hoonete välis- ja siseviimistlusel esinevaid kahjustusi

Hoonete välis- ja siseviimistlusel on väga palju erinevaid lahendusi, mistõttu kõiki neid kahjustusi selle kursuse mahus vaadelda ei ole võimalik. Käesolevalt käsitletakse ainult mõningaid enamesinevaid küsimusi.

Peamised kahjustused välisviimistluse osas:

- puitmajadel vooderdislaudise värvi koorumine
- puitvooderdise kuivamispraod, niiskuskahjustused ja mädanemine
- krohvil niiskust mitteläbilaskvate polümeervärvide koorumine
- väliskrohvi niiskuse- ja külmakahjustused, eriti soklite osas
- augud krohvikihis, mis põhjustatud mõrdis olevate kustutamata lubjatükkide paisumise tõttu
- tellisseintelt krohvi pudenemine nõrga nakke, seinakonstruktsiooni suurte deformatsioonide tõttu
- praod mistahes vooderdises seinte roome-, temperatuuri- ja niiskusevaheldusest tingitud deformatsioonide tõttu
- tellisvooderdise niiskuse- ja külmakahjustused
- tellisvooderdise lahtitulek kas kivisidemete purunemise või terassidemete korrosiooni tõttu
- tellisseintelt viimistlusplaatide (graniit, dolomiit jne) lahtitulek nõrga nakke või tavaliste terassidemete korrosiooni tõttu

Siseviimistluse kahjustusi:

- aja jooksul tapeetide ja värvide luitumine
- tapeetide lahtitulek nõrga liimi või niiskusekahjustuste tõttu
- värvi, eriti polümeersete koorumine seinakonstruktsiooni sattunud suure niiskuse tõttu

- sisekrohvi pudenemine (nõrk nake, niiskusekahjustused, aluskonstruksiooni suured deformatsioonid, nagu näiteks puitlagede vajumisel)
- krohvil olevate värvide kahjustused, nagu koorumine või mustumine, näiteks tolmu või hallituse tõttu (niiskuse kondenseerumine külmasildadel)
- köögis ja vannitubades viimistlusplaatide lahtitulek (vähene nake, alusseina deformatsioonid, niiskusekahjustused)
- plaatmaterjalide (puitkiudplaat, laastplaat, güprok) kõverdumine niiskusekahjustuste tõttu
- lagede viimistluse kahjustused torustike läbijooksu tõttu
- ripplagede lahtitulek



Põrandate viimistluse kahjustusi:

- laudpõranda värvi kulumine ja koorumine
- põranda laudisel kuivamispraod, kõmmeldumine ja põranda õõtsumine
- parkettpõranda kuivamispraod, kulumine, lahtitulek
- puitkiud- ja laastplaatpõrandate kulumine ja kaardumine niiskusekahjustustest
- linoleum või muude vaipkatete kulumine ja lahtitulek
- plaatkatete lahtitulek vannitubades või köögis (halb nake, liigne niiskus või mehaanilised kahjustused)
- betoon- või tsementpõrandate kahjustused kulumise, lagunemine aluste või hapete mõjul või mehaaniliste kahjustuste tõttu
- polümeerematerjalist monoliitpõrandate kate koorumine halva ettevalmistuse, krundi ja materjali enda nõrga tugevuse tõttu

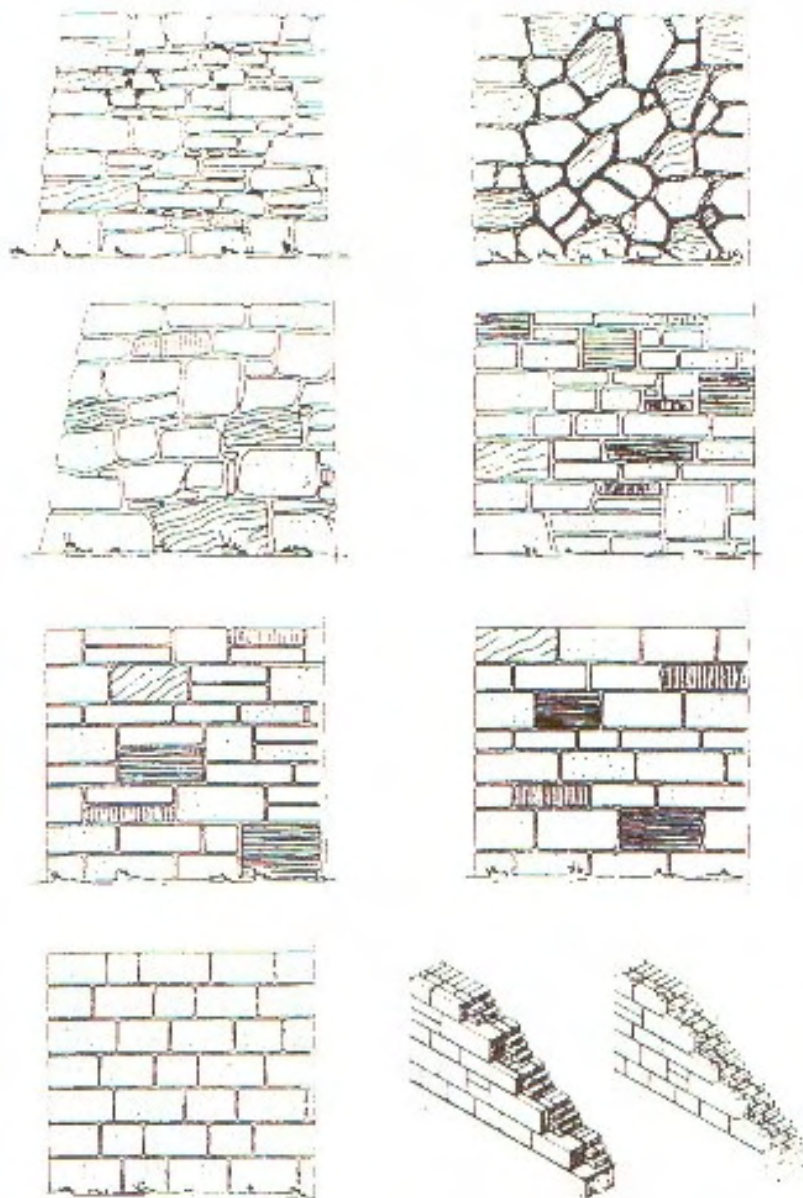
4. Hoonete ja nende osade kahjustuste põhjused

4.1 Elamute seinte ja lagede kahjustused

4.1.1 Kivikonstruktsioonis hooned

Mida mõista kivikonstruktsioonide all?

Kas ainult telliskonstruktsioone?



Üldiselt kuuluvad siia kõik kivist ehitatud konstruktsioonid, olgu need siis:
looduskivist ehitatud hoonete ja ehitiste (rajatiste) konstruktsioonid (tarindid)
graniitkivist

moonekivimid

lubjakivist

kõikvõimalikud liivakivid

.....

tehiskivist konstruktsioonid

savitellisest

silikaattellisest

betoonkivist, sh gaasbetoon, poorbetoon, kergkruusast betoon

.....

Loomulikult ei saa käesoleva konspekti mahus kõiki võimalikke kivikonstruktsioone ja nende lagunemise põhjusi käsitleda. Vaatlen vaid meil enamkasutatavate materjalide ja neist valmistatud konstruktsioonide probleeme.

4.1.1.1 Mõningaid märkusi varem laialdaselt kasutatud ühekihiliste välisseinte kohta

XX sajandi algupoole ja enne seda ehitatud kivihoonete välisseinad olid massiivsed ja korraliku kütmise ja hoolduse puhul reeglina külmasildu ning seoses sellega hallitust või muid niiskusekahjustusi ei esinenud. Katuse toolvärgi ja vahelae puidust talade isoleerimine kiviseintest on aga kohati olnud nõrk või mittekestev.

Ühekihilised seinad on reeglina ilma välise lisavooderdiseta, mis kaitseb atmosfääri mõjutuste eest on nii konstruktsiooni, kui kulutuste poolest lihtsam seinatüüp.

Selliste seinte puhul ei ole ka ehitusfüüsikalisi probleeme, mis tekivad mitmekihiliste seinte juures, nagu keraamiliste plaatidega või vooderdistega seinte puhul.

Põhikriteeriumiks välisseina konstruktsiooni valikul osutuvad järgmised asjaolud:

- sein peab täitma kande- ja piirdefunktsioone, kuid sageli ei suuda ühekihilised seinad valitud paksuste puhul tihti takistada külgtuulega vihma sissepääsu ja ka värvimine või immutamine (impregneerimine) ei kindlusta täielikku töökindlust niiskuse või vee sisseimbumisel, nagu seda annavad õhuvahed kahekihilised seinad
- materjal peab olema täiesti külmakindel ja mitte liiga hügrokoopne ning kindlustama veeaurude takistamatu difusiooni seestpoolt väljapoole

Välisseinad kas punasest või silikaatkivist, või ka betoonist kahjustuvad samaviisi sagedasti.

Tüüpilised kahjustused:

- praod;
- lahtilöönud tükid;
- märgumine kogu seina paksuses, kuni sisepinnani.

Mõnedel juhtudel on nende seinte paksus liiga väike (< 24 cm), teistel juhtudel on välise ja sisemise kihi jaoks kasutatud erinevate füüsikaliste omadustega kivimaterjali või madala kvaliteediga kivi ja mörti.

Betoonseinte puhul on pragude, pudenemise ja servade kahjustuste põhjused tavaliselt mittepiisav armatuuri kaitsekiht (tuleb määrata vastavalt normidele või arvutustele), mille tõttu karboniseerumise frondi kiire jõudmine armatuurini ja niiskumise tagajärjel algab korrosioon.

Märkusi vigade vältimise kohta:

- ühekihilisi seinu võiks kasutada sel juhul, kui hoone asend või kohalikud kliimatingimused väldivad kaldvihma toimet nendele, vastasel juhul tuleb kasutada teist konstruktsiooni, nagu ventileeritava õhuga kahekihilisi seinu jne
- normaalset vastupanu vihmale tagavad ühekihilised seinad, kui paksus on $\geq 37,5$ cm
- kivi ja mördi kapillaarsus peab olema omavahel kooskõlas
- kõik mördivuugid (eriti pikivuugid) on kuni 2 cm ja tühemiketa (niiskusetõke)
- mört ja kivimaterjal omab takistamatu auruläbilaskvuse
- välisseinad kivist või betoonist, millised vastavad sooja- ja niiskustehnilistele tingimustele, pinnatemperatuuri jne suhtes võivad olla tehtud ka lisasoojustusega seestpoolt (Eesti kliimas võib aga selline lahendus ebaõnnestuda, ehitusfüüsikaliselt on õigem välispidine soojustus). Kui see aga ei ole võimalik, siis tuleb kasutada teisi konstruktsioone – kahekihilisi kiviseinu
- seina soojajuhtivus peab varemate nõuete kohaselt olema $\leq 0,28$ W/m²K. Vastavalt Eesti Vabariigi Valitsuse Energiatõhususe määrusele..... nr ei tohiks see arv olla üle 0,5 W/m²K, kus energiatõhusus saavutatakse nii seinte soojapidavuse kui kõigi muude abinõudega kokku;

- kui sisepoolne soojaisolatsioon ei ole ise aurutõkkeks, nagu vahtpolüstüreen või näiteks SPU-polüuretaanplaadid õldiselt ka kaetud alumiiniumfooliumiga), siis tuleb seestpoolt täiendavalt lisada aurutõke (näiteks mineraalvattplaatide puhul);
- sisemise soojaisolatsiooniga seinad, eriti need, kus kasutatakse monoliitset kihti, tuleb kontrollida temperatuurideformatsioonide (liikuvuse) suhtes ja vajaduse korral ette näha piisav hulk temperatuurivuuke
- betoon (r/b) seinte puhul võimalikult vähendada mahukahanemisest, roomamisest, temperatuurist, niiskusest pragude tekkimist välispinnale vastava valmistus- tehnoloogia valikuga (granulomeetriline koostis jne) ning konstruktsiooniga (deformatsioonide võimalikkus)
- kui seinad alluvad olulistele atmosfäärimõjutustele, siis lisaabinõuna võiks neid kaitsta impregneerimisega (kaitsekate varem immutatud kruntidele). Selleks, et selline kate säilitaks efektiivsuse, peab teda perioodiliselt uuendama. Kuid iga korralik sein peab normaalselt töötama ka ilma impregneerimiseta.

Alljärgnevalt on esitatud ühekihiliste välisseinte peamisi nõrku kohti.

Ühekihiline sein niiskub juhul, kui

- vuugid ei ole täidetud korralikult
- kivi madal kvaliteet
- sein ei ole kaitstud kaldvihma eest.

Niiskumise tagajärjel ilmub siseseinale kondensaad, krohv pudeneb, tapeet tuleb lahti, seinal tekib hallitusseen ja kristalne sade, kaltsiumkarbonaadi nired, välispinnal külmakahjustused.

Fassaaditellistega kaetud või betoonplaatidega seinad ei vaja reeglina spetsiaalset kaitset vihma eest.

Seinad ei niisku niivõrd kapillaarimendumise tagajärjel, kui seinas olevate defektide tõttu, sadevete imendumise ja sh ka madal soojapidavuse tõttu.

Niiskumine suurendab oluliselt soojajuhtivust. Kui niiskuse hulk on 10 % mahust, võib soojajuhtivus suurened 2 korda (soojajuhtivustegur – soojatakistus, soojamahtuvus – soojainerts sõltuvad kasutatud materjalidest). Seejuures välisseina soojaisolatsiooni võime avaldab mõju ruumide sisekliimale, komfortsusele ja

energiakulule.

Ka seina sisepinna ja siseõhu temperatuuride vahe ei või olla liiga suur ($\leq 6^\circ$). Vastasel juhul tekib tuuletõmbus (ruumis õhu liikumise tõttu), külmatunne.

Välisseina sisepinnale paigaldatud soojaisolatsiooni puhul (eriti betoonplaatide puhul) on sageli täheldatud niiskumist, mis küll aga ei tarvitse olla soojustusviisi tagajärg, vaid võib olla tekkinud välispinnal olevate pragude ja muude defektide tõttu.

Literatuuri andmetel sisepinnale paigaldatud soojustuse puhul, kus selle all olev seina pind võib olla suhteliselt külm, ei avalda siiski mõju väikesed defektid aurisolatsioonis, nagu pilud, naela augud jne, et nende kaudu ei toimu seina niiskumist siseõhus oleva niiskuse kondenseerumise tagajärjel. Sisemise soojustamise puhul on soovitatav soojustada ka välisseintega külgnevad vaheseinad ja vahelaed nende liitumise (kontakti) tsoonis. Samas tuleb märkida, et praktikas on aga olnud suuri ebaõnnestumisi ja seega oleks parem sellist soojustusviisi kivikonstruktsioonis seinte puhul võimalikult vältida.

Suurte temperatuurideformatsioonide tõttu ja eriti materjalide temperatuuripaisumise tegurite suurte erinevuste puhul võib plaatidest välisvooderdis lahti tulla. Eriti on nimetatud asjaolu esinev väliskihi tumeda värvi puhul.

Betoonseinte puhul tuleb arvestada, et mittepiisav armatuuri kaitsekiht, betooni ebatihedus, kõrge betooni vesi – tsement tegur jne, viib pragude tekkimisele ja betooni kaitsekihi pudenemisele.

Praod võivad tekkida betooni kiirel kuivamisel, mahukahanemise ja roomamise protsessis või temperatuuri vaheldumisest.

Ka seinte impregneerimine võib anda häid tulemusi seinte väljastpoolt niiskumise vältimiseks, kuid selle efekti võib viia miinimumini defektide olemasolu kivides jne.

Kõikvõimalike liitumiste puhul horisontaalkonstruktsioonide või ka maapinnaga tuleb olulisel määral täita samu nõudeid kui katuste liitumisel seintega.

4.1.1.2 Kivi, tellis- ja silikaattelliskonstruktsioonide sagedamini esinevad kahjustused

Käesolevas alljaotises käsitletakse ka materjalide kahjustusi, nagu alljaotises 3.2, kuid rohkem seotuna konstruktsioonidega.

Kivitarinditega hoonetes esineb kohati suuremaid vigu, eriti viimastel aastakümnetel ehitatute juures, kus on kasutatud nn 43 cm välisseina ja liigendatusega lahendusi. Sageli ei ole tehtud projekteerimisel vajalikke arvutusi. Kasutatud on nn lõunamaist arhitektuuri, ka materjalide külmakindlus on madal, puuduvad korralikud sidemed voodri ja seina kandva osa vahel, enamuses kasutatud erinevatest materjalidest koosnevaid tarindeid, esinevad ebaühtlased koormused, vajumid, jne.

Seina välispind peab olema ilmastikukindel, vastu pidama tuulele ja vihmale, takistama niiskuse imbumist seina sisse. Seinas tekkivad füüsikalised ja keemilised muutused, metalloosade korrosioon, bioloogilise rünnaku oht jne. Omakorda ei jätta kõik see puutumata seina välispinna vooderdist, mis puruneb ja muudab seina näotuks. Sein muutub aja jooksul rohkem soojajuhtivaks ja vee läbitungivus suureneb.

Looduslikust kivist konstruktsioonide vastupidavus sõltub kasutatavate müürikivide keemilisest koostisest ja struktuurist. Üldiselt on lubjakivid üsna tundlikud ilmastiku mõjude suhtes. Liivakivid (mitte saviliivakivi) on üldiselt vastupidavamad kui lubjakivid. Kõige ilmastikukindlam looduslik materjal on loomulikult graniit.

Tellis- ja silikaattelliskonstruktsioonide defektide põhjuste kindlaks tegemine ei ole harilikult lihtne. Telliskonstruktsioonide pragunemine võib olla tingitud ühest või mitmest põhjusest, kuid alati on oluline võimalikult täpselt välja selgitada kahjustuste tekkepõhjused.



Vana aknaava on kitsamaks laotud, ilma uut ja vana müüritist sidumata. Samuti on vana kaarsillus kahjustunud ja kannab koormuse osaliselt uuele

Kahjustusi võib jaotada:

- 1) Seinä suutatus vastu võtta koormusi, mille tulemusena tekivad paigutised, purustused ja praod;
- 2) Seinä suutatus vastu pidada ilmastikumõjudele;
- 3) Seinä suutatus olla isoleerivaks külmale, mistõttu tekib seinas veeauru kondensatsioon;
- 4) Seinä materjali purunemine.

Mehaanilised kahjustused.

Erinevad võimalikud mehhaanilised mõjurid oleksid:

- Koormused.

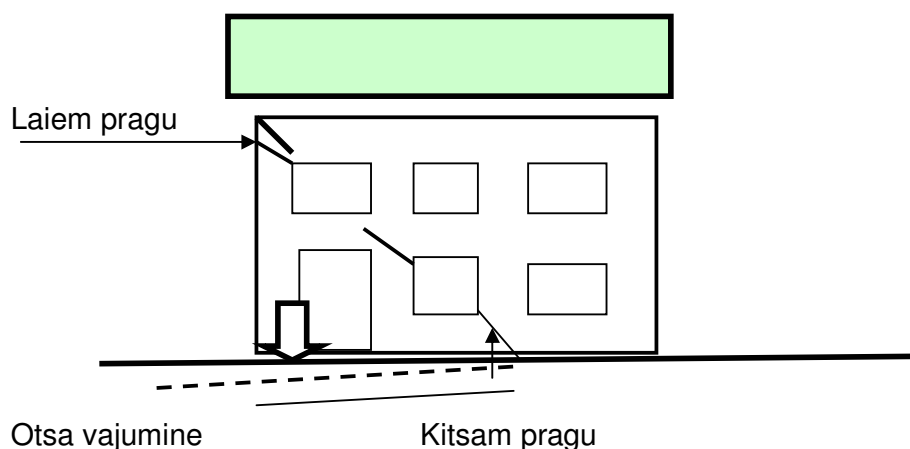
Deformatsioonide erinevused, mis on tingitud oluliselt erinevate koormuse poolt tekitatud pingete erinevusest.

- Roomedeformatsioonid

- Hoone ebaühtlasest vajumisest tingitud kahjustused.

Hoone erinevate osade erinevad vajumised kutsuvad tavaliselt esile erinevaid probleeme, mis avalduvad kivikonstruktsioonide (seinad, soklid, vundamendid) pragunemise näol. Erinevad vajumised hooneosade vahel võivad olla tingitud mitmetest põhjustest. Nendest põhjustest väärksid esile tõstmist pinnasevee taseme muutust ja ehituskruundi kohaliku dreenaazi ummistumist. Liivpinnaste puhul tuleb arvestada veel ka võimaliku sufosiooniefektiga. Ka erinevate vundamendi piirkondade erinev koormatus võib esile kutsuda erinevaid vajumisi kogu vundamendi ulatuses. Tekkinud praod on sageli diagonaalse iseloomuga ning arenevad avade nurkadest kuna need on tavaliselt tellisseina kõige nõrgemad kohad.

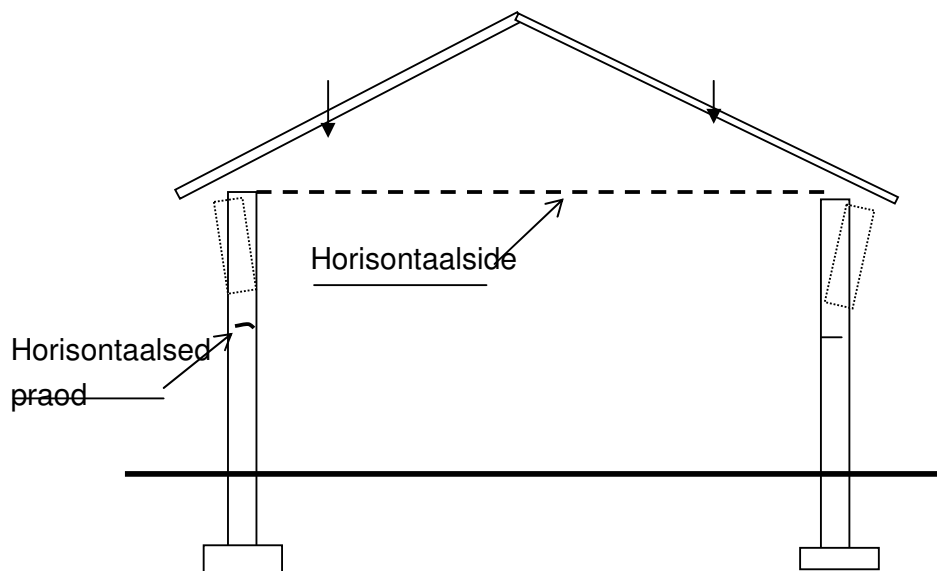
Märkimist väärksid veel ka kohalikust vibratsioonist põhjustatud ebaühtlased vajumised.



Vundamendi ebaühtlasest vajumisest tekkinud praod seintes

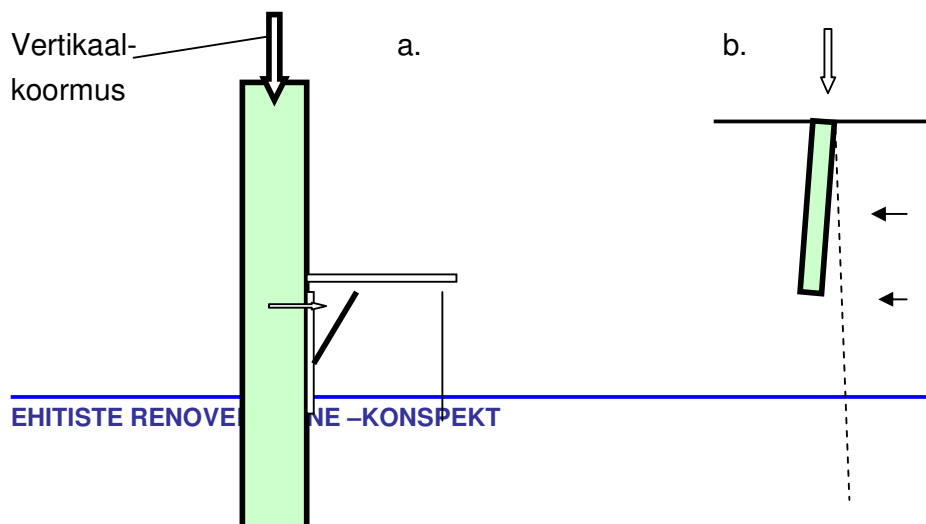
Meie kliimaoludes võib vahel olla probleemiks ka vundamendi liialt madal rajamissügavus, mis võib põhjustada külmakerkeid.

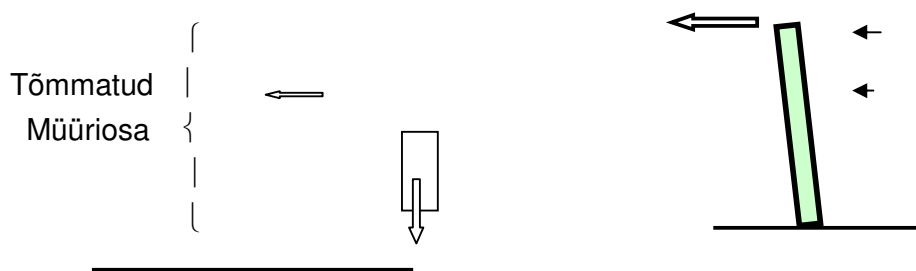
- Kivikonstruktsioonide kandevõime ammendumine.
- Teiste konstruktsioonide siiretest tingitud defektid.



- Horizontaalsideme puudumine katuse konstruktsioonidel tekitab seinale horisontaalsurve ja selle tagajärjel tekivad siseküljel praod. Horizontaalsideme olemasolul tuleks ikkagi kontrollida varda sisepingetest tekkivaid deformatsioone (pikenemist).

- Seinaga pingede deformatsiooni olukorrale avaldavad mõju täiendavad ekstsentrilisused ja seinaga põikkoormused, mis suurendavad väljanõtkumise ohtu.





Seina püsivusele ja pingelukorrale avaldavad mõju põiksuunas mõjuvad koormused - tekkivad praod ja deformatsioonid.

Kivikonstruktsioonide kandevõime ammendumine avaldub tavaliselt telliskonstruktsioonis seinte väljanõtkumise ja pragunemise näol. Enamlevinud kandevõimega seotud kahjustuste põhjustest vääriksid esiletõstmist järgnevad:

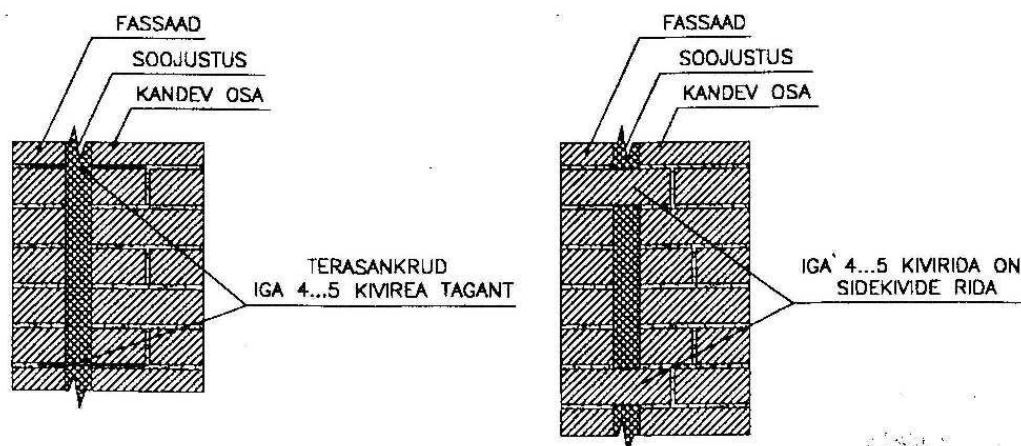
- Konstruktsiooni ülekoormamisest tingitud defektid

Tavaliselt kerkivad need probleemid esile siis kui hoonele otsustatakse peale ehitada lisakorruseid või suurendatakse omavoliliselt kandeseintes olevaid avasid. Vahel tehakse olemasolevatesse kandeseintes isegi täiesti uued avad, kusjuures sellised avade suurendamised ja uute avade ehitamised olemasolevatesse kandeseintes tehakse tavaliselt omavoliliselt ja vastavat projektdokumentatsiooni koostamata. Selle tulemuseks on kõige halvemal juhul vaadeldava seina kandevõime kaotus ja varisemine. Oluline on märkida, et seinte ebapiisava kandevõime põhjusteks võivad olla ka projekteerimis- ning ehitusvead.

- Sidemete puudulikkusega seotud probleemid

Selles jaotises võiks eristada põhimõtteliselt kahte probleemide gruppi. Esimene neist oleks tellisseinte erinevate kihtide vahelised sidemed ning teise grupi moodustaksid probleemid telliskonstruktsioonide ja teiste konstruktsioonide vaheliste sidemetega.

1) Vaatleme lähemalt esimese grupi küsimusi. Üheks enamlevinud elamute tellis- ja silikaattellisseinad on kolmekihilised: kandev osa (≥ 25 cm) + soojustus (6 cm) + välisvooder (12 cm). Osa selliseid seinakonstruktsioone on tehtud ka nii, et kandev seiniosa on ehitatud silikaattellistest ja välisvooder on ehitatud savitellistest. Et vältida välimise voodriosa väljanõtkumist ja purunemist, on voodrikiht ja kandev seiniosa omavahel ühendatud traatankrutega (tavaliselt 4...5 kivirea tagant) või sidekivi ridadega (samuti on iga 4...5-s kivirida sidekivide rida)



Enamlevinud tellis- ja silikaattellisseinte tüübid

a) Terasankrutega seinte puhul on välisvoodri väljanõtkumisel ja pragunemisel tavaliselt kaks põhjust. Esimene neist seisneb selles, et erinevate müüriosade ühendamiseks kasutatavad terasankrud on seinakonstruktsiooni paigaldatud ilma korrosioonikaitseta ning on seina soojustusmaterjali kihis oleva niiskuse mõjul korrodeerunud ja kaotanud seeläbi teatava osa oma ristlõikepindalast. Selle probleemi vältimiseks ja lahendamiseks aitaks näiteks terasankrute eelnev töötlemine (tsinkimine) korrosiooni vastu. Teise abinõuna võiks kaaluda roostevabast terasest ankrute kasutamist, ent see variant on majanduslikult küsitav.

Teine oluline terasankrutega seinatüübiga seotud probleem on see, et terasankrute samm ei ole piisav vältimaks voodrikihi väljanõtkumist. Probleemid on jällegi sarnased eelmises jaotises tooduga: seina voodrikihi väljanõtkumine ja halvemal juhul ka varisemine.

b) Sidekividega tellisseintega esineb samuti rohkesti probleeme. Enamlevinud probleemiks on liialt harvad sidekivide read, kusjuures sidekivide read võivad olla nii vertikaal- kui ka horisontaalsuunalised. Kuna sidekivid ühendavad fasaadi-(voodri) ja seiniosa kandvat osa, siis kõrge ja suure koormusega kandeseinaosa vertikaalne deformatsioon on suurem kui fasaadi osal, ning sidekivid purunevad deformatsioonide erinevusest tingituna.



Seina sise- ja väliskihi (sisekiht on rohkem koormatud) vertikaalsete deformatsioonide erinevusest tingituna on sidekivid purunenud ja seina fassaad varisenud

- Tellismüüritise vuukides kasutatavate terasosade korrosioon
Teraselementide korrosioonil võib olla mitmeid põhjusi, tulemuseks on tavaliselt vuukide või müüritise pragunemine. Seda probleemi võib vältida teraselementide värvimisega, bituumeniga katmisega või tsinkimisega. Üldjuhul avaldub vuugiarmatuuri korrosioon armeeritud vuukides pikisuunaliste pragudena.

Kui vaadelda lähemalt neid probleeme, mis on seotud kivikonstruktsioonis seinade ja neid ümbritsevate konstruktsioonide vaheliste sidemetega, siis peab tõdema, et see probleemistik on seotud nii korruselamute, kontorihoonete kui tööstushoonetega. Üheks enamlevinud tööstushoonete konstruktsiooniks on raudbetoonkarkass, hoone välispiire on aga ehitatud kivikonstruktsioonis. Selline konstruktsioon eeldab, et

raudbetoonkarkass ja kivisein ühendatakse omavahel ankrutega, ent tegelikkuses on ankrud paigaldatud kas ebapiisava sammuga või puuduvad üldse. Samuti võivad aja jooksul need korrosiooni vastu kaitsmata sidemed läbi roostetada.

- Masinate või liikluse vibratsioonist tingitud kahjustused

Antud probleemistik on seotud peaaegjalikult kõikvõimalike tööstushoonete ja remondihallide konstruktsioonidega, kus hoone sees eksisteeriv vibratsioon kas seadmete töötamisest ja/või sõidukite liikumisest pikema ajaperioodi jooksul tekitab olemasolevatele konstruktsioonidele kahjustusi, mis avalduvad pragudena.

Kivikonstruktsioonide vee- ja niiskuskahjustused

Kõige suuremat toimet kivimaterjali lagundamisel omab vesi, nagu juba alljaotises 3.2 oli kirjeldatud. Niiskus tungib konstruktsiooni pinnadifusiooni, lahusedifusiooni või veeaurudifusiooni tagajärjel. Niiskus võib seina jõuda ka läbi märgunud vundamendi, ehk siis maapinnast ja see on tingitud just vundamendi hüdroisolatsiooni puudumisest. Vesi on lahustav ja transportiv keskkond, mis ühtlasi võib välja kanda ka kivimi kergeltlahustuvaid komponente. Eriti ohtlik on just reostunud vesi PH ja soolade pärast. Vesi põhjustab kivis osmootset rõhku. Vahelduv niiskumine ja kuivamine põhjustab kivimi deformatsioone ja suure tsüklite arvu juures ka kivimi lagunemist. Ühekihiline sein niiskub juhul, kui vuugid ei ole korralikult täidetud ning müüritise ladumisel on kasutatud ebakvaliteetseid kive.



Vihmavee renni või toru õigeaegne remont/asendamine on tunduvalt odavam kui hilisem seina renoveerimine



Katuse räästas purunenud ja veel on vaba pääs seinakonstruktsiooni

Enamasti on niiskuskahjustuste põhjuseks mitte niivõrd kunagised ehitusvead, vaid inimeste hoolimatus hoone ekspluateerimisel. Puuduva vihmaveetoru, veetoru lekkimisel või katkise katuse tõttu lisanduvad lisaks niiskuskahjustustele ka külmakahjustused.

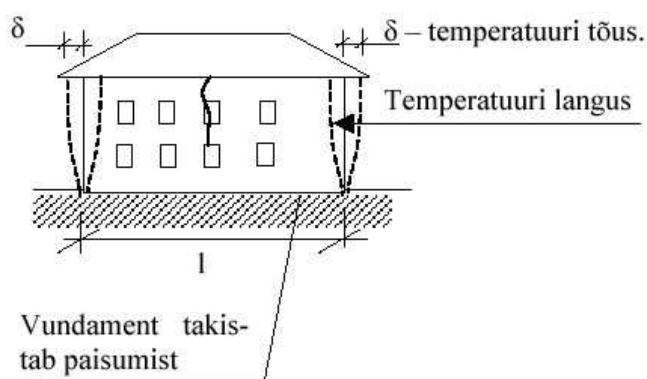
Niiskumine suurendab oluliselt ka soojajuhtivust.

Looduslikust lubjakivist ja liivakivist konstruktsioonidele avaldavad kahjulikku toimet happvihmad. Vihmavesi, mis on muutunud happeliseks õhus leiduvate saasteainete nagu vääveldioksiid (SO_2) ja süsinikdioksiid (CO_2) toimel, tungib müüritise pealispinda ja hakkab seal reageerima kivimaterjaliga. Selle reaktsiooni tulemusel tekib seina pinnale tugev kaltsiumsulfaadi (CaSO_3) kiht, mis võib avalduda müüritise pinna kobrutamise või kivikihtide eraldumise näol. Happevihmadest tingitud kahjustusi on Tallinnas võrreldes kümne aasta taguse olukorraga kindlasti vähemaks jäänud. Põhjuseks on kindlasti see, et õhku paisatavate heitgaaside kogus on vähenenud. Tallinnas ja selle lähistel tegutsenud tööstus on kas mujale kolinud või siis hoopis välja surnud.

Niiskuse tõttu saviosakeste paisumine tellistes lõhub müüri. Kuna paljude telliste paisumine sõltub niiskuse sisaldusest savis just pärast põletamist. Esmased mahus paisumise probleemid esinevad just esimese kahe aasta jooksul pärast seina valmimist. Niiskuse sisaldus sõltub ka sellest kas meil on sise- või välissein, millest olenevalt võib toimuda telliste kiire kuivamine ja seintes võivad tekkida praod mahumuutuse tagajärjel.

Temperatuurikahjustused

Eesti oludes on tavaline, et ööpäeva lõikes seina välispinna temperatuur kõigub küllalt suures ulatuses, samas kui seina sisemine temperatuur ei muutu või on muutus väga tühine. Eriti suur on temperatuuri kõikumine just kevadtalvisel perioodil, kui ööpäeva lõikes temperatuuri erinevused võivad olla kuni paarkümmend kraadi. See kahjustuste liik on otseselt seotud temperatuuri muutustest tingitud konstruktsioonimaterjalide mahumuutusega. Vaadeldav probleemistik avaldub tavaliselt selliste seinte puhul, millistesse ei ole tehtud lähtuvalt nende seinte pikkusest temperatuurivuuke. Vastavalt erialakirjanduses toodule peavad kivikonstruktsioonis müüritises olema vertikaalsuunalised temperatuurivuugid sõltuvalt kasutatavatest müürikivide ja mördi tugevusest ning hoone tüübist iga 25...200 m tagant. Horisontaalsed nihked ei taastu, kuid vertikaalsed nihked on üldiselt taastuvad.

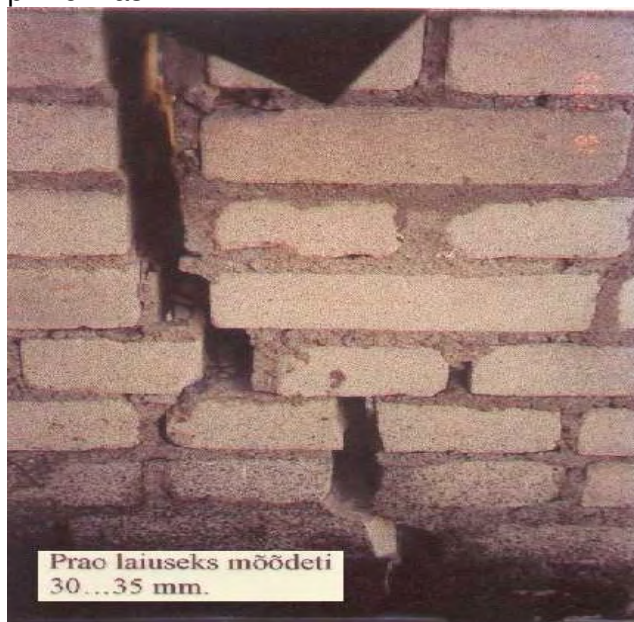


Temperatuuri tagajärjel paisuva seiniosa horisontaalnihked ja võimalikud praod.

Termiliste deformatsioonide arvutus toimub üldiselt ligikaudsetele temperatuuride hinnangutele, mille juures tuleb arvestada erinevate kihtide joonpaisumise võimalusi

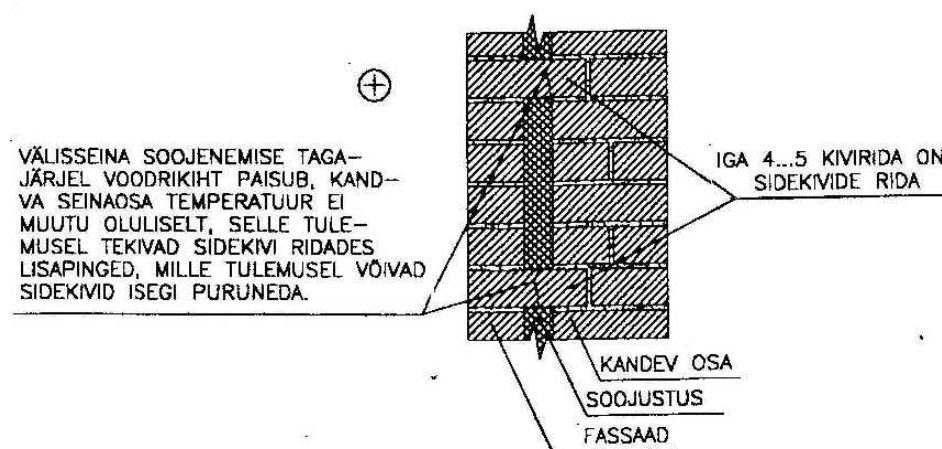
Temperatuurikahjustuste sisu seisneb selles, et kui konstruktsiooni temperatuur tõuseb, siis toimub selle tagajärjel konstruktsiooni paisumine (pikenemine). Kuid kui antud konstruktsioon uuesti maha jahtub, siis ei taastu tema esialgseid mõõtmeid ja kuju ning selle tulemusel tekivadki kiviseintesse praod, kuna müüritis tõmbele hästi ei tööta.

Samuti võivad temperatuurikahjustused avalduda horisontaalsuunaliste pragudena, seda eriti parapetiga seinte puhul parapeti ja katuslae konstruktsiooni liitumise piirkonnas.



Parapeti lagunemine temperatuuri muutuste tagajärjel

Mitmekihiliste (kandev osa + soojustus + välisvooder) sidekividega seinakonstruktsioonide puhul avalduvad temperatuurikahjustused selles, et kui hoone välimise voodrikihi temperatuur päikeseenergia mõjul tõuseb, siis samas kandva seinaosaga temperatuur muutub vähe või ei muutu üldse. Selliste paljukordsete deformatsioonide tagajärjel võib puruneda ka kandva seiniosa ja voodrikihi vahelised sidekivid ja variseda vooder. Eriti ohtlik on see kahjustuse liik siis, kui seinaga kandev osa on tehtud silikaattellistest ja välisfassaad on tehtud savitellistest. Erinevad on juba nende materjalide elastsusmoodulid: savitellistel $E=5...25$ GPa, silikaattellistel $E=7,5...10$ GPa, erinevus võib olla kuni 2,5 korda. Eesti kliimas tuleb antud probleemistik esile just kevadtalvisel perioodil, kui ööpäeva löikes temperatuuri kõikumine on üsna suur.



Mitmekihiliste savi- ja silikaattellisente lagunemine temperatuuri ja roomedeformatsioonide erinevuste tagajärjel

Külmakahjustused

See kahjustuste liik on üks enamlevinumaid tellis- ja kivikonstruktsioonis hoonete kahjustusi Eestis.

Külmakahjustuste esinemine looduskividel on tavaliselt seotud kivide kehvaga struktuuriga. Peenemate pooridega looduskivid hoiavad endas vett paremini kui suuremate pooridega looduskivid, seega on külmakahjustustele tundlikumad peenemate pooridega kivid. Külmakahjustuste sisu seisneb selles, et seinakonstruktsioonis telliste pooridesse sattunud vesi välisõhu temperatuuri alanemisel miinuskraadideni jääks muutumisel paisub mahus $\approx 9\%$ ja selle tulemusel hakkavad müürikivid murenema ja lagunema.

Eriti levinud on antud probleemistik parapetiga välisseinte puhul. Külmakahjustused on sellised kahjustused, mida tuleb vaadelda üldiselt koos niiskuskahjustustega, kuna tavaliselt on üheks külmakahjustuste tekkepõhjuseks seinakonstruktsiooni sattunud liigne niiskus.



Vesi pritsib vastu soklit, sokkel niiskub ja külmaga müüritist laguneb



Niiskuse kondenseerumine seinas, vesi jääb ja purendab müüritist

Külmakahjustus, kus müüritis puruneb külmumis-ülessulamis tsüklite tõttu on eriti aktiivne, kui siseõhus on palju niiskust, mis halva ventilatsiooni tõttu liigub seinas sisepinnast välispinda ja kohtub müüritisel madala temperatuuriga. Seinas tekib kondensaad, mis jääb seinast välja viimata (eriti kui välispind on tihe). Selle tulemusena sein küllastub veega. Eestis on seda nähtust jälgitud tsehhides, kus eraldub palju auru (r/b toodete tehastes jne.) ja on halb ventilatsioon.

Lisaks müürikivide võimalikule lagunemisele tuleb arvestada ka sellega, et külmakahjustuste tekkimisele võib kaasa aidata ka kasutatav müürimört. Suurema tsemendisisaldusega ja jäikade müürimörtide kasutamine soodustab üldiselt külmakahjustuste teket, samas kui elastsemate mörtide kasutamise puhul on eelmainitud defektide esinemine väiksem. Loomulikult ei ole külmakahjustuste tekkimine lühiajaline protsess, tavaliselt kulub märkimisväärsete kahjustuste tekkimiseks mitu aastat. Eesti kliimas tuleb antud probleemistik esile just kevadtalvisel perioodil, kui ööpäeva lõikes temperatuuri kõikumine on küllalt suur, ulatudes paarist soojakraadist päeval kuni kümne miinuskraadini öösel. Kõige sagedamini esineb käesolev probleem parapetiga ja amortiseerunud räästaosaga hoonete välisseinte puhul, kus katteplekkide ühendused ja kinnitused ning vihmaveerennid ja -torustikud ei ole korras. Probleemide teket võib soodustada ka hoone arhitektuurne lahendus, näiteks on mitmekorruselistel hoonetel ülemise korruse rõdu avatud, ilma katusega ja selle tulemusel hakkavad seintel tekkima nii niiskuse, kui külmakahjustused.

Mitte mingil juhul ei tohiks kasutada silikaattelliseid olukorras, kus nad võivad endasse absorbeerida soolasid, näiteks merevee keskkonnas või autoteede konstruktsioonis, kuna külmakahjustused võivad ilmnedagi juhtudel, kus kivid on küllastunud sooladega ning seejärel läbi külmunud. Vastavalt kirjanduses toodule ei soovitata kasutada pehmemast lubjakivist müürikive krohvimata (katmata) välisseina konstruktsioonis, kuna need kivid on eriti tundlikud külma- ja niiskuskahjustuste suhtes.

Kokkuvõtvalt

Tellishoonete projekteerimise ja ehitamise üldistest vigadest vajalike temperatuuri- ja vajumisvuukide puudumine;
vead vundamentide lahenduses ja ehitamisel (lubamatud vajumid);
sidemete puudumine voodri ja kandva seinosa vahel (nii projekteerija kui ehitaja viga);
madalakvaliteedilise materjali kasutamine;
tühjad vuugid;
kohalik ülekoormamine nii ehitamisel kui renoveerimisel;
vead isolatsioonimaterjalide valikul ja isolatsiooni teostuses;

Vigu tellishoone kasutamisel ja hooldamisel hüdroisolatsiooni kahjustused (katus jne.), mis lõhutud kasutamisel (antennid jne) või ei ole õigel ajal hooldatud;
fassaadimaterjalide kahjustused karniiside muude osade hooldamatuse tõttu;

lekkivate torustike poolt põhjustatud kahjustused;
lubamatud ümberehitused.

4.1.2 Paneelelamud

Eestis algas suurpaneel lamute (põhiliselt seeria 1Э-464) tootmine 1960. aastal. Esimese tehase (tsehh Raudbetootoodete tehase juures) võimsus oli 25000 m² elamispinda aastas. Esimese maja ehitus algas 1961. aastal. 1965. aastal läks käiku Männikul teine tehas võimsusega 75000 m² elamispinda aastas ja pisut enne seda asutati ka Majaehituskombinaat (ДСК). Aastate jooksul tehnoloogiat täiustati ja selle kahel tehasel baseeruva kombinaadi võimsus saavutas 200000 m² elamispinda aastas. Tallinna Majaehituskombinaat oli üks edukamaid selletüübilisi kombinaate NSVL-is.











Paneelhoonet elemente valmistasid ja monteerisid veel teised ettevõtted, nagu: Tartu EEK, kaks varianti – gaasbetoonpaneelidest välisseintega ja hiljem kolmekihiliste välisseinapaneelidega (nn vahvelmajad).

Erinevad väljastpoolt Eestit sissetoodud elementidega paneelmajad nii Tallinnas, Narvas, Sillamäel (välisseinad kolmekihilised või keramsiitbetoonist, jne)

Nende majade konstruktsioon küll erines Tallinna majadest, kuid põhilised probleemid on samad.

Mõningaid näiteid:



Tartu EEK gaasbetoonis välisseina paneelidega majad





Tartu EEK kolmekihiliste välisseina paneelidega majad
„vahvelmajad“



Keramsiitbetoonist välisseintega paneelilamud (toodud sisse
väljastpoolt Eestit)

Tallinna Elamuehituskombinaadi paneelilamute konstruktsioonist:

Kandekonstruktsioon koosneb betoonist pöik- ja keskmisest pikivaheseintest, kolmekihilistest r/b välisseintest ja r/b vahelagedest ning loomulikult vundamentidest. Põhiliselt toodeti ja ehitati 5-e, 9-a ja 16-kordseid maju.

Välisseinte paksus oli 230, 250, 280 ja 300 mm:

- välimine r/b plaat 50, 60 mm;
- soojustus 110 või 125 mm (mineraalvill või fibroliit plaat või fenoplast plaat või vahtpolüstürool plaat);
- sisemine kandev r/b plaat sõltuvalt hoone kõrgusest 75, 80, 125, 130 mm.

Betooni mark 150..200.

Kuni 1992. aastani on ehitatud Tallinna Elamuehituskombinaadi maju umbes 2 milj. m² elamispinda. Kui selline toodang arvestada 5-e korruselise 4-ja sektsioonilise elamu peale, siis see teeks umbes 1000 elamut.

Viimasel ajal on palju räägitud suurpaneelendamute teemal, kas siis kahtlusena, et nende hoonete tugevus ja jäikus ei ole küllaldane, või et terrassidemed ja nende keevisühendused on läbi roostetanud, mistõttu võivad variseda ja et nende renoveerimisega ei tasu vaeva näha.

Paneelhoonete osas tehti neid vigu, mis üldiselt mujalgi maailmas, siin esinesid need vead ehk suuremal määral. Konstruktsioon oli kerge, soojaisolatsioonimaterjalid kesised, välisseinapaneelede välis- ja siseplaatide vaheliste ribide betoon suhteliselt tihe – külmasillad, terrassidemed tavalisest roostetavast materjalist jne.

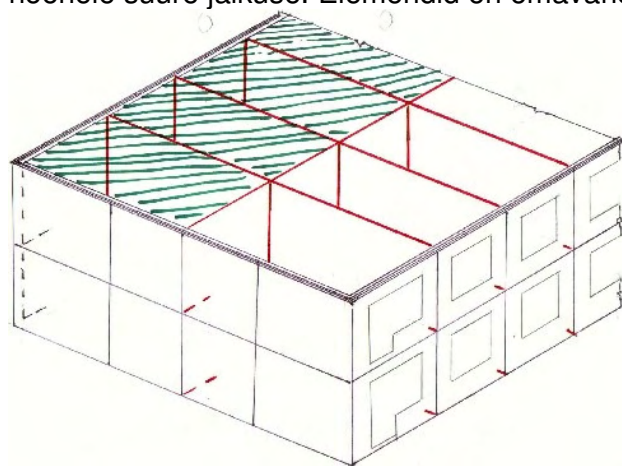
Käesoleva osa kirjutamisel on aluseks võetud ka OÜ EKK 21.11.94.a dateeritud töö Tallinna Mustamäe linnaosa suurelamute konstruktsioonide seisukorra ekspertiis ning renoveerimise ettepanekud ja muid uuringuid Tallinna Lasnamäe, Põhja Tallinna ja teiste linnaosade paneelendamute alal kuni tänase päevani ja käsitleb ainult hoonete kandekonstruktsioonide tugevus- ja püsivusküsimusi ning piirdekonstruktsioonide sooja-, vee- ja tuulepidavuse küsimusi. Muid probleeme puudutatakse üldises plaanis. Eestis ehitatud paneelhoonete tehnilist seisundit on aastate jooksul uurinud ka teised ettevõtted, nagu TTÜ, AS EstKonsult, Rootsi ja Soome firmad. Laiaulatuslikum paneelhoonete tehnilise seisundi uuring tehti aastal 2008 Kredex'i rahastamisel TTÜ ja Tallinna Tehnikakõrgkooli ühistööna.

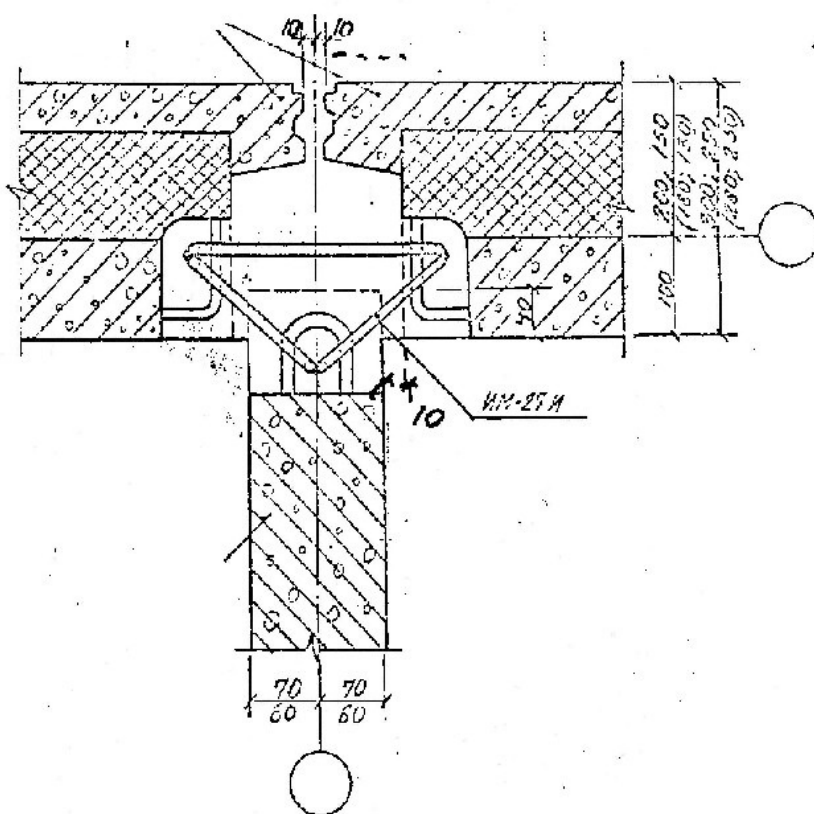
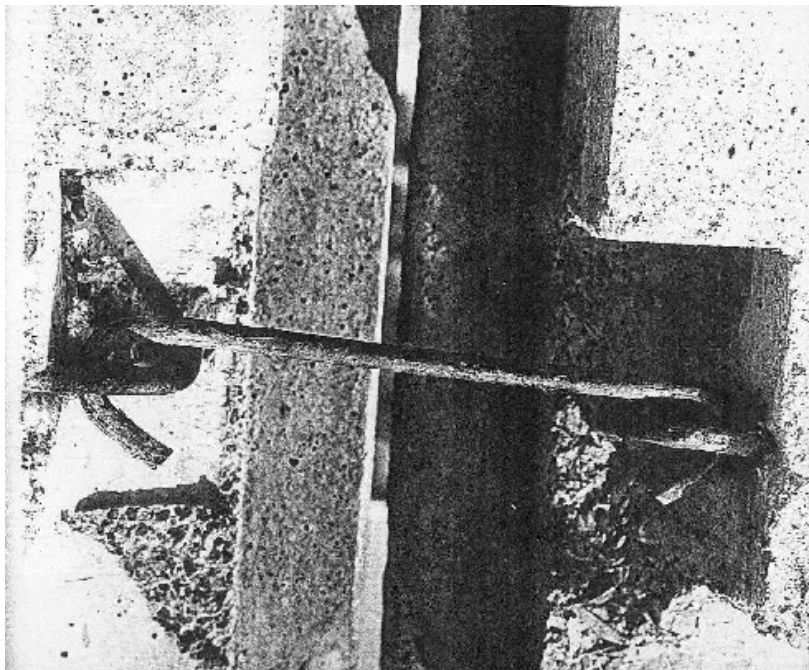
Ülalmärgitud territooriumidel asuvate hoonete vaatluse ja linnaosade valitsuste poolt etteantud (vastavalt elanike kaebustele raskemas olukorras olevate) hoonete sügavamate uuringute alusel segus alljärgnev.

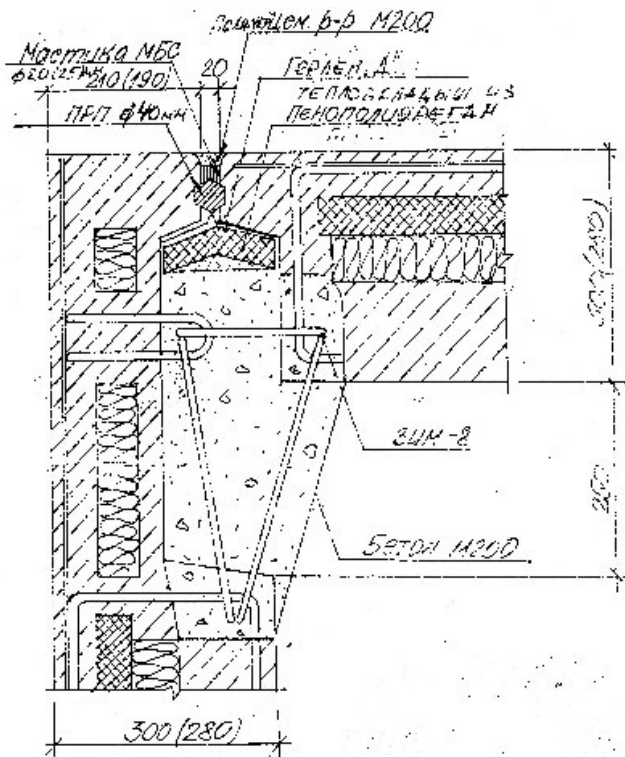
4.1.2.1. Põhikandekonstruktsioonide üldine seisund

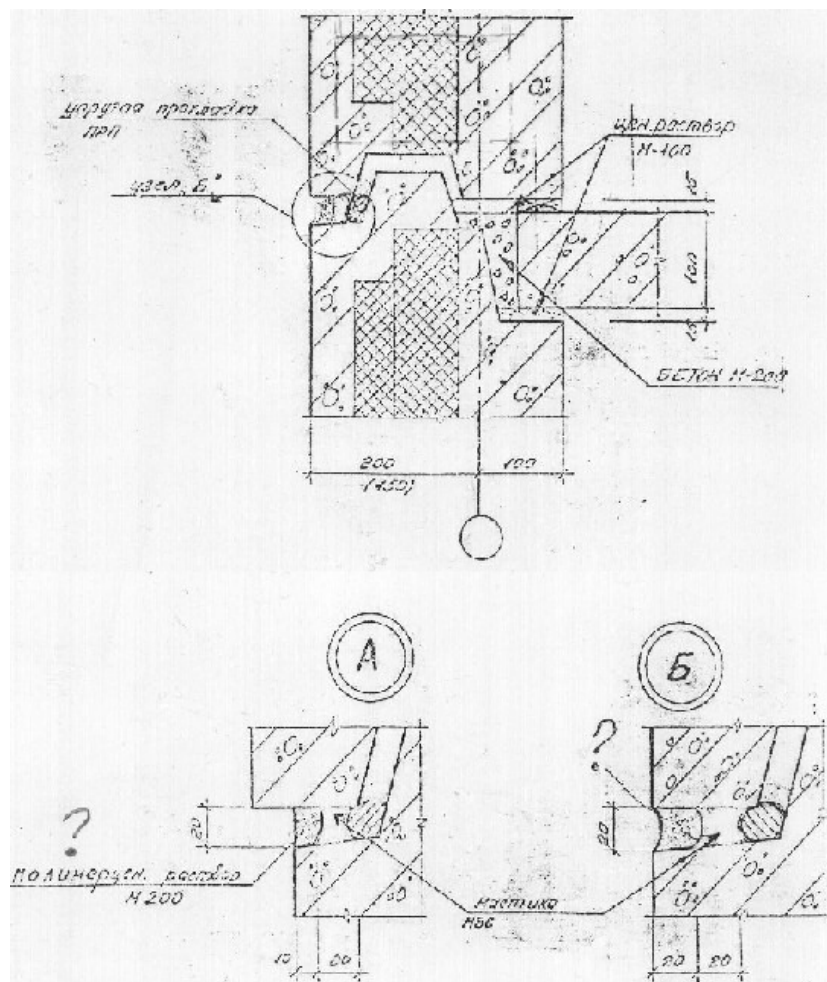
Ka üle 40 aastat vanade suurpaneel lamute kandekonstruktsioonide tehniline seisukord on rahuldav, st, et hoonete elementide põhiosa, nagu vundamendid, kandvad siseseinad, laepaneelid, trepimademed ja –marsid, välisseinte kandvad siseplaadid, aga käesoleval perioodil ka enamik välisplaate on üldiselt korras, va teatavad defektid, millised on täpsemalt kirjeldatud allpool p. 2.2 ja millede kõrvaldamisega tuleb tingimata tegeleda. Hoonete jäikuses kahtlusi ei ole. Seejuures tuleb nimetada alljärgnevat asjaolusid:

- vaadeldavate suurpaneel lamute kandev konstruktsioon koosneb tubadevahelistest kandvatest r/b plaatidest (põik- ja pikikandeseintest) ja vahelaepaneelidest koosnevatest horisontaalsetest seibidest, mis annab hoonele suure jäikuse. Elementid on omavahel ühendatud terasankrutega;









- elementide betooni survetugevuse klassid vastavad projektile ja on sageli kõrgemad;
- betooni karboniseerumine suuremas osas elementidest ulatub ainult 5 – 20 mm sügavuseni. Samas on ka hooneid, kus välisseinast ja selle vuugist võetud proovide betoon oli küll läbi- või peaaegu läbi karboniseerunud, kuid sellest hoolimata oli käesolevalt sarrusvõrkude ja – karkasside ning ühendusankrute teras heas seisukorras korrosioon praktiliselt puudus;
- paneelides ohtlikke pragusid ja paneelidevahelisi nihkeid, vahelagede suuri läbipaindeid jne ei täheldatud, v.a üksikud juhtumid, kus katuse läbijooksu tõttu on osaliselt korrodeerunud katuslae paneeli sarrusvõrk, kus veel lisaks eelöeldud põhjustele on intensiivse korrosiooni põhjuseks see, et kohati on lae alla paigaldatud lisa(ripp)lagi, mis võib töötada kui lisasoojustus, mille taga puudub aurutõke ja koguneb kondensaat. Ka oli vihmavee läbijooksu tõttu mõne maja viimase korruse trepimademe sarrus korrodeerunud, mis tuleks terastalaga

tugevdada. Sama keldrilagedes, kus vannitoa läbijooksu tõttu on suur niiskus, mille tagajärjel keldrite sarrus on osaliselt korrodeerunud ja osalt kaitsekihi lahti löönud. Vahelagede tugevdamine, kasvõi põikvaheseintele toetatud terastaladega või ka uue paneeli kohapeal betoneerimine ei ole eriline probleem.



- terastalad võib paigaldada ka paneeli peale, pöranda sisse, kusjuures laepaneel riputatakse nende talade külge. Sellist lahendust on üle paarikümne aasta tagasi paaril korral ka varem realiseeritud;
- ka leiti elanikelt tulnud avalduste põhjal paari-kolme hoone otsaseina väljanihkumist. Põhjuseks on, et juba montaaži ajal on esinenud suured kõrvalekalded. Ka remondi ajal täidetud vuugid on osaliselt avanenud. Tegemist on lõunapoolse otsaga ja paneelide liikumist on soodustanud ka temperatuuri- deformatsioonid. Nimetatud otsaseinad vajavad terasankruga vahelae külge kinnitamist, mis enamuses on ka tehtud;
- ka on enamuses rõdude raudbetoonelemendid korrast, kuid – 30 aasta vanuste viiekordsete elamute rõduplaatide servades esineb juba ohtralt sarruse korrosioonist ning betooni pudenemisest tingitud kahjustusi. Samuti on kohati kahjustatud tugevalt kahjustatud sissekäigu varikatused, millised vajavad tõsisemat remonti või väljavahetamist (näiteks koos tuuletamburi ehitamisega). Varikatuste väljavahetamist on viimasel ajal üsna paljudel hoonetel ka tehtud;



- aastatel 2006-7 uuriti välisseina paneelide välisplaatide ja sisemise kandva plaadi vaheliste armatuurterasest sidemete olukorda nii 1961, 70-ndatel ja 80-ndatel ehitatud hoonetel. Selleks puuriti nimetatud terasvardad välja. Üldiselt läbiroostetanud sidemeid ei leitud, ehkki varasematel hoonetel tellisepurust välisviimistlusega paneelide terassidemed olid roostega kaetud;





- välisseinte soojapidavus aga ei vasta praegustele nõuetele, olles kohati mitu korda väiksem kui lubatud ja vajaks parandamist (vt p 2.2).

Kokkuvõttes võib väita, et paneelmajade põhikandekonstruktsioonide üldine seisukord on käesolevalt selline, et nad võivad mõningate koheselt tehtavate tööde ja periooditi tehtavate tööde järgi vastu pidada meie hinnangute kohaselt veel niikaua, et konstruktsioonide kogu kasutusiga oleks 50 – 80, või ka enam aastat, mille järgi võivad vajalikud remondikulud (sh betoonkonstruktsioonide osaline asendamine, nagu välisseinte välisplaatide lahtivõtmine, terase puhastamine ja korrosioonikaitse, betooni realkaliseerimine, terassidemete asendamine tõmbide ja ankrutega jne) kujuneda nii suureks, et on otstarbekam elamu kõrvaldada eksploatatsioonist ja ehitada uus hoone. Kui aga elamute välispidine soojustamine ja ilmastikukindel viimistlus tehakse lähemate aastate jooksul, enne kui rasked kahjustused jõuavad liiga kaugemale areneda, siis võib kasutusiga oluliselt ka suurendada (vt p 2.2 selgitused), halva hoolduse ja remondi puhul aga tunduvalt alaneda.

4.1.2.2 Olulisemate puuduste ja koheselt tegemist vajavate tööde loetelu

Esinesid alljärgnevad puudused, milliste kõrvaldamisega tuleb lähemal ajal tegeleda, et vältida suuremaid tõrkeid:

- asbesttsementplaatidest ja klaasplastikust rõdu ning katuse piirete kinnitused on suhteliselt nõrgad ja paljudes kohtades tuule poolt lahti rebitud. See ei ole

seotud küll hoone kandevõimega, kuid on ohtlik, kuna plaadid võivad alla kukkuda ja vigastada inimesi või kahjustada hoone läheduses pargitud autosid. Kinnitused tuleks üle kontrollida või need plaadid üldse maha võtta ning asendada laine- või tasaplekist paneelidega;

- eemaldada ja asendada tuleb rasked raudbetoonist sissekäigu varikatuse elemendid, millede kinnitus seinakonstruktsiooniga on nõrk ja terassarrus ulatuslikult korrodeerunud;

- üheks oluliseks kohaks, mida tuleb jälgida ja vajaduse korral kohe tugevdada, on otsaseinte paneelide kinnitus, kuna need on vahelagesid kandvad ja mõne montaaživea tõttu võib kinnitus vahelagedega ning vaheseintega olla ebapiisav, mistõttu tekib vahelae suhtes nihe, milline kasvab aastast aastasse temperatuurideformatsioonide tõttu, eriti lõunapoolses otsas. Nähtus võib süveneda ka kandvatesse vaheseintesse suuremate avade tegemisel. Sellisel juhul tuleb sellise vuugi piirkonnas otsasein täiendavate terasankrutega vahelae külge kinnitada. Selliseid asju on väga harvadel juhtudel ka varem ette tulnud, peamiselt ehituse ajal või kohe selle järgi, eriti kui hoone on monteeritud talvel, nõõ külmutusmeetodil. Vastav tugevdus terastõmbidega on lihtne realiseerida;





- kontrollida tuleb kõiki hooneid ja registreerida omavoliliselt kandeseintesse tehtud avad ning koos projekti autoriga, s.o Eesti Projektiga selgitada nõrgestuste ohtlikkust. Vajaduse korral tugevdada näiteks teraskonstruksiooniga. Eriti ohtlik, kui sellist lõhkumist tehakse suure vasaraga tagudes. Võimaluse korral tuleks vältida suurte lisaavade tegemist üldse. Loomulikult on kohati võimalik ka uut ukseava teha, kuid siis tuleb see rangelt kooskõlastada projekti autoriga ja linnaosa valitsusega ja vajaduse korral ka vastavalt tugevdada.
- suurte avade tegemine on ohtlik seetõttu, et: a) eraldatakse osa koormuse all olevast konstruktsioonist, mille tagajärjel toimub paratamatult sisejõudude ümberjaotus ja mis võib saada avarii algpõhjuseks (ei ole täpselt teada, millises olukorras ja kvaliteediga on tehtud paneelidevahelised sidemed), b) raske on pidada täpset arvet igas hoones tehtud lisaavade kohta;
- kontrollida tuleb ka omavoliliselt vahelagedele ehitatud raskete silikaattellisest)

vaheseinte olemasolu, kuna vahelagedel olulist kandevõime varu ei ole; hoonete piirdekonstruktsioonide madal soojapidavus on tingitud ebapiisavast soojaisolatsioonist. Paljudel juhtudel koosneb välisseinte soojustus kahest TEP plaadist (75 + 50 mm), mille mahukaal oli sageli 500 – 600 kg/m³ (vahel enamgi). On leitud, et mõne maja üksiku välisseina paneeli soojustus koosneb ainult ühest TEP plaadist (75 mm) ja ühest fenoplastplaadist (60 mm). Soojapidavus võib kohati olla alanenud ka niiskunud soojaisolatsiooni tõttu;

- üldiselt olid lahtivõetud kohtades soojustusplaadid küll kuivad. Samas oli ka juhtumeid, kus nende plaatide sees betoonplaatide vahel esines tuuletõmme – s.o vuugid ja ribad ei olnud tihedad;
- hulganisti esineb külmasildu paneelidevaheliste vuukide ja katuslagede välis- ja vaheseintele toetuse piirkonnas.



Alljärgnevalt hoonete välispindade, peamiselt paneelhoonete betoonfassaadide renoveerimisest, sh koos lisasoojustamisega, mis käesolevalt üks sagedasemaid probleeme. Sama vajaksid ka varemehitatud muud hooned, nagu tehasehooned jne.

4.1.2.3 Välissente uuendamiseks tehtavad tööd

Betoonfassaadide remondivariantide valik asetab projekteerijad ja töövõtjad kõrgete

nõudmiste ette, eeldades kinnisvara omanikelt põhjalikku majanduslikku analüüsi. Fassaadide remondiviisi valik mõjutab tulevikus sügavalt hoone majanduslikkust ja elamiskõlblikkust. Halvimal juhul kiirendab vale remondilahendus välisfassaadi lagunemist ja põhjustab suurt majanduslikku kahju. Nii peaksid kinnisvarahooldajad kasutama remondiviiside valikul alati asjatundjate abi ja jätma asjaolude selgitamiseks küllaldaselt aega – isegi kuni paar aastat.

Betoonfassaadide võimalikud kahjustused on kokkuvõtlikult esitatud Tabelis 1

Tabel 1 Betoonfassaadide kahjustused

Lagunemisnähtus	Põhjus	Esinemiskoht
Pinnakatte kahjustused	<ul style="list-style-type: none"> - pinna taha on pääsenud niiskus - lohakas töö - värv ei talu leeliselist keskkonda 	<ul style="list-style-type: none"> - kus pinna taha pääseb niiskust: paneelide vuugid, akna avad jne - sageli üleni
Külmakahjustused	<ul style="list-style-type: none"> - puudulik betooni külma-kindlus - konstruktsiooni rõhtpindadel vesi - paneeli vuukide läbilaskmine - räästa- ja aknaplekid puudulikud 	<ul style="list-style-type: none"> - rõhtpinnad, kus on vesi - paneelide servadel - pesubetoonist fassaadidel sageli betooni pinnal - välisplaadi tagapinnal - halvimal juhul läbi välisplaadi
Etringiidist põhjustatud lagunemine	<ul style="list-style-type: none"> - betoonpaneelide liiga kõrge termilise töötlemise temperatuur valmistamisel - tsemendi suur väävli- ja alumiiniuimühendite sisaldus 	<ul style="list-style-type: none"> - viib betooni külmakindluse alanemisele neis piirkondades, kus niiskuskoormus ja/või külmakoormus on suur - halvimal juhul kahjustub kogu konstruktsioon
Betooni karboniseerumine ja sarruse roostetamine	<ul style="list-style-type: none"> - süsihappegaas tungib betooni - betoon neutraliseerub karboniseerumise tagajärjel, kusjuures teras kaotab 	<ul style="list-style-type: none"> - karboniseerumine toimub kõikjal, kus tuul puhub betooni pinnal - kiireim sademete eest kaitstud pindadel, aeglaseim

	<p>pas- siivse kaitsekile - sobivad niiskustingimused</p>	<p>märgadel rõhtpindadel</p>
<p>Paneeli välisplaadi Eraldumine siduvate rangide lahtirebene- mise tõttu</p>	<p>- ebatäpse töö tagajärjel on rangid kinnitatud välisplaa- di tagapinna lähedal - rangide roostetamine (ka võimaliku õhu liikumise tõttu soojustuskihis) - välisplaadi tagapinna külmakahjustused</p>	<p>- suurim oht külmakahjus- tunud välisfassaadidel - 60-ndatel ja ka hilisematel aastatel on kasutatud rooste- tavaid siduvaid range</p>
<p>Pragunemine</p>	<p>- pinged temperatuuri ja niiskuse vaheldumisel tekki- vatest deformatsioonidest - löögid paigaldamise ajal - sarruse roostetamine - pinnal võrgukujulised praod valmistusvigade tagajärjel</p>	<p>- roostetavate terasvarraste suunas - jäikade kinnituste ümbruses - pinnal teatud piirkondades</p>
<p>Lõhenemine</p>	<p>- sarruse roostetamine - külmakahjustused - pinged temperatuuri- ja niiskusedeformatsioonide tagajärjel</p>	<p>- roostetavate teraste kohal, kus teras on pinna lähedal - äärealadel - kinnituskohtade kõrval</p>

Fassaadi remondivariandid

Betoonfassaadide remondivariante on pakutud kümnete kaupa. Asjaga kursis mitteoleval on võimatu teada, kuidas eri lahendused tehniliselt mõjuvad, millistele objektidele need sobivad, kui pikk on kasutusiga ja remondi vahelised perioodid, remondi ja korrashoiu hind. Kõikidele nendele asjaoludele tuleb vastus otsida remondiviiside valikul. Tabelis 2 on toodud praegu turul leiduvad remondiviisid ning

selgitatud nende valikul arvesse võetavaid tegureid.

1) Vana fassaadipinna esteetiline remont

Võrdlemisi üldiselt on levinud viis, kus fassaadi vana värv värvitakse üle või eemaldatakse enne, näiteks liivapritsi. Kui pindamiseks on kasutatud alguses tsementvärvi, tsemendiga pinnakatet või muud mitteorgaanilist segu, on fassaadi pind uuesti pinnatav. Aluspinnalt tuleb kõrvaldada mustus ja lahtised osad eemaldada survepesuga, lisades veele veidi liiva.

Kui fassaad on algselt kaetud orgaanilise värviga või kattega, võib peale kantav uus kate tihendada pinda nii palju, et pinnakate hakkab aluspinnast lahti lööma või niiskuse tõustes algab lagunemine külmakahjustustest.

Kui vana pinnakatte eemaldamiseks kasutatakse ainult liivapritsi, võib see olla alusbetoonile kahjulik. Liivaprits eemaldab tõhusalt küll vana pinnakatte, aga samas avanevad ka alusbetooni praod ja poorid. Kui uuesti värvimine tehakse tavalise õhukese värvikihiga, on tagajärjeks värvipinna liiga suur avatus, mis kiirendab alusbetooni karboniseerumist. Sel juhul oleks parem kasutada paksemat tsementmördist pinnakatet, mis täidab praod ja poorid.

2) Vana fassaadi kasutusiga pikendavad saneerimised

Vana fassaadi kasutusiga saab sageli oluliselt pikendada, ühendades betooni parandusviisid niiskuskooormust alandavate meetoditega. Kui välisplaadi külmakahjustused on jõudnud sügavale või paneeliplaadi tagapind on karboniseerunud nii palju, et ankrud roostetavad, on raske kasutusiga pikendada.

Betoonpindade remondil kõrvaldatakse vanad pinnakatted survepesuga, kahjustunud betoon eemaldatakse mehaaniliselt või vesipiigiga, roostes sarrus puhastatakse ja kaitstakse, mille järel tehakse erimörtidega betooni parandused. Pind silutakse üleni ja värvitakse. Värvimisel võib objektist sõltuvalt kasutada mitteorgaanilisi värve ja pinnakatteid (tsementvärvid, tsementvõõbad, silikaatvärvid jne) või orgaanilisi värve (akrüül, polüuretaan jne). Mitteorgaanilised ja orgaanilised värvid toimivad tehniliselt eri moel, mille tõttu on põhjust selgitada igale objektile eraldi värvitüüpide sobilikkust. Kuna värvipind toimib konstruktsiooni saneerimisel ühe tehnilise osana, võib vaele värvi valik alandada saavutatavat kasutusiga.

Üks uuemaid kasutusiga pikendavaid romondi viise on karboniseerunud betooni uuesti leelistamine. Vana paneeli välisplaati imetakse elektriosmoosi abil leelistust vedelikku, tavaliselt pesusoodat, mis leelistab uuesti neutraalse (või happelise) betooni. Leelistamise tulemusena sarruse roostetamine peatub. Meetodi puuduseks on see, et leelistub ainult sarruse kaitsekiht, raskused kvaliteedi kontrollimisel, ning mõnedel juhtudel leelistatud betooni külmakindluse langus.

3) Vana fassaadi viimistlemine peale ehitatava mittetuulutatava konstruktsiooniga

Kui vana fassaad kaetakse konstruktsiooniga, mida ei tuulutata uue katte tasapinnas, peab uue konstruktsiooni auru läbilaskvus olema nii suur, et konstruktsiooni ei kondenseeru ohtlikku hulka siseruumidest tulevat niiskust. Seetõttu vaid lisasoojusisolatsiooni peale tehtud erilised krohvipinnad nõo soojuskrohvid sobivad selleks. Sageli tuleb paneeli vana välisplaat kinnitada lisapoltidega, mille järel vana fassaadi peale pannakse lisasoojusisolatsioon. Kesk-Euroopas on juba 30 aastat kasutatud soojaisolatsioonina EPS plaati (parandatud vahtpolüstürool). Soomes on ka välisplaat asendatud uuega.

Paneelelamute fassaadide remondivariandid on kokkuvõtlikult esitatud Tabelis 2.

Tabel 2

Põhilahendus	Meetod	Silmas pidada
Fassaadipinna esteetiline remont	1) vana pinnakatte ülevärvimine 2) vana pinnakatte eemaldamine liivapritsi ja fassaadi uus pindamine	võib pikendada esteetilist ja tehnilist kasutusiga, aga sage- li kiirendab alusbetooni lagunemist, vähendades fassaadi iga
Niiskuscoormust alandavad tööd	3) välisseina paneelide uuesti vuukimine 4) sademetevee ärajuhtimise parandamine 5) detailide (mh plekkide) funktsioonide parandamine 6) fassaadi	4 ja 5: kaalutav kõikide remondilahenduste puhul 6: sageli aeglustab külma- kahjustusi, aga kiirendab karboniseerumist

	impregneerimine vetthülgavaks	
Vana fassaadi kasutusiga pikendav remont	7) mördi või betooni parandamine 8) betooni parandamine ja pindamine 9) pritskrohv 10) karboniseerunud betooni uuesti leelistamine	7 ja 8: hoolikalt tehtuna pikendavad oluliselt fassaadi kasutusiga; nõuavad eriti oskuslikku tööd; uuendamine lihtne 9: võrdlemisi vähe kasutatud 10: kõrvalmõju võib olla kahjulik
Vana fassaadi peale tehtav uus ilma tuuletuseta kattekonstruktsioon	11) soojustatud krohv, isolatsiooniks kivivill 12) soojustatud krohv, isolatsiooniks EPS plaat	pikaajalised kogemused, pa- randab soojamajandust, nõuab detailide täpset projekteerimist, vale lahendus kiirendab konstruktsiooni lagunemist
Vana fassaadi peale tehtav uus tuulutatav konstruktsioon	13) paigaldatakse püst-karkass, peale plaadid ilma lisasoojustuseta 14) lisasoojustus + uus kate tsemendi või polümeeride baasil tehtud plaatidega 15) lisasoojustus + uus kate teras-, alumiinium- või kassettplaatidega 16) lisasoojustus + õhuke betoonplaat 17) lisasoojustus + tellismüüritis	13: sobivust tuleb hoolikalt selgitada, võib oluliselt lagunemist kiirendada 14, 15, 16 ja 17: võimalusi väga palju, parandavad soojapidavust, hea vahetatavus, nõuab detailide täpset projekteerimist, valesti realiseerides alandab kasutusiga
Vana fassaadi asendamine uuega	18) eemaldatakse paneeli välisplaat, uuendatakse sooja-	Vastab uue fassaadi tegemisele, palju variante, õigesti

isolatsioon või lisatakse
juurde uus pinnakonstruktsioon nagu eespool 11, 12, 14, 15, 16, 17

teostatuna ohutuim
(garanteerituim), aga esialgu kalleim võimalus



9-korruselise paneelhoone fassaadi lisasoojustamine



Renoveeritud 9-korruselise paneelhoone fassaad

4.1.2.4 Paneelhoonete kandekonstruktsioonide üldised remondi perioodid

Senitehtud uuringute alusel võiksid need olla alljärgnevad:

I 20 – 30 aastat – ei vaja suuremaid remonte, välja arvatud

- 1) võimalikud katuste läbijooksud ja energiasäästu ning elukvaliteedi mõttes piirete soojustamine, nagu suured niiskusekahjustused korterites otsaseinte, nurkade jne piirkondades (+ hallitus). Arvestades aga praegust kütmise taset, algavad need ilmingud varem kui 20 a jooksul ja arenevad progresseeruvalt edasi põhjustades ka välispiirete sidemete intensiivset korrosiooni. Selle asjaolu intensiivsuse ja mõju kohta puuduvad veel kogemused;
- 2) vuukide tihendamine korralike materjalidega;
- 3) katuse hüdroisolatsiooni remont (vajadusel koos lisasoojustamisega);
- 4) mõistlik vähemalt otsaseinte välispidine lisasoojustamine.

- II Sellel perioodil, alates 20 – 30 aastat hakkavad ilmema järgmised defektid:
- 1) betooni karboniseerumine kuni sarruseni, mille tagajärjel algab intensiivne sarruse korrosioon välispiiretes (+ rõdu servad) ja niisketes kohtades
 - 2) betooni etringiidi kahjustused, võib olla erinev erinevates hoonetes, kohati juba 15 a jooksul);
 - 3) välispaneelide välisplaatides tunduvad praod (ka läbiminevad soojustuseni, mahukahhanemisest, temperatuuri- ja niiskusevaheldusest);
 - 4) külmakahjustused (osalt materjali väikesest külmakindlusest, osalt kolme eelloetletud kahjustuste tagajärjel);
 - 5) võib esineda otsaseinte väljanihkumist, võimalik juba I perioodi jooksul;

II perioodil, selleks, et vältida kahjustuste arenemist ohtliku piirini (sidemete korrosioon, välisplaatide ja rõdude pudenemised) tuleb:

- 1) välispaneelidevahelised vuugid tihendada tänapäeva materjalidega, võimalik, et juba I perioodi jooksul;
- 2) välisseintes olevad praod katta (pinnata) võimalikult elastsete pinnakatte materjalidega. Kuid samas ei ole see tehniliselt väga töökindel lahendus (pragude vahelduv liikumine t₀ ja w vaheldusest), parem koos täiendava lisasoojustamise ja uue välisviimistlusega;
- 3) remontida rõdude servad ja katta hüdroisolatsiooniga;
- 4) vajaduse korral teha muid tugevdustöid (niiskuse- ja korrosioonikahjustused keldri ja katuslagede paneelides);
- 5) võimalik akende ja uste pehkimine ja seega vajalik asendamine.

Osa nendest remontidest tuleks korduvalt teha

III Periood 50 – 60 aastat. Kui I või II perioodil ei ole tehtud välispiirete lisasoojustamist koos välisviimistlusega, siis võib betooni ja terase korrosioonikahjustuste tõttu vaja minna täielikku välisseinte välisplaatide asendust, või ankurdamist jne, mis on juba väga töömahukas. Kui nimetaud renovatsioon on tehtud, siis on lootus pikendada eluiga veel kümneteks aastateks.

Paneelhoonete katuste probleemid on samad, mis teiste (kivi) hoonete lamedate katuste puhul, seega vt käesoleva konspekti katuste osa.

Lõpuks tuleb veelkord rõhutada, et iga remontivajava hoone tehnilist seisundit tuleb enne uuenduslahenduse väljatöötamist uurida eraldi ja kasutada ainult konkreetse hoone olukorrale õiget ja sobivat lahendust. Vastasel korral võib kogu tehtud töö olla asjatu, või vale lahendus võib lagundamist isegi kiirendada. Loomulikult on siin-seal ka võimalik kasutada teadaolevatest võimalustest ühtesid või teisi tüüpsõlmi või

tüüpvariante.

4.1.3 Kärg(gaas)betonplokkidest hooned

Peale II Maailmasõda 50 – 60 aastatel algas suur ehitustööstuse industrialiseerimise periood ja mitte ainult N Liidus, vaid kogu maailmas ja seoses sellega massiline r/b tarindite valmistamine ja kasutamine. Puit ja tellis jäi tahaplaanile, kasutati peamiselt individuaalehituses.



Nii elamute kui ka tööstushoonete välisseinte (vahel ka sisseseinad) jaoks hakati

valmistama ja kasutama kärgbetooni:

- gaassilikaltsiit (1949 – 50)
- gaaskukeroon (kukersiit 1930 ?)
- vähesel määral ka keramsiitbetooni (põhiliselt soojaisolatsiooniks)
- keraamilisi väikeplokkke, tellisest seinaplokkke.

Elamuehituse osas oli valitsusepoolne suur tugi ja arendus paneelhoonete poolel (1960).

Nii kärgmaterjalide kui ka betoon- või r/b materjalide tööstuslikul valmistamisel esines suuri puudusi, olgu see siis betooni valmistamisel (kõrge vee- ja tsemendi sisaldus, termilisel töötlemisel järsud režiimid ja kõrged temperatuurid, jne), silikaltsiidil ebaühtlus ja madal külmakindlus.

Gaassilikaltsiidist ja gaaskukeroonist hoonete välisseinte paksus on 30 cm (soojusjuhtivusteguri 0,35 – 0,4 juures). Üldiselt ei esine nende kärgmaterjalide juures nii suuri kahjustusi kui oleks oodanud. Samas esines mõnedel juhtumitel silikaltsiithoonete puhul, eriti ühel perioodil juba ehituse ajal suuri külma- ja hiljem ka korrosioonikahjustusi, esines madalat tugevusmarki, kuid praegu eksploatatsioonis olevate hoonete olukord on üldiselt rahuldav.

4.1.4 Raudbetoonkarkassiga hooned

Raudbetoonkonstruktsioonidega (karkassiga) hoonete peamised kandeelemendid on postid talad ja vahelaeplaadid.



Renoveerimise olev raudbetoonkarkassiga hoone

Peamised defektid on sarruse korrosioon, kaitsekihi pudenemine ja terasest ühenduselementide (tarilappide korrosioon). Viimaste olukorra parandamine, korrosiooni arengu takistamine on üks tõsisemaid küsimusi, kuna juurdepääs nendele on sageli väga keeruline kui mitte võimatu. Ega oluliselt lihtsam ole ka osaliselt korrodeerunud sarrusteraste remont Niisketes ruumides esineb sageli ka vahelagede suuri korrosioonikahjustusi.

4.1.5 Teraskandekonstruktsioonidega (või üksikkanduritega) hooned

Metallkonstruktsioonis hoonete elementidel esineb sageli märkimisväärseid kahjustusi, seda enam, et nende elementide ritlõiked on suhteliselt väikesed ja saledused suured. Nende kahjustuste hulka kuuluvad, nagu oli juba varem märgitud korrosioon, kohalikud ja üldised projektmõõtmetest erinevused.

4.1.5.1 Metallkonstruktsioonide kahjustuste, sh avariide peamised põhjused:

- lumi ja selle läbimõtle mata puhastamine (ülekoormus), ladestumised tööstustolmust, konstr tegeliku massi erinevus projektikohasest;
- kõrvalekalded, dünaamika (ka resonants), temperatuuri mõjutused;
- ülekoormamine, või ka surutud vööde mittevastav sidumine;
- habras purunemine. Habras purunemine materjali külmarabanduse või pingekontsentratsioonide tõttu on omaette tõsine küsimus;
- keevitustööde mittekvaliteetne tegemine talvel (erinõuded alates +5° C-st madalamate

- temperatuuride puhul);
- konstruktsioonile mitmesuguste lisaseadmete riputamine;
- konstruktsiooni perioodilise jälgimise puudumine;
- terase korrosioon;
- vead rekonstrueerimisel ja tugevdamisel;
- mitteprojektikohaste avade tegemine;
- sidemete kõrvaldamine;
- väsimuspurunemine, purunemine vananemisest;
- vundamentide või muu ebaühtlane vajumine;
- mitmesugused varingud, plahvatused, pinnase uhtumised, seismika, tormid ja üleujutused.

Metallkonstruktsioonide füüsilisele pikaealisusele avaldavad mõju:

- metalli vananemine
- kahjustused eksploatatsioonis
- habras purunemine
- korrosioon.

4.1.5.2 Hoonete metallkonstruktsiooni olukorra hindamisest

Metallkonstruktsiooni tegeliku olukorra hindamine ei ole alati nii lihtne kui tundub.

Tõelise olukorra hindamist takistavad järgmised asjaolud:

- üheselt määratavate idealiseeritud arvutuskeemide, konstruktsiooni lähtegeomeetria, tegelike deformatsioonid - jäikusparameetrite erinevus projektilisest;
- olemasoleva konstruktsiooni elementide tegelike karakteristikute erinevus arvutuslikest (muutuvad seoses defektide ja nende lisandumisega ajas);
- käesolevalt ja varem kehtinud normide kohaselt arvatud kandevõime väärtuste vastuolulisus;
- hinnatavate defektide põhjuste puudulik arvestamine, aga ka defektide endi arvestamise tinglikkus, nagu surutud ja seda enam tõmmatud varraste
- kehtivate normide puudumine, millised mitteprojektikohased kohalikud ja üldised kõverused, korrosioonikahjustused, sõlmühenduste deformatsioonide, defektidega keevisõmbluste tugevuse jne arvestamine; võimaldaksid tõenäosusaspektist lähtudes numbriliselt hinnata metallkonstruktsiooni külmarabedust(kindlust);
- konstruktsiooni iga pragude olemasolul, milledega kõigele vaatamata vahel

konstruktsiooni ekspluateeritakse jne.

Defektidega metallkonstruktsiooni arvutused on variandirohked ja tehakse lähtudes individuaalse teooria ja eksperimendi andmetest, mida sageli ei saa teha vastavalt kehtivatele normidele.

4.1.6 Puitelamud

Põhilised puitelamute kahjustuste tekitajaks on ikkagi konstruktsiooni niiskumine ja sellest tekkivad seen- aga ka putukkahjustused. Puitmaterjalide kahjustuste kohta vt alljaotis 3.4.



Puitkonstruktsiooni elementide liigse niiskumise tekkimise kohtadeks on ikka:

- maaniiskus (efektiivse hüdroisolatsiooni puudumine, väga niiske

põrandaalune ruum, või vihmavesi pritsib ja imbub vooderdisele või müüri latile);

- vead treenide konstruktsioonis;
- torude leke;
- katuse läbijooks;
- sarikate või talade otste ebapiisav isolatsioon kivimüürides;
- ehitusniiskus, puitelementide ja -konstruktsioonide niiskumine ehitusplatsil, laudes;
- halb ventilatsioon niisketes ruumides;



- siseõhu niiskumine;
- niiske õhu sissepääs konstruktsiooni;
- kaldvihm või sulalumi näiteks vahekarniisidel jne.

4.2 Tööstushooned

Tööstushoonete kandekonstruktsioonina on põhiliselt kasutatud kas raudbetoon- või teraskarkassi. Välisseinad on kas paekivist seinad, savitellis- või silikaatkivist seinad. Viimasel ajal on välisseinad valmistatud kas gaasbetoonpaneelidest või soojustatud raudbetoonpaneelidest, või ka soojustatud plekkpaneelidest.

Sisemised kandeseinad on samuti kas paekivi-, tellis- või teraskarkassil seinad.

Laed on ehitatud enamasti kas terastaladel betoonlaena, monoliitset raudbetoonist või monteeritavast raudbetoonist laena.

Kande- ja muude konstruktsioonide (vundamendid, katused, aknad jne) kahjustused

samad kui muude hoonete puhul, va tootmistehnoloogias tingitud kahjustused, nagu kemikaalidest, kuumadest aurudest, kõrge temperatuurist, löökidest jne tingitud kahjustused, mille kohta vt käesoleva konspekti materjalide kahjustuste alljaotised.



4.3 Katuste ja hüdroisolatsiooni kahjustused

4.3.1 Katused

4.3.1.1 Üldmärkusi

Katustega on tihti muret ja probleeme. Sageli saavad need alguse projektidest, kus pakutakse küsitavaid lahendusi. Vigu tehakse ka ehituse käigus (vahel pole tööks mingitki projekti).

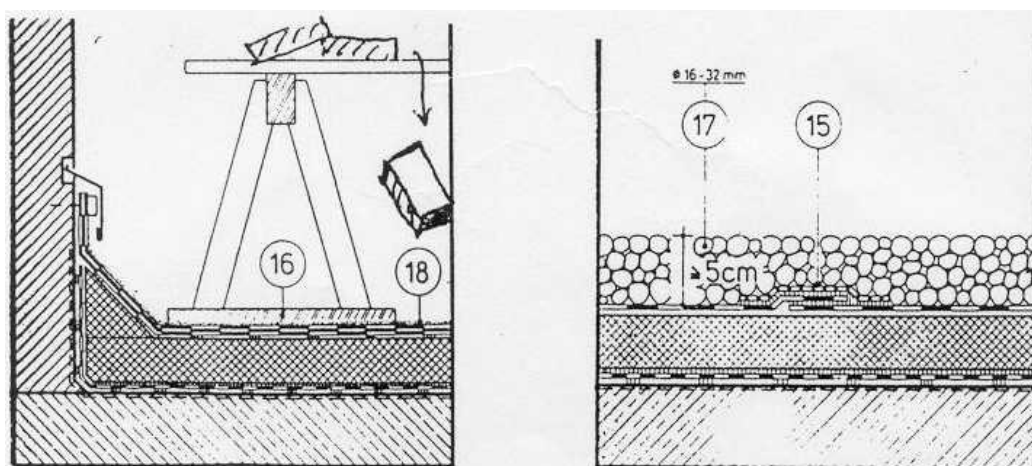
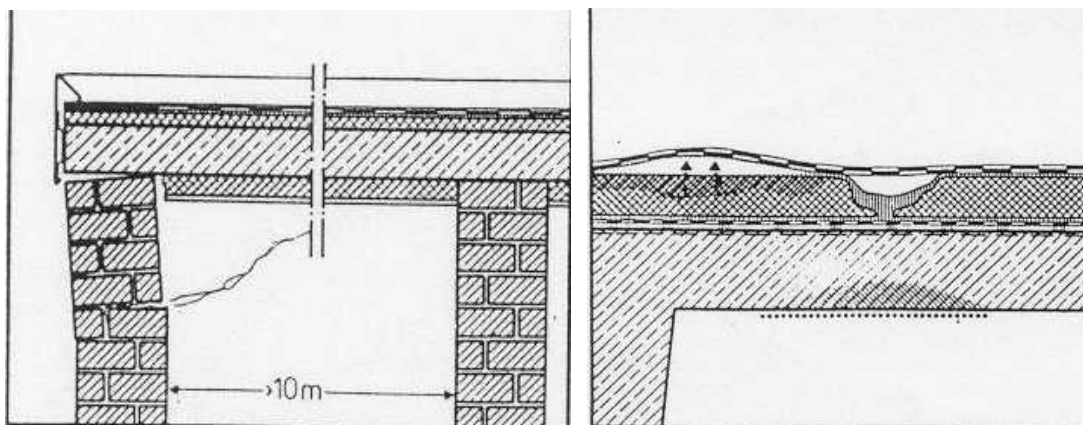
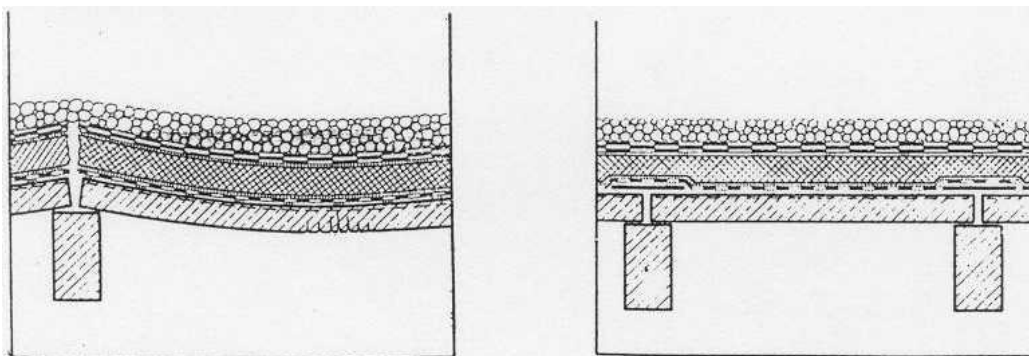
Uuringud on näidanud, et suurem osa kahjustusi, ligikaudu 70 % on põhjustatud mitmesuguste detailide – elementide liitekohad jne defektide tõttu, konstruktsiooni muus põiklõikes vaid 30 % juhtudel.

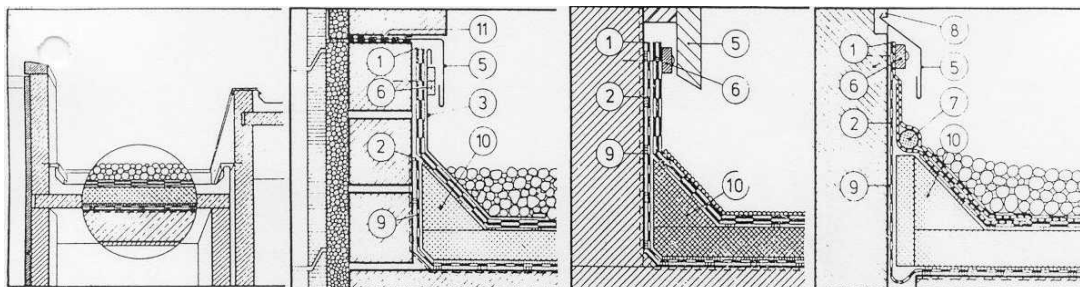
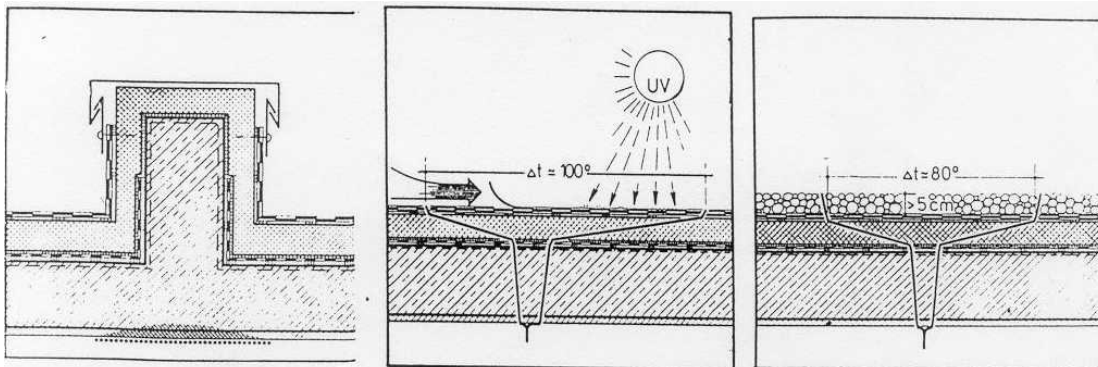
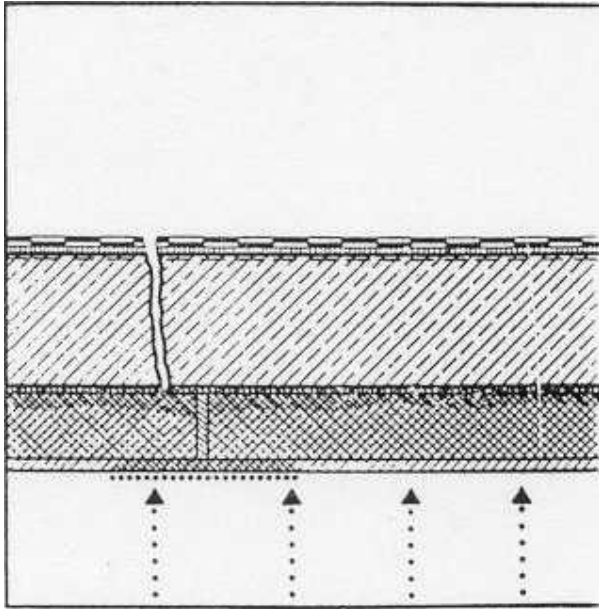
Suur osa kahjustusi esineb ka kondensaadi tekkimise tõttu, mis on põhjustatud halvast ventilatsioonist või selle täielikust puudumisest.

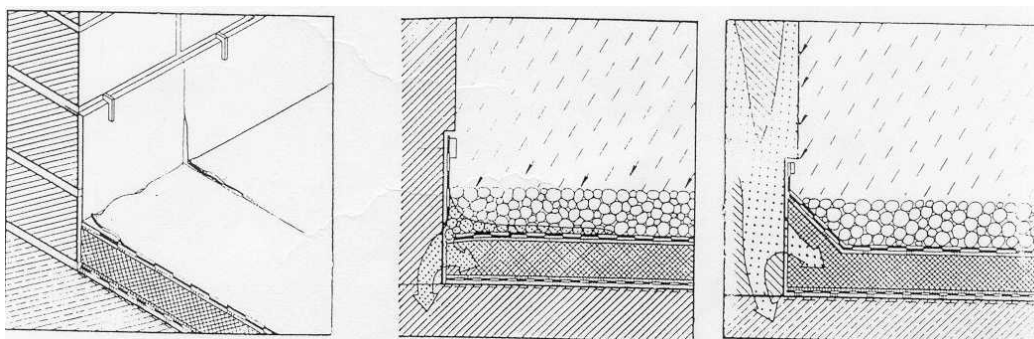
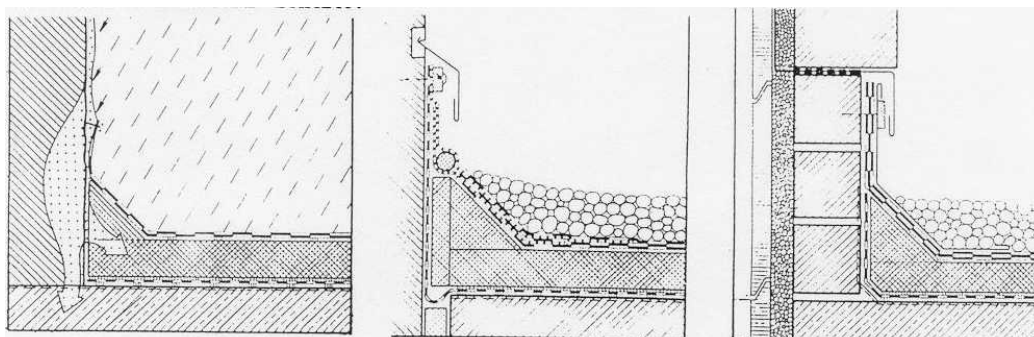
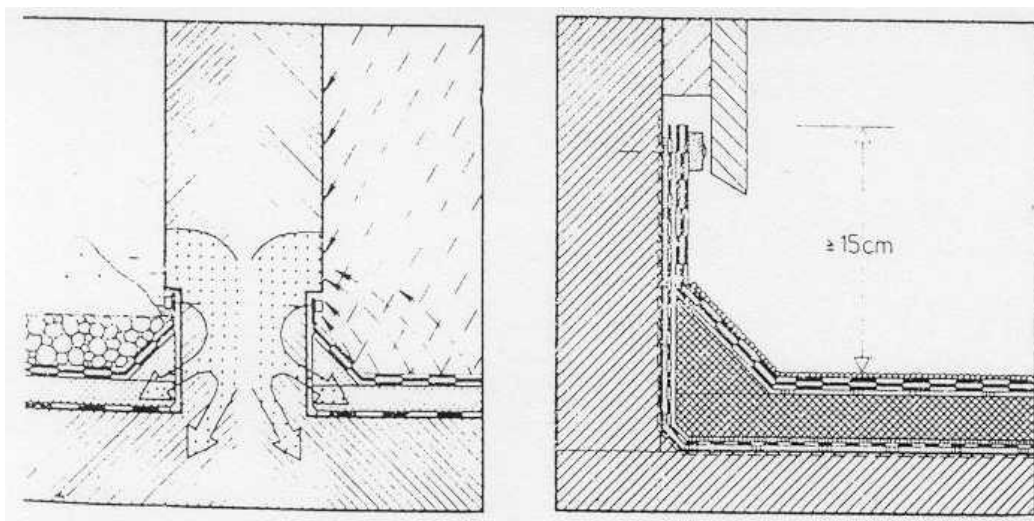
Sagedased on kahjustused elementide tugevde tsoonis.

Katuste teema on nii lai, et käesolevas esitatu on vaid väike osa kõikvõimalikest küsimustest. Vaatleme põgusalt sagedamini ettetulnud probleeme.

Enamesinevateks, ka kõigiti korralike tänapäevaste materjalide kasutamise puhul, on:







- katuse läbijooks, millel võib olla terve rida põhjuseid;
- ruumi õhu niiskuse kondenseerumine ja vee tilkumine katusekattelt laele;
- ruumi õhu niiskuse kondenseerumine soojustuses ja lae soojapidavuse vähenemine, viimistluse riknemine või hallitus lae pinnal;
- räästal jäävallide ja ohtlike jääpurikate tekkimine, kus kevad-, sügis- aga ka talveperioodil võib jäävallide tõttu esineda ka katuste läbijooksu;
- algusest peale ebapiisav soojapidavus;
- pööratud katuste probleemid; jne.

Katuse tüüpe on väga palju, need erinevad üksteisest nii pööningu ruumi, kuju, vee äravoolu, katusekattematerjali ja konstruktsiooni poolest. Käesolev osa ei pretendeeri kõikvõimalike katustega seotud konstruktsioonide ja probleemide lahendamisele. Vähegi põhjalikumaks teema käsitlemiseks oleks vaja ühte suuremahulist raamatut või käsiraamatut, aga ka sellealaseid eestikeelseid norme. Sellelaadseid on maailmas kirjutatud mitmeid ja neist võiks soovitada kasvõi käesoleva osa lõpus kirjanduse loetelus esitatuid.

4.3.1.2. Erinevatest katusetüüpidest

Katusekonstruktsioonid võiks jagada järgnevalt:

a) katuslagi (sh lamekatus)

- mitteõhutatav (üldiselt r/b paneelidega, kalle kas paneelidega, soojustusega, või tasanduskihiga, sh ka pööratud katus);
- õhutatav (tuulutuskanalid);

b) pööninguga katus

- madal pööning;
- kõrge pööning;

c) vee äravoolu poolest

- välise vee äravooluga üle räästa või renni ja vihmavee torude kaudu;
- sisemise veeäravooluga; kasutusel üldiselt lamedate parapetiga katuste puhul või välisseina kanalisse paigaldatud vihmaveetoruga ja parapetiga katuste puhul;

d) kuju järgi:

- lame katus;
- viil- või poolviilkatus (kõrge või madal);
- pultkatus;
- kelp- või poolkelpkatus;
- mansardkatus;
- kelp-mansardkatus või poole kelbaga mansardkatus;
- ristikkatus;
- telkkatus;
- saagkatus;

e) katusekattematerjali järgi:

- õlg- või rookatus;
- mätaskatus;
- puitkatus (laast või sindel);
- asbesttsementplaatidest (viimasel ajal asbestita) katus;
- rullmaterjalist (ruberoid, keevisruberoid, klaasriie, modifitseeritud bituumenrullmaterjal SBS (stüreen-butadieen-stüreen + polüesterkangas), APP (attactic polüpropüleen), jne, või nendest materjalidest sindlikujulised plaadid, Sarnafil jt. Kandvaks aluseks on kas r/b paneel või terasprofiil, kõvad soojustusplaadid, tsementmördist või asfaldist tasanduskiht, laudis;
- ühekihilised vööpkatted (elastomeerid jne);
- bemiit (makulatuur-savi-bituumen); mõeldud üldiselt ajutistele ehitistele, kuid viimasel ajal valmistatakse ka küllalt kestvaid materjale;
- plekkmaterjalist katusekate, kas tasa- või laine- ehk profileeritud plekist, plastikkattega või tsingitud plaadid;
- kivikatus (savikivi, tsementmördist kivi või nn betoonkivi);

f) pööninguga katuste pööningu soojustusmaterjali järgi:

- õled või hein;
- turvas või saepuru;
- puistevill;
- mineraalvill või sellest valmistatud plaadid, kivivill, klaasvill;
- kergkruus (keramsiit);
- mitmesugused vahtplastikust plaadid (polüstüreen, polüuretaan jne).

g) katuslagede soojustuse järgi:

- TEP plaadid;
- mineraalvill (kivivill, klaasvill) või – eriti viimasel ajal – neist valmistatud plaadid;
- mitmesugused vahtplastikust plaadid;
- karg(gaas)betoonist väikeplokid või kergbetoonist (keramsiit) väikeplokid;
- kergkruus (keramsiit) jne.

Minimaalsed katusekalded sõltuvad kasutatavast materjalist. Nurga suurust tuleks vaadata kas vastava materjali kasutusjuhendist või käsiraamatutest, või ka katuseid käsitlevaist ehitusnormidest.

Ülalkirjeldatu ei sisalda kõikvõimalikke katuste variante, kuid nagu näha, on needki väga mitmekesised ja nende käitumine ning probleemid võivad olla äärmiselt erinevad.

4.3.1.3 Viimasel ajal laialdasemalt kasutatavate lamekatuste probleeme

4.3.1.3.1 Projekteerimine

Käesoleval ajal kasutada olevate materjale valik on väga suur ja selles suhtes on projekteerija käed vabad. Samas aga piirab tema võimalusi ja loomingut tellija kohati ülepingutatud nõue odavalt läbi ajada. Sünnivadki lahendused, mis paratamatult ei võimalda kvaliteetselt ehitada. Näiteks võiks tuua kas või kergkruusast soojustusega katuslaed.

Teatavaid vigu tehakse ka seetõttu, et ei ole kasutada piisavalt katusealaseid eestikeelseid projekteerimise (aga ka ehitamise) eeskirju või juhendeid. Reeglina kasutatakse kas Soome RIL 107-2000 (Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet) või muude maade, nagu Rootsi, Norra, Saksamaa, Kanada jne juhendeid või EPN-ENV 11.2 [8] ja katuste erinevate materjalide tootjate juhendeid, näiteks [5] või Isover- Klaasvilla juhendit jne. Viimaseid tuleb ka tingimata täita, kuid kõik Eestis turustatavad materjalid ei vasta kahjuks meie kliimaoludest tulenevatele nõuetele.

Samas tuleb märkida, et mõningaid eestikeelseid brošüüre, eriti väikeelamute osas, nagu [2], [3] ja [4], aga ka kirjutisi ajakirjas "Ehitaja", "Ehituskaar" ja mujal on eesti keeles ikkagi ilmunud. Suhteliselt vähe on siiski käsitletud katuste ehitusfüüsikalisi probleeme (vt ka RIL 107-99 esimene peatükk). Lähemal ajal on ilmumas ka paar uut katustealast raamatut või brošüüri.

Pööninguta lame(tasa)katus võib olla ventileeritav ja mitteventileeritav. Mitteventileeritav on mitmekihiline, väikese ehituskõrguse ja massiga.

Katus, nagu alati peab

- kaitsma atmosfääri mõjutuste eest nii katusekonstruktsiooni kui ruume
- olema soojaisolatsiooniks talvel ja suvel (vahel ka külm)
- võtma vastu ja kandma alalisi ja ajutisi koormusi.

Peamised kahjustuste põhjused on:

- hermeetilisuse puudumine
- soojus- ja aurisolatsiooni tõrked või ebapiisavus (puudumine)
- deformatsioonide ja pragude tekkimine kandvates plaatides mittearvestatud mahukahanemise või katuse soojakoormuse tõttu.

Projekteerimisel tuleb arvestada:

- temperatuuri ja deformatsiooni mõju, et koormuste all säiliks ka kalle r/b monoliitsed plaadid üle 12 m peavad omama deformatsiooni vuugid vähemalt 2 cm
- katusel peab olema vajalik hüdro- (min 2 kihti), sooja- ja aurisolatsioon. Soojustus paigaldada ikka kandva plaadi peale (vähenevad ka temperatuuri, deformatsiooni, soojal poolel lisaks niiskuse- probleemid).

Hüdroisolatsiooni liimimisel bituumenmastikuga peab temperatuur olema vähemalt 180 - 220°. Eriline tähelepanu pöörata jätkukohtadele (näiteks residuek, kus armeering klaaskiust või polüesterkangas jne, keevitatakse, kusjuures ikkagi 10 cm ülekate ja seejuures alumine serv kinnitatakse mehaaniliselt). Sama katepali (isoleerkiht SBS – kummibituumen ja armeering polüesterpapp – kangas) puhul.

- eriline tähelepanu ka ülespööretele parapettide ja kõrguvate seinte juures

Sagedamini esinevad vead:

- arvutusvead. Arvutusalaste vigade üheks põhjuseks võib olla ka tänapäevaste arvutusprogrammide järgi saadud väärad tulemused kas arvutusmudeli ebaõnnestunud valiku või tulemuste väära tõlgendamise või ka õigete tulemuste kohta ettekujutuse puudumise tõttu;
- kandekonstruktsiooni läbivajumine ja praod tugelel – arvutusega tagada, et ei esineks; temperatuuri ja mahukahanemise praod – tagada vaba liikumine tugelel ja teha vajalikud deformatsiooni vuugid;
- alt soojustamine seotud rea probleemidega (see soojustuamine aurisolatsiooni all võib tekkida näiteks ka ripplae või helisolatsiooni tõttu jne);
- pealoleval kandval plaadil tekivad suuremad temperatuuri deformatsioonid; kergesti, s.o ka väikeste defektide tõttu alloleva soojustuse aurisolatsioonis võib niiskus sattuda sellesse soojaisolatsiooni ja kondenseeruda külmale lae pinnale, viimane omakorda soodustab hallitussente tekkimist, siseviimistluskihi (krohvi jne pudenemist), katuse väliskihi – hüdroisolatsiooni lahtilöömist;
- soojaisolatsiooni projekteerimisel tuleb arvestada, et lamekatuste kaitsmata mustade pindade temperatuur võib kõikuda 100°C piires ja seega vähene soojaisolatsioon ei taga piisavat soojakaitset nii siseruumidele, kui ka kandekonstruktsioonidele. Talvel võivad tekkida külmasillad ja niiskuse kondenseerumine lae sisepinnale, suvel aga hüdroisolatsiooni ülekuumenemine, mille tagajärjel see deformeerub ja muutub ka hapraks (samuti ultraviolettkiirgus), ning rebeneb lahti. Seega parem kaitsta killustiku kihiga või muul viisil.

- sõlmed (st eriti ülespöörete kohad):

Enamal juhul liituvad tasakatused konstruktsiooni vertikaalsete elementidega. Need liitumised võivad olla torudega, šahtidega, parapeti seintega, hoone kõrgemate osade seintega jne. Enam kui 20 % tasakatuste kahjustustest esineb just nende sõlmede juures.

Osa vigadest on kujunenud sagedamini esinevateks, s.o nimetatud liidete mitte-hermeetilisus ja nende vältimine nii projekteerimisel kui valmistamisel kõrvaldaks põhilise osa ebasoovitavatest kahjustustest:

tasakatuse liitumisel vertikaalelementidega tuleb katusekate viia kõrgemale oodatava vihma (lumesulamisvee) tasemest, arvestades katuse või broneeriva killustiku ülemisest pinnast ja vähemalt 150 mm või 100 mm ülevalpool võimalikust vee tõusu kõrgusest;

ülespööre ja isolatsioonikihi liitumine vertikaalpindadele tuleb teha kas vahetult hüdroisolatsiooni paenutamise abil või vastavate kilede abil. Tuleb vältida pehme katuse jäika liitumist metallprofiiliga;

hüdroisolatsiooni ülespööre tuleb kaitsta kliimaatiliste ja mehaaniliste mõjutuste eest.

Ülespööratud serv peab olema kaitstud allavoolava vee eest

lahtirebenemise ja allalibisemise vältimiseks tuleb eelnimetatud serv kogu pikkuses vertikaalosalale ühlaselt kinnitada;

- kui aga vertikaal- ja horisontaalosa vahel on võimalik siirete erinevus, siis ei tuleks ülespööret vertikaalosalale jäigalt kinnitada vaid see tuleb konstruktsiooniga tagada;

- plekist (titaan-tsink) veeninade kasutamisel võimaldada nende vaba liikumine (pikisuunas) liikumisvuukide tegemisega 5 – 6 m tagant (temperatuurideformatsiooni vuugid ülekattega);

- soojaisolatsiooni kiht kaitsta pealt hüdroisolatsiooniga ja otsast aurisolatsiooniga

- üleminek horisontaalpinnalt vertikaalsele peab olema sujuv.

lahendamata kerge soojustuse ja katusekatte kinnitus tõstva tuulejõu tasakaalustamiseks (mehaaniline, kruusakihi massiga, liimimine);

- katuslae laineplekist kandeplaadid (reeglina tööstusettevõtete või ladude katuslaed) on valitud liiga nõrgad ja ei kannata sellel käimist soojustuse või muude osade paigaldamisel. Kui soojustus ja katusekate on paigaldatud, siis jaguneb koormus katusekatte ja soojustuse kaudu vähemalt kolmele pleki lainele. Lõpuks võib ehitamisel muidugi kasutada ka muid ebamugavamaid tehnoloogiaid, nii

et kandevõime piirile valitud kandeplokk ei kahjustuks (Ühel Tallinna ehitusel tuli aga katuseehitajal kandvad laineplekid välja vahetada, sest need deformeerusid lume koristajate all);

Nõrkadeks kohtadeks on osutunud järgmised:

- hüdroisolatsioonivaiba ülespööratud serva kõrgus ei ole piisav, mille tagajärjel esineb niiskuse (vee) imbumist kuni allolevate ruumideni, eriti, kui katuse kalle on väike ($< 6^\circ$) ja tekivad veeloigud;
- samuti niiskuvad pritsmete tõttu horisontaalse katusega külgnevad vertikaalseinad. Serva kõrgus broneerimiskihi ülemisest pinnast peaks olema vähemalt 150 mm;
- puudulik ülespöörde serva kaitstus või lahtirebenemine, mille tõttu vihmavesi läheb vahele (aluspinde peab olema sile, et paremat kontakti saada);
- vertikaalseinte puhul on kasutatud materjale (konstruktsiooni), mis ei suuda takistada konstruktsiooni niiskumist;
- mis puutub vee äravoolu lehtritesse, siis ka nende läbimineku kohad on sagedaste lekete kohtadeks. Samuti ventilatsioonišahtide läbimineku kohad ja antennide kinnituskohad.

Vihmavee äravoolu lehtreid ei ole mõistlik paigutada liiga parapeti või vertikaalse seinale lähedale, kuna sinna võib koguneda prahti, lumehang jne, mistõttu see ummistub. Tuleks paigaldada vähemalt 1 m kaugusele.

Ventileeritava lamekatuse puhul on üldiselt samad probleemid. Täiendavalt võiks lisada järgmist:

- alumisel lael peaks olema piisav aurutõke (näiteks kile soojaisolatsiooni all, aga paneelhoonete katuslaepaneelid)
- ülemisel katusekonstruktsioonil (hüdroisolatsiooni all) peaks olema piisavalt kõrge soojamahtuvus (näiteks puit)
- madalamas punktis peaks õhupilu laius olema vähemalt 100 mm (vt ka RIL 107-2000 nõudeid) ja mõlemal pool katust tuleb ette näha ventilatsiooni avad (läbiminevad), iga ava 2% katuse pinnast
- külgnemistel vertikaalpindadega ka samad probleemid kui ventileerimatutel katustel;
- sõlmede lahendused parapettide juures, katuse liitumine kõrgemaleulatuvate seintega, ventilatsioonišahtide jms läbimineku kohtadega (liiga madalad ülespöörded ja lahendamata rullmaterjali servade kinnitused), räasta- ja

harjalahendused, lae ja seinä liitumiskohtades pole ette nähtud vajalikke tihendusi, et niiskus ei pääseks siseruumi ja siseõhu niiskus katuse soojustusse, jne;

- vead lamekatuste projektides, nagu aurutõkke (ka hüdroisolatsiooni) lahendustes, õhutatava (ventileeritava) soojustuse puhul ei ole projekteeritud korralikult toimivat süsteemi.

Katus-terasside puhul võib esineda allkirjeldatud probleeme ja kahjustusi:

Katus-terassid kujutavad endast üldiselt lamekatuseid. (Viimasel ajal kasutatakse pööratud katuse lahendusi, mis ehitatud r/b paneelile või plaadile). Tihti esinevad vead hüdro- isolatsiooni valmistamisel ja kui need täidavad samaaegselt ka katuse funktsiooni, siis samuti soojustamise ja aurutõkete osas.

Tuleks täita järgmisi nõudeid:

- katus-terassi soojaisolatsiooni soojapidavus peaks olema vähemalt $1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ ja aurutõkke aurumitteläbilaskvuse tegur vähemalt 100 m;
- minimaalne soojustusplaadi survetugevus elumajade terasside puhul peab olema $0,2 \text{ N/mm}^2$. Vajaduse korral määratakse see arvutustega. Soojaisolatsioon peaks olema kahekihiline plaatide servade ülekattega katteplaatide all oleval hüdroisolatsioonil peab olema kalle $1,5 - 2 \%$ vee äravoolu lehtrite suunas ja et see oleks ilma kortsudeta ja tugeval alusel. Suurte r/b plaatide puhul peab aga hüdroisolatsioon vuukide kohal 300 mm laiuse ulatuses jääma alusele kleepimata;
- peale hüdroisolatsiooni paigaldamist tuleb võimalikult kiiresti paigaldada katteplaadid, et vältida kahjustusi;
- tuleb vältida jäika katteplaatide ühendamist hüdroisolatsiooniga. Selleks paigaldatakse lahutav kiht materjalist, mis ei mädane, nagu kahekihiline polüetüleenkile;
- kuna katteplaadid ei ole hermeetilisuse mõttes kestvad, siis tuleks vuugid plaatide vahel teha vett läbilaskvatena ja paigaldada need plaadid vett läbilaskvale kihile. Näiteks paigaldatakse plaadid $40 \times 40 \text{ cm}$ eelnevalt tihendatud kruusakihi (pestud $16 - 32 \text{ mm}$). Suurte koormuste puhul tuleb plaadid vastavalt arvutada;
- ülemine monoliitne betoonkate või plaadid segul tuleb paigaldada poorse struktuuriga lahjast betoonist alusele paksusega 5 cm;
- monteeritavad plaadid looduskivist või betoonist võib paigaldada ka betoon-patjadele, tuleb vältida suurt vuukide vahet, et sodi ei ummistaks vee jooksu valuasfaldist kate sobib sellistes kohtades, kus ei ole otsest päikest ja suuri koondatud koormusi;

- kõikidest külgnevatest konstruktsioonidest tuleb kate eraldada serva vuugiga, deformatsioonivuugid aga vahekaugusega 1,5 m mõlemas suunas.

Suuremate vigade kohad oleksid järgmised:

- vead sooja- ja auruisolatsioonis
- vead aluse tugevuse valikul
- vead hüdroisolatsiooni üleminekul külgnevatele konstruktsioonidele või selle kleepimisel ebatasasele ja niiskele pinnale
- niiskuse ja –mädanemiskindluseta materjali kasutamine;
- ülekattega vuukide mittehermeetilisus;
- praod hüdroisolatsioonis, peamiselt suurtel plaatidel (temperatuurivaheldus, jne);
- halb vee ärajuhtimine, mistõttu vesi pikapeale ikkagi leiab läbiminekuks aluskonstruktsiooni vuukide kohal esinevad suured deformatsioonid (vaipkate alusest lahti jätta, et jaguneks pikema ala peale);
- sageli esinevad mehaanilised kahjustused, mida teevad monteerijad, või ka plaatide paigaldamisel mittekaitstud isolatsioonikihile, mille tagajärjel niiskub allolev konstruktsioon;
- vahel puudub hüdroisolatsioon üldse.

Üldiselt, kui esineb niiskumine, siis see jääb kestma pikemaks ajaks, väljakuivamine raskendatud.

Rõdud:

Rõdud on paljukorruseliste elamute puhul oluline osa, kuid vead nii projekteerimisel kui ehitamisel vähendavad nende funktsionaalset tähtsust ja on sagedasteks kahjustuste esinemise kohaks.

Tihti aga ei pöörata neile tähelepanu enne kui on varisemise oht või see on juba toimunud.

Rõdude puhul tuleb täita järgmisi nõudeid:

- peaksid olema võimalikult monteeritavad ja toetuma kas rõdu seintele ja konsoolidele ja olema eraldatud vahelae paneelidest;
- kui rõdu on projekteeritud konsoolplaadina, siis iga 4 m järgi peaks olema deformatsiooni vuuk. Ka rõdu piire tuleb jaotada deformatsiooni vuukidega tugiseinte vahelises osas;
- et vältida külmasildu, tuleb vahelae välise serva ette teha soojaisolatsioonikiht

kattekonstruktsiooni (plaatide) alla tuleb teha biokindel hüdroisolatsioon, millel vee äravoolu suunas kalle 1,5 – 2 %. Seejuures katteplaatide ja hüdroisolatsiooni vahel peab olema efektiivne eraldav kiht, nagu näiteks polüetüleenkile, mis vabalt paigaldatud kahes kihis;

- muus osas, nagu ülespöörded jne, samad nõuded kui katuste puhul.

Viimastel aastakümnetel on N Liidu alal kasutatud hüdroisoleerimata r/b rõduplaate, millede betoonil pidi olema küll kõrgendatud külmakindluse ja tiheduse nõuded, kuid esineb ilmseid servade külmakahjustusi või algselt korrosioon karboniseerumise tagajärjel ja sekundaarselt külmakahjustused. Vesi võib imbuda betooni pealispinda. Nõrgaks kohaks jääb külgnemine välisseintega (lihtsalt horisontaalne vuuk ilma ühegi ülespöördeta – ärajuhtiva, takistava konstruktsioonita).

Tuleb arvestada, et rõduplaadid alluvad tugevatele atmosfääri mõjutustele, nagu temperatuuri, niiskuse jne muutused, mille tõttu tekivad (lineaardeformatsioonid) tõmbe- ja survepinged. Nõrga armeeringu puhul põhjustavad need pinged pragusid. Järgalt kinnitatud terasest rõdupiirded on lahti rebinud tarilapid.

4.3.1.3.2 Ehitamine

Lamedad katused (katuslaed):

- vead hüdroisolatsiooni (katusekatte) paigaldamisel.

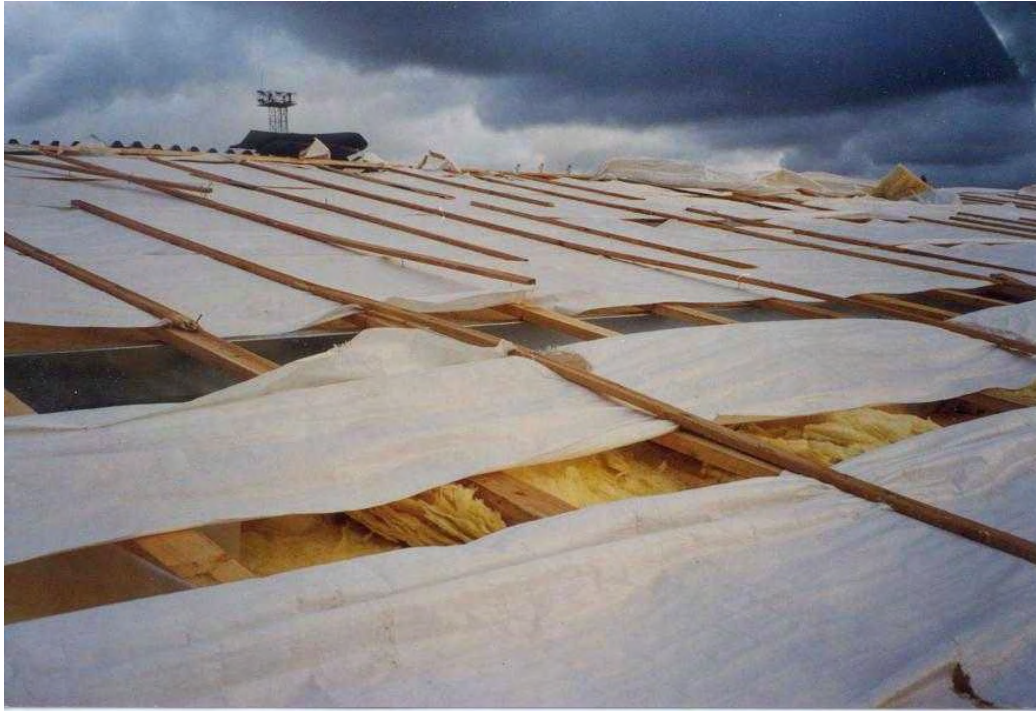
Rullmaterjali paanide omavaheliste (või pealeulatuva järgmise kihi) servade nõrga kinnituse (liimimine, keevitus) tõttu, olgu siis tegemist ruberoidi, APP, SBS, Sarnafili või mistahes muu materjaliga, pääseb vesi lahtistest servadest sisse. Kui rullmaterjalist kate on paigaldatud vahetult kas mineraalvillast või gaas(mull)plastist plaatidele või ka laudisele, mehaanilisi kinniteid aga vajalikul määral pole, tuleb kate lahti (tuule negatiivne surve, tõstev koormus). Vastavalt kehtivatele NL tuulekoormuse normidele on räästa ja harja 1,5 m laiuses piirkonnas tuule aerodünaamiline tegur 2 ja olenevalt paikkonnast, hoone kõrgusest ning muudest parameetritest võib selline tõstev koormus ulatuda kuni 2 kN/m² (EPN-ENV kohaselt mõnedes olukordades veelgi suurem). Nii näiteks oli ühe Tallinna mereäärse lao katusel ruberoidkate kleebitud polüstüreensoojustusplaatidele kukersoolmastiksiga, mis sulatab polüstüreeni. Soojustusplaadid omakorda olid kleebitud sama mastiksiga laineplekist alus(kande)plaatide ülemistele harjadele. Mingeid mehaanilisi kinniteid ei olnud. Ka räästa juures oli ruberoid kinnitatud nii, et tuul võis alla pääseda. Hoone võeti vastu detsembris, kuid juba järgmise aasta jaanuaris tegid tugevad

tuulepuhangud (24 m/sek, või kohati kuni 30 m/sek) oma töö – suure katuse kate rullus lahti. Katte kinnituspoldid, mis läbivad soojustuse ja on fikseeritud kandvas konstruktsioonis (laineplekk, betoonplaat jne), tuleb valida vastavalt paikkonnas kehtivale tuulekoormusele;

- Ebakorrektsed kattematerjali ülespöörded parapettidele, ventilatsiooni korstnatele, lifti šahti kõrgemaleulatuvatele seintele jne., on järgmised läbijooksukohad. Rullmaterjalist katusekatte ülespöörde kõrgus peaks olema vähemalt 150 mm katusepinnast või 100 mm ülevalpool võimalikust vee tõusu kõrgusest. Mitmel juhul on nimetatud ülespöörete kõrguseks olnud vaid 20...30 mm. Üsna tavalised on vead, kus ülespöörded on lihtsalt kleebitud vertikaalpinnale. Katusekatte serv tuleb lõpuks seal temperatuurimuutuste (bituumeni puhul ka sulamine ja allavoolamine) tagajärjel lahti ja tekkinud "lehtrite" kaudu pääseb vesi hõlpsalt katusesse. Katusele viivate uste lävepakkude juures peaks ülespöörete kõrgus katuse pinnast olema vähemalt 150 mm;

- Väga lamedate katuste puhul on ohtlikud kohad lohud (ebatasasus), kus veeloigud võivad püsida pikemat aega ja lõpuks võib vesi leida katusesse ka läbipääsu;

parapettide plekk-kate peab ülaservast allapoole ulatuma vähemalt 70 mm ja väljapoole 30 mm, ning parapeti peal oleva osa kaldeks olgu 1/6. Tuleb kasutada topeltjätkuvaltse.



Vead soojustusmaterjali paigaldamisel:

peamine viga on iseenesest lihtne – soojustusmaterjalil lastakse ehitustööde ajal lihtsal märguda. Sageli on tõstetud see katusele otse vihma kätte. Niiskuse või vee eemaldamine valmis katusest on hiljem väga raske, või isegi küsitav. Tallinnas Öismäel üritati ühe kaupluse katusel keramsiidis ja klaasvillas olevat niiskust

eemaldada nii, et piki katust lõigati kate ja soojustus lahti, saadi kanal, kuhu paigaldati perforeeritud õhu toru (vt. fotot). Mujale katuse pinnale tehti korstnakesed, kust katuses soojenenud ja niiskust kogunud õhk pidi välja pääsema. Seni kuni välisõhk oli kuivem, oli väljakuivamise efekt olemas. Kuid protsess oli väga aeglane ja võis sügisperioodil pöörduda, s.t. niiskust katusesse imada.

Samas nullis püüdlusi teinegi viga. Nimelt oli katteks kasutatud ainult ühekordset SBS kummibituumenist rullmaterjali ja sügiseste vihmade ajal hakkas suure veeloigu alune jätkukoht läbi jooksuma.

Üks problemaatiline materjal niiskuse suhtes on just kergkruus (keramsiit), mida sageli tuuakse ehitusele lahtiselt. Mida tuleks teha vältimaks soojustusmaterjali märgumist? Ei midagi erilist. Lahendus on lihtne, kuid tavalise ehitamise juures tülikas. Kõige kindlamalt päästab katuse kohale püstitatud ajutine kerge telk.

Keramsiidist saab niiskust eemaldada ka tuulutuskanalite ja alarõhuventilaatorite abil. Tuulutuskanalite moodustamiseks, kui keramsiit on paigaldatud soojustuse alumise kihina, tuleks kasutada tuulutussoontega mineraalvilla (klaasvilla, kivivilla). Alarõhuventilaatorid paigaldatakse kogumiskanalite kohale (vahekaugus ligikaudu 4 m).

Vead aurutõkke paigaldamisel:

Kilest aurutõke on sageli väga hooletult paigaldatud, kasutatakse ebapiisava veeaurutakistusega materjali. Jätkukohti peaks olema võimalikult vähe, ülekatte ulatus, kui servad pole kokku liimitud, olgu vähemalt 150 mm, parem kui ka seejuures kinni teibitud.

Mitteõhutatava katuslae puhul tuleb aurutõke välisseina juures kokku viia katusekattega ja koos sellega seinale kinnitada (vajadusel teha deformatsiooni kompensatorid);

vead katusest läbiviikude (ventilatsioonitorud, kanalisatsioonipüstikud ja muud avad) tegemisel. Läbimineva toru või šahti ja katusekonstruktsiooni vaheline pilu jäetakse tihendamata, kust niiske õhk (sisemine või välimine) või väljast lausa vihmavesi pääseb katuse soojustusse;

kerge, laineplekist katuse kandekonstruktsiooni puhul on esinenud juhtumeid, kus projekteeritud laineplekk on asendatud väiksema tugevuse ja jäikusega plekiga, mistõttu lael (katusel) tekivad suured läbivajumised.

- ei väldita veeauru, vee sattumist hüdroisolatsiooni alla (muhud hüdroisolatsioonil, soojapidavuse alanemine, kondenseerumine lae alumisele pinnale);

- sooja- isolatsioon ja alus peab olema kuiv. Hüdroisolatsiooni alus peab olema tasane;

- tööde käigus ei väldita hüdroisolatsiooni kahjustusi (käigulava)

4.3.1.4 Viilkatused (pööninguga, mansard)

Plekk-katuste, eriti tasaplekist katuste puhul esinevad järgmised vead:

- viilkatuste projekteerimisel ei jälgita, et konstruktsiooniga oleks tagatud räästa ja muu katuseosa ühtlane temperatuur (Vastasel juhul hakkab lumi soojemas piirkonnas sulama ja vesi jõudnud räästani, külmub, tekitades purikaid ja jäävalli, mille taha omakorda koguneb vesi, mis defektide puhul tungib läbi katusekatte. Osalt tekib eelkirjeldatud nähtus ka vale ekspluatatsiooni tõttu.);
- tasaplekist katuste kalle on liiga väike, või pole projektis määratud, kus tuleb tingimata kasutada topeltvaltse;
- sageli on projektis esitamata katusel käimise ja lumetõkke lahendused või ka lume eemaldamise võimalused, mis hoone kasutamisel võivad kujuneda tõsisteks probleemideks;
- sageli ei arvestata meie raske kliimaga, ülemised rõdud on jäetud katusega katmata, mistõttu tekivad seinamaterjali niiskuse- ja külmakahjustused;
- on ka juhtumeid, kus projekt puudub täielikult või olemas ainult väga põgus arhitekti üldskeemskem;
- plekk-katuste kaldpindadel ei ole kasutatud topeltvaltse. Ka katteplekkide läbilaskvate valtside juures tekivad seinamaterjali tugevad niiskuse- ja külmakahjustused;
- ülespöörded vertikaalpindadele ei vasta mingitele nõuetele (esineb juhtumeid, kus ülespöördede kõrgus on 20 mm ja seegi seinast eemal, ehkki peab olema süvendis või väljaastuva seiniosa all);
- kõikvõimalikud läbiviigud on jäetud tihendamata. Ometi on käesoleval ajal kasutada erinevaid tihendusdetalle (vt [6], Rannila, EST-STEIN-ni juhendid jne);
- kasutatakse ebakvaliteetset tsingitud või plastikkattega materjali (valtsi kohtadel praod);
- pleki kinnitus aluskonstruktsioonile on hõre;
- puudub aluskate (vt kas või RIL 107 nõudeid).



Kivikatuste puhul:

- ebapiisav tuule ja lumepidavus. Praegusel ajal lahendatakse see mure kivide vastava profiili ja aluskattega, kui viimane on korralikult paigaldatud;
- üldiselt samad hädad kui läbiviikudega plekk-katustel;
- räästa, harja, otsaviilude ja neelukohtade ebatihedused. Nende vältimiseks on tark kasutada materjali valmistava firma paigaldusjuhendeid ja neis soovitatavaid eridetaile, ehkki viimaste hind on võrdlemisi kõrge (vt [5], [6]);
- Rullmaterjalist või samapõhjalistest plaatidest kate (pööninguga katuste puhul) võib puruneda, kui aluseks on kasutatud (punnitud laudadest) hästi kuiva laudist ja see on ehituse ajal väga tihedalt kokku kiilutud. Põhjus: välisõhu niiskuse toimele puit paisub (1...2 %) ja lõhub katuse kate.

Palju vigu on esinenud pööningukorrusega katuste soojustatud katuslagede puhul: soojustusmaterjali tuulutuspiilu kõrgus on liiga väike (peab olema olenevalt kasutatavast soojustusmaterjalist 50 ...100 mm, lamedatel katustel kuni 200 mm). Sageli esineb kinniehitatud "taskuid", kus tuulutus ei toimi ja kus hakkab kogunema niiskus.

Telkkatused, kerged hallid (kilehallid) on omaette probleemidega konstruktsioonid. Need on üldiselt sesoonsed ehitised, kuid tänapäeva materjalide puhul ka

aastaringselt kasutatavad. Selline katus töötab nn pehme koorikuna ja on reeglina eelpingestatud. Sageli ei vajata mingit tuge roovidelt või trossidelt, kuid igal juhul tuleb seda arvutuste teel kontrollida, arvestades katte ruumlikku tööd ja meil kehtivaid koormusi.

Ka telkkonstruktsioonis kasutatava katematerjali kestvus vajab kontrollimist, kuna maailmas toodetakse praegusel ajal kõikvõimalikke materjale, millede tõmbetugevus võib olla vahemikus 20...80 t/m ja kasutusiga 5...30 aastat.

4.3.1.5 Viilkatuste puitkonstruktsioonidest ja nende probleemidest

Pööninguta katuseid käesolevalt ei käsitleta.



Madal pööning võib olla läbikäidav (ronitav). Kõrge pööningu puhul saab katusekorrust kasutada. Tavalise viilkatuse puhul jääb aga osa pindalast kasutamata. Parema ruumikasutuse annab mansardkatus. Toolvärgi postid on ühtlasi seinapostideks.

Pööninguga katuse kandekonstruktsioonid oleksid järgmised:

vahelagedele (r/b, terastalad-betoon jne – lõpuks seintele) toetuv katuse toolvark

- taladele, sise- ja välisseintele, postidele toetuv toolvärk.

Sarikate ava vähendamiseks kasutatakse pärlinid, pärlinite ava vähendamiseks aga mitmesuguseid tugistiksüsteeme. Vanades, suurema avaga hoonetes on suureavalised sarikad kujundatud raamidena, mis koosnevad surutud elementidest (sarikad, pennid) ja alumisest tõmmatud vööst, mis samaaegselt võib olla laetalaks. Sageli on tõmb-laetala riputatud penni ja sarika ühendussõlme.

Viilkatuste puitkonstruktsioonide defektidest:

Tähtsamad puitu hävitavaks või puidu omadusi mõjutavateks teguriteks on päikese sooja- ja uv-kiirgus, bakterid, hallitus, sinistus- ja mädanikseened ja puitu hävitavad putukad ja nende vastsed.

Bakterid esinevad peaaegu igasugustes tingimustes ja kahjustavad mõnesid puidu liike nii, et puit kaotab niiskusest põhjustatud paisumis- ja kahanemisomadused, kuid ei tugevust.

Hallitus ja sinistusseened üldiselt ei kahjusta puidu rakke vaid välisilmel, hallitusseente eosed võivad tekitada allergiat.

Hallitumine tekib ligikaudu tingimustel, kus $t = +10 \dots 20^{\circ}\text{C}$, õhu $rh > 80 \%$ ja puidu niiskus 14...25 %.

Mädanikseente tavalised kasvutingimused on temperatuuri vahemikus $0 \dots 30^{\circ}\text{C}$, kus puidu niiskus on vahemikus 18...120 %. Seene niidistik hävineb temperatuuril $+40 \dots 80/1\text{h}$.

Seega tuleks vältida puidu niiskumist, mille põhjuseks võivad olla ehitusaegne niiskus, maaniiskus, torustike ja radiaatorite läbijooks, kondensvesi, siseõhu niiskus (halb ventilatsioon), katuste läbijooks (ka lume pööningulepääs) jne. Nimetatud asjaolusid tuleb vältida.

Puidu mädanemiskindluse tõstmiseks niiskusealtides kohtades ja putukatest põhjustatud kahjustuste vältimiseks tuleks seda antiseptida (eriti efektiivne sügavimmutus).

Kasutusel olevate hoonete puhul, kui sellised kahjustused on juba tekkinud, ei saa enam kasutada sügavimmutust, kuid tänapäeval olemas ka vahendid, nagu

Environmental deepkill paste, mis väga hästi imbub sügavale puitu ja hävitab nii seene niidistiku kui putukad ja nende vastsed. Võib kasutada termilist töötlemist (putukate ja vastsete hävitamist ka gaasiga).

Viimasel juhul tuleb tugevuskahjustustega (visuaalselt suurte kahjustustega) puiduosad eemaldada (need põletada) ja asendada antiseptitud proteesidega.

Viilkatuste uuendamisest:

Viimasel ajal on eriti laialt levinud vanade hoonete renoveerimine, kasvõi Tallinna vanalinnas. Sel juhul võiks kõne alla tulla nende pööninguruumide väljaehitamine ateljeedeks, kontoriruumideks või ka eluruumideks. Sel juhul tuleb katus ümber ehitada katuslaeks ja ehitada ka uued aknad. Kuna enamuse vanalinna katuseid on kivi- ja kivikatused, siis need peavad üldiselt jääma samaks, kuid lisaks tuleb paigaldada täiendav soojustus, siseviimistlus koos vajaliku aurutõkke jne osadega. Sageli vajavad katuse kandekonstruktsioonid tugevdamist. Selle töö tegemisel pakuvad suuri lisavõimalusi firmad mitmed firmad nagu Velux International A/S ja Eststein AS jt.

Viilkatuste kasutamisest lamekatuste renoveerimisel:

Küsimus on viimasel ajal eriti päevakorda tõusnud seoses paneelelamute renoveerimisega. Paneelelamute (sama ka kivihoonete) algsete katuslagede puudusteks on:

- madal soojapidavus;
- ruberoidkatuste madal kvaliteet, mistõttu läbijooksud parapettide, ventilatsiooni- korstnate, püstikute õhutustorude, antennide kinnituskohdade jne juures, samuti korralike kallete puudumine, mistõttu seisavad veeloigud, katte all õhu ja vee mullid jne.;
- soojustuse korraliku õhutuse puudumine;
- vahel tekitab probleeme aurutõkke puudumine (ventilatsioonipiludega katuslae komplekspaneel kui selle ventilatsioonipilud suletud).

Meie kliima oludes oleks õigem ja palju vähem vigadeohtlik ikkagi suurema kaldega katuste (viilkatus) kasutamine.

Viimasel ajal ongi mitmetele paneelhoonete lamedatele katuslagedele ehitatud kergel puittoolvärgil viilkatused, mis samaaegselt lahendavad probleemid veepidavuse,

soojapidavuse ja energiasäästu poolest.

Puittoolvärk on mõistlik paneelhoonete puhul toetada kandvatele põik- ja pikivahe-seintele. Teatavaid probleeme põhjustavad erinevad katuslagede lahendused (vahetult laepaneelil, r/b postidele toetuv ribipaneelidest lisalagi, ventilatsioonikanalitega komplekspaneel jne).

Paneelhoonete renoveerimisel võiks viilkatuse puhul kõne alla tulla ka suurema katusealuse ruumi väljaehitamine kasvõi eluruumide, ateljeede jne tarbeks. Sellel juhul tuleks puittoolvärgile ehitatud viilkatus (mansardkatus) ehitada katuslaena (soojustatud, aurutõkke, õhutuskanalite jne-ga). Akendeks oleks ka siin soodne kasutada näiteks Velux aknaid.

4.3.1.6 Katuste ekspluateerimisel tehtavaid vigu

Väikese kaldega või tasakatused:

- antennide paigaldamisel kinnitusankrute ja tugede läbilöömisel katusekattest tekib kindel läbijooks;
- vanade ruberoidkatuste parandamine bituumeni pealevalamise teel ei anna soovitud tulemust;
- vihmavee äravoolulehtrite täitumine puulehtede ja muu prahiga (ummistumine) võib nõrgemates kohtades põhjustada samuti katuse läbijooksu, või suurema veehulga puhul isegi katuse kandekonstruktsiooni deformatsioone;
- lamekatusest välisseinale või välisseina kanalisse paigaldatud vihmaveetorudes (iseäranis põhjapoolsetes) võib lumesulavesi kevad-sügisperioodil päeval või öösel külmuda, tekitades jääkorke. Nende peale kogunev veesamm otsib väljapääsu ja võib sattuda ka seinakonstruktsiooni. Vahel tekib jäävall viilkatuse räästa vihmaveerenni ja selle peale ning lõpuks kasvavad räästasse ohtlikud jääpurikad (ka talvel mõõduka pakase korral). Kahel viimasel juhul oleks kiiremaks abinõuks elektrisoojendustraaside paigaldamine püstikusse või vihmavee renni;
- kui tuul suudab parapetilt katteplekke lahti rebida, on tegemist nõrga lahenduse ja viletsa tööga;
- tuulutatava katuslae fassaadil olevate õhutusavade katmine (täitmine) põhjustab eriti varem esinenud läbijooksu tõttu niiskunud soojustuse puhul ruumisisesel õhu niiskuse kondenseerumise lakke ja sealt allasadamise põrandale. Selline katus vajaks põhjalikumat remonti. Õige oleks soojustus lahti võtta, asendada uuega ja siis katuse muu osa taastada. Mõnes suurpaneelilamuse on läbijooksu kohas fenoplastsoojustus muutunud märjaks lõgaks ja seal ei ole mõtet oodata mingit väljakuivamist või taastumist.

Ekspluatatsioonivead pööninguga katustel:

- antennide paigaldamisel läbi katuse ei kasutata vastavaid tihendusstruktsioone;
- plekk-katuste läbiroostetanud räästapiirkonda ei parandata õigeaegselt ja tekib paratamatu läbijooks;
- tuule poolt ärarebitud räästa- või harjalemendid jäetakse asendamata;
- kivikatustel on kividevaheline tihendus hävinenud (ka katuse suurte

deformatsioonide tõttu) või osa kividest purunenud, vihmavesi või lumi saavad otse pööningule, vesi valgub läbi lae, rikub viimistlust, põhjustab puitkonstruktsioonide mädanikku;

- lae soojapidavuse tõstmiseks paigaldatav puistevill on sulgenud õhutuspiilu räästa juures, mille tagajärjel, hoolimata lae suuremast soojapidavusest, tekib talvel katuse alla härmatis, räästasse ilmuvad jääpurikad, jäävalli taha kogunenud sulavee katusest läbijooksmisel lähevad puitsarikate otsad lõpuks mädanema;
- pööningul kuivatatakse pesu, kuid vajalik ventilatsioon puudub.

4.3.1.7 Kokkuvõte

Katuste projekteerimine vajab objektikohast lähenemist (eriti renoveerimisel), teadmisi ehitusfüüsikast, erinevate materjalide omadustest ja erinevate lahenduste omapärast, aga ka sellealaseid laialdasi kogemusi. Soovitav on täita proovitud normide ja juhendite nõudmisi. Ehitamine nõuab aga kvaliteetset ja hoolikat tööd. Vead ilmnevad kas kohe või mõne aja pärast. Hilisem parandamine on tülikas ja kallis.

4.3.2 Hüdrolatsioonivigadest põhjustatud kahjustused

4.3.2.1 Üldisi märkusi

Hüdrolatsiooniga välditakse vee tungimine konstruktsioonidesse või sellest läbi. Hüdrolatsiooniga kaitstakse (vt EPN 11.1 Piirdetarindid, RIL 107-2000 "Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet", Soome juhised RT 85-10141 "Vesikaton kaltevuudet. Katteen valinta", Viimistlus RYL 2000 "Viimistlustööd ja sisetarindid". 632.4 Hüdrolatsioonitööd ", RYL 2000. "Kande ja piirdetarindid", hüdrolatsioonimaterjale tootvate ettevõtete juhendid):

konstruktsioone sademevee vastu

- ruumides leviva vee vastu
- pinnasevee vastu
- pinnase kapillaarniiskuse vastu

Kasutatakse kolme liiki hüdrolatsioonitööd:

- rõhulist vett tõkestav
- rõhuvaba vett tõkestav
- niiskust tõkestav

4.3.2.2 Hoonete tarindisse imbuva vee ja niiskuse allikad

Välised vee ja niiskuse allikad:

sademetevee ja lume tungimine konstruktsiooni selle läbijooksu ja pragude kohas (katusekatte läbijooks, vee ja lume sissepääs tuule survega, välispinnast vee liikumine kapillaarjõududega)

välisõhust tarindisse siirduv veeaur ja selle kondenseerumine või hügrokoopne seondumine (tuulutatavad pööningud suvel, jne)

pinnasevee valgumine ja maa niiskuse kapillaarne siirdumine tarindisse (vundamendid, keldri seinad, maapealsed põrandad, ja maa peal olevad põrandaalused tühemikud)

põhjavee kõrge tase (vundamendid, keldriseinad, maapealsed põrandad)

Ehituse kasutusaegsed sisemised niiskuse allikad:

- siseõhu veeauru difusioon tarindisse läbi tarindi sisepinna
- siseõhu veeauru konvektsioon tarindisse pragude kaudu väljapoole liikuva õhuvooluga
- sisepoolsed veepritsmed ja niisketes ruumides sisepindadele kondenseerunud niiskus ja selle valgumine pragude kaudu või kapillaarsiirdumine tarindisse
- veeauru kondenseerumine külmadele veetorudele ja sealt valgumine tarindisse
- ühekordsed veekahjustused (avariid) torude lekkimisest, vanni vee ülevoolamisest jne.

4.3.2.3 Hüdrolatsioon kasutuskohti

Hüdrolatsioon kasutatakse elamu-, tööstus- ja muudel ehitistel hoonete piirdetarindites, nagu katusekatted (nõudeid vt. RYL 2000. Kande ja piirdetarindid) parkimisplatside ja õuealade hüdrolatsioon, sh pööratud katuste hüdrolatsioon

- rõdude ja terrasside isolatsioon
- niisked ruumid elamutes ja tööstushoonetes, nagu vannitoad, köögid, keldrid
- soklid ja vundamendid
- torude kõikvõimalikud läbiviigu kohad, vuugid jne.
- puitkonstruktsiooni toetuskohad kivi-, r/b- ja teraskonstruktsioonidele
- puitkonstruktsioonide maa-alused osad
- veebasseinid, ujulad
- sildade hüdrolatsioon

Mõningaid olulisi nõudeid hüdroisolatsiooni kohta

Hüdroisolatsiooniks kasutatakse mittemädanevaid materjale, ning see peab olema pidev ja veetihe.

Pinnases või tarindis asuva hüdroisolatsiooni tööiga ei tohi olla ehitise tööeest lühem. Ligipääsetava hüdroisolatsiooni (katusekate jms.) tööiga võib olla ehitise tööeest lühem, kuid praegu "Planeerimis- ja ehitusseaduses" toodud minimaalselt 2 aastat pole ka õige, sest 2 aasta jooksul ei tarvitse ilmastiku mõjutused olulisi vigu veel esile tuua.

Tarindi kujundamisel tuleb vältida tema niiskumine veeauru kondenseerumise tõttu hüdroisolatsiooni veeaurutiheduse mõjul. Veeauru kondenseerumise ohu vältimiseks võib kasutada kas aurutõket või tarindi õhustamist.

Juhendmaterjalina võib kasutada Soome ehitusmäärust C2 "Veden- ja kosteudeneritys. Määräykset (RT Rak-MK-20216).

Vahelaed, millele normaalolukorras satub rohkesti vett, peavad olema varustatud hüdroisolatsiooniga vastavalt ülalkirjeldatud nõuetele ja äravooluga (põrandatrapiga). Soojustatud põrandas paigutatakse hüdroisolatsioon soojustuse peale.

Katusekate peab olema veetihe.

Katuse kuju ja kalded peavad tagama vee kiire ja takistamatu äravoolu (ka tänapäevaste materjalide puhul, vt Soome juhised RT 85-10141 "Vesikaton kaltevuudet. Katteen valinta", min 1:100).

Juhul kui katusekatte alumisele pinnale võib kondenseeruda niiskus või kui katusekatte ülekattejätkud ei ole tihendatud, tuleb katusekatte all asuv tarind kaitsta kondensvee ja läbituisanud lume sulamisvee eest. See nõue on oluline eeskätt plekk- ja kivikattega katuste puhul.

Katuse külgnemised vertikaalpindadega peavad võimaldama katusekatte nihkumist seinasuhtes temperatuurideformatsioonide toimel. Tarindus peab vältima niiskuse pääsu seinatarindusse ja vertikaalpindade rikkumise vihmapiitsmete, lume ning sulamisvee toimel.

Kui korteri märgade ruumide seinas- ja põrandakate ei toimi hüdroisolatsioonina vastavalt SEM-i määrustele ja juhistele, tuleb seintele ja põrandatele teha eraldi hüdroisolatsioon (Viimistlus RYL 2000 Viimistlustööd ja sisetarindid. 632.4 Hüdroisolatsioonitööd).

Vee pritsimispiirkonnas, mis horisontaalsuunas ulatub dušist 1,5 m kaugusele ja vanni ümber peavad seinte hüdroisolatsioon ja selle liited taluma vee pidevat mõju.

Seina hüdroisolatsioon tuleb teha seinas kogu kõrguselt.

Hüdroisolatsiooni tegemise aeg ja materjali omadused tuleb valida nii, et aluse kahanemisest või niiskumisdeformatsioonidest põhjustatud pragunemised ei kahjusta

valmis hüdroisolatsiooni.

Hüdroisolatsiooni tegev tööline peab valdama hüdroisolatsioonivahendite kasutamist ja erinevatele materjalidele sobivaid töömeetodeid.

Enne hüdroisolatsioonitööde alustamist koostatakse projekt, millest selguvad kasutatavad materjalid, töömeetodid, toodete ladustamine, kaitse, töökaitse ja hüdroisolatsiooni koormatus. Vajaduse korral täidetakse ka tulega seotud tööde loa vorm.

Põranda ja vertikaalsete piirdetarindite liitekohtades peab hüdroisolatsioon ulatuma vertikaalse tarindi peale projektis määratud kõrguses, kuid mitte vähem kui 100 mm. Sein hüdroisolatsioon tuleb paigaldada põranda hüdroisolatsiooni ülespöörete peale nii, et seinalt valguv vesi ei pääse hüdroisolatsiooni taha.

Bituumen-rullmaterjalist hüdroisolatsioon kinnitatakse alusele üleni liimides. Keevitatavad bituumen- ja modifitseeritud bituumen-rullmaterjalid tuleb paigaldada nii, et nende ja aluse vahele ei jää õhutaskuid või vett. Pealistikku asetsevate kihtide vuugid paigutatakse erinevatesse kohtadesse. Keevitamisel lahti rullitava bituumen-rullmaterjali ees peab voolama ühtlaselt ja pidevalt sula bituumenmass.

Plast- ja elastomeerivaipkatete (-rullmaterjalide), vööbatavate, valatavate ja pihustatavate hüdroisolatsioonide ja hüdroisolatsioonimörtide paigaldamisel tuleb peaasjalikult täita materjali valmistaja poolt antavaid juhiseid.

4.3.2.4 Hüdroisolatsiooni sagedamini esinevaid vigu ja neist põhjustatud kahjustusi

Mõningaid näiteid vigadest ja nende põhjustest:

katuste läbijooks, hallitus, vigased ülespöörded (näiteks elamu Nõmme teel, Õismäe 5, kõikvõimalikud ülespöörete vead, Tallinna laululava pööratud katuse probleemid, läbijooksu kohad (vead) lamedatel katustel 0 kalded ja vee loigud ning vihma- ja lumesulamisvee läbijooks, keldrite läbijooks, hallitus ja värvikahjustused, rõdude lagunemine, vee imbumine või läbijooks vanni ja duširuumide põrandate ja seinte juures, läbijooksud torude läbiviigu, äravoolu trappide jne kohtades, vead ümberehitamisel, ujumisbasseinide läbijooks, sildade, teede, äärekivide soolamine, CI mõju, raudtee platvormide kahjustused

Soovitavat kirjandust:

1. RIL 107-2000, Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet.
2. T. Masso "Väikemajad", Valgus, 1990.
3. T. Laur, L. Sasi, L. Osara "Eesti väikeelamute remondi käsiraamat", ET-

INFOkeskuse AS, Tallinn, 1998.

4. "Väikeelamute katusekattetööd", EHITAME-toimetus, Tallinn, 1998.

5. EST-STEINI "Paigaldusjuhend", "Tootekataloog", "Betonkatusekivid", "Juhend katuse renoveerimiseks EST-STEINI betoonkatusekividega", Tallinn, 1997-1999.

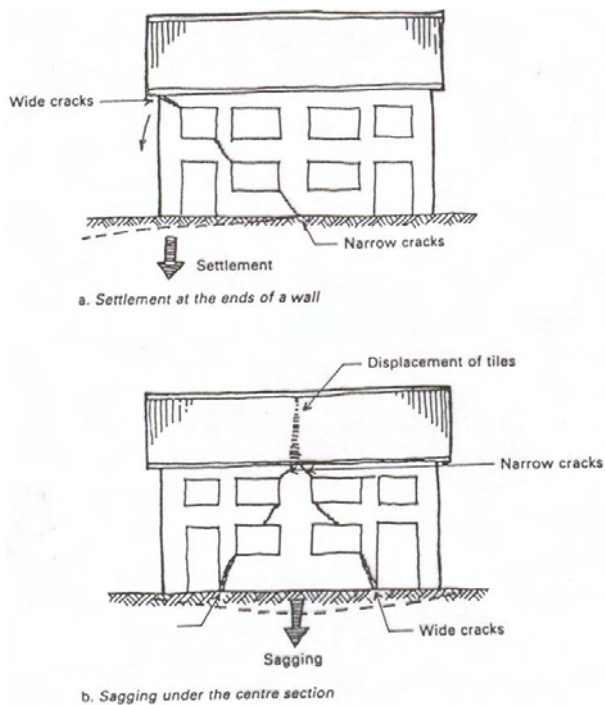
6. G. Samuel "Kivikatused", EEL väljaanne, Tallinn, 1994.

7. Sauli Kuntsi, Katused ja vee isoleerimine, Ehitaja raamatukogu, Tallinn, 2000.

8. Katused, ET-1 0506-0341, EPN 11.2, Ehitusteave, 2000.

4.4 Vundamentide kahjustused

Vundamentide üks põhilisi kahjustusi on nende ülemäärane vajumine, mille tagajärjel tekivad kahjustused seinakonstruktsioonides, vee- ja heitvetetorustikes, kütteseadmetes, jne kuni katusekonstruktsioonideni välja.



Effects of differential settlement



Vundamentide ülemääraste vajumite põhjuseks on projekti vead (vigased aluse uuringud, vead vundamentide koormuste määramisel), ehitusvead, eksploatatsiooniga seotud muutused aluste kandevõimes. Viimaste osas võiks märkida alljärgnevat asjaolusid.

Hüdrogeoloogiliste tingimuste muutumine vanades linnades ja sellest põhjustatud probleemid vanade hoonete juures

Üldiselt hüdrogeoloogiliste tingimuste s.o pinnasevete olukorra (tegevuse) muutumisel on loomulikult vanade linnade hoonete olukorrale väga suur mõju, olgu siis tegemist:

- pinnasevee taseme olulise tõusuga (kusjuures mõned, näiteks kobedad pinnased tihenevad ja vajuvad)
- või selle langusega, näiteks mõnede uute trasside rajamisel jne, eriti puitvaiade või puitparvede (rostvärkide) puhul, kus tekivad bioloogilised kahjustused (kuid vahel esineb ka üleni vees olevatel vaiadel anaeroobset lagunemist) või savipinnaste puhul niiskuse vähenemisel mahukahanevus jne
- või pinnasevee taseme kõikumine ajaperioodide jooksul
- või mingite uute vee vooluste tekkimisel.

Küsimused väga keerulised, arvestades eriti aluse geoloogilise ehituse mitte-homogeensust.

Samas tahaks öelda, et sageli on hoonete vundamentide vajumise ja seinte pragunemise või purunemise põhjuseks üsna proosalised põhjused, s.o inimeste tegematajätmine, hooletus (hoolimatus), s.o sellised stiihilised jõud nagu

- sademete vee korraldamata äravool. Sageli on vihmavee püstiku juures nii kõnnitee kui ka hoone sein lagunened ja vajunud. Sageli on vihmavee püstiku juures nii kõnnitee kui ka hoone sein lagunened ja vajunud;
- maa-aluste (või ka pealsete) torustike, nii vee kui heitvete torustike leke või heitvete kanalisatsioon on täielikult ummistunud. Vihmavesi, lumesulamisvesi, veetorustikest tulev ja heitveed liiguvad omapäi ja leonduvad hoone (vundamendi) all olevat pinnast või kannavad selle ära isegi sel määral, et tekivad suured tühemikud, millised vahel täituvad mujalt tulnud mudaga (ka paekivist vundamentide vahelise segu ärakandumine – lagunemine) ja vundamendid vajuvad ning seintesse tekivad suured praod, või välisseinad vajuvad välja, eralduvad vaheseintest jne;

- vahel algavad probleemid ka peale naaberhoone kanalisatsiooni kordategemist jne, mis rikub aja jooksul stabiliseerunud olukorda.

Vihma- ja lumesulamisevee poolt tekitatud kahjustused esinevad eriti Tallinna vanalinna paljudes siseõuedes ja seejuures esineb kangialuste õuepoolsete võlvide tuge, seinte jne äravajumine, s.o pinnas on vundamendi all leondunud või ära kandunud. Torustike, nii vee kui heitvete torustike lekkeid või ummistusi esineb paljudes kohtades ja vahel sel määral, et vesi hakkab isegi keldrisse tulema.

Vahel raske ilma pikemata öelda kust vesi tuleb ja kuhu ta läheb.

Sageli on need põhjused toimunud pika aja jooksul, sest ka väikesemahuline, aeglane vee vool pinnases võib tekitada aja jooksul suuri kahjustusi.

Esineb ka järgmisi vundamentide kahjustuste põhjusi.

On selliseid kohti, kus hoone on rajatud põiki üle vana linnamüüri vundamendi ja hoone otsad vajuvad rohkem kui keskkoht, või hoone all on mõni vana kollektor kokku vajunud. – tekivad praod.

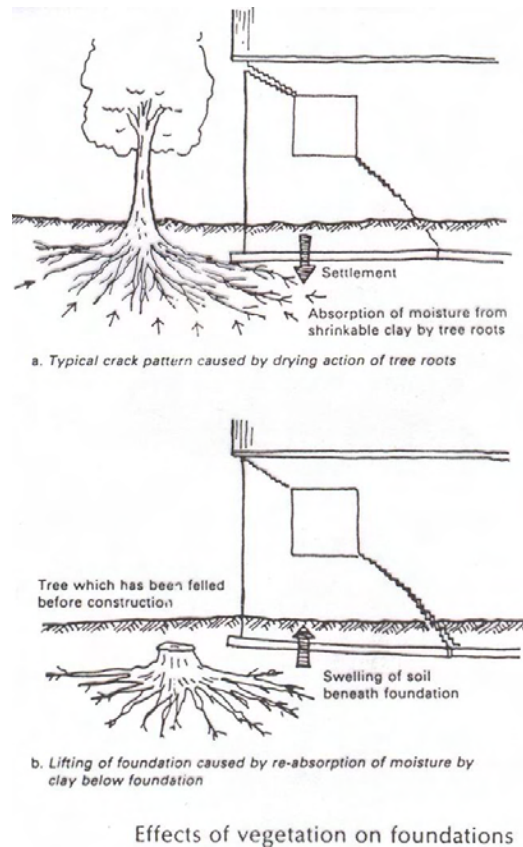
Omaette koht ja probleemistik on Tallinnas Toompea nõlval olevate hoonetega, kus esineb paenõlva pragu, kuid viimatinimetatu puhul olid ka kanalisatsiooni torustikud kas lagunened või umbes ja esineb samu asjaolusid, millest oli eespool juttu.

Vahel on probleemiks ka see asjaolu, et vundamendid on ka rajatud nõrgale pinnasele (projekti või ka ehituseaegsed vead), tihendamata täitepinnasele või külgnivad vundamendid on liiga erinevalt koormatud ja esineb ebaühtlane vajumine. Ebaühtlase vajumise lubatava suuruse määramine arvutustega aga küllalt raske, kuna süsteemi alusvundament – hoone töö on väga keerukas.

Viimasel ajal on tegemist veel sellise asjaoluga, et vanalinnas uute hoonete vundamentide rajamisel vanade hoonete vahetusse lähedusse minnakse nende vanade hoonete vundamentidest sügavamale, mistõttu vanad vundamendid vajuvad ja seintes tekivad väga suured praod, ukсед vajuvad kinni, aknad võivad puruneda jne;

vahel teevad pahandust hoone läheduses suureks kasvanud puud (savipinnaste puhul niiskuse vähenemine, või lihtsalt juured).

Vajumite põhjuseks võivad olla ka hoone lähedale istutatud puud, mis suureks kasvades võivad eriti savipinnaste puhul põhjustada hoone vajumisi või tõstmist.



Lõpuks ei olegi lihtne öelda kui suur osa kahjustustest on põhjustatud just otseselt inimese poolt tekitatud asjaoludest ja kui suur osa üldiste hüdrogeoloogiliste tingimuste muutumisest (enamusest siiski inimese või inseneri tegemistest või tegematajätmistest).

5. Kahjustuste uurimise seadmed ja võimalike uuringute või määrangute loetelu

5.1 Katseseadmed ja vahendid

Kui rääkida laborites tehtavatest uuringutest ja selleks kasutatavatest seadmetest, siis üldiselt on vajalikud järgmised laborid:

tugevuslabor;

ehitusmaterjalide labor;

keemialabor;

materjalide uuringute labor (bioloogilised uuringud, struktuuriuuringud);

konstruktsioonide katselabor (kandevõime, deformatsioonid, vibratsiooniparameetrid)

ehitusfüüsika labor (kliimakamber jne)

kus seadmed ja vahendid on paljuski sarnased haiglates kasutatavatega.

Ehitusobjektidel tehtavate uuringute (väliuuringud) puhul on kasutada hulgaliselt mitmesuguseid portatiivseid seadmeid nagu niiskusemõõtjad, temperatuurimõõtjad (laser), kaugusemõõtjad (laser), löökvasarad (betooni ja kivimaterjali tugevus), termokaamerad, vibratsiooni (võnkumise sagedused, kiirendused, amplituudid) mõõtmise seadmed, paigutisemõõtjad (koha peal konstruktsioonide katsekoormamisel), r/b sarruse sügavuse ja läbimõõdu määramise mittepurustavad vahendid, terase korrosiooni ulatuse määramise vahendid, helitugevuse määramise seadmed, jne, jne, sh ka mõningate keemiliste analüüside tegemise vahendid ja seadmed..

Osadest seadmetest ja meetoditest on kursuse jooksul ka varem juttu olnud, nagu betooni karboniseerumise taseme määramisest, puitu lagundavate seente uurimisest jne.

Objekti olukorra registreerimise üldine tegevusplaan ja hoonete seisundi hindamise peamised kriitilised kohad vt p. 2.1 (visuaalne vaatlus, uurimised objektil, laboris, jne) ja 2.2.

5.2 Määrangud betoonkonstruktsioonide puhul

Uurimist üldse mistahes konstruktsiooni puhul tehakse järgmiste etappidena.

Visuaalne vaatlus (I faas):

- praod ja pragude moodustumine
- ebatihedad vuugid ja liited
- liited
- mõranemised, lõhestumised ja vajumid
- kruusa (killustiku) pudenemispesad
- paikamiskohad
- värvitööd
- taimkate (kasvud)
- seisev vesi ja ebatihedused
- mustumine ja hallitus.

Ülestähendused varustatakse fotode ja skitsidega.

Kandevõime osas märgitakse kahjustusi ja nõrku kohti seoses:

- stabiilsusprobleemiga
- hapra purunemise ohuga
- ülekoormusega
- deformatsioonidega
- laiade pragudega
- allavarisevate detailidega, kus vastavad ohutusabinõud tuleb kohe rakendada

Mõõtmised objektil (II faas)

Eesmärk on visuaalse hinnangu järgi kriitiliste tsoonide uurimine, proovide võtmine laboriuuringuteks.

Uurimised objektil sisaldavad:

- üldised mõõtmised, dokumenteeritud fotodega ja kujutatud skitsidega või plaanidega.

Nagu I faasi puhul:

- praod, nende laius spets jaotustega luubi või nihikkaliibriga

- lõhenemiste täpne koht ja suurus
- viimistluse (värvi) liik ja olukord, nakketugevuse mõõtmine tõmbeseadmega, paksuse mõõtmine
- killustiku (kruusa) nakketugevuse määramine vasara abil.

Mõõtmised näiteks betooni osas:

- survetugevus, löökvasaraga
- tõmbetugevus tõmbeseadmega
- karboniseerumise sügavus (fenoolftaleiiniga). Laboris täpsemalt, milleks puuritakse välja kärn (või puuriga puru)
- niiskusesisaldus, täpsem laboris
- veeimavuse nõue (Karsteni katsetoruke), täpsem laboris
- kloriidi infiltratsioon (üldiselt laboris).

Mittepurustavate meetoditega mõõtmised:

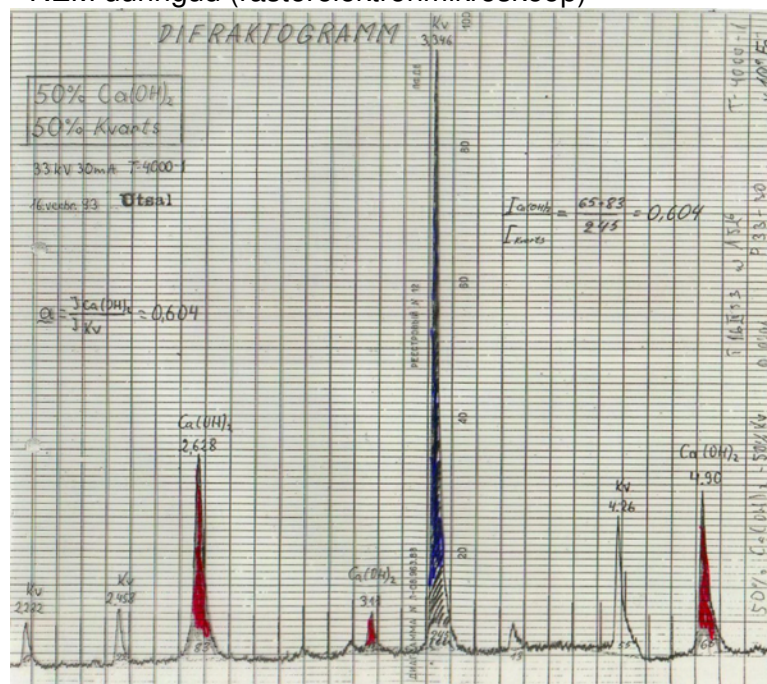
- sängitussügavus (magnetseade)
- korrosiooni olukord (visuaalne vaatlus ja mõõtmine nihikkaliibriga). Moodsam meetod on potentsiaali mõõtjaga betooni pinnal, mis rajaneb elektrokeemilisel protsessil korrosioon, kus elektrodid betooni pinnal potentsiaali mõõdab. Igal juhul see määrab täpselt ära kohad, kus korrosioon puudub.

Uurimused laboris (III faas)

Laboris tehakse kindlaks kahjustuse liik ja põhjus. Puurkärnide abil tuleb näiteks betooni puhul määrata:

- mehaanilised parameetrid:
 - tõmbetugevus
 - survetugevus
 - elastsusmoodul
- füüsikalised parameetrid
 - kapillaarpoorsus
 - üldine poorsus
 - kuivmahukaal
 - veeimavus
 - külmakindlus

- niiskusesisaldus
- veeauru difusiooni koefitsient
- süsinikdioksiidi difusiooni koefitsient
- vääveldioksiidi difusiooni koefitsient
- veejuhtivusvõime
- soojapaisumistegur
- keemilised parameetrid
- kloriidide sisaldus
- kvartsisisaldus
- tsemendisialdus
- orgaanilise süsiniku sisaldus
- sulfaatide sisaldus
- nitritite sisaldus
- fosfaatide sisaldus
- ammooniumi sisaldus
- naatriumi sisaldus
- kaaliumi sisaldus
- kaltsiumi sisaldus
- magneesiumi sisaldus
- tsingi sisaldus
- raua sisaldus
- ph
- REM uuringud (rasterelektronmikroskoop)



- struktuuriuurimused:
- tsemendisisaldus
- struktuurikahjustused
- hüdratatsioon
- karboniseerumine
- vesitsement tegur
- pooride analüüs
- terastukulise jaotuse analüüs
- terase korrosiooni olukord
- osakeste analüüs..

IV Hindamine, otsustamine:

- kahjustuste põhjused
- nõrkade kohtade ulatus ja põhjused
- kahjustuste ja nõrkade kohtade eelolev areng
- ehituskonstruksiooni ohutuse aspektid
- liited
- ehitusfüüsikalised aspektid
- esteetilised aspektid.

5.3 Määrangud teraskonstruksioonide puhul

Üldine tööde järjekord sama mis kirjeldatud osas 5.2.

Terase osas tuleb määrata:

- tõmbetugevus, voolupiir (kas brinelli kõvaduse abil või lõigatakse välja proovikeha, kohast mis ei ole koormatud, nagu näiteks nurkterasest varda otsa juure flansi serv jne
- lõõgisitkus (-10°, -20° jne juures)
- külmaltpaine
- keemiline koostis
- korrosiooni liik ja määr jne
- materjali külmarabedust
- keevitatavust.

Lõppkokkuvõttes on vaja hinnata tegelikku kandevõimet ja vajaduse korral

projekteerida tugevdus ja selle teostamise meetodid.

5.3 Määrangud puitmaterjalide ja -konstruktsioonide puhul

Puidu ja puitkonstruktsioonide uurimisest vt käesoleva konspekti puidu osa, alljaotis 3.4.

6. Taastusremont

Hoonete ja ehitiste hooldus jättis viimastel pärastsojajaeagsel perioodil suuresti soovida. Remonti tehti üldiselt juhul kui katus jooksis läbi, või leidus vahendeid ruumide sanitaarremondi tegemiseks. Üsna sageli ehitati kapitaalremondi rahade eest uusi hooned, mille põhjuseks oli erinevatest pankadest rahasaamise kord.

Nõukogude ajal olid hoonete ja ehitiste ekspluateerimise kohta eeskirjad, mis kohustasid ettevõtte juhtkonda korraldama kõikide nende käsutuses olevate hoonete seisundi ülevaatust nii kevadel kui enne talve tulekut. Selleks pidi olema vastutav isik. Samas tehti sellist ülevaatust küll harva ja seda peeti vähetähtsaks. Ka oli "Eluruumide ekspluateerimise eeskirjad", kus toodud üksikute osade kestvuse ja remondi perioodid (näiteks ruberoid katus 6 aastat, jne), iseküsimus kuidas neid eeskirju täideti. Vahel juhtus ka ootamatuid avariisid ülemäärase lumekoormuse (ei eemaldatud katustelt õigeaegselt) , muude ülekoormamiste, vundamentide vajumite, konstruktsiooni kasutamisel tekkinud kahjustuste jne tõttu.

Samuti olid eeskirjad kõikvõimalike avariide registreerimiseks. Raskematel juhtudel tuli koheselt informeerida NL kõrgemaid asutusi. Iseküsimus kuidas neidki eeskirju täideti.

Praegu on vastavad eeskirjad, sh hooldusraamatud korruselamute kohta osaliselt koostatud ja evitamisel. Lähtuda tuleb ka uuest 01.01.2003.a. kehtima hakkavast ehitusseadusest.

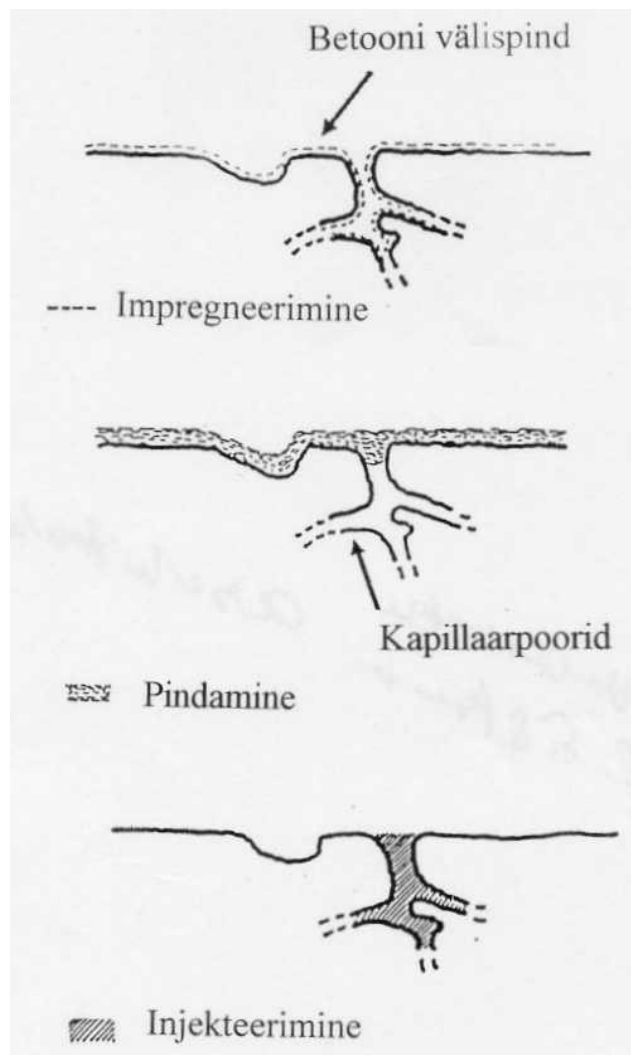
6.1 Materjalide ja konstruktsioonide korrosiooni seiskamine, sooja- ja niiskus- tehnilise olukorra parandamine ja remondi meetodid

6.1.1 R/b konstruktsioonid (puhastamine liivapritsi või kõrgsurve veejoga, realkaliseerimine, katoodkaitse jne)

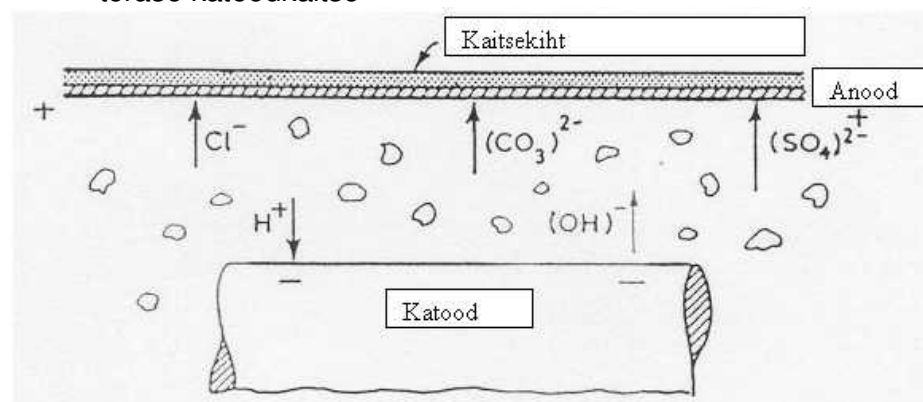
R/b konstruktsioonide kahjustuste ja nõrkade kohtade puhul tuleb teha järgmisi erinevaid töid:

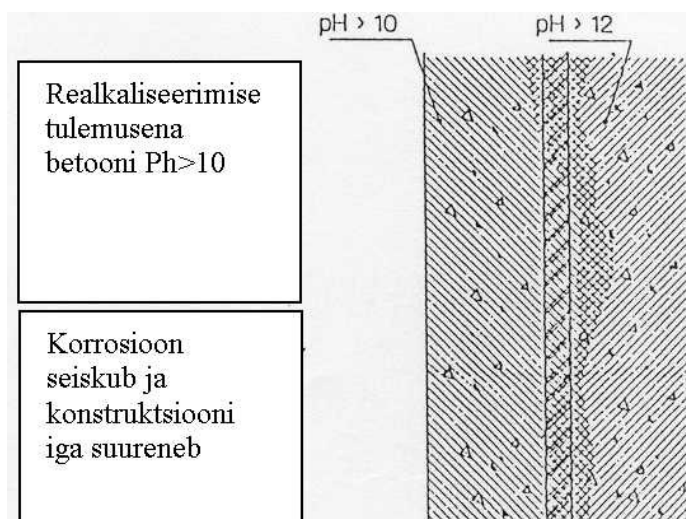
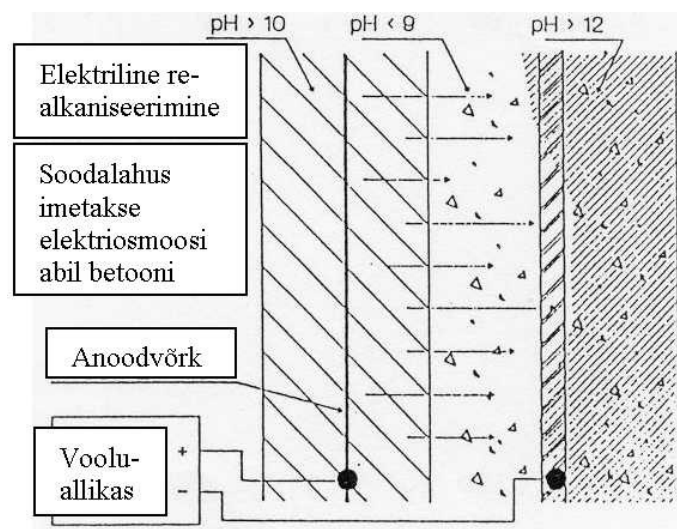
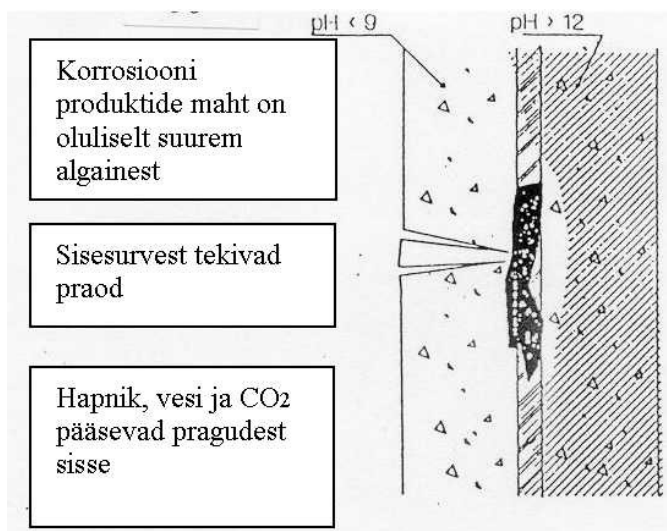
- pinnalt värvikihi eemaldamine;
- pinnalt tsementkooriku eemaldamine;

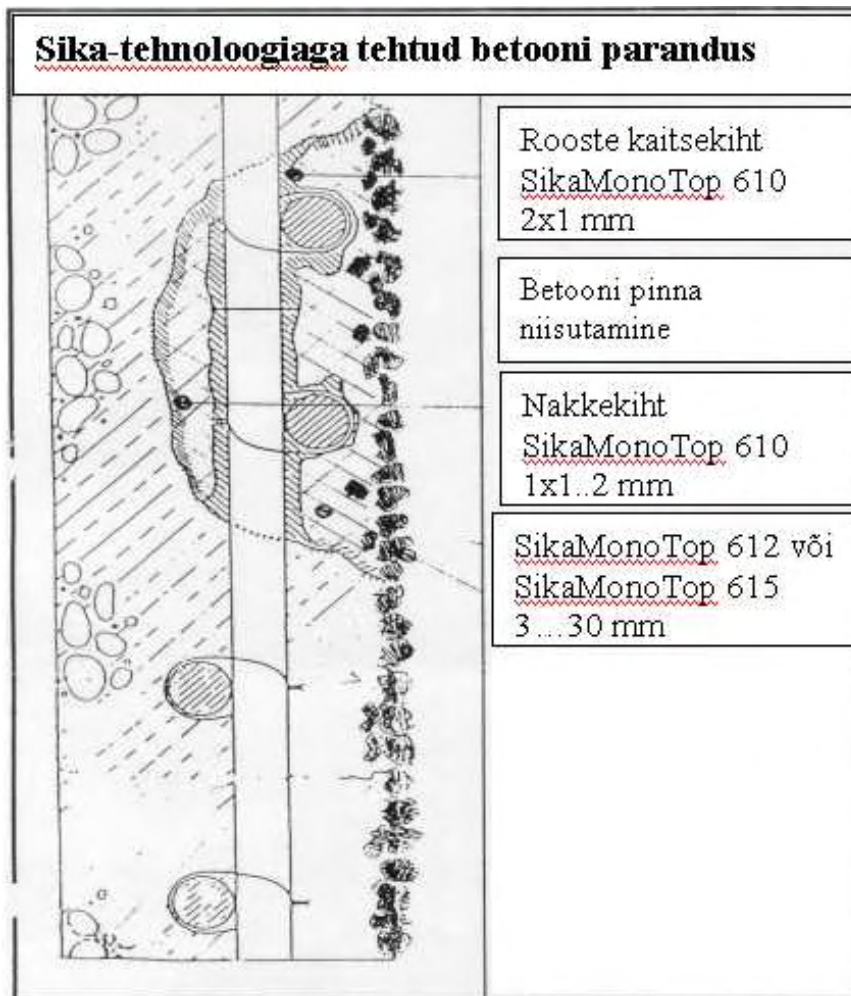
- betooni välispinna karestamine;
- betooni pinnakihi eemaldamine;
- armatuurterase lahtivõtmine;
- armatuurteraselt rooste kõrvaldamine;
- armatuurterase roostekaitse;
- murdekohtade reprofileerimine;
- pahtli pealekandmine (harjaga jne);
- peenkrohvi pealekandmine;
- pritsbetoon (mördi) kihi pealekandmine (armeeritud või ei);
- betoonkihi betoneerimine;
- betoonipinna hüdrofobiseerimine (impregneerimine);
- betooni pinnakihi realkaliseerimine;
- betooni välispinna jäigad betoonikihid;
- betooni välispinna elastsed betoonikihid;
- betooni välispinna krohvimine;
- betooni välispinna vooderdamine;
- betooni välispinna soojustamine ja vooderdamine;
- imprekneerimine, pragude injekeerimine, pindamine;



- terase katoodkaitse







Milliseid töid ja abinõusid tuleb kasutada, sõltub konkreetsest olukorrast (vt näiteks Ronald Wolfseher "Die Sanierung von Stahlbetonbauten" Baufachverlag, Dietikon).

Kirjanduse andmetel võib raudbetoonkonstruktsioonide eluiga ületada 80 aastat, kui

- armatuuri kaitsekiht on ≥ 30 mm;
- tsemendi sisaldus on ≥ 300 kG/m²;
- veeimavus $\leq 0,5$ kG/m² (kapillaarpooride puhul 10%);

Samas võib vajalik olla konstruktsioonide oluline tugevdamine, mille kohta on ka mitmeid ürikuid avaldatud.

6.1.2 Paneelhooned

Paneelhoonete renoveerimise küsimusi on põhjalikult käsitletud alljaotistes 4.1.2.3 ja 4.1.2.4. Katuste osa vt alljaotis 4.3.

6.1.3 Kivikonstruktsioonid

Tellis(kivi)hoonete kahjustuste kõrvaldamise ja remondi esimesed abinõud oleksid järgmised:

- esimene abinõu on kõrvaldada niiskuse ja vee juurdepääs;
- teine abinõu soolkahjustuste kindlakstegemine ja soolalahuste jne.juurdepääsu tõkestamine, ka soolade deaktiveerimine (raskesti lahustuvaiks muuta), elektrolüüsi ja elektroforeesi abinõud (katoodkaitse jne)
- katioonid (+): naatrium, kaalium, magneesium on tavaliselt ehitusmaterjalis endas
- anioonid (-): sulfaat, kloriid, nitraat, paljudel juhtudel väljast, kapilaartõus, kondensatsioon, difusioon atmosfäärist → anoodile(+);
- kolmas abinõu on müüritise tugevdamine, kindlustamine, vajadusel raskesti kahjustunud kivide väljavahetamine, krohvid ja värvid parem kui niiskust läbilaskvad.

Konkreetses kahjustusjuhtumi puhul, peab esmalt välja selgitama kahjustuste tekkimise põhjuse(d) ja selle mis moodi võiks toimuda kahjustuste edaspidine areng. Tekkinud probleemide kõrvaldamise töomahukus võib olla sõltuvalt kahjustuste ulatusest väga erinev, ulatudes väikestest parandustöödest kuni suurte lammutustöödeni. Vahel on probleemiks ka see, et kahjustunud konstruktsiooni taastamine tehakse ilma vastava eriala spetsialistidega konsulteerimata. Tulemused võivad olla vastupidised ootustele, s.t. et vale rekonstrueerimise tulemusel võib

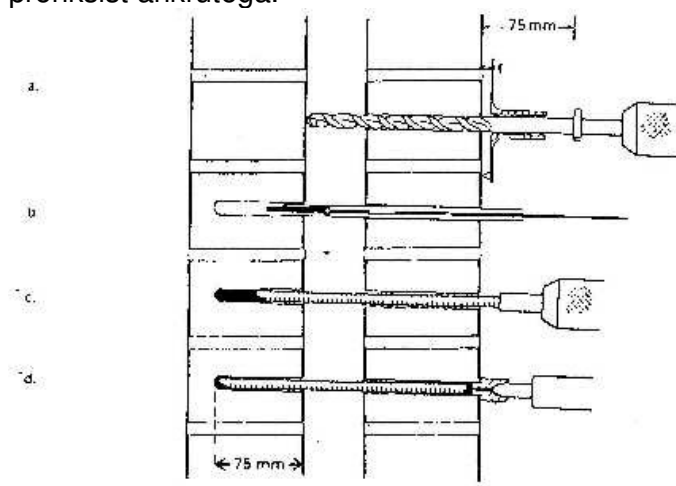
hoone ehitustehniline seisukord hoopis halveneda. Selliste probleemide vältimiseks tuleks enne renoveerimistöodega alustamist teostada kahjustunud konstruktsioonide ehitustehnilised uuringud, et määrata võimalikult täpselt kindlaks kahjustuste tegelikud tekkepõhjused ja sellest lähtuvalt ka taastamise eripärad.

Vastavalt kahjustustele tuleks;

- korrastada katused, vihmavee rennid ja torud,
- üle vaadata hoonet ümbritseva pinnase kalded ning pöörata ka sellele tähelepanu, et vihmaveesülitist väljuv vesi ei märgaks pritsmetena konstruktsiooni,
- suure pinnaseniiskuse korral üritada viimast alla viia drenaažide korrastamise või rajamisega (kuivendamine ei tohi rikkuda pinnase kandevõimet, vastasel korral võib see hoone hoopis hullemasse seisu viia) ja/või rajada korralik hüdroisolatsioon,
- kontrollida vee, kanalisatsiooni- ja kütetorustike seisukorda
- üle vaadata hoone fassaadid ja püüda vältida vihmavete sattumist igasuguste pragude ja avauste kaudu müüritisse (vajadusel peaks müüritise üle vuukima ning kontrollima akende ja uste ümbrusi).

Mitmekihiliste tellisestite sidemete taastamine

Vaadeldava probleemi põhimõtteline lahendus seisneb selles, et purunemisohus kandvast seinasest eralduma hakkav välisvoodriosa ankurdatakse tagasi kandva seinasest külge terasankrute abil. Vt. joonis 19. Selle lahenduse teostamiseks puuritakse läbi seinasest fassaadiosa augud kandvasse seinasest, seejärel puuritud avad puhastatakse, augud täidetakse liimainega ja seejärel paigaldatakse terasankrud liimiga täidetud avadesse. Kuivõrd soojustuse osas jäävad terasankrud korrosiooniohtlikku olukorda, siis oleks soovitatav ankrud eelnevalt kas värvida või isegi tsinkida. Kõik seinakonstruktsioonis kasutatavad teraselemendid tuleb renoveerimise käigus hoolikalt üle kontrollida ja vajadusel asendada roostevabast terasest või pronksist ankrutega.



Välisvoodri tagasiankurdamine kandva seinosa külge (a-avade puurimine, b-avade puhastamine, c-liimaine paigaldamine, d-terasankrute montaaž)



Pragude remont

Pragude remondi juures sõltub remondi valik praod suurusest. Väikesed praod, s.o. praod laiusel alla 1,5 mm, mis ei ole konstruktsioonile ohtlikud, võib lihtsalt mördiga täita. Mördi konsistents võiks olla soovituslikult [2] 1:1:6 (tsement:lubi:liiv).

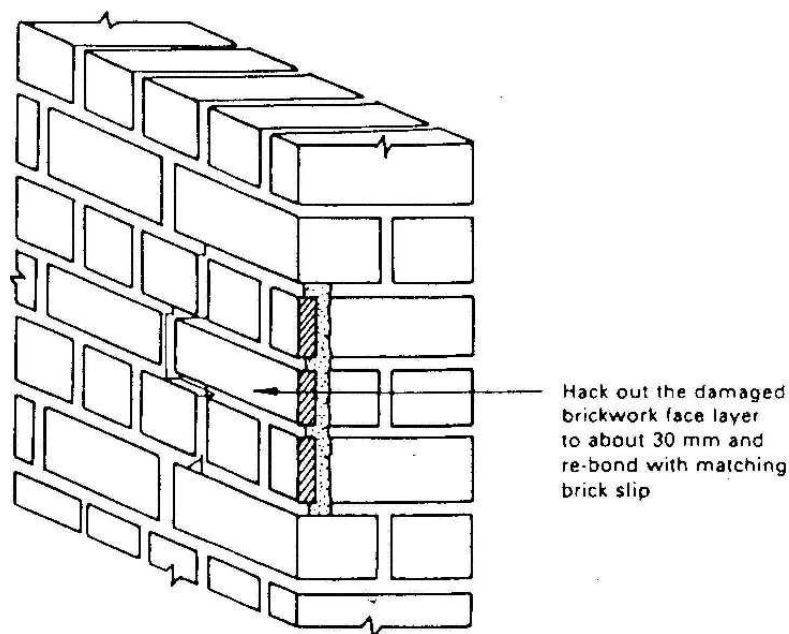
Kui praod on konstruktsioonile mingil põhjusel ohtlikud, siis tuleks seinas olevad pragudega tellised seinast eemaldada, vuugid puhastada mördist ja seejärel paigaldada seina kahjustunud kivide asemele uued, mördi konsistents 1:1:6 (tsement:lubi:liiv).

Suuremate kui 1,5 mm laiuste pragude puhul on nõutav tellisseina põhjalik renoveerimine, s.t. et pragunenud müürikivid tuleb seinast eemaldada kogu kahjustunud koha ulatuses, vuugid puhastada mördist ja seejärel kahjustunud seinosa taastada, kusjuures kasutatavate müürimaterjalide omadused peavad olema võimalikult sarnased esialgses müüritisel kasutatud materjalide omadustega.

Fassaadikahjustuste kõrvaldamine

Enamlevinud fassaadikahjustused on külmakahjustused. Mördi osas seisnevad külmakahjustused vuukide purunemises ja mördi pudenemises. Taastamise käigus tuleb külmakahjustustega vuugid puhastada kahjustunud mördist täielikult 15...20 mm sügavuselt. Seejärel tuleb need vuugid puhastada veega, et tagada uue paigaldatava mördi nake olemasoleva mördiga. Uue paigaldatava mördi valikul tuleks arvestada, et ta sobiks kokku vana mördi ja müürikividega.

Müürikivide osas avalduvad külmakahjustused tavaliselt fassaadiosa pragunemise ja lagunemise näol. Kahjustuste põhjused võivad olla erinevad, näiteks antud tingimustesse sobimatute fassaadikivide kasutamine müüritisel, ebapiisav kaitse konstruktsiooni tungida võiva vee vastu jne. Kõige mõttekam oleks kahjustunud kivide asendamine uute tervete kividega. Üheks enamlevinud meetodiks on ka kahjustunud seinosa taastamine tellisliistudega. Selle lahenduse rakendamiseks puhastatakse kahjustunud seinaosad prahist kuni 30 mm sügavuselt ja seejärel taastatakse kahjustunud müüriosade tellisliistudega.



Lagunenud tellisfassaadi taastamine tellisliistudega

Sulfaatide kahjustuste kõrvaldamine

Sulfaatide kahjustused avalduvad tavaliselt mördi paisumises ja selle tagajärjel pragunenud mördi pudenemises. Tavaliselt aitab siin tehnoloogia, kus taastamise käigus tuleb külmakahjustustega vuugid puhastada kahjustunud mördist täielikult 15...20 mm sügavuselt. Seejärel tuleb need vuugid puhastada veega, et tagada uue paigaldatava mördi nake olemasoleva mördiga. Uue paigaldatava mördi valikul tuleks arvestada, et ta sobiks kokku vana mördi ja müürikividega.

Vahel võib ette tulla ka juhuseid, kus siiski on vaja müüritis demonteerida ja seejärel uuesti laduda. Sellisel juhul soovitatakse kasutada madala sulfaadisisaldusega müürikive ja mördi konsistents võiks olla 1:1:6 (tsement:lubi:liiv). Samuti tuleb kõrvaldada ka kahjustuste tekkepõhjused.

Sooladest tingitud kahjustuste puhul tuleks tõkestada soolalahuste jms juurdepääs konstruktsioonidele. Sõltuvalt konkreetsest juhtumist tuleks soolad kas deaktiveerida, st. muuta raskesti lahustuvaiks või kasutada elektrolüüsi ja elektroforeesi meetodeid (n. katoodkaitse), üheks võimalikuks lahendiks oleks näiteks konstruktsioon krohvimine lahja krohviga, mis toob soolad konstruktsioonist välja.

Samuti peaks tähelepanu pöörama jällegi niiskuse tõkestamisele, sest enamasti kanduvad soolad konstruktsiooni just vees lahustunud kujul, kas pinnasest, sadevete kaudu (tänavate soolamise jäägid jms.) või mõnel muul viisil.

Niiskuskahjustused

Kõige paremaks kivikonstruktsioonide kahjustuste tekke vältimiseks oleks niiskuse seinakonstruktsiooni sattumise vältimine. Tänapäeval on olemas väga erinevaid keemilisi ühendeid, mis võimaldavad vältida niiskuse sattumist seinakonstruktsiooni, kuid nende kasutamise puhul tuleb arvestada, et need vahendid võivad olla väga agressiivsed seinakonstruktsiooni suhtes. Enamus nendest kasutatavatest immutusvedelikest on tavaliselt silikoonidel põhinevad. Silikoonidel põhinevaid immutusaineid ei tohi kasutada selliste seinakonstruktsioonide juures, kus on piisavalt palju soolasid. Paekivimüüritiste puhul on väga oluline, et krohvid ja värvid oleksid niiskust läbilaskvad.

6.1.4 Metallkonstruktsioonid

6.1.4.1 Töökindluse tõstmise abinõud, olemasoleva konstruktsiooni reserve otsimine

Tegelik kandevõime metallkonstruktsioonidel nagu teistestki materjalidest konstruktsioonidel on paljudel juhtudel oluliselt suurem teoreetilisest ettekujutusest. Seda tingib konstruktsiooni kohanemis(sobitumis)võime – jõudude ümberjaotumine. Reserve tõestuseks on paljudel juhtudel koormuste oluline lisamine või mõjutuste intensiivistumine ilma, et midagi olulist oleks tugevdatud. Selles osas on uuritud sildu, tööstushoone karkasse jne.

Põhiliste reserve allikad võiks olla abinõud, mis kirjeldatud alljaotises 8.2.1.

Kuid nende reserve kasutamine nõuab väga põhjalikku analüüsi ja see ei ole lihtne nagu näidatud p 3.4.3-s.

Kandevõime reserve otsimine ja nende põhjendamine on reeglina palju keerukam ja insenerlikus plaanis vastutusrikkam kui tugevdamine ja rekonstrueerimine. Kuid katsete ja uurimuste tegemine on palju odavam kui tugevduse või konstruktsiooni vahetamise maksumus.

Metallkonstruktsioonide kahjustuste vältimise profülaktilised abinõud:

periodiline vaatlus;
antikorrosiooni kaitse;

geodeetiline kontroll.

Eriti need paigad tuleb kontrollida, kus võib oodata tõrkeid.

Tugevdamise vajaduse korral võib kasutada kirjanduses avaldatud lahendusi.

Metallkonstruktsioonide tugevdamise lahendused võib teatavas mõttes jagada kaheks tüübiks:

konstruktsiooni tugevdamine ilma arvutus(töötamis)skeemi muutmata;

konstruktsiooni tugevdamise arvutus(töötamise)skeemi muutmisega. See on eriti efektiivne.

Teraskonstruktsioonide korrosioonikahjustuste vältimiseks:

- asendatakse vähepüsivad metallid vastupidavate metallidega või sulamitega (legeerimine)
- kõrvaldatakse keskkonnast agressiivsed komponendid (veeaur, hapnik, väävli, lämmastiku, kloori ühendid jt)
- passiveeritakse metallide pinda oksüdeerimise, fosfaatimise jm teel
- rakendatakse elektrokeemilist kaitset välise alalisvooluallikaga (katoodekaitse) või aktiivsest metallist protektoriga (protektorkaitse)
- metalsed pinnakatted (galvanotehnika, näit terase puhul tsinkimine)
- mittemetalsed pinnakatted (lakid, bituumen, emailid, plastmassid, millega katmist tuleb teha perioodiliselt).

Ekspluatatsioonis olevate konstruktsioonide korrosioonikaitse põhiline viis on kaitsekatete kasutamine, mis vastavad keskkonna agressiivsusele (vt vastavad ehitusnormid) mis võivad olla püsivad värvid-lakid, plastikkiled või püsivad metallikiled. Põhiline on värvid-lakid (~ 65 %). Kate koosneb krundist, pahtlist ja värvist.

Vana värvi võidakse eemaldada kas mehaaniliselt, keemiliselt või termiliselt.

Pinnakatted annavad loodetavat tulemust ainult siis, kui terase pind on eelnevalt hoolikalt puhastatud rooste produktidest ja tagist kas liivapritsiiga või muul teel kuni metalli läikeni.

Ka N Liidus oli antikorrosiooni kaitse normide järgi selline puhastus ka nõutud, eriti agressiivses keskkonnas töötamisel, so enne kruntimist, värvimist ja lakkimist, aga sageli seda ei tehtud.

Üks abinõu korrosioonikahjustuste vähendamiseks on ratsionaalse konstruktiivse vormi kasutamine.

Konstruksioon tuleb projekteerida ilma pilude ja süvenditeta, kuhu võib koguneda agressiivne niiskus ja tolm, milliseid ei ole võimalik puhastada ja hooldada.

Torudest konstruktsioonid tuleb hermeetiliselt sulgeda. Tuleb vältida tsoone, kuhu võib koguneda vesi ja on takistatud tuuldumine.

6.1.5 Puitkonstruktsioonid

Puitkonstruktsioonide kahjustuste vältimiseks tuleb kasutada järgnevaid abinõusid:

steriliseeriv kuivatus, renoveerimisel ka termiline töötlemine;
konstruktiivsed abinõud, mis väldivad liigse niiskumise, tagavad õhutuse;
ekspluateerimise tingimused;
värvkatted;
keemiline töötlemine
võõpamine (kreosoot, ligno, pinotex, Boracol, Environmental Deepkill Paste, Donoliit jne.);
sügavimmutus (nii õlipõhjalised - kreosoot, ligno, kui soolade lahused - CCA jne.;

Esimesena tuleks alati kasutada konstruktiivseid kaitseabinõusid, et vältida liigset niiskumist, et tagada õhutus jne.

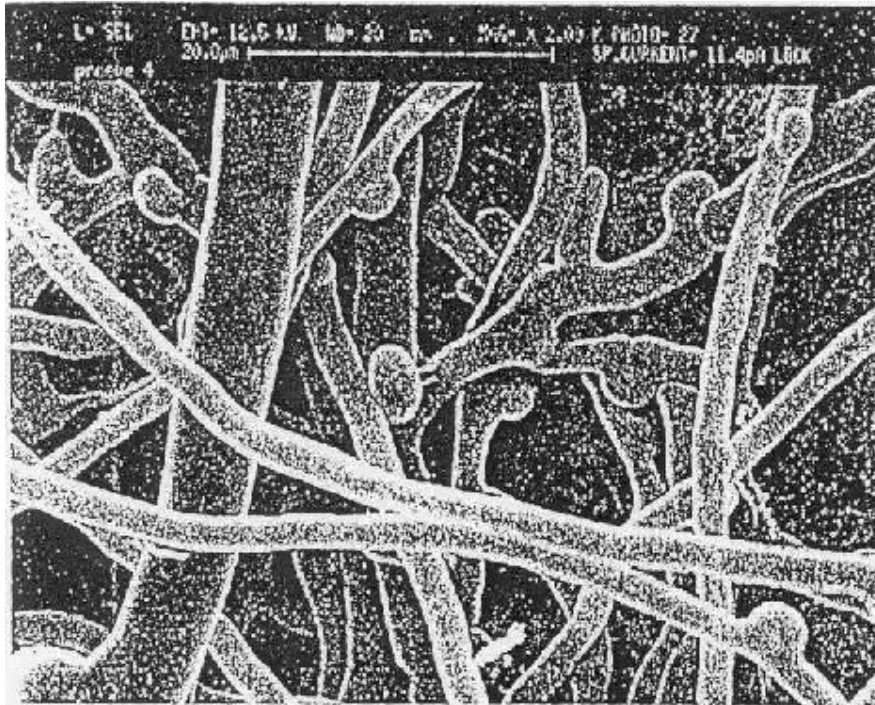
6.1.5.1 Puitkonstruktsioonide renoveerimine ning tugevdamine

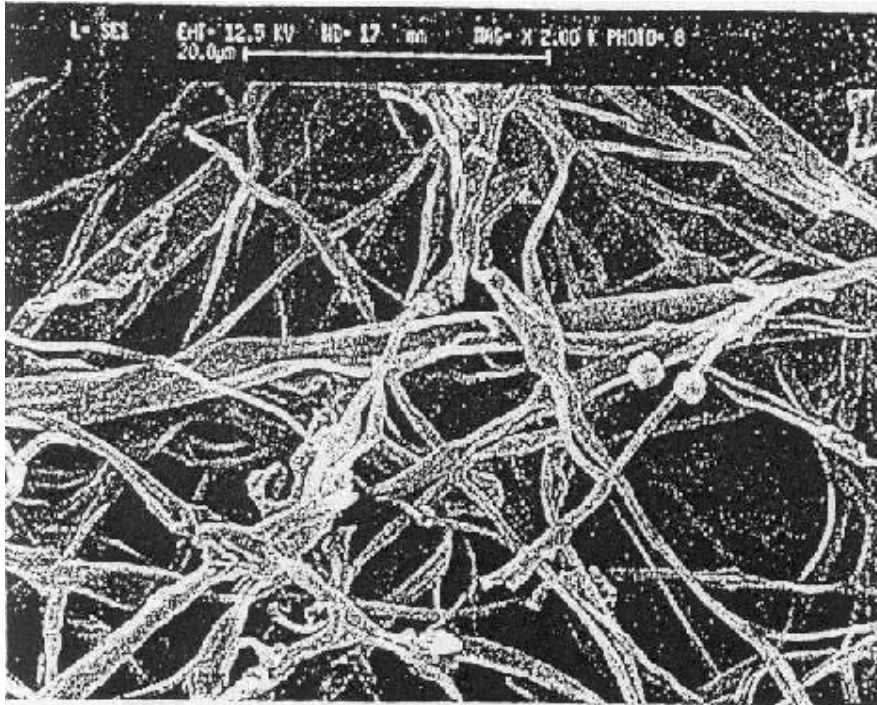
6.1.5.1.1 Renoveerimine

Enne kui asuda puitkonstruktsioonide remondile, renoveerimisele, tugevdamisele, tuleb selgeks teha puidu seisund. Kui esinevad kahjustused, siis tuleb uurida, mis on nende kahjustuste põhjus, kahjustavate mikroorganismide või putukate tüüp (liik) ja see kui kaugemale need on arenenud. So, mitte ainult silmaga nähtavas osas.

Edasi tuleb kõrvaldada vigastusi põhjustav faktor, eemaldada kahjustatud osa ja taastada või vajadusel ka tugevdada vana konstruktsiooni. Mädanik- või raskete

putukkahjustuste puhul on mõistlik eemaldada nii silmaga määratav kahjustatud osa kui ka lisaks sellele järgnev osa vähemalt 0.5 m ulatuses. Kui aga tegemist kaugemale levinud kahjustustega (kahjuritega), siis tuleb kaaluda peale kahjustatud osade eemaldamist kulukamate vahendite kasutamist, näiteks majavammi puhul hooneosa või kogu hoone termilist töötlemist, laiaulatuslikku konstruktsioonide väljavahetamist ja järelejäävate osade keemilist, termilist töötlemist jne.





Eemaldatud kahjustatud osad tuleb hävitada põletamise teel. Kahjustustele altideks asenduosadeks (kohtades) tuleks kasutada sügavimmutatud materjali.

Puitkonstruktsioonide (puidust elamute, hoonete, ehitiste) renoveerimisel tuleb täita ka kõiki eelpoolnimetatud nõudeid ja soovitusi. Seoses sellega oleks mõislik puithoonete renoveerimise käigus sooja- ja tuulepidavuse tõstmisel toimida ikka nii, et väljaspool oleks tuulutatav soojustus - tuulutuspilu soojustuse ja välisvoodri vahel (või hingav krohv soojustuse peal), ja aurutõke seespool. Samu põhimõtted tuleks rakendada ka katuslagede või tuulutatavate pööningute puhul või pööningukorruse väljaehitamisel katuste soojustamisel.





6.1.5.1.2 Kahjustatud puitkonstruktsioonide tugevdamisel võib kasutada järgmisi abinõusid:

nõrgenenud tugevusega kohtade eemaldamine ja proteseerimine puit- või terasprofiilidega;

tugevdamine naelutatud, poltidega või liimiga peale, kõrvale vahele kinnitatud puit- või terasprofiilide abil;

tugevdamine pealeliimitud klaasplastikust varrastega (ribadega) nii põikjõu, kui paindemomendi osas;

tugevdamine pealeliimitud klaastekstiili või aramiid- või kevlarkangaga;

tugevdamine küllastusvaikudega;

kogu kandesüsteemi tugevdamine teras-, puit-, betoon liitkonstruktsioonina, eriti juhul kui samaaegselt on vaja tõsta kandevõimet võrreldes algse konstruktsiooniga;

nõrgenenud sõlmedes pehkinud puidu eemaldamine ja sõlme taastamine klaas- või terrassarrusega (pulkadega) armeeritud vaikude ja liiva (tsemendi) seguga. Puitkonstruktsioonide tugevdusvariante vt alljaotises 8.2.2.

Mõnel juhul on majanduslikult õigem suurte kahjustustega vana konstruktsioon asendada uuega, kusjuures niiskusealtides kohtades saab kasutada sügavimmutatud materjali.

6.1.5.1.2 Kokkuvõte

Viimastel aastakümnetel on saavutatud olulist edu puidu ja puitkonstruktsioonide uurimise, arendustöö, projekteerimise, ehitamise ja hoonete ja ehitiste renoveerimise alal paljudes maailma riikides. Sellest hoolimata tuleb veel puidualase ehituskunsti erialal palju õppida või ka mõnes osas eelmistest sajanditest meelde tuletada. Lõpuks tuleb ka üle saada viimase poole sajandi jooksul tekkinud arusaamadest puidu, kui ehitusmaterjali kasutamise osas.

Ehkki paljude vanade puitmajade tehniline seisund on eriti eelnenud poole sajandi jooksul esinenud kesise hoolduse tõttu kohati kehv, on samas nende enamuse uuendamine (remont) veel mõistlike kulutuste juures võimalik. Eriti tuleks taastamise ja vajaliku remondiga tegelda rahvuslikku kultuuripärandisse kuuluvate puithoonetega ja selles osas ka puitasumitega üldse.

6.1.6 Piirete soojapidavuse ja niiskusetehnilise olukorra parandamine ja heliisolatsiooni parandamine

Lisasoojustamise peaeesmärk on vähendada piirdekonstruktsioonide soojajuhtivust. Teatud määral väheneb energiatarbimine ka sellepärast, et lüheneb kütteperiood kliimasoojenemisest. Lisasoojustus tõstab ka seinte sisepinna temperatuuri ja seega väheneb võimalik külmakiirus välisseintelt.

Ehitise terviklikkusest lähtudes ei saa lisasoojustamist vaadelda kunagi omaette. Lisasoojustamisega koos tuleb alati pöörata tähelepanu ka kütte- ja ventilatsioonisüsteemile, kuna lisasoojustamine muudab kütte- ja ventilatsioonisüsteemi toimimist. Kütteseadmete koormus väheneb, mis võib alandada aga keskküttekatla kasutegurit. Loomuliku ja mehaanilise väljatõmbe ventilatsiooni korral võib tekkida vajadus lisada värske lisaõhu tagamiseks õhuklappe. Lisasoojustamine muudab kergkonstruktsioonid tavaliselt ka õhutihedamaks, vähendab läbi konstruktsiooni kulgevat õhu ja niiskuse voolamist. See vähendab soojakadusid ja niiskusprobleeme, aga võib tõsta näiteks siseõhu niiskustaset.

Väline lisasoojustamine tasandab piirde sisepinna temperatuurierinevusi. Sisemine lisasoojustamine alandab piirde keskmist temperatuuri ja ning tõstab seina niiskustaset.

Lisasoojustamisest saavutatav energia kokkuhoid sõltub:

- vana konstruktsiooni omadustest (piirde- ja kandetarindi soojajuhtivus,

geomeetria),

- lisasoojustuse asukohast, soojajuhtivusest ja paksusest,
- lisasoojustuse katematerjali omadustest,
- kogu ehitise geomeetriast.

Hoone terviklikkuse ja püsivuse seisukohalt on väline lisasoojustamine alati parem lahendus. Sellega suletakse hõredad vuugid, välispinna praod, paraneb välisilme, aeglustub kandetarindite korrosioon. Lahendus on vähem vigadetundlik ning soojus- ja niiskustehniliselt töökindlam.

Seespoolse lisasoojustamise tegemine võib olla lihtsam välispoolsest. Seda saab teha ka hoonetel ruumide kaupa, tasandades nii investeeringuid kui ka näiteks elamus elanike erisoove. Seespoolne lisasoojustamine on niiskustehniliselt riskialdis lahendus. Seespoolse soojustamise seisukohalt tuleks kaaluda kas üldse on vaja seinu soojustada; ehk aitad redutseeritud soojapidavuse tõstmiseks lisasoojustada näiteks katuslagi.

Ehitiste lisasoojustamine muudab tihti nende välisilmet. Samuti lisatakse vanadele ehitistele "võõraid" ehituskonstruksioone ja konstruktsioonide käitumisviise. Arhitektuuri-, ehitus-, või muinsuskaitse all olevate ehitiste välisilmet üldjuhul ei või muuta. Tihti on keelatud ka muuta ehitise konstruktsioone.

Jättes kõrvale lahenduse tehnilised probleemid on lahendus küsitav ka ehituskultuurilisest vaatevinklist. Eelkõige on küsimus selles, kas on õige eelistada inimeste hetkevajadusi arhitektuurilis-ajaloolisele pärandile. Vastus tuleks leida ka kindlasti sellele, kas üldse renoveerida ajaloolist pärandit, ja kui seda teha, siis millises ulatuses. Kindlasti pole ka õige mitte midagi teha, lastes ehitistel lihtsalt hävineda. Probleem muutub lihtsamaks, kui pole tegemist ajaloolise pärandiga ja renoveeritakse uuemaid analoogse konstruktsiooniga ehitisi. Sel puhul on ülekaalus pragmaatilisemad tehnilis-majanduslikud näitajad.

Lisasoojustamise võimalikku tegemist mõjutavad ka ehitise iga ja olukord, ehitise soojapidavus enne soojustamist ning ehitise alles jäänud kasutusiga.

6.1.6.1 Välimisele lisasoojustusele esitatavad nõuded.

Omakaal, tuulesurve

Lisasoojustustarind peab tagama omakaalu-, tuule- ja normaalsest kasutusest tekkivate koormuste mõjumisel temale esitatud nõuded kõigis ilmastikuoludes.

Seina kaal kasvab krohvitud soojustuste puhul 10-60kg/m², puu-, teras-, polümeerbetoonplaatide kasutamisel 10-30kg/m², tellisvoodriga katmisel lisandub ~150kg/m². Krohvitud ja plaatidega kaetud soojustust kannab seinakonstruktsioon,

aga tellisvooder toetatakse vundamendile.

Tuleohutus.

Lisasoojustustarind ei tohi suurendada hoone tuleohtlikkust. Täpsustamist vajavate materjalide omadused on süttimistundlikkus ja tule levik ning samuti suitsu ja mürgiste gaaside tekkimine ning nende levik.

Kontrollida tuleb lisasoojustuse võimalikku lahtitulekut tulekahju tingimustes, süttimistundlikkust ja tule levikut ning räästaste võimalikku süttimist ja tule levikut akna kaudu ülemistele korrusele. Ventileeritava tuulutuspilu kaudu on samuti võimalik tule levik mööda fassaadi, mis esitab nõudeid tuuletökkeplaadi tule leviku ja süttimistundlikkuse klassile.

Veeimavus.

Sein peab olema vihmakindel ja takistama vee tungimist seina sisse. Liigniiskus halvendab soojustuse soojustehnilisi omadusi ja soojustuse ning kattekonstruktsiooni kinnitusdetailide olukorda. Võimalik sissetunginud vihmavesi peab takistamatult saama konstruktsioonist väljuda.

Kaldu olevatel krohvitud pindadel vesi imendub kergelt krohvi kihti, aga mitte soojustuskihti. Krohvipragude, deformatsioonivuukide, akna- ja rõdude juures võib vesi tungida soojustusse ja isegi vana seina konstruktsioonini. Tugeva vihma korral fassaadile moodustub veekelme, kust tungib seina ohtralt vett.

Võimalike krohvipragude suurust saab reguleerida krohviarmatuuriga, deformatsioonivuukidega ja õige krohvisegu kasutamisega. Kuna krohvi niiskussisaldus on pärast vihma suur tuleb krohvi külmakindlusele esitada kõrged nõuded. Orgaanilised pinnakatted on üldiselt hüdrofoobsed, mis tervena olles takistavad vihmavee tungimise tarindisse.

Tellisvooderduse korral on nõrgad kohad halvasti täidetud püstvuugid ja samuti mördi ning kivi halvast nakkest tekkinud praod. Tuleb lahendada ka läbi tellisvoodri taha tunginud vee väljajuhtimine.

Erinevate katteplaatide kasutamise korral tuleb silmas pidada nende vuukide vihmapidavust ja betoonelementide külmakestvust.

Õhutihedus.

Massiivsed tellisseinad on küllalt õhutihedad, samas esineb nendel seinadel palju ebatihedaid liitekohti, nagu akende ja uste juures. Lisasoojustus nendes kohtades tuleb kinnitada eriti hoolikalt. Õhuvool vana seina ja lisasoojustuse vahel on võimalik jääkade isolatsioonimaterjalide kasutamise puhul. Tuulutusvahega lisasoojustustarindites tuleb lisasoojustuse peale paigaldada tuuletökkeplaat.

Krohvitud tarindites on krohv piisava tihedusega takistamaks tuule voolu soojustuse sees ja lisa tuuletõket pole vaja.

Niiskuse kondenseerumine.

Niiskuse kondenseerumist ei tohi tekkida lisasoojustuses ega ka aluskonstruksioonides. Niiskuse kondenseerumise tagajärjel tekkivateks kahjustusteks võivad olla metallkinnituste ja -roovituse korrosioon, puitosade mädanemine, soojustuse soojajuhtivuse suurenemine. Puitkonstruktsioonidele on hallituse ja mädaniku tekkeks vaja pikemaajalist liigniiskuse mõju, samas kui kivikonstruktsioonides külmakahjustused ja teraskonstruktsioonides roostekahjustused lühiaegse liigniiskuse mõjul.

Krohvitud konstruktsioonides on kondenseeruvad veekogused väikesed ja need kuivavad suvekuudega välja.

Tuulutuspiludega tarindites kondenseerumist ei teki, kui tuulutuspilu ventileerimine toimib korralikult. Selle eelduseks on piisav tuulutuspilu laius ja tema puhtus.

Võimaliku niiskuse kondenseerumist saab arvutuslikult kontrollida ja samuti testida seinakonstruktsiooni laboratoorsel teel.

Temperatuurierinevused ning temperatuuri- ja niiskuse kõikumised.

Ei madal ega ka kõrge temperatuur ei tohi lisasoojustust kahjustada ega põlema süüdata. Alumiseks ja ülemiseks piiriks temperatuuriks loetakse vastavalt -20°C ja $+80^{\circ}\text{C}$. Samuti äkiline temperatuurimuutus 50°C ei tohi kahjustada pinnakatet. Krohvitud lisasoojustustarindites tuleb tähelepanu pöörata ka deformatsioonivuukidele, nurkadele, aknapaledele ja läbiviigukohtadele.

Soojustuse peale tehtava kattekihi temperatuur sõltub õhu temperatuurist, päikesekiirgusest ja tuule kiirusest seina pinnal.

Temperatuurierinevused ja niiskuspaisumine panevad krohvi "liikuma", millest tekivad krohvisse pinged. Krohvi tõmbetugevus on võrreldes survetugevusega väike.

Pragusid võib vältida järgmiste vahenditega:

- Krohvi kiht saab omal tasapinnal liikuda
- Krohvi armeeritakse terasvõrguga (anorgaanilised krohvid)
- Krohvi tõmbetugevust tõstetakse klaaskiud armatuuriga (orgaanilised katted)
- Deformatsioonivuugid tehakse õigetesse kohtadesse

Soojapidavus.

Seinte lisasoojustamine peab optimeerima seinte kaudu toimuvaid soojakadusid. Lisasoojustuse efektiivsust mõjutavad eelkõige soojustuse soojajuhtivus ja soojustuse paksus. Lisasoojustuse kinnitid ja läbi soojustuse kulgevad õhuvoolud

tõstavad seinu soojajuhtivust. Metallkinnitid mõjutavad seinu soojatakistust siiski mõned protsendid. Roostevabast terasest kinnitid on süsinikterasest paremad ka soojustehnilisest aspektist, kuna nende soojajuhtivus on viimastest vaid 1/3.

Väline lisasoojustamine vähendab tõhusalt külmasildade kaudu tekkivat soojavoolu, aga ei vähenda palju aknapaale ja rõdude liitumiskohtade juures tekkivat soojakadu. Palju sõltub aknapaale pindala ja seinu pindala suhtest. Lisasoojustamine on seda tõhusam, mida väiksem on enne lisasoojustamist seinu soojatakistus.

Lisasoojustuse efektiivsust saab kajastada seinu soojajuhtivusega ja seinu sisepinna temperatuuriga

	vastuvõetav	hea	väga hea		
0,4	0,3	0,2	0,1	W/m ² K	
	vastuvõetav	hea	väga hea		
12	17	19	21	°C	

Vastupidavus dünaamilistele ja staatilistele koormustele.

Seinu alaosas ja sokli juures on lisasoojustus avatud võimalikule lisakoormusele, mis võib tekkida liiklemisest, hoone hooldamisest, laste mängimisest. Kahjustused võivad tekkida tahtmatult ja ka vägivaldselt.

Kõige nõrgemad konstruktsioonid on krohvitud soojustustarandid. Kõige nõrgemad kohad on krohvi välisnurgad, eriti akna ja ukse paale juures. Seetõttu ei saa soovitada krohvitud soojustus tarandit koolide, lasteaedade jne. puhul ja suure liiklusega tänavate ääres.

Müraisolatsioon.

Lisasoojustus ei tohi halvendada seinu helipidavust. Vanadel massiivseintel on juba iseenesest hea müratakistus. Kriitilised kohad müra suhtes on aknad ja muud avad. Katmisel mitmesuguste katteplaatidega peab kontrollima, et tuulest ei tekiks katteplaatide värisemist ega "tuule vilinat". Müraisolatsiooni tõhusust saab arvutada ja ka katseliselt laboratooriumis määrata.

Kasutus- ja tööiga.

Lisasoojustuse nõutav eluiga on vähemalt 30a. Soojustuse, kinnitite, pinnakatete, kinnitusliimide, veetihendite jne. peab olema keemiliselt ja füüsikaliselt stabiilne arvestades normaalseid eksploateerimistingimusi. Lisasoojustus kestvusprobleemideks on kattekonstruktsiooni ja pinnakatte kestvus,

soojustusmaterjali kestvus, vananemine, soojustuse soojatakistuse alanemine, lisasoojustuse kinnitite ja roovituse riknemine, metalli korrosioon, puu mädanemine, liimide vananemine.

Kogu ekspluateerimisaja jooksul peavad olema tagatud kõik eelloetud lisasoojustusele esitatavad nõuded.

Välisilme säilivus.

Lisasoojustuse pinnakate peab säilitama oma värvitooni. Pinnakattest ei tohi tekkida fassaadi määrdumist. Nähtavad kinnitid peavad olema korrosioonikindlad.

Tihti tekitab aknaplekkidelt ja rõdudelt allavoolav vihmavesi seintele laiike ja veevoolu jälgi.

Lõpliku välisilme võtab fassaad ~5 aasta jooksul (juhul, kui seda varem tahtlikult ei muudeta).

6.1.6.2 Seinte välispoolse lisasoojustamise viisid

Fassaadide välispoolsel lisasoojustamisel on palju võimalusi. Ehitustehniliselt jagunevad välispoolse lisasoojustamise tüübid kaheks:

- nn. "krohvitud soojustus"
- nn. "kaetud soojustus"

Krohvitud soojustuses on soojustuskiht kaetud anorgaanilise kolmekordse krohvi või õhukese orgaanilise kattekihiga. Soojustuseks on kas mineraalvill või vahtpolüstürool.

kaetud soojustuses kasutatakse erinevaid tehases valmistatud valmistooteid, mis moodustavad uue fassaadipinna.

1) Krohvitud mineraalvillast soojustus

Krohvitud mineraalvillast soojustus koosneb neljast põhikomponendist: soojustus, krohv, armatuurvõrk ja kinnitusdetailid. Soojustusena kasutatakse klaas- või kivivilla, mille mahumass on 65-120 kg/m³. Katteks kasutatakse kolmekihilist lubitsemmentmörti. Kinnitid ja armatuurvõrk on üldiselt kuumtsingitud- või roostevabast terasest.

Uus krohvikihit peab olema vanast fassaadist eraldatud, st. ta peab saama vabalt liikuda vana fassaadi suhtes. Praktikas tähendab see seda, et kasutatakse painduvaid kinniteid ja krohvi pind jaotatakse deformatsioonivuukide abil sobivateks osadeks. Võimalikke niiskusprobleeme võivad tekitada välimised kaldused fassaadidetailid ja hoone seestpoolt tulev niiskus. Kaldvihm võib imenduda krohvi ja

soojustusse. Kui imendumine on aeglane ja mitte ulatuslik kuivab niiskus pärast vihma krohvist välja. Hoone seest tulev niiskus võib talveperioodil kondenseeruda lisasoojustuse ja krohvi vahele, kondenseeruv veehulk on siiski väike. Krohvi temperatuur on sõltuv välisõhutemperatuurist ja sellele langevast päikese kiirgusest. Kasutades heledaid krohvitoone, saab temperatuuri kõikumisest tulenevaid kahjustusi vähendada.

Maapinnast allapoole või maapinna lähedale ulatuv krohv imeb maast ja õhust niiskust, mis jäätudes lõhub krohvi ning see pudeneb. Sama probleem tekib ka kohtades, kus vesi valgub pikki krohvi pinda. Valesti paigaldatud akende-, räästaste-, rõdude ääreplekkidelt ning katkistest vihmavee rennidest ja -torudest võib vihmavesi valguda krohvipinnale. Seinale vee valgumisest tekkivad kahjustused jäävad fassaadil hästi näha. Krohvitud mineraalvillast soojustus on ka aldis mehhaanilistele mõjutustele. Krohviparandusi on raske teha ja remonditud kohad jäävad alati näha. Tuleohutuse seisukohalt riskitu lahendus. Soojustus "tasandab" hästi fassaadi ebatasasused. Soojustuse ning vana seina vahele ei tohi jääda õhuvahesid. Krohvi niiskuse sisaldus pärast vihma on suur ja sellele järgnevate külmadega võivad tekkida külmakahjustused.

2) Krohvitud vahtpolüstüroolist soojustus

Lisasoojustus kinnitatakse vanale fassaadile kas liimimise teel või mehhaaniliste kinnititega. Kaetakse üldiselt orgaanilise, õhukese (3-7mm) krohvikihiga. Krohvi armatuuriks kasutatakse plast- või klaaskiudvõrku. Kõrgemate tuleohutusnõuete täitmiseks tehakse ka paksemat anorgaanilist krohvi (>13mm).

Krohvitud vahtpolüstüroolist soojustus on vanale fassaadile suhteliselt jäigalt kinnitatud. Pinnakate on elastne. Soojustuse ja krohvikihi vaheline nake takistab krohvikihi vaba liikumise. Kui krohvi ja soojustuse sooja- ja niiskuspaisumine on erinev, tekivad pinnakattesse praod, mis on siiski väikesed ja ohutud. Deformatsioonivuukide asukohad tuleb määrata enne tööde alustamist.

Orgaanilised krohvid on üldiselt hüdrofoobsed ja väldivad seeläbi väljastpoolt tuleva niiskuse tungimise konstruktsiooni. Hoone seest tulev niiskus võib talveperioodil kondenseeruda lisasoojustuse ja krohvi vahele. Kui kondenseeruv veehulk on väike, kuivab see kondenseerumisperioodi möödumisel välja. Igal konkreetset juhul tuleb selgitada sisemise aurutõkke vajadus.

Kuna soojustusmaterjalid on suhteliselt jäigad, põhjustab see lisanõudeid soojustatava pinna tasasusele. Samuti peab silmas pidama, et soojustuse ja soojustatava pinna vahele ei jääks kanaleid, kus õhk saab liikuda. Põhilised valupunktid on krohvi tekkivad praod soojustuse plaatide liitekohtade kohal ja pinnakatte mahakoordumine, õhumullide moodustumine pinnakatte alla ja õhukese

pinnakatte alt läbipaistev armatuurvõrk. Tehnilised omadused sõltuvad palju teostusviisidest ja -materjalidest. Tuleohutuse seisukohalt on kasutusulatus piiratud. Lisasoojustus on õhutihe. Polüuretaansoojustust kasutades on ilmnenud fassaadi kooldumist ja pinnakatte mahakoordumist. Konstruktsioon on aldis mehhaanilistele koormustele ja kahjustustele. Pinnakatte värv on üldiselt ühtlane. Tööea suhtes on oluline, et tarindis kasutataks omavahel kokkusobivaid komponente ja materjale.

3) Terasplekiga kaetud soojustus

Lisasoojustuse kattedeks kasutatavad terasplekid on kas kuumtsingitud või kaetud plastikuga (näiteks: Pural, PVF2 või PVC) ning tavaliselt profileeritud. Lisaks profiilplekkidele valmistatakse ka plekk-kassette. Kassetid on kas plastikuga või kivipuistega kaetud. Plekk kinnitatakse kas puidust või metallist roovitusele. Soojustus asetatakse roovide vahele ja kinnitatakse vana fassaadi külge plasttööblitega. Soojustuse ja roovituse vahe tuleb eraldi hoolikalt tihendada. Vajalikud liistud tehakse samuti terasplekist.

Soojustuse ja plekkvoodri vahele tuleb jätta alati tuulutuspilu. See tagatakse tavaliselt ristroovituse või soojustusest paksema roovitusega.

Fassaadi alaosa tehakse tavaliselt paksemast plekist või vineerile liimitud plekist, kuna see piirkond on aldis mehaanilistele mõjutustele ja mõlkimisele.

Teraspleki asemel kasutatakse ka alumiiniumplekki, mis on aga kallim.

Tarindi veetihedus põhineb ühtlaselt tihedal pinnakattel ja tuulutusvahel. Probleemaatilist niiskuskahjustust ei teki, kui on korralikult toimiv tuulutus. Piisava tuulepidavus saavutamiseks on oluline tuuletõkkeplaadi paigaldamine tuulutusvahe ja soojustuse vahele. Temperatuurierinevustest tekkivate pingete tõttu peab plekk-kate saama piisavalt liikuda.

4) Mitmesuguste plaatidega kaetud soojustus

Soojustuse katmiseks kasutatakse ka vineeri (naturaalne või kivipuistega kaetud) või tsementkiudplaati, tellise imitatsiooni plaate, kergbetoonist fassaadiplaate, keraamilisi või klinkerplaate.

Plaadid kinnitatakse kas puidust või metallist roovitusele. Soojustus (klaas- või kivivill) asetatakse roovide vahele ja kinnitatakse vana fassaadi külge plasttööblitega. Roovitus tehakse piisavalt paks või kasutatakse ristroovitust, nii et katteplaatide ja soojustuse vahele jääks tuulutuspilu. Tuulutuspilu on vajalik hoone seestpoolt tuleva niiskuse eemaldamiseks ja võimaliku vihmavee soojustusse sattumise vältimiseks. Õigesti tehtud tuulutusvahe hoiab puidu kuivana.

Pehmeid soojustusvillu kasutades asetatakse pealmiseks kihiks jäik villaplaat või

spetsiaalne tuuletõkkeplaat, tõkestamaks külma välisõhu tungimist soojustusse. Kriitilised kohad on plaatide ja nende vuukide vihmavidavus, hoone nurgad, usteakende paled, sokkel ja betoonist katteplaatide külmakestvus. Tarindisse sattunud liigne niiskus tekitab metallosade korrosiooni ja puitosade mädanemist ning niiskupaisumist. Seepärast tehakse tavaliselt metallroovitus ja -kinnitid kuumtsingitud või happekindlad, puitosad immutatud puidust. Keskkonnakaitselisest aspektist tuleks vältida immutatud puidu kasutamist ning piirduda selle kasutamist vaid sokli- ja teiste maaniiskusega kokkupuutes olevates konstruktsioonides.

5) Tellisvoodriga kaetud soojustus

Uue tellisvoodri lisamine on sarnane tavalise tellisfassaadi tegemisega. Tellisvoodri vundamendi võib ankurdada vanale vundamendile või toetada otse uuele vundamendile. Tellisvooder sobib hästi fassaadide alaossa ja sissepääsude ümber, samuti kohtadesse, kus on oht fassaadi rikkumisele.

Tellisvoodri taha on vajalik kindlasti teha tuulutuspilu. Tuulutuspilu on vajalik hoone seestpoolt tuleva niiskuse eemaldamiseks ja võimaliku vihmavee soojustusse sattumise vältimiseks. Tellisvoodri kriitilised kohad on halvasti täidetud püstvuugid ja samuti mördi ning kivi halvast nakkest tekkinud praod. Tuulutuse toimimiseks on vaja jätta osad alumise ja ülemise kivirea püstvuugid tühjaks. Probleeme tekitab ka tuulutuspilu alaosa täitumine mördiga, mida on hoolika ehitustööga võimalik vältida. Tellisvoodriga katmisel tuleb kogu juurdelisatav tarindiosa paks. Aknad ja ukсед jäävad sügavale müüri sisse. Esiakna lisamine või akna ümberpaigutamine parandab oluliselt hoone välisilmet.

Probleeme võib tekitada ka tellisvoodrist lisanduv lisakoormus vundamendile.

6) Laudvoodriga kaetud lisasoojustus

Laudvoodrit kasutatakse rohkem eramute ja vanemate korruselamute juures. Tuleohutusnõuded ei luba kasutada laudvoodrit kasutada TP-1 tulepüsivusklassiga hoonetes ja kõrghoonetes.

Laudis asetatakse kas püst- või horisontaalsuunas. Odavama alghinna juures on tunduvalt suuremad korrashoiukulutused, kuna värvitud laudvooder tuleb üle värvida iga 3-7 aasta järel.

6.1.6.3 Sein­aseepoolse lisasoojustamise viisid

Sõltumata sein­ateoreetiliste arvutuste paikapidavusest, sõltub sein­aniiskustehniline käitumine suuresti töömehe tööskusest. Seesepoolse lisasoojustuse eelisteks

välispoolse soojustuse ees on:

- Üldjuhul tehakse hoone sisepinnale remonti tihemini, kui välisfassaadidele. Lisasoojustust on võimalik paigaldada sanitaarremondi tegemise käigus ruumide kaupa.
- Seespoolne lisasoojustamine ei muuda hoone välisilmet (välispoolsel soojustamisel aknad astuvad välispinnast rohkem tagasi, räästad lühenevad), ega mõjuta üldist väljakujunenud linnakeskkonda, nagu uued materjalid, uued värvitoonid.
- Välistööd on üldjuhul kallimad (tellingud, töötasud).
- Võimaldab teha ehitustöid ka talvel.

Seespoolse lisasoojustamise korral peamiseks ohuks on niiskuse võimalik kondenseerumine vana seina sisepinnale. Niiskus kondenseerub, kui õhk puutub kokku pinnaga, mille temperatuur on alla õhu kastepunkti temperatuuri. Niiskuse kondenseerumine ja kogunemine on probleemiks, kui niiskus ei saa konstruktsioonist välja kuivada või kui niiskuse tase ületab materjalile vastava kriitilise niiskustaseme. Lisasoojustuse korral on vaja arvestada vanas konstruktsioonis oleva aurutõkkena töötava materjalikihiga. Aurutõkkeks võib lugeda näiteks vana aurutõkkele, tiheda tapeedi või värvkatte. Teatud olukordadel võib vana aurutõke alles jääda, arvestades sellega, kui õhutõkke kihiga. Kui vana- ja uue aurutõkkekihi vahele satub niiskus, väljub ta sealt väga aeglaselt. Töökindlamate lahenduste puhul on üldjuhul vajalik seina vana aurutõke eemaldada või lõhkuda ja paigaldada uus aurutõke võimalikult seina sisepinna lähedale.

Kiviseintel on niiskuse kondenseerumise kõrval teiseks suurmaks ohuks külmakahjustused. Seespoolne lisasoojustamine eeldab välisseina piisavat külmakindlust. Seespoolne lisasoojustus alandab vana seiniosa temperatuuri ja tõstab keskmist niiskussisaldust.

Niiskuse- ja külmakahjustuste teket mõjutavad:

- kivi, krohvi ja mördi külmakindlus
- seina olemasolevad kahjustused ning välispinna võimalik töötlus (tihe värvkate või hüdrofoobne töötlus)
- hoone asukoht ja fassaadi kõrgus

Välisseinte seespoolse lisasoojustamise võimalused on järgmised:

- lisasoojustamine mineraalvillaga või tselluvillaga ja katmine siseviimistlusplaatidega.
- lisasoojustamine mineraalvillaga ilma villavahelise kinnituskarkassita.

- lisasoojustamine vahtpolüstürooliga.
- lisasoojustamine vahtpolüuretaaniga

1) Lisasoojustamine mineraalvillaga või tselluvillaga ja katmine siseviimistlusplaatidega

Seniajani enamlevinud seespoolse lisasoojustamise viis. Põhikomponentideks on: soojustus, karkassipostid, aurutõke, viimistlusplaadid ja kinnitusdetailid. Vanale piirdetarindile tehakse puidust või terasprofiilidest karkass. Karkassi vahe täidetakse soojustusega ja kaetakse kips- või puitlaastplaatidega. Soojustuseks võib kasutada klaas-, kivi- või tselluvilla.

Soojustuse paigaldamisel on tähtis, et ta täidaks kogu talle jäetud ruumi. Ehitustehniliselt hea lahenduse annab tselluvill, mis pritsitakse märgmenetlusega karkassi vahele ja pressitakse rulliga tihedaks. Siin peab tähelepanu pöörama niiskuse väljakuivamisele. Kui vana seinapind on hallitus- või mädanikkahjustustega ei tohi märgmenetluse teel mingil juhul seinaga niiskust juurde tuua. Kui soojustuse ja vana seina vahele jääb õhuvähe, võib konvektsiooniga sinna koguneda niiskust.

Juhul, kui vana sein on suure aurutakistusega, on vajalik ka aurutõkkele paigaldamine või tuleb kaaluda hoopis antud lahenduse ära jätmist. Aurutõkke puudumisel võib välisseinte jahtumise tõttu niiskus hakata kondenseeruma soojustatava seina sisepinnale. Soojustus märgub ja võib hakata hallitama. Paigaldatav aurutõkkele peab ka täitma õhutõkke ülesannet, et konvektsiooni teel ei kanduks niiske siseõhk lisasoojustusse.

Puitkarkassi kasutamisel tuleb kindlasti puidu ja kivi- või betoonpinna vahele teha bituumen rullmaterjalist hüdroisolatsioon ja puit antiseptida või sügavimmutada.

Võimalikud läbiviigid aurutõkkest tuleb tihendada.

2) Lisasoojustamine mineraalvillaga või pehme puitkiudplaatidega ilma soojustusevahelise kinnituskarkassita

Mõningatel juhtudel annab piisavalt hea tulemuse õhukese soojustusplaadi kinnitamine vahetult välisseina sisepinnale. Sellisel juhul on sobivaks materjaliks viimistletud pinnaga akustilised klaasvillplaadid, paksusega ~20mm või pehmed puitkiudplaadid. See moodus lisab vähe soojapidavust, kuid löikab läbi seina külmasillad ja tõstab sisepinna temperatuuri.

Teine võimalus on kasutada soojustuseks kõvasid ~25-30mm paksusega mineraalvillplaatide ja katta need näiteks kipsplaatide või kõvade puitlaastplaatidega. Soojustusplaadid on suhteliselt tihedad ja seinaplaatidele kindlaks aluseks.

Puitkiudplaadi eeliseks on tema suur niiskuse sidumisvõime, ehk tema kriitilise niiskuse tase on kõrgem.

Soojustusplaadid kinnitatakse seintele liimimise, naelutamise või kruvimise teel.

Karkassita soojustusplaatidega lisasoojustamine vähendab võimalust, et karkassi ja soojustuse vahelistes pragudes hakkaks õhk liikuma. Peamiselt saab selle menetlusega tõsta seinte sisepindade temperatuuri ja ehitise õhutihedust.

3) Lisasoojustamine vahtpolüstürooliga

Lahendus on paljuski analoogne eelpool kirjeldatuga. Samas on lahendus nõrgem, kuna vana seina ja soojustuse vahele võivad jääda seina sisepinna konarlustest tingitud suured õhuvahed, kus konvektiivne niiskus hakkab kondenseeruma. Probleemiks kujuneb ka vahtpolüstürooli mahukahanemine aja jooksul. Parema lahenduse annab soojustuse liimimine seintele, mille puhul peab tähelepanu pöörama liimikihi aurutihedusele. Lahendus on tuleohtlikum.

Polüstüroolplaadid kinnitatakse seinale, sõltuvalt aluspinnast, liimise või kinnituslaudade abil kruvidega, naeltega või tüüblitega. Plaatide vahelised vuugid ja seinte ülemised ning alumised ääred tihendatakse polüuretaanvahuga või silikooniga.

4) Lisasoojustamine vahtpolüuretaaniga

Suhteliselt uus lisasoojustuse viis, mille eelistuses seisnevad tema paremas sooja- ja aurutakistuses ning võimaluses kasutada soojustust koos viimistlusega ühise paneelina.

Suurema aurutakistuse tõttu võib üldjuhul spetsiaalse aurutõkkele ära jätta. Vajadusel paigaldatakse aurutõke viimistlusplaadi ja soojustuse vahele juba tehasetingimustes. Soojustuse paigaldamisel on oluline paneelide vaheliste vuukide tihendamine, näiteks polüuretaanvahuga.

Tavaliselt kaetakse välisseintega liituvad vaheseinad ja -laed teatud ulatuses analoogselt välisseintega.

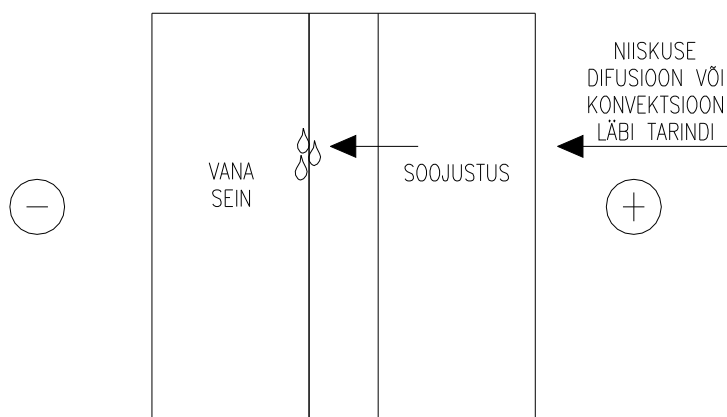
Siseviimistlusplaadiga kaetud vahtpolüuretaani paksus on 30 või 60 mm, mille pikiservades on nn. tapid. Siseviimistlusplaadiks kasutatakse 11mm puitlaastplaat või 9mm kipsplaati. Kasutatakse ka paberiga kaetud polüuretaanplaate, millised viimistletakse täiendavalt kipsplaatidega.

Soojustusplaadid kinnitatakse sõltuvalt aluspinnast liimides, naeltega, kruvidega või tüüblitega. Plaatide vahelised vuugid tihendatakse vahtpolüuretaanvahuga või silikooniga. Teatud määral tundmata probleem on lahendada polüuretaanplaatide vaheliste vuukide tihendamine aurutihedaks puitkonstruktsioonide puhul, kus alati tekib teatud määral konstruktsioonide liikumist.

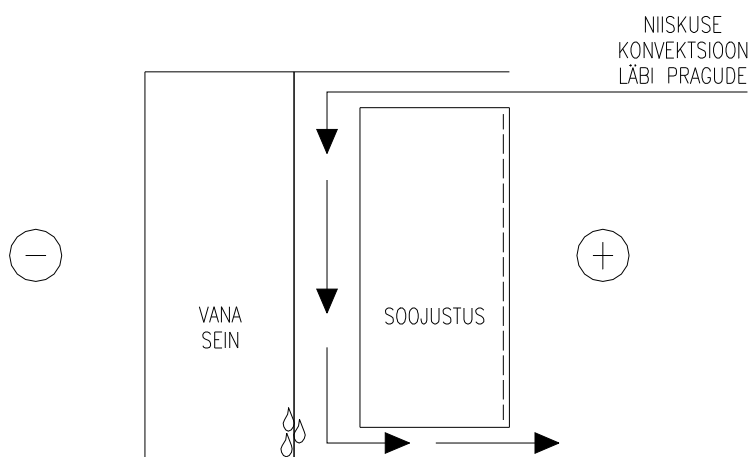
5) Konvektiivse niiskuse kogunemine seespoolse lisasoojusega seina puhul

Seespoolse soojustamise korral on võimalikul niiskuse kondenseerumisel kaks peamist põhjust:

- konstruktsiooni temperatuuri langemine alla kastepunkti temperatuuri (joonis 42)
- õhuniiskuse konvektsioon ehitusvigadest ja sein ebatasasusest tingitud õhuvahedes ~ sein ja soojustuse vahel (joonis 43)



Kondenseerumine läbi konstruktsiooni kulgeva niiskuse korral



Kondenseerumine niiskuse konvektsiooni puhul

Seespoolse lisasoojustamise korral võib soojustatava sein ja uue soojustuse vahelisse pinda tekkida pragu, kus õhk saab liikuda. Temperatuuri erinevused põhjustavad õhu vooluringi nii, et niiske siseõhk siseneb ülevalt vana sein ja uue soojustuse vahelisse pinda; jahtudes seal vajub alla ja väljub ta tagasi, põranda ja uue soojustuse kihi vahelt. Sõltuvalt õhuvoolu hulgast, temperatuuri erinevustest, siseõhu niiskusest, võib sein hakata kogunema niiskust. Võib täheldada, et niiskuse hulk võib luua piisavad kasvutingimused hallituse ja mädaniku tekkeks.

6.1.7 Akende ja uste remont

Akende remondil on esmajoones vajalik õhu(tuule)tiheduse saavutamine. Seejuures tuleb lahendada ka nõutav ruumi ventilatsioon. Sageli asendatakse olemasolevad puitraamid ja aknad plastikakende vastu, mis samaaegselt võivad olla valmistatud pakettkonstruktsioonis ja seega anda olulist soojaenergia kokkuhoidu.

Esimene abinõu akende labipuhutavuse ja soojapidavuse tõstmiseks on siiski olemasolevate puitakende (juhul kui ei ole mädanikkahjustusi) tihendamine kaasaegsete tihenditega, lengide ja seina vahelise pilu tihendamine näiteks takuga või makroflexiga ja kulunud suluste vahetamine uutega, ning akende puitkonstruktsiooni värvimine.

Samad tööd tuleb teha uste osas. Samas tuleb märkida, et plastikuste mõned tooted ei ole olnud kestvad, kuna dünaamikast on tekkinud praod ja need on purunenud. Hoone ja korteri välisuste puhul on vajaliku turvalisuse tõttu viimasel ajal massiliselt kasutatud terasuksi.

6.1.8 Katuste remont

Katuste remondi lahendusi on käesoleva konspekti tasemel käsitletud alljaotises 4.3. Lamedate katuste puudused, kahjustused ja remont ei erine üldiselt paneelhoone, tellishoone või mistahes muust materjalist hoone puhul, va mõned üksikdetailid.

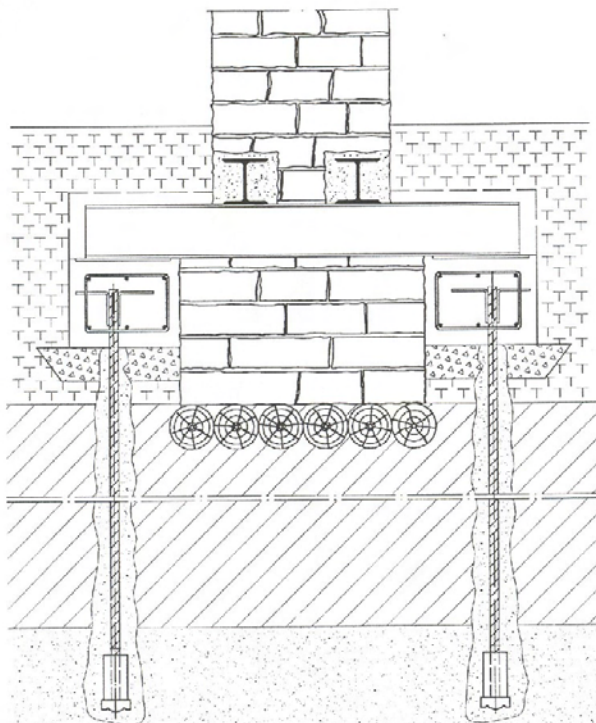
6.1.9 Vundamentide remont

Hoone valdajaid, projekteerijaid, ehitajaid huvitab mida vundamentide probleemidega teha, kuidas vajunud vundamente ja vajunud ning pragunenud seinu remontida.

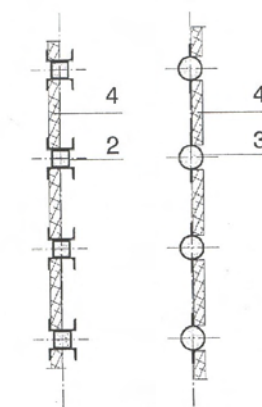
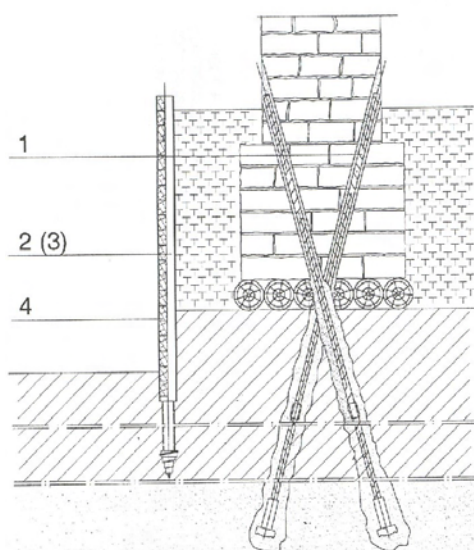
Esmajärjekorras tuleks:

- korrastada sadevete äravool;
- vajadusel tugevdada alust ja vundamenti – olemas mitmesuguseid meetodeid ja abinõusid, sh pinnase tugevdamine spetsiaalsete segude sissesurumise – injekeerimise teel (ka keemiline tugevdamine tehiskaikudega, vaiad jne), vt käesoleva konspekti ptk 8. Vundamentide remondil ja tugevdamisel kasutatakse

viimasel ajal sageli mikrovaiade tehnoloogiat, nagu näitels esitatud alljärgnevatel skeemidel (kus vajumiste põhjuseks on näiteks olnud puitparvede mädanemine):



KAHELT POOLT TUGEVDAMIST VAJAVAT VUNDAMENTI SÜVITATAKSE VERTIKAALSELT MIKROVAIAD, VAIAD BETONEERITAKSE ROSTVÄRKI. KOORMUS ROSTVÄRKIDELE NING VAIADELE ANTAKSE ÜLE METALL-TALADE ABIL



1- INJEKTSIOONVAIAD
2- GIB RR VAI KOOS "KÕRVAKESTEGA"(KARPRAUD N°12)
3- ODEX VAI TUBEVDATUD TERASLEHTEDEGA
4- PUITPRÜSSID
OLEMASOLEV VUNDAMENT TUGEVDATAKSE MALEKORRAS SÜVITATUD KALDIINJEKTSIOONVAIADEGA. TUGEVDATUD VUNDAMENDI ÄÄRDE TEHAKSE SULUNDSEIN. VARIANT ON HEA KASUTADA KOHTADES, KUS OLEMASOLEV VUNDAMENT JÄÄB ÜLESPOOLE UUE SÜVENDI PÕHJA-NÄITEKS LIFTIŠAHTI VUNDAMENDID, BASSEINID.

Lõpuks tuleb taastada seina varisenud või varisemisohus olev osa.

Keerukad aluste ja vundamentide küsimused on Tartus ja Pärnus.

6.1.10 Viimistlustööde remont

Viimistlustööd on väga suur ala ja võimalike tööde loetelu oleks:

1) ettevalmistustööd

pindade kuivatamine

pindade puhastamine

pindade karestamine

pindade tasandamine

pindade niisutamine

2) vooderdustööd

plaatmaterjalidega (välis- ja sisevooder) vooderdamine, sh ripplagede tegemine

laudadega vooderdamine

dekoratiivplaatidega vooderdamine

väikeplaatidega vooderdamine

3) krohvitööd

sisekrohvitööd

väliskrohvitööd

krohvi remont

4) maalritööd

sisemised maalritööd

välimised maalritööd

5) tapeetimine

6) põrandate tööd

ehitamine

viimistlustööd

remont

Sisetööd:

- Eemaldada vana lahtine värv, krohv, pudenev osa
- Kuivatada:
 - küte ja ventilatsioon
 - spetsiaalne kuivatustehnika
 - Munters
 - suured lambid, reflektorid

Kuivatamine vanade kivi- või puitkonstruktsioonide puhul ei või olla liiga kiire (intensiivne)

- Krohvi parandused
- Pahteldamine
- Värvimine

Krohvimisel kasutada

lubimörtvahekorras 1:3 (1 mahuosa lubjainast ja 3 osa liiva)

tsementlubimört 1:2:6

tsementmört 1:4

- tardumise kiirendamiseks lisatakse kipsi
- viimasel ajal turustatakse uusi materjale, knauf, vetoniit jne

Välisviimistlus

Üldiselt samad tööd kui sisepindade viimistlemisel.

Kui tellistest välisvoodril suured külmakahjustused siis remont seotud lisatöödega

Väliskrohv

- ettevalmistus, et saada tugev nake tuleb pinnad ette valmistada:
 - puhastatakse vana värv, tolmust, rasvast,jne
 - ääreni täidetud vuugid süvendada 10-15 mm
 - teras(käsi, elekter)harjaga, liivapritsiaga karestamine
 - veega niisutamine vahetult enne krohvimist
 - betoonpinnad karedaks täksida
 - erinevast materjalist liitekohtadele traatvõrk, kui eri deformatsioonidega seinuosad, siis parem lahti lõigata (Serporoc)

Lubikrohv

(1:1 – 12 kaalu % sideainelupja $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 38 ..% täitelupja CaCO_3 ja 50...% liiva)

Värvitööd ja materjalid

Värvid:

- Lubivärv (näiteks 2,5 kg lubjataigent, 100-200 gr värnitsat, 200-300 gr pigmenti ja 10 l vett
- silikaatvärv (50-60 % kaaliumvesiklaasi, leelisekindlad pigmendid + vesi paraja konsistensini
- tsementvärv
- tsement-polümeervärv
- liimvärvid (3-4 kg peenkriiti, 200-600 gr värvi pigmenti, 200 gr naha või kondiliimi, 10 l vett)
- orgaanilised värvid

Krohvidele parem mitte kasutada orgaanilisi värve → kile

Orgaanilisi värve võib kasutada betooni pinnale, mille tõmbetugevus suurem ja niiskuse kogunemisel värvikile alla ei rebi seda lahti (akrüülvärvide puhul pääseb niiskus siiski välja)

Puitu võib värvida nii interjööris kui eksterjööris:

- alküüd- ja õlivärvidega, alus kruntida vedela värviga alküüdide modifitseerimiseks kasutatakse kuivavaid või poolkuivavaid taime õlisid
- lateksvärvidega, nii betoon kui puitpinnad

Puitkonstruktsioonide remont(korrastamine) ajaloolistel objektidel

- vigade kindlakstegemine
- põhjuste kõrvaldamine
- kuivatamine
- nõrkade kohtade eemaldamine ja täitmine (tsem + polümeer)
- kuivatamine, ventilatsioon
- töötlemine antiseptimisega (antipüreenid?)
- vajaduse korral värvimine
- fassaadil fahverk

Lateks – sünteeslateks, lateksvärv: sünteetilise kautsuki emulsioonist ja pigmentidest valmistatud värv, mis sisaldab stabilisatoreid, emulgaatoreid jt. Vedeldatakse veega – katab pinda õhku ja niiskust läbilaskva mati või poolmati kihina. Tuntumad PVA lateks, kasutatakse ehituses sise ja välisviimistlustöödel

Polüvinüülaketaat (PVA) – hea adhesiooniomadustega ja vananemiskindlad, emailide, liimide, vahtplasti, kile tootmiseks, lahustub ketoonides, estreis, metanoolis. PVA liim, lakid, värvid

Polüuretaanid – termoplast või termoreaktiivsed. Imab vähe niiskust. Heli ja soojust hästi isoleeriv. Kulumis- ja külmakindel. Vahustades saab vahtplastid

Akrüülvaigud – polüakrülaadid, vastupidav alkaalsele keskkonnale ja UV kiirgusele. Kasutatakse emulgaatoriga. Lahustuvad orgaanilistes lahustites. Laki- ja värvitööstuses.

Emulsioon – dispersne süsteem, kus ühe või mitme vedelike tilgakesed on ühtlaselt jaotunud nende vedelikega segunematus vedelikus (dispersioonikeskkonnas). Looduslik emulsioon on piim. Sünteetiline: majonees, margariin – ultraheli abil. Emulsioonide püsivuse suurendamiseks lisatakse emulgeeritavatele segudele pindaktiivseid aineid (seepi, lanoliiniin vm). Nn emulgaatoreil, mis vähendavad pindpinevust kahe vedeliku pinnal ning moodustavad e-i dispersse faasi osakeste pinda katva viskoosse ja elastse kaitsekile.

Võib olla õli em. vees või vee em. õlis. Kasut värvitööstuses, jne.

Suspensioon – heljum, dispersne süsteem, dispersiooni keskkond on vedelik. Dispersne faas tahke aine, kus osakeste läbimõõt $> 10^{-7}$ m. On üldiselt ebapiisav – võib settida

Sisukord

7. Ehitiste avariieelsete seisundite ja avariide põhjustest. Vältimine.....	182
7.1 Hoonete ja ehitiste avariieelsed seisundid ja avariid.....	182
Käesolevalt tuleb käsitleda kolme olukorda:	182
Sellised seisundid on põhjustatud:.....	182
7.2 Ohutuse ja kvaliteedi küsimused ümberehitamisel, osalisel või täielikul lammutamisel.....	184
7.2.1 Üldisi märkusi.....	184
7.2.2 Mõnedest sagedamini esinevatest vigadest rekonstrueerimisel ja sellele eelneval uurimisel ning lammutamisel	185
7.2.2.1 Kiviseinte renoveerimine ja ümberehitamine	185
7.2.2.2 Raudbetoonkonstruktsioonid	185
7.2.2.3 Teraskonstruktsioonid.....	186
7.2.2.4 Puitkonstruktsioonid.....	186
7.2.2.5 Vundamendid.....	186
7.2.3 Hoonete ja ehitiste ehituskonstruktsioonide riskianalüüsist (Tallinnas)	187
7.2.3.1 Korruselamud	187
7.2.3.2 Kõrghooned	187
7.2.3.3 Suurhallid, teatrid.....	188
7.2.3.4 Tööstusettevõtete hooned	188
7.2.3.5 Kauplused.....	189
7.2.3.6 Viaduktid, sillad.....	189
7.2.3.7 Sadamate kaid.....	190
7.2.3.8 Varjendid.....	190
7.2.3.9 Mittekasutatavad hooned ja ehitised, varemed.....	190
7.2.3.10 Terrorismi hoonete puhul ja ohutus õhitud hoonete tugevdamisel ja taastamise	191
7.2.3.11 Kokkuvõte	191
7.2.4 Riski ja ohutuse temaatika raamistiku definitsioone (määrangud)	191
7.2.5 Mõningaid avariidjuhtumite näiteid.....	192
8. Konstruktsioonide tugevdamise probleemidest ja sellealasest kirjandusest	199
8.1 Üldisi seisukohti	199
8.2 Erinevate konstruktsioonide tugevdamise põhimõtteid ja näiteid.....	201
9. Tööd ehitiste osalisel või täielikul lammutamisel (Demontaaž, varistamine-mehhanismidega, lõhkamisega).	240
Lammutustöödele esitatavad nõuded ja lammutusjäätmete utiliseerimine	240
9.1 Sissejuhatus.....	240
9.2 Teemad ja probleemid, millest ühel või teisel määral tuleb alljärgnevat juttu	241
9.2.1 Ehitiste lammutamisega seotud küsimused	241
9.2.2 Ehitus- ja lammutusjäätmete hoolduse ja käitlusega seotud küsimused	241

9.2.3 Teemat käsitlevast kirjandusest.....	242
9.3 Raamatus Abbrucharbeiten esitatud lammutustehnikast ja -võtetest.....	243
9.5 Ehitise lammutusloa taotlemisest	253
9.6 Ehitise lammutusprojekteerimisele esitatavad nõuded.....	256
9.7 Ettevõtetest, kes Eestis tegelevad lammutamise aga mõned neist ka lammutusprojektide koostamisega	261
9.8 Mõningaid näiteid lammutustööde võimalikust tehnoloogiast ja kasutatavast tehnikast.....	262
9.9 Lammutustööde ohutuseeskirjad.....	266
9.10 Ehitus- ja lammutusjäätmete hooldus ja käitlus.....	272
9.10.1 Ehitus- ja lammutus-jäätmete käitlemine	272
Eestis (Vello Helm)	272
Soovitavat kirjandust.....	279

7. Ehitiste avariieelsete seisundite ja avariide põhjustest. Vältimine

7.1 Hoonete ja ehitiste avariieelsed seisundid ja avariid

Käesolevalt tuleb käsitleda kolme olukorda:

I avariieelsed seisundid, kus kandekonstruktsioonil on ühel või teisel (mitmel) põhjusel tekkinud seisund, kus on oht, et ta võib koormuste või muude mõjurite toimel variseda, kuid ei ole veel varisenud.

II avariid, so varingud (tugevus, stabiilsus), üldiselt 60 % toimub juba ehitamise ajal ära.

III Konstruktsiooni purunemine (kahjustused so. väiksemas või suuremas piirkonnas praod, lõhenemine, murenemine, pudenemine (külmakahjustused, mehaanilised kahjustused, korrosioon jne) ei tarvitse veel põhjustada avariid, ega põhjustada avariieelset seisundit. Samas võivad loetletud kahjustused viia avariieelse seisundini või ka avariini.

Sellised seisundid on põhjustatud:

1) Projekti vigadest (harvem juhul)

Näiteks:

Arvutuskeemi (mudeli) ebaõige valik

Valed koormused, või ei ole õigesti arvestatud ümbruskonna mõju, või kellegi arvamuse järgi määratud

Dünaamiliste koormuste mitteamvestamine, on ka liiga keeruline

Lihtsalt arvutusvead, või mingi eeskuju järgi dimensioneerimine, mis sellel konkreetsel juhtumil ei sobi

Transpordi ja montaažiseisundi mitteamvestamine

Nõrk sõlmede lahendus, või ei olegi sõlmede tugevust kontrollitud

Vundamentidele mõjuvate masside erinevuse mitteamvestamine
Erinevate deformatsiooniomadustega konstruktsiooniosade koostöö arvestamisel
või mitteamvestamisel tekkivad vead
Ebapiisav temperatuuri- ja niiskusevaheldusest tingitud deformatsioonide
arvestamine jne.

2) Ehitusaegsetest (ehitamise) vigadest

Näiteks:

Projektkohaste elementide ja materjalide asendamine (ka väärad
kooskõlastused)
Kõikvõimalikud muud muudatused
Suured kõrvalekalded projektilistest mõõtmetest
Vajalike sidemete mittepaigaldamine
Ebakvaliteetne materjal
Tehnoloogilised vead (betoon jne)
Raketiste vead (ka vastava projekti puudumine)
Konstruktsiooni ülekoormamine materjalide- ja detailidega
Midagi unustati tegemata (näit Pärnu seakombinaadi terassõrestike
toediagonaalid)
Kiviseinte (ka muude konstruktsioonide) ebakvaliteetne töö
Keevitustööde madal kvaliteet
Eelpingestatud konstruktsioonides mittevastav eelpingestamine
Vead vundamentide rajamisel
Konstruktsioonide vigastused transpordil

3) Vigadest ekspluateerimisel (kasutusaegsed vead)

Näiteks:

Vajaliku hoolduse tegematajätmine (niiskumine, korrosioon, mädanemine, sh
torustike leke, pinnase leondumine või ärakandumine vundamentide alt, lume
katuselt koristamata jätmine, kui see ületab normatiivse väärtuse, jne)
Ülekoormamine (sh ka temperatuuriga)
Transpordi jne avariid
Tulekahju

4) Vigadest renoveerimisel ja vahel ka tugevdamisel

puuduvad vanade hoonete projektid
puudub renoveerimislahenduse projekt
eelnevalt ei uurita hoone tehnilist seisundit
igaüks urgitseb nagu mutt, maja kui tervikut ei vaadelda, sh sageli ka
projekteerija (vastavalt tellija, so korteriomaniku sõnadele)

Näiteks:

Kandeseinte eemaldamine, muude kandekonstruktsioonide kahjustamine (lõhkumine, nagu näiteks laed, talad, sõrestikud jne),

Vigane tugevduslahendus

Sidemete eemaldamine

Remondiaegne ülekoormamine

Raskemate konstruktsioonide kasutamine (põrandad jne)

5) Vigadest demontaažil

Vale demontaaži järjekord, vajalike sidemete eemaldamine ilma muul viisil konstruktsiooni püsivuse tagamist jne., puudub tööde tegemise projekt

6) Pommiplahvatustest

7) Loodusõnnetustest

Tormid (üldiselt mitte lumest)

Üleujutused

Üldiselt juhtub avarii kui mitu ebasoodsat põhjust kokku langeb, kuid sageli piisab ka ainult ühest veast (näiteks mutrist või poldist).

Vahel juhtub ka imesid, st ei varise, kuid peaks. Me ei oska ilma pikemata kõiki olemasolevaid sidemeid või tekkivat koormuse ümberjaotust arvestada. Sageli aitavad sellised sidemed, mida me projekteerimisel ei tohigi arvestada.

Avariieelse olukorra kõrvaldamine on omaette küsimus, so esiteks kuidas toetada-tugevdada nii, et selle käigus ei juhtuks varingut.

7.2 Ohutuse ja kvaliteedi küsimused ümberehitamisel, osalisel või täielikul lammutamisel

7.2.1 Üldisi märkusi

Ehitiste ümberehitamisel, uuendamisel, osalisel või täielikul lammutamisel esineb sageli raskeid vigu nii projektides kui ka ehitamisel. Üsnagi sageli ei eelne projekti koostamisele piisavalt põhjalikku hoone või ehitise tegeliku seisundi (materjalide ja konstruktsioonide kahjustused) või tegelike konstruktsioonide uuringut

Sageli puuduvad ka algsed projektlahendused või andmed aja jooksul tehtud muudatustest või algsega võrreldes lisandunud koormustest ja seda isegi suhteliselt hiljaaegu ehitatud hoonete puhul (10...30 aastat).

Seega vajavad kõik ümberehitatavad hooned piisavalt põhjalikku eelnevat uurimistööd, et vältida suuri ja asjatuid kulutusi, mis tingitud vigadest.

Lammutustööd on omaette küsimus. Planeerimis- ja ehitusseadus (uus seadus jagatud kaheks ja ehitusseaduse osa märgatavalt täpsem ja ka mahukam) kvalifitseerib ka lammutustööd ehitamiseks kõigi sellest tulenevate nõudmistega ja eeskirjadega. St muuhulgas, et ka lammutamiseks peab olema vastav projekt koos vajalike kooskõlastustega, et vältida varinguid ja tagada tööliste ohutus nende tööde tegemisel. Sageli (enamal juhul) selline projekt puudub.

Ka on omaette küsimus kas terroristide poolt õhitud või muudel põhjustel tekkinud plahvatuste (gaas, puidu- ja jahu tolm) tagajärjel osaliselt varisenud või avariiseisundis olevate hoonete tugevdamise ja taastamise ohutus ja selle tehnika.

Kõikide eelnimetatud küsimuste puhul on meil tegemist ohutuse ja riski küsimustega. On meetodikaid (tõenäosuslikud), kuidas hinnata ühes või teises olukorras ohu ja riski suurust, kuid tihti on algandmed äärmiselt ebamäärased (Näit lennusaadama koorikud). Lisaks tuleks anda ka hinnang tehtule töökindluse mõttes. Nii ohutuse, riski kui töökindluse küsimused on viimasel ajal (eriti peale 11. sept New Yorgi Maailma Kaubanduskeskuse rünnakut) üles kerkinud linnade hoonete ja ehitiste juures.

7.2.2 Mõnedest sagedamini esinevatest vigadest rekonstrueerimisel ja sellele eelneval uurimisel ning lammutamisel

7.2.2.1 Kiviseinte renoveerimine ja ümberehitamine

Avade tegemine kandeseintesse või nende eemaldamine
Nn. mittekanadvate? seinte eemaldamine või uue seina ehitamine paneelilamu laele, õõnespaneelidele
Koormuste kuhjamine kas remondil või ümberehitamisel
Kivivoodrite sidemete purunemine ja tugevdamine
Piirolukorras olevate postide (sh aknavaheliste) tugevdamine
Vanade hoonete (ka muinsuskaitse all olevate) varemete restaureerimine, renoveerimine
Osaliselt õhitud hooned ja nende probleemid

7.2.2.2 Raudbetoonkonstruktsioonid

Suurte kahjustustega r/b kandekonstruksioonid
Koormuste kuhjamine kas remondil või ümberehitamisel
Katuslagede r/b ribipaneelidele suurte koondatud koormuste rakendamine
Sillad – kõikvõimalikud (r/b, teras, puit), korrosioon.
Lisakoormus seadmetest (riputamine r/b ribipaneelide alumise sarruse külge)
R/b tulekahju tingimustes

NB! Tugistamisel mitte tugevalt üles kiiluda

7.2.2.3 Teraskonstruksioonid

Sidemete eemaldamine
Keev teras ja sellega seotud probleemid
Teraskonstruksioonide tugevdamine koormuse all
Kahjutules kannatanud terasest kandekonstruksioonide probleemid

7.2.2.4 Puitkonstruksioonid

Vanade katusesõrestike asendamine uute kanduritega, ning selle juures vanade sõrestike püsivuse-kandevõime ja ka osaliselt paigaldatud uute sõrestike püsivuse- kandevõime tagamine
Avariieelses olukorras olevate puitsõrestike (turvikute, sarikate) tugevdamine ja lisaõrestike kasutamine
Puitsõrestike ja talade mädanikkahjustused
Kesise projektlahenduse ja ehitamise tagajärjed ja mida teha

7.2.2.5 Vundamendid

Vundamentide ülemäärased (ohtlikud) vajumid

Kokkuvõte

Vanade konstruksioonide ümberehituse projekti koostamine ja ehitamine on palju ebamäärasem ja rohkem võimalikke eksimusi sisaldav töö, kui uute projekteerimine ja ehitamine, kuna sageli puuduvad täpsed algandmed. Seetõttu peab hoonete ja ehitiste rekonstrueerimis- ja ehitustöödele eelnema piisavalt põhjalik uurimistöö, et vältida suuri ja asjatuid kulutusi, mis tingitud vigadest. Samuti peavad rekonstrueerimisel kandekonstruksioonidega tehtavad ehitustööd olema sooritatud võimalikult täpselt ja hea kvaliteetiga.

7.2.3 Hoonete ja ehitiste ehituskonstruksioonide riskianalüüsi (Tallinnas)

7.2.3.1 Korruselamud

Paneelhood:

Nende elamute juures tuleb märkida järgmisi ohuga seotud asjaolusid:

Korruselamute (paneel-, tellis- plokkelamud) puhul üheks suure tõenäosusega õnnetuse põhjuseks on käesolevalt enamuses kontrollimatu hoone (eriti korterite) ümberehitamine ja seejuures kande-, või mittekandvate seinte lammutamine. Ümberehitust, lammutamist või olemasolevale laele uute raskete seinte pealeehitamist otsustab ja teeb sageli asja mittetundev ehitustöölaine (müüri laduja, krohvija jne). On lihtsalt ime, et senini veel rasket õnnetust ei ole Tallinnas juhtunud;

Paneeelamute üheks problemaatiliseks kohaks on aja jooksul (küll põhiliselt ehituse lõpul või hoone kasutamise algperioodil) mõnede üksikute hoonete juures toimunud ühe või kahe otsaseina paneeli väljanihe;

Suurte kahjustustega raudbetoonist rõdulemendid ja sissekäigu varikatused (mis küll paljuski sama probleem kui tellishoonete rõdude puhul);

Välisseina paneelide välis- ja sisemise kandva raudbetoonplaadi vaheliste terrassidemete korrosioon, mida ei ole kuigi põhjalikult uuritud.

Tellishood:

Taas isetegevuslik ümberehitamine;

12 cm savi-, või silikaattellisest välisvoodri, 6 cm soojustusega ja 38 või 50 cm paksuse kandeseinaga hoonete välisvoodri varingu oht, kuna sageli puruneb välisvoodri ja kandeseina vaheline tellisest siderida või roostetab läbi terrassarrusest side;

Lodža seina ja karniisi purunemine temperatuuri- ja niiskusevaheldumise või roomedeformatsioonide tõttu;

Välisvoodri suured niiskuse- ja külmakahjustused.

7.2.3.2 Kõrghooned

Kõrghoonete, nagu hotell Olümpia, Viru hotell, hotell Radisson, pangahooned jne on kas raudbetoon- või teraskarkassiga. Põhikandekonstruksioonid on põgusal vaatlusel suhteliselt väikeste kahjustustega. Samas tuleb rõhutada, et nende konstruksioonide seisund vajab süstemaatilist uurimist heatasemeliste spetsialistide poolt.

Üks suuremaid ohu põhjusi on kahjutuli ja eriti teraskonstruksioonide puhul. Erilist tähelepanu tuleb pöörata töökindlate ja alaliselt valmisolevate

väljapääsude olemasolule.

7.2.3.3 Suurhallid, teatrid

Nende ehituste hulka tuleb lugeda näiteks Kalevi kergejõustiku maneež, Saku suurhall, Linnahall, Rahvusoper “Estonia” ja selle kontserdisaal, Draamateater, Vanemuine, jne.

Tõsisemaid probleeme on Estoniaga (korrosioonikahjustused vanadel raudbetoonkonstruktsioonidel kogu keldri ulatuses. Ehkki selle hoone puhul on mitmeid uuringuid ja ka projektlahendusi ja remontegi tehtud, on ikkagi osa konstruktsioone tugevdamata ja tegemata lihtsalt finantside puudumise tõttu.

Ka teiste teatrite konstruktsioonid vajavad süstemaatilisi uuringuid.

Väga põhjalikku ülevaatus vajavad ka Linnahalli kandekonstruktsioonid.

Kalevi kergejõustiku maneeži on aegajalt kontrollitud.

Kõikide nimetatud objektide puhul on taas suure ohu allikaks kahjutuli, mis on väga kergesti tekkiv. Seda näitas ka Estonia katusekonstruktsioonide ehitamise aegne kahjutuli, mis pääses lahti lavakarbis oleva kanga süttimise tõttu.

Suurhallide katusekonstruktsioonid vajaksid igal aastal korra või kaks ülevaatumist, so sügisel selleks, et selgitada kas objekt on talve tulekuks (suure lume koristamine katustelt) ette valmistatud ja kevadel selleks, et selgitada, mis talve jooksul on toimunud, nagu see näiteks varasemates eskirjades oli. Teatud tõenäosusega on alati võimalik Marja poe taoline avarii.

7.2.3.4 Tööstusettevõtete hooned

Nõukogude aastail ehitatud tööstushoonete puhul on tegemist kas raudbetoon- või teraskandekonstruktsiooniga.

Põhilised ohu allikad on tingitud järgmistest asjaoludest: konstruktsioonide korrosioonikahjustused (laias mõttes, so materjalide, nagu betooni, raudbetooni, telliste, terase ja puidu lagunemine mistahes põhjusel). Osadel vanadel terassõrestikel on nii suured korrosioonikahjustused, et suur osa varraste ristlõikest on hävinenud. Raudbetooni puhul on mõnede kandekonstruktsiooni sarruse korrosioon nii kaugele arenenud, et põhisarrusvarrastest on järele jäänud vaid roostejälg;

osades teraskandekonstruktsioonides on lubamatutes kohtades kasutatud nn keevterast, mis dünaamiliste koormuste, madalate temperatuuride puhul võivad ootamatult puruneda. NL ajal käivitati korraks selle materjaliga konstruktsioonide ülevaatus, kus oli ka juhend mida sel puhul teha, kuid see töö jäi pooleli;

konstruktsioonide kahjustused, mis põhjustatud nende ülekoormamisest (näiteks

uue põrandakonstruksiooniga, uute seadmetega jne), või vigastustest, mis tekkinud või tekitatud mistahes muul viisil (kraanade või autode otsasõit ja selle tagajärjel kõverdunud ja lõhutud konstruksioonid); suure ohu allikas on mittekasutatavate tööstushoonete lammutamine, mida tavaliselt tehakse ilma vajaliku projektita ja inseneri juhendamisetä või järelvalveta (näiteks galerii demontaaž Kohtla Järvel, mille tagajärjel hukkus tööline).

Tööstushooned vajaksid igal aastal samuti korra või kaks ülevaatamist, so sügisel selleks, et selgitada, kas objekt on talve tulekuks (suure lume koristamine katustelt) ette valmistatud ja kevadel selleks, et näha, mis talve jooksul on toimunud, nagu see varasemates eeskirjades ka oli.

7.2.3.5 Kauplused

Üks raskemaid juhtumeid Tallinnas oli Marja poe varing, kus sisuliselt oli tegemist raudbetoonist tala osalt projekti, osalt ehitusveaga. Osalt selle tõttu, et projekteerija küll märkas viga ja tegi selle paranduse viimasel hetkel tööde tegemise (objekti) žurnaali, kuid ehitaja kas ei märganud seda, või oli varingu põhjustanud tala selleks ajaks juba valmistatud ja paigaldatud. Sellist viga on hiljem, eksploatatsioonis väga raske, kui mitte võimatu avastada, kuna sellele ei eelne mingeid visuaalseid hoiatavaid märke. Pealegi võivad kandekonstruksioonid olla peidetud ripplae alla. S.o. vajalikul määral armeerimata tala otsa betoonlõige töötas niikaua, kuni ei tekkinud selles pragu. Peale praio tekkimist (16 aastat hiljem) toimus varing praktiliselt mõne sekundi jooksul.

Teine suur kauplus Tallinnas oli raskes seisundis eriti peale renoveerimist, kus 50-ndatel ehitatud konstruksioonide seisundi uuring oli kesine ja renoveerimisel lisati oluliselt pörada koormust. Seejärel tuli ajutiselt piirata uue pöranda kasuskoormust, osa konstruksioone tugevdati teraskonstruksioonidega ja osa kalleid pörandaid tuli hiljem ka lõhkuda ja uuesti ehitada.

Kaupluste osas, olgu nende kandekonstruksioonid terasest, raudbetoonist või tellistest on ühed suuremate inimohvritega õnnetuste võimalikuks kohaks. Ja nende tehnilist seisundit tuleb süstemaatiliselt kontrollida.

7.2.3.6 Viaduktid, sillad

Sia loetelusse kuuluvad Tallinnas sellised sillad ja viaduktid nagu Tartu mnt. raudteesild, Paldiski mnt., Ristikü tn., Rohu tn., Endla tn. rt sillad, Pärnu mnt. sild, Laagna tee sillad, Pirita jõe maantee sillad, paar jalakäijate silda, jne.

Eriti tugevad korrosioonikahjustused esinevad Ristiku tänavat ületaval raudtee sillal. Selle silla raudbetoonist sildekonstruktsioonid tuleks võimalikult lähemal ajal (kohe) demonteerida ja asendada uute konstruktsioonidega.

Osa vanadest viaduktidest, nagu Paldiski mnt, Rohu tn aga ka Endla tn. ja Tartu mnt viaduktid, mis ka raudbetoonkonstruktsioonidest on aegajalt remonditud, kuid vajavad veel tõsisemat uuringut, sh eriti Tartu mnt viadukt (rt sild).

Osa sildadest on suhteliselt uued, nagu Laagna tee sillad jne., kuid ka need vajavad juba tõsisemat tehnilise seisundi uuringut.

7.2.3.7 Sadamate kaid

Nõukogude aja alguses ehitatud sadamate kaide raudbetoonist vaialused ja kai pelisehitus on kohati võrdlemisi raskes tehnilises seisundis. Näiteks Kopli sadamas (kalasadam), kus kai peal töötab sadama kraana ja on kaks raudteeliini ning kuhu randuvad laevad on raudbetoonist toruvaiades suured praod. Olgugi, et mõned aastad tagasi injekteeeriti neid pragusid ja toruvaiad kaeti epovaiguga liimitud klaasriidega vajaksid need taas täiendavat tehnilise seisundi hindamist.

Sama kontrolli tuleb teha ka teiste sadamate kaiehituste osas.

7.2.3.8 Varjendid

Varjendid on peaaegu 100 % raudbetoonist. Ohu allikaks on nende konstruktsioonide terassarruse korrosioon. Neid kahjustusi tuleb põhjalikumalt uurida ja otsustada kuidas selliseid kahjustusi likvideerida ja remontida.

7.2.3.9 Mittekasutatavad hooned ja ehitised, varemed

Erilist käsitlemist vajab vanade tehase- ja muude hoonete lammutamine. Siinjuures tuleb märkida järgmisi objekte:

Tselluloositehase varemed, varemed Rotermanni piirkonnas, jne., mis võivad kujuneda inimestele, eriti lastele ohtlikuks ja vajavad seetõttu varinguhu seisukohalt vaadatuna tehnilist kontrolli ja hinnangu andmist; omaette ohtlikuks ehitiseks on muinsuskaitse all olevad Lennusadama koorikkatused, kus küll on alustatud tugevdusremondiga, on aga pikki aegu seskunud finantside puudumise tõttu.

7.2.3.10 Terrorismi hoonete puhul ja ohutus õhitud hoonete tugevdamisel ja taastamisel

See ala on üks ohtikemaid ehitustööde keerukuse ja probleemide ebamäärasuse tõttu. Ala vajaks koos Päästeametiga tegutsemise eeskirjade ja korra väljatöötamist.

7.2.3.11 Kokkuvõte

Liigse ohu ja riski vältimiseks hoonete ja ehitiste puhul tuleks toimida alljärgnevalt:

objekti omanikud või valdajad peaksid vastavalt linnavalitsuse või volikogu otsusele objektide ohutuse tagamiseks selleks loodud korra järgi sooritama esmase järeelvaatuse, mida võiks teha näiteks TTÜ-s väljatöötatud meetodi kohaselt, kus antud või kirjeldatud tunnused asja mittetundvale inimesele, kes siis vastavalt (visuaalselt) hindab, millise taseme ohuga on tegemist ja millise tasemega spetsialisti oleks vaja edasi rakendada või ei ole vaja midagi teha. Nimetatud süsteemi võib selleks otstarbeks ka edasi arendada. Paljudel juhtudel on tegemist kõige lihtsama hooletuse või asjatundmatusega eksploateerimisel; eriti vastutusrikkad hooned ja ehitised, nagu tele- ja raadiotornid, suured hallid, teatrid, kaubamajad, viaduktid-sillad, koolihooned, oleks mõistlik läbi vaadata näiteks Tehnikaülikooli ehituskonstruksioonidealastel kõrgetasemelistel spetsialistidel, mille tulemusena esitatakse aruanded tegeliku olukorra ja edaspidiste hädavajalike toimingute-tööde osas. Selliseks tööks peaks linnavalitsus ette nägema ka vastavad finantsvahendid (võimalik paari milj. krooni ulatuses);

osade konstruktsioonide normaalseks töötamiseks peab olema automaatselt käivituva varusüsteemi, nagu pneumokonstruktsioonide puhul varuventilaatorid jne.;

omaette suurt ohtu tulekahju puhul kujutavad varuväljapääsud, mis on lihtsalt nii suletud, et neid ei saa ohu korral kasutada;

ettevõtetes, kus on tegemist jahu, puidu jne tolmuga, mis teatud kontsentratsiooni puhul on plahvatusohtlik, tuleb ohtu ja selle vältimist vaadelda ja kontrollida just selles suhtes;

Kõik eelnimetatu on seotud nii ehk teisiti teatavate kulutustega ja seda on vaja arvestada, vastasel juhul ei toimu midagi ega vähene oht vaadeldud alal.

7.2.4 Riski ja ohutuse temaatika raamistiku definitsioone (määrangud)

Oht - tegevuse omadus (atribuut), mis võib kahjustada ja on suunatud teatud objektile nagu inimesed, vara, jne.

Ohutus - iseloomustab ohu puudumist. Suhtelistes terminites võib

õelda, et ohutus on saavutatud, kui risk on allpool aktsepteeritavat (vastuvõetava) piiri.

Risk - on ohu suuruse mõõt. Risk on ebasoovitava sündmuse esinemise sageduse ja tema tagajärje funktsioon, või tagajärje ootus (võimalikkus).

Töökindlus - vaadeldava süsteemi võime antud kitsenduste ja aja piires täita soovitud nõudeid. Seega on töökindlus tõrke (ka kokkuvarisemise) tõenäosuse näitaja.

Riski "ülekanne" - ohu vastu kindlustamine (kindlustusfirmade teenuseid kasutades)

7.2.5 Mõningaid avariidjuhtumite näiteid



Sõrestiku alumises vöös tõmbeluku asendamine pealekeevitatud torujupiga





Keevast terasest profiili habras purunemine



R/b tala purunemine toel rangide ja ülespöörete puudumise tõttu



Varing nelja korruse ulatuses ehituse ajal lae materjalidega ülekoormamise tõttu



Ehituse ajal TT paneelidest lae varing nende paneelide lõugtaladele vigase toetuse tõttu



Kivivoodri varing müüritise kandva osaga vigase sideme tõttu



Terrorism



Puit-metallsõrestike varing ülisaledate
sõlmlappide stabiilsuse kao tõttu



Ogaplaatsõrestike varing ehituse ajal
ebapiisavate sidemete tõttu



Liimpuit-terassõrestike varing ehitamise ajal
sõrestikevaheliste sidemete asendamisel terastrossi
ja sõlmedes nõrkade kinniruste tõttu



Sidemete nõrgad kinnituselemendid sõlmedes





Trossidest sideelemendid ja nende küsitav kinnitus sõlmes



Keevituse kohal kõrge süsinikusisaldusega tõmbi habras purunemine

8. Konstruksioonide tugevdamise probleemidest ja sellealast kirjandusest

8.1 Üldisi seisukohti

Tugevdamine on vajalik, kui on:
kohaliku või üldise avari eelne seisund
kohaliku purunemise (praod, kõikvõimalikud muud kahjustused) arenemise tõkestamise vajadus
vajalik tõsta olemasoleva konstruktsiooni kandevõimet või jäikust (sh ka vibratsioonide vältimiseks)

Mistahes tugevdamisele eelneb vastav uuring (vahel võib sellega olla väga kiire), kus uuritakse ja analüüsitakse:

- millised on kandevõime reservid, eriti kui eesmärgiks on olemasoleva konstruktsiooni kandevõime tõstmine, sh.
- koormuste ja mõjurite analüüs
- töötamistingimuste tegurite analüüs
- materjalide füüs.-keemiliste omaduste kontroll
- varem kasutatud arvutusskeemide analüüs
- ruumliku ja komplekstöö arvestamine
- täpsemate arvutusvõimaluste kasutamine (LEM)
- materjalide elasto-plastse töö arvestamine
- geomeetrilise ja füüsikalise mittelineaarsuse arvestamine
- tegelike pingete ja kandevõime määramine konstruktsiooni katsetamisel mittepurustavate meetoditega
- vajadusel tugevdada sõltub ühe või teise tugevduslahenduse valik asjaoludest, mis olenevad: kahjustusest, tugevdamise vajadusest, konstruktsiooni tüübist, materjalist, jne.

Konstruktsiooni võimalikud kandevõime reservid on esitatud alljärgnevas tabelis:

KONSTRUKTSIOONI RESERVID	KANDEVÕIME	Nüüdisaegsete teadmiste/Algandmete ja arvutusmeetodite/kaalutud analüüs kasutamine	- Koormuste ja mõjutuste analüüs, jõudude ümberjaotuse arvestamine.
			- Ülekoormus-, dünaamika- ning töötamistingimuste tegurite kontroll.
			- Materjali füüsikaliste, keemiliste omaduste kontroll, eemärgiga suurendada arvutuslikke tugevusi.
			- Tegelike arvutusskeemide (nii konstruktsiooni elementide kui sõlmede) analüüs.
	- Ruumliku ja komplekstöö arvestamine võimalus (sidemete ja katteelementide koostöö arvestamine).		
	- Konstruktsiooni arvutamine elektron arvutil, arvestades ruumlikkust, dünaamikat, jne.		
	- Materjali elastoplastse töö arvestamine.		
	- Geomeetriliste ja füüsikaliste mittelineaarsuste arvestamine.		
	- Tegelike pingete ja kandevõime määramine konstruktsiooni katsetamisel mittepurustavate meetoditega.		

Tugevdamise põhimõttelisi variante võiks olla:

- koondatud koormuse ühtlasem jaotamine kandvate elementide vahel (eriti avarii vältimiseks), kus ka reeglina tuleb midagi lisada;
- tugevdamine - töötamisskeemi muutmata, kas kohalikul ristlõike suurendamisega, lisaelementide pealekeevitamise, poltimise, naelutamise,

liimimise jne abil, sama sõlmede puhul, kogu elemendi ristlõike suurendamisega, sh ka kompleksina töötava konstruktsiooni jne. kasutamine), või paralleelsete elementide lisamisega, või elemendi või osa konstruktsiooni asendamine;
- tugevdamine konstruktsiooni või selle elemendi arvutus(töötamis-)skeemi muutmisega (näiteks sprengli, kasutamine, sh ka kompleksina töötava konstruktsiooni jne. kasutamine);

Jäikuse suurendamiseks ka lisasidemete paigaldamine (eriti vibratsioonide vähendamiseks).

Vundamentide puhul kasutatakse sageli peale taldmiku suurendamist erinevaid lisakonstruktsioone või ka aluse tugevdamist.

Üks olulisi põhimõtteid on tugevdatava konstruktsiooni üleskiilumine, ülestungimine tugevduskonstruktsioonile, so tugevduskonstruktsiooni eelpingestamine. Raudbetonelementidele peale- või allabetoneeritud kihtide, postide ja seinte sarkide puhul eelpingestamist ei saa, ega ole vajalik teha, sest lisatav osa on reeglina tihedalt tugevdatava konstruktsiooniga kontaktis.

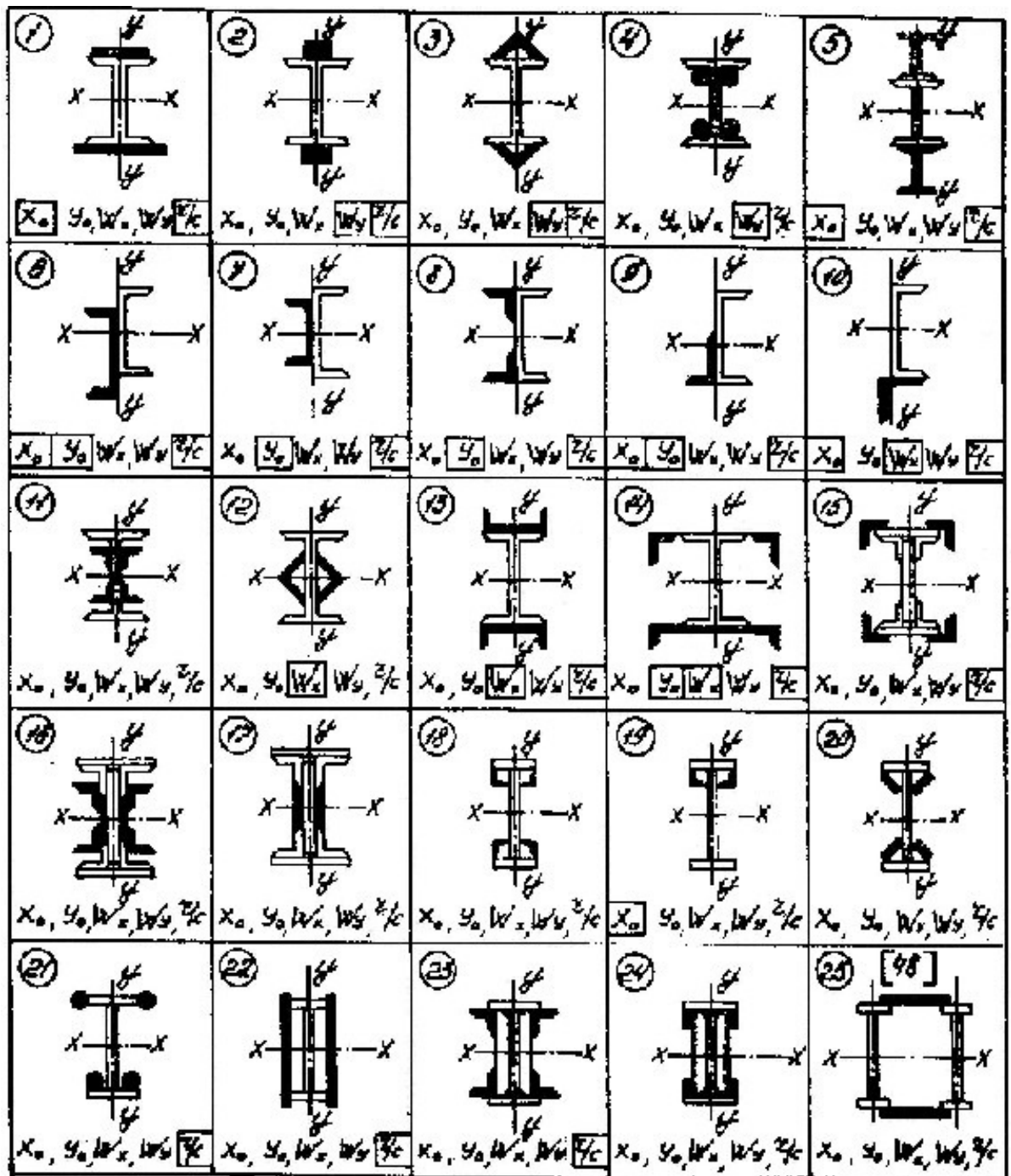
Uuringute ja edasise töö osas esineb inseneridel üldiselt kaks toimimise viisi:

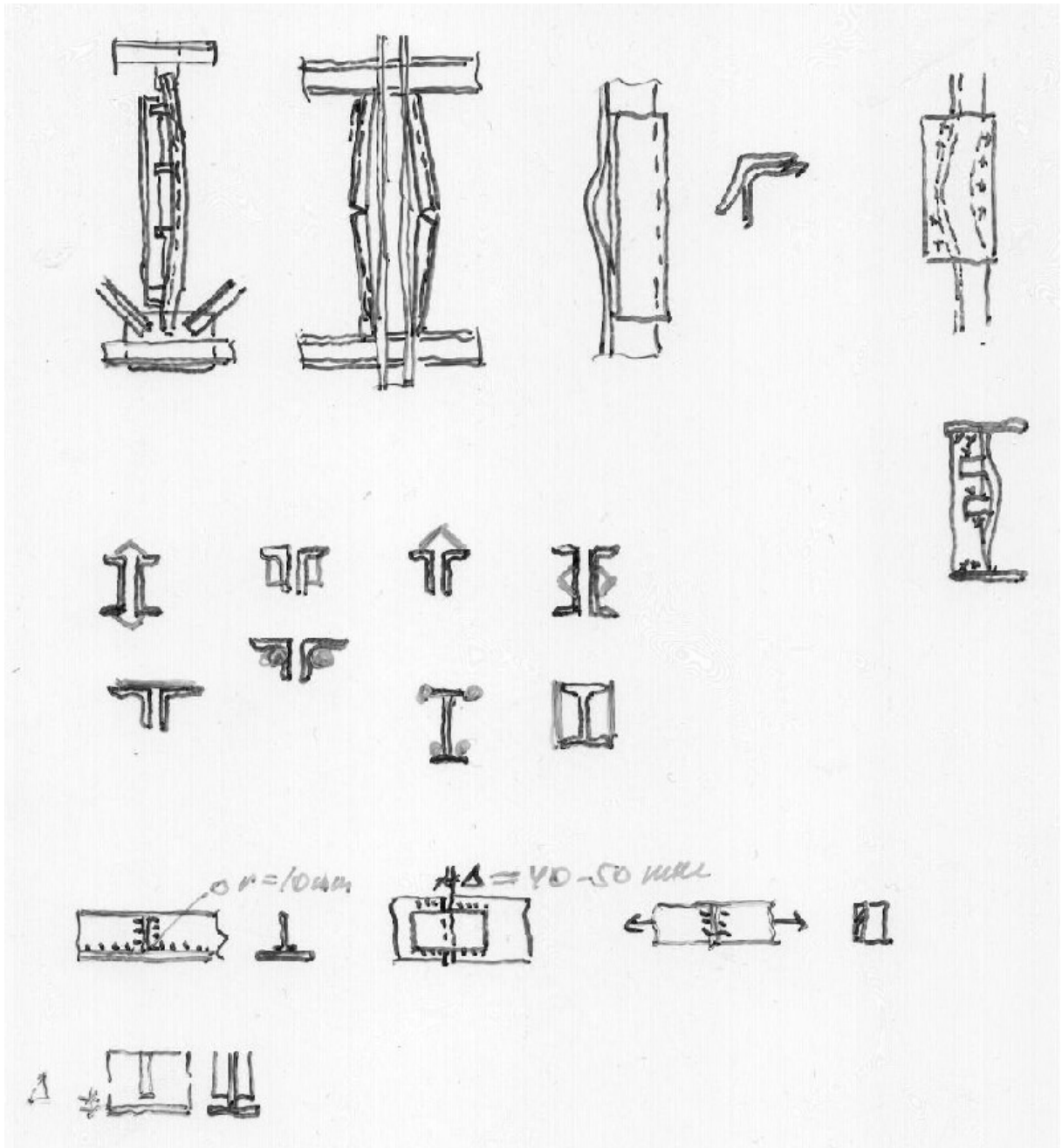
kerge uurimistöö – suured tugevdustööd – väike vastutus, vead võivad ikkagi esineda, kuni tugevdusjärgse avariini
võimalikult põhjalik uurimistöö – väiksemad tugevdustööd (võiremondikulud) – suurem vastutus

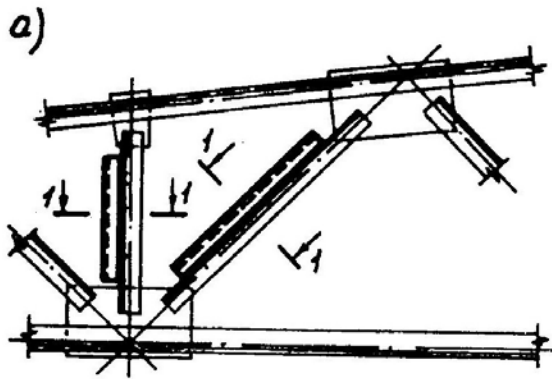
8.2 Erinevate konstruktsioonide tugevdamise põhimõtteid ja näiteid

Teraskonstruktsioonid:

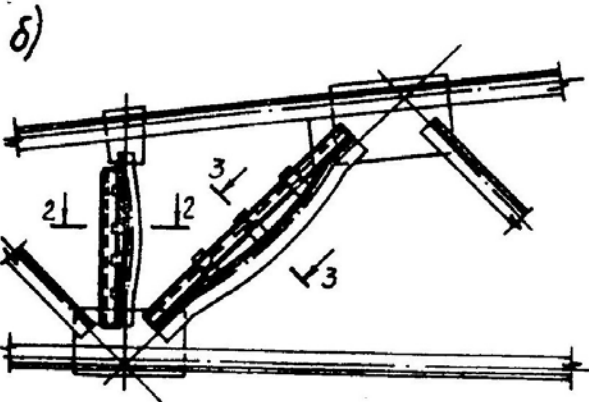
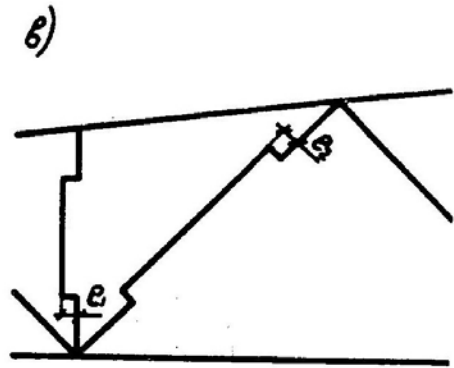
Teraskonstr tugevdamise näiteid:





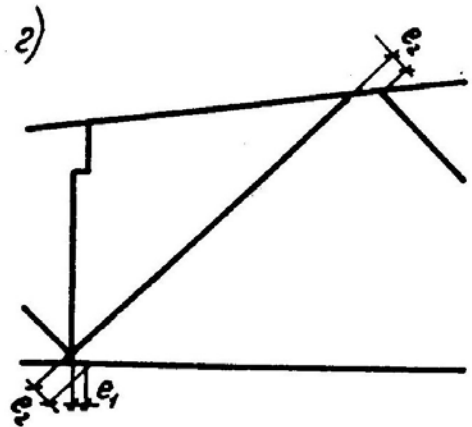
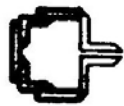


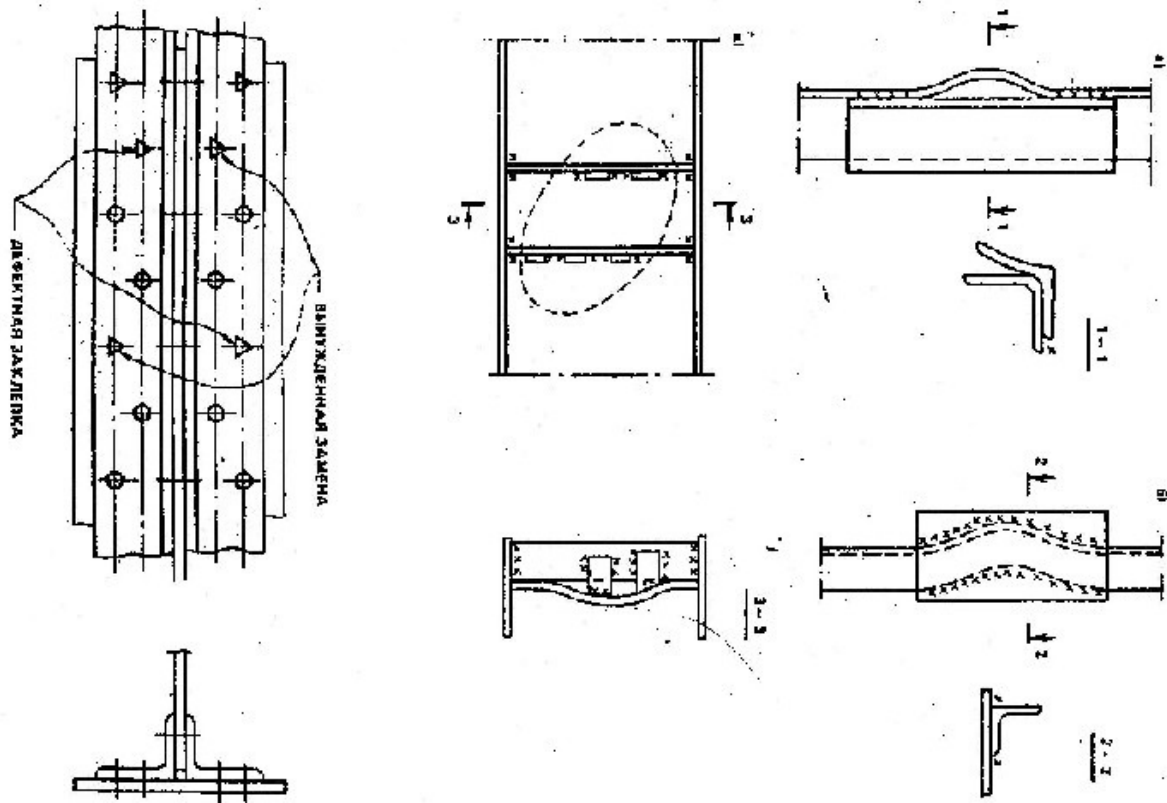
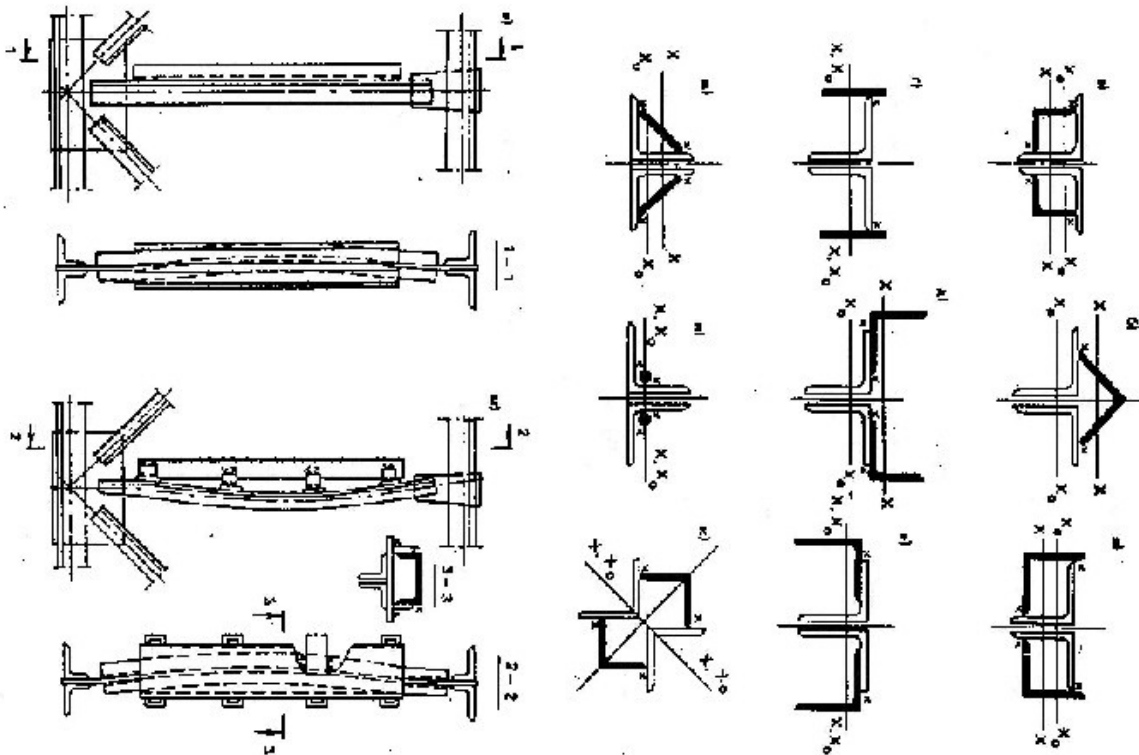
1-1

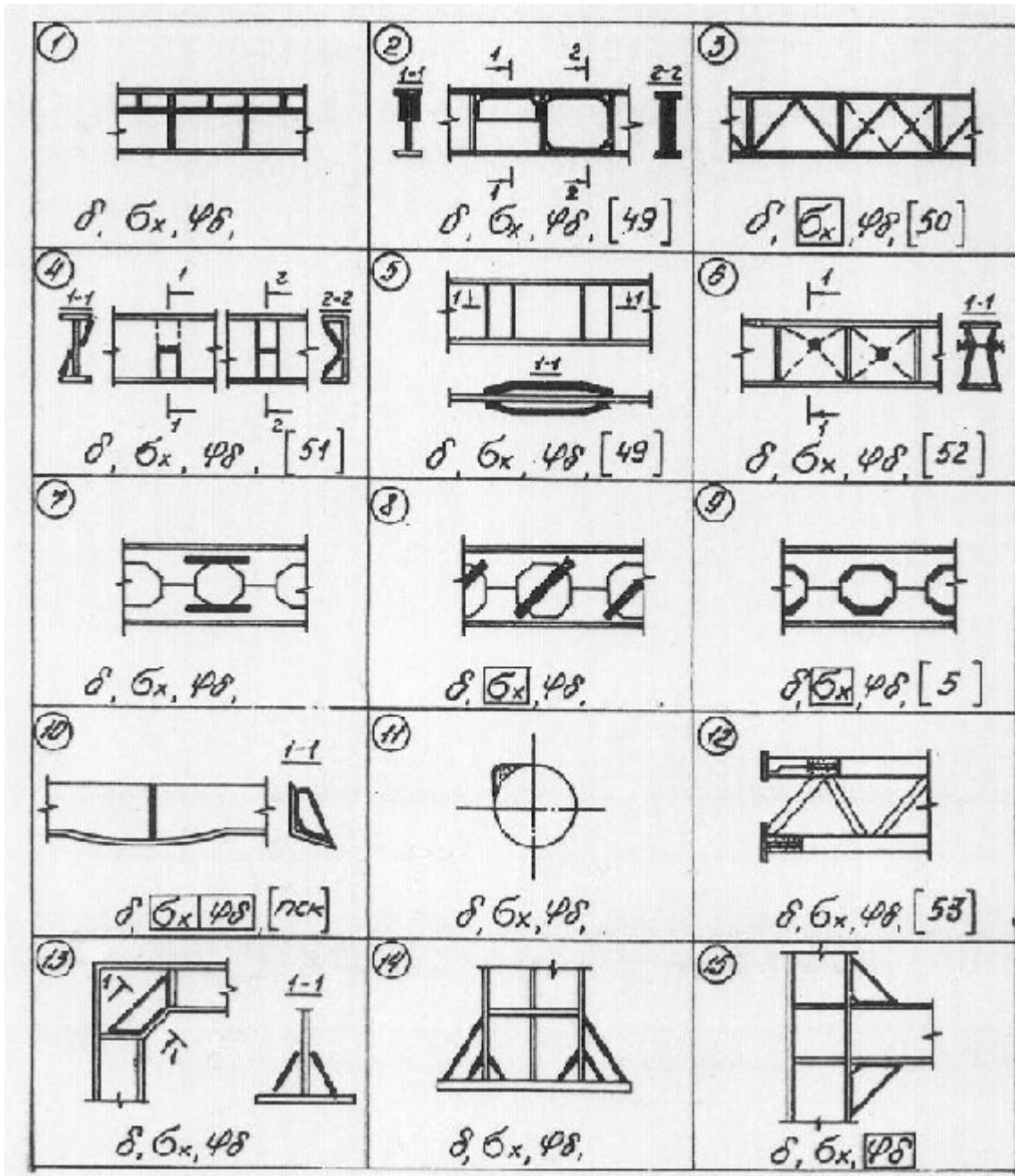



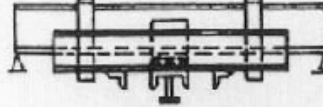


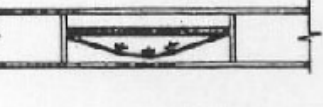
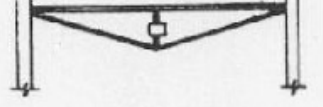


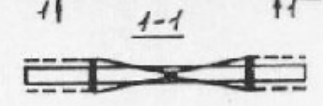
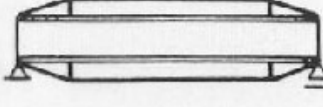



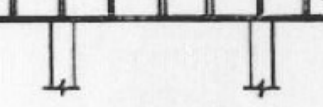
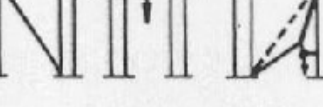
2-2

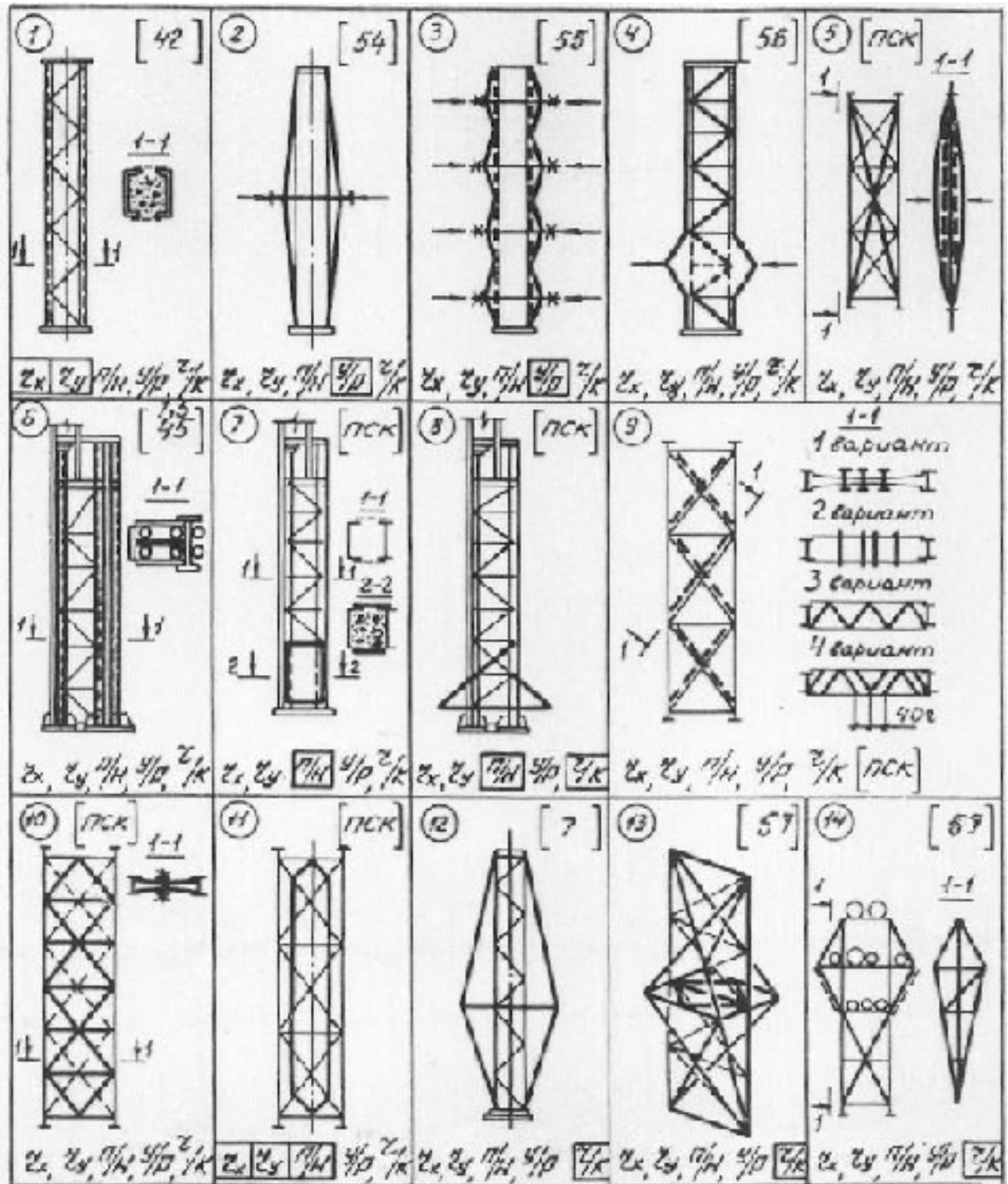
3-3

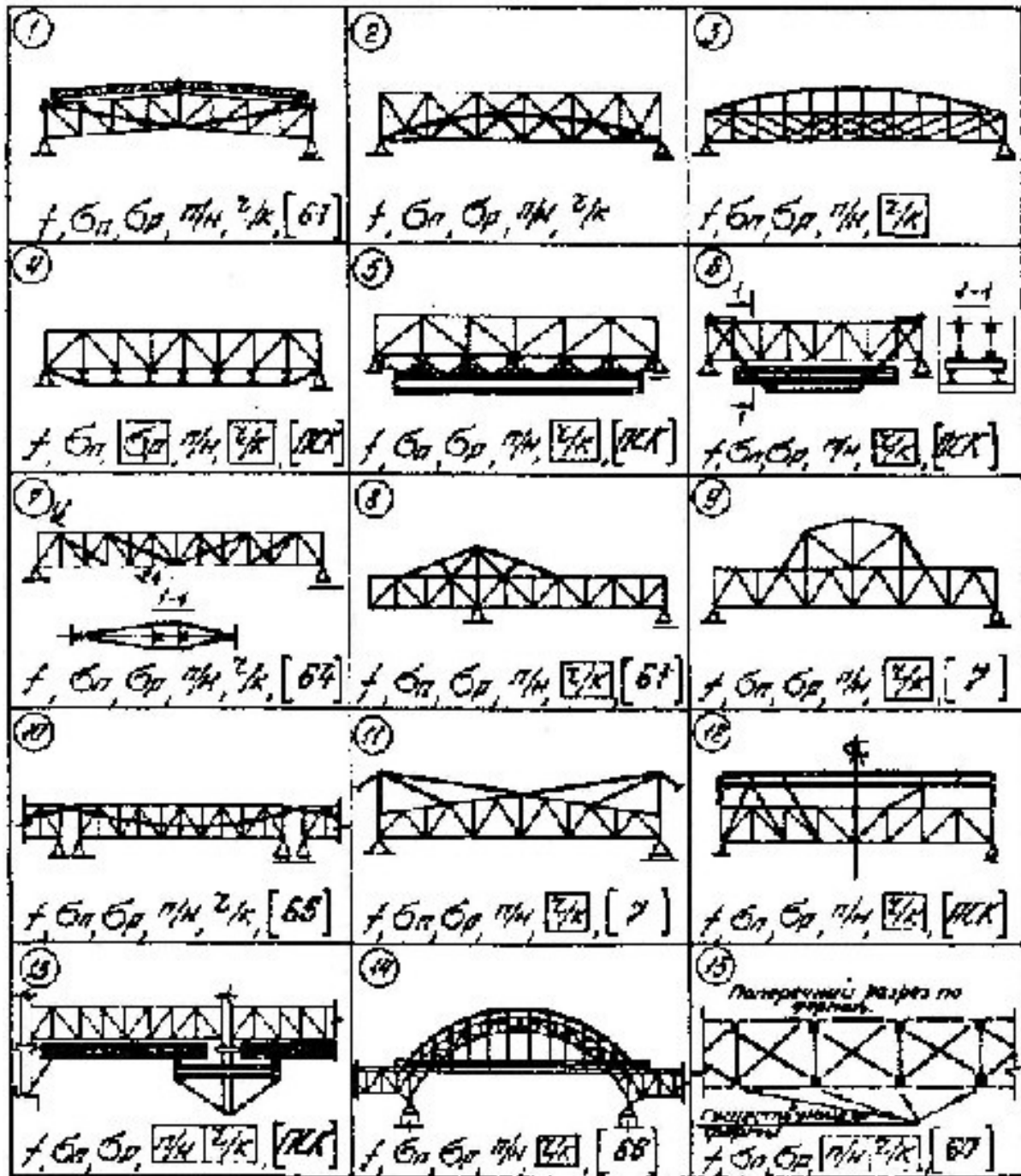


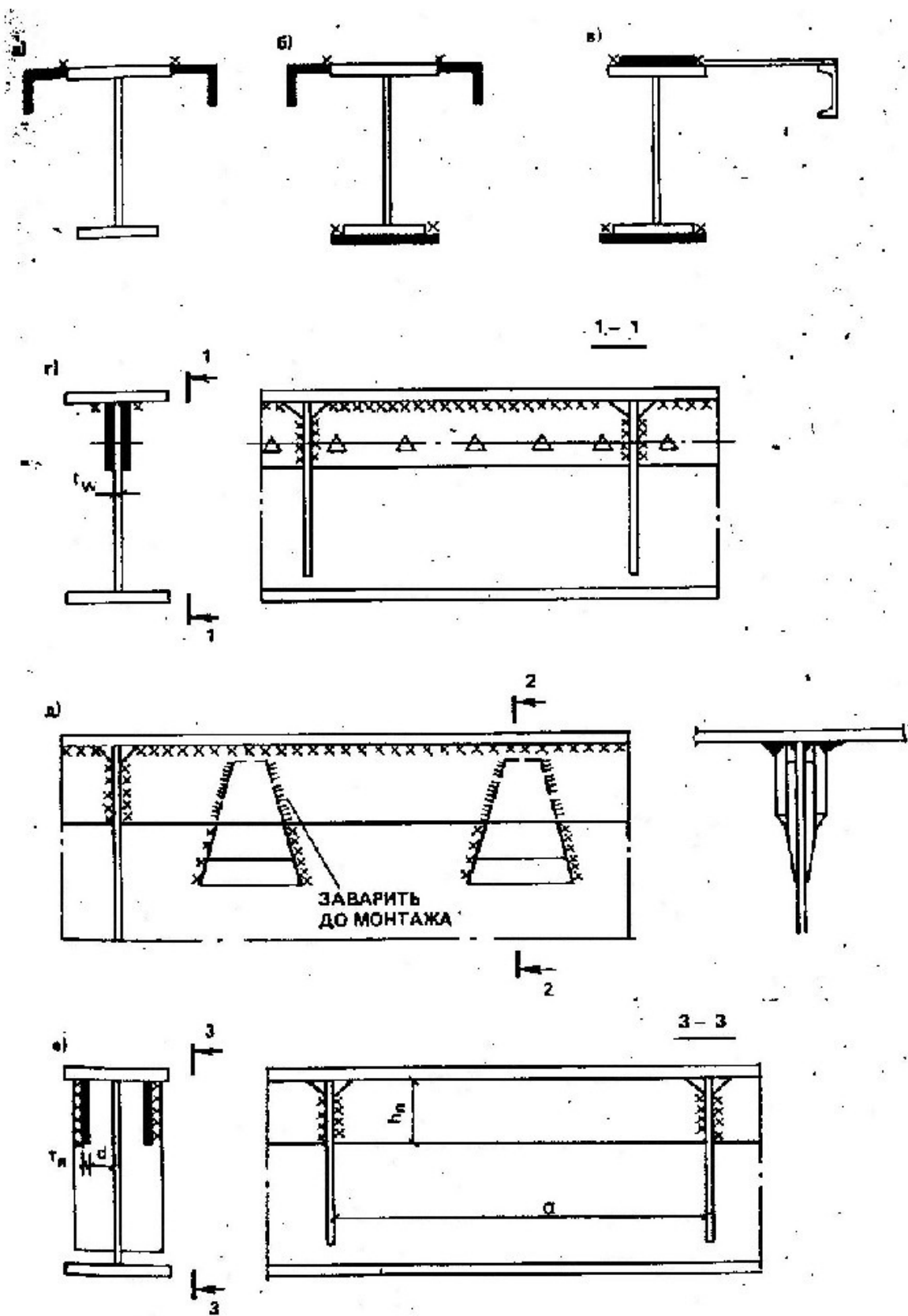




<p>1</p>  <p>$f, \varphi, \eta/H, \zeta/K, [42]$</p>	<p>2</p>  <p>$f, \varphi, \eta/H, \zeta/K, [58]$</p>	<p>3</p>  <p>$f, \varphi, \eta/H, \zeta/K, [57]$</p>
<p>4</p>  <p>$f, \varphi, \eta/H, \zeta/K, [59]$</p>	<p>5</p>  <p>$f, \varphi, \eta/H, \zeta/K$</p>	<p>6</p>  <p>$f, \varphi, \eta/H, \zeta/K, [59]$</p>
<p>7</p>  <p>$f, \varphi, \eta/H, \zeta/K, [60]$</p>	<p>8</p>  <p>$f, \varphi, \eta/H, \zeta/K, [43]$</p>	<p>9</p>  <p>$f, \varphi, \eta/H, \zeta/K$</p>
<p>10</p>  <p>$f, \varphi, \eta/H, \zeta/K, [61]$</p>	<p>11</p>  <p>$f, \varphi, \eta/H, \zeta/K, [62]$</p>	<p>12</p>  <p>$f, \varphi, \eta/H, \zeta/K, [61]$</p>
<p>13</p>  <p>$f, \varphi, \eta/H, \zeta/K, [63]$</p>	<p>14</p>  <p>$f, \varphi, \eta/H, \zeta/K, [43]$</p>	<p>15</p>  <p>$f, \varphi, \eta/H, \zeta/K, [7]$</p>







Puitkonstruktsioonide (sh liimpuidu praod) mõningaid tugevdamise lahendusi:

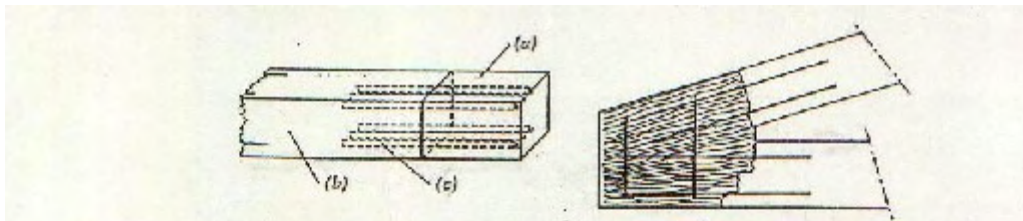


Figure 1 Replacement of inefficient segments of original members with epoxy. (a) Beam end replacement, (b) original timber, (c) steel or fibreglass rods.

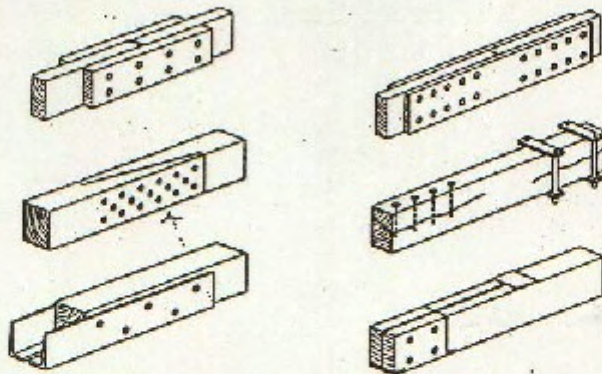


Figure 2 Replacement of inefficient segments of original members by means of traditional joints; left, top to bottom: splice joint covered by bolted wooden plates, nailed spliced bevelled joint, bolted end joint, with steel channel; right, top to bottom: splice joint covered by bolted steel plates, shear reinforcement with nails or steel clamps, splice joint with internal steel plate.

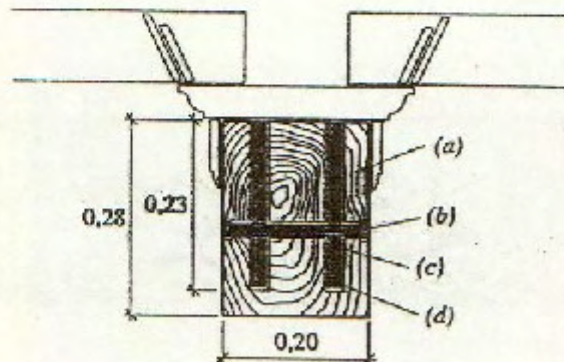
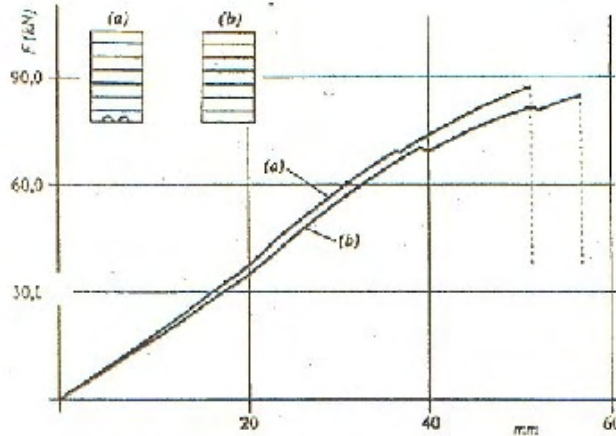
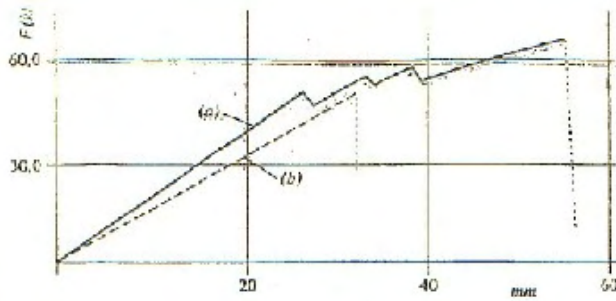
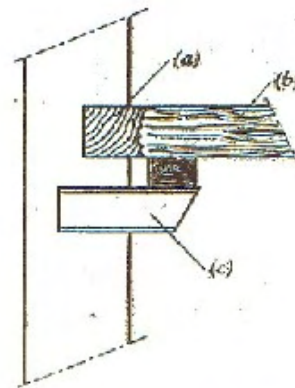


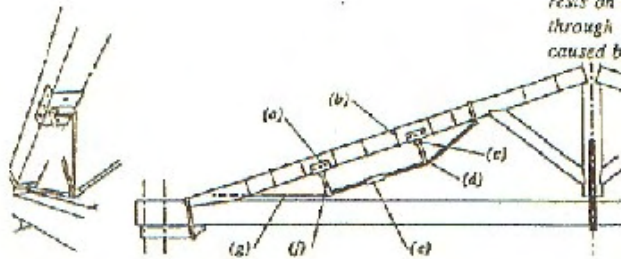
Figure 3 Glued-in plates, along the whole length of a white fir beam (Tamponé, 1989, modified), (b) threaded steel rods, (c) steel plates thick, (d) epoxy resin.



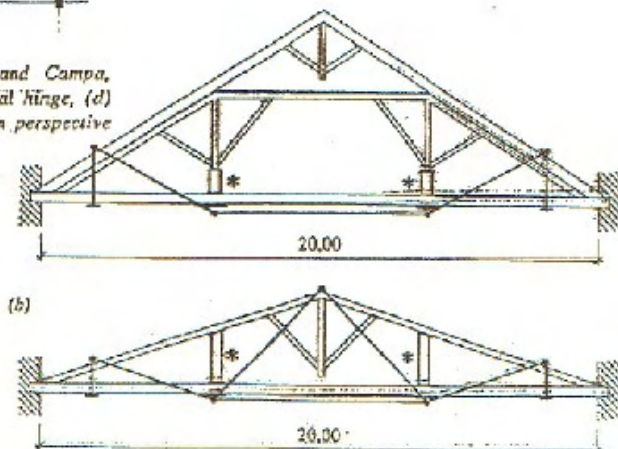
Effects of steel or fibreglass rods glued with epoxy resin into grooves cut along the tension edge of the beam on its load-deformation behaviour. (a) reinforced cross-section, (b) timber cross section without reinforcement. Top diagram: beams with large defects, bottom diagram: beams with minor defects.



Modification of support conditions: the decayed beam end (a) has been unloaded by moving the support towards the sound beam part (b) which rests on a wooden sleeper, which in its turn rests on an I-beam bracket through a neoprene saddle, intended to prevent moisture condensation caused by temperature differences.



Tie-rods on individual members (from Tampono, Franci and Campa, 1989). (a) base plate for strut, (b) steel scarf, (c) cylindrical hinge, (d) clamp, (e) turnbuckle, (f) strut, (g) steel cable, left: detail in perspective view.



Tie-rods on two types of trusses (from Marzadi, Messina, and Paolini, 1985). the internal elements marked * have been added together with the tie-rods.

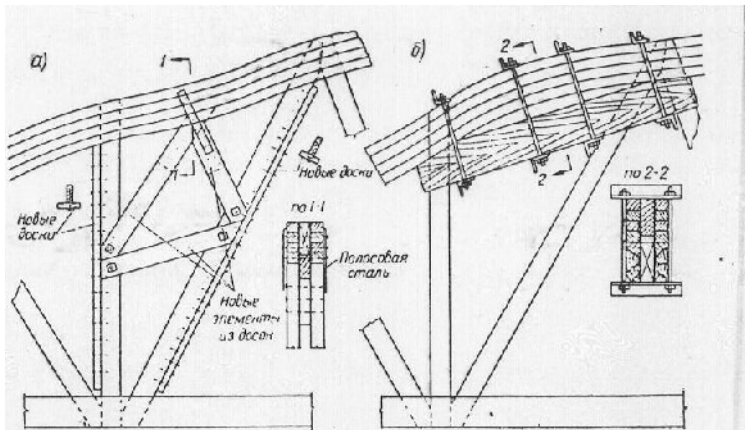


Рис. 416. Способы ремонта выпучившегося верхнего пояса сегментной фермы

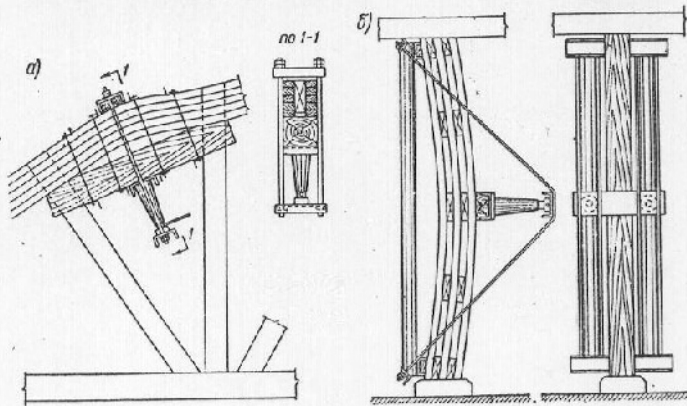


Рис. 417. Способы выпрямления выпучившихся элементов

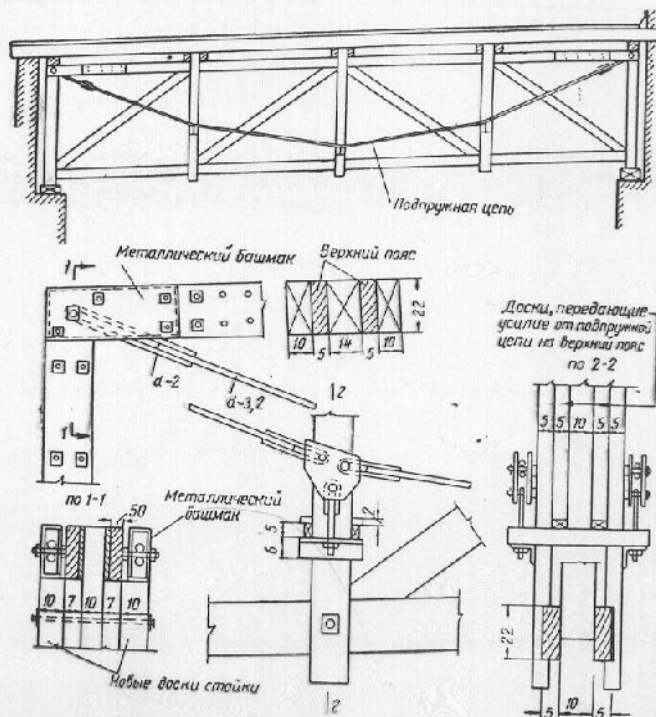
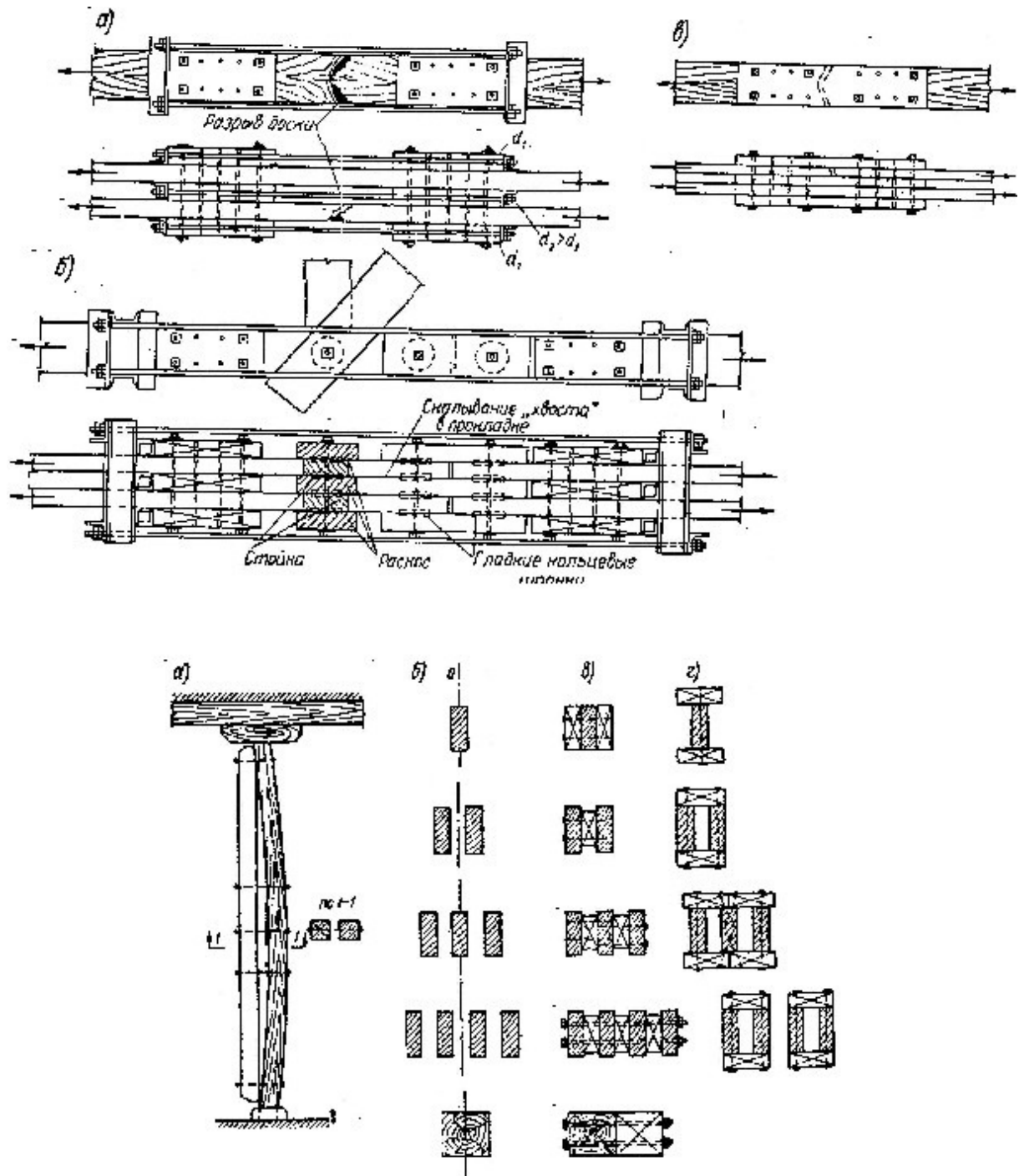
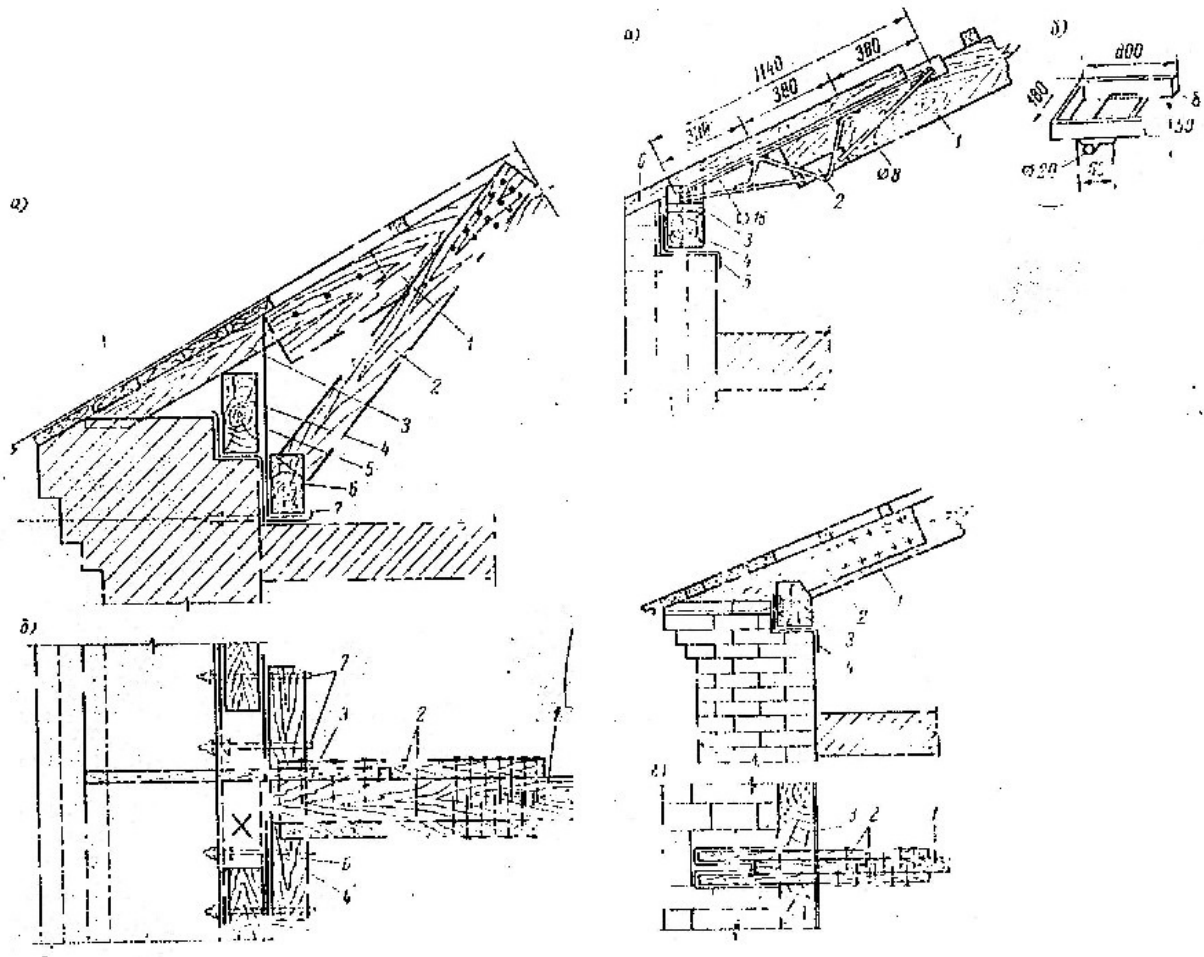
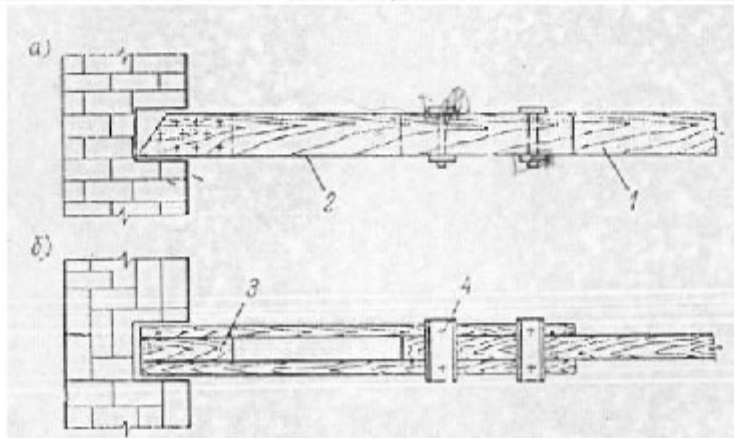
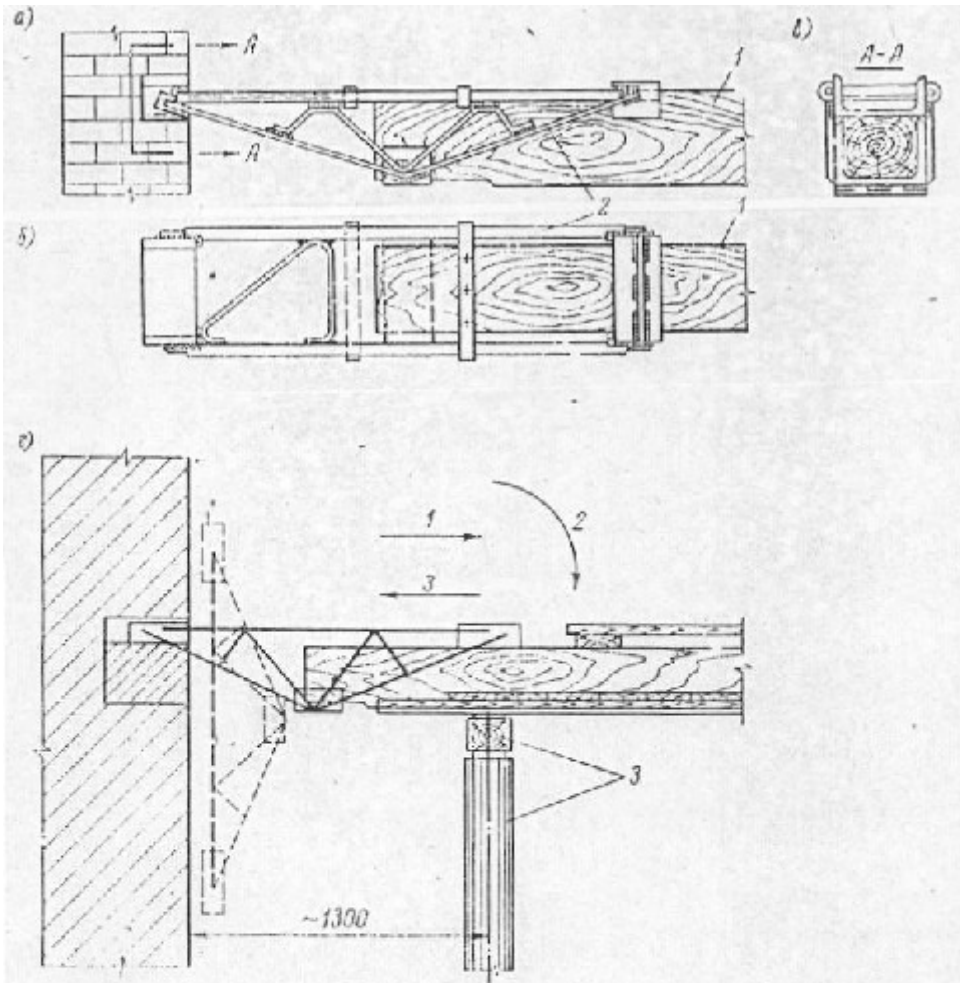


Рис. 421. Усиление фермы на врубках при помощи подпругной цепи







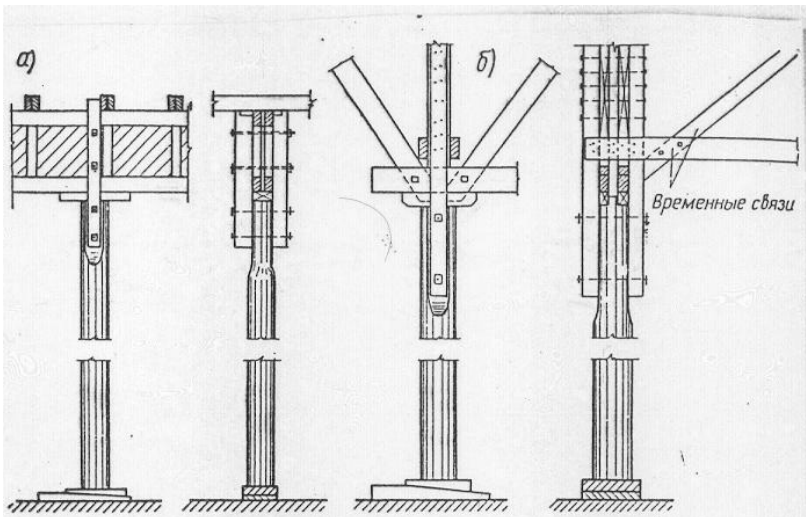


Рис. 408. Временные стойки из одного бревна



Рис. 411. Замена концов балок и их усиление при дефектах у опор и в средней части пролета

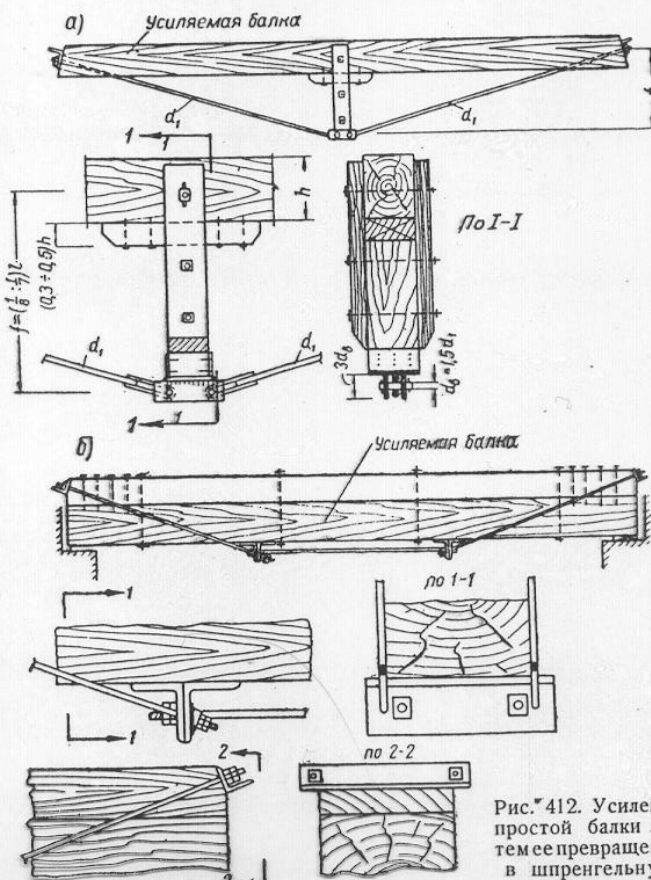
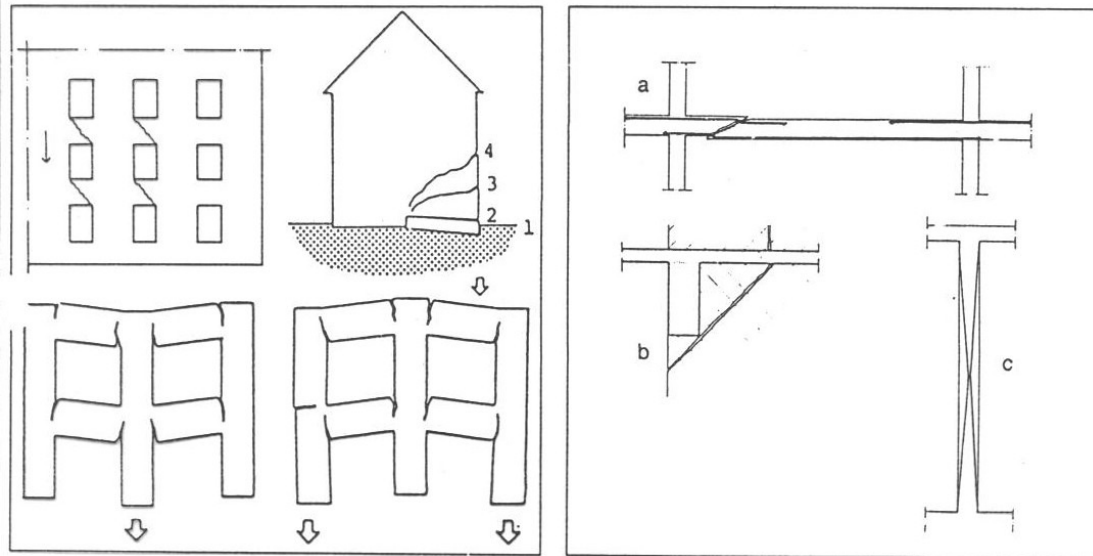
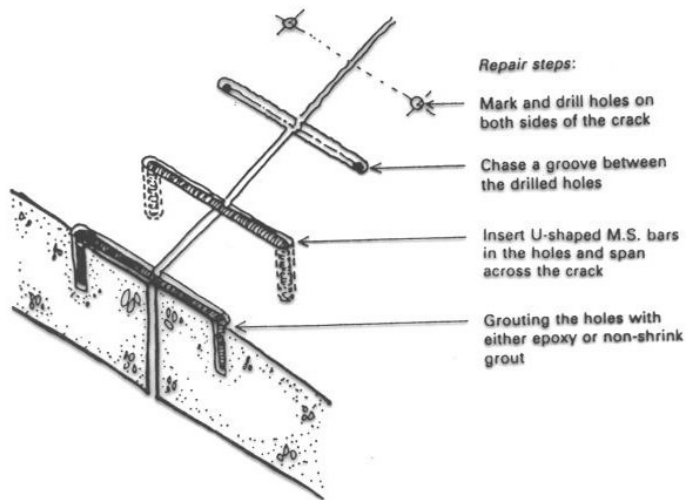


Рис. 412. Усиление простой балки путем ее превращения в шпренгельную

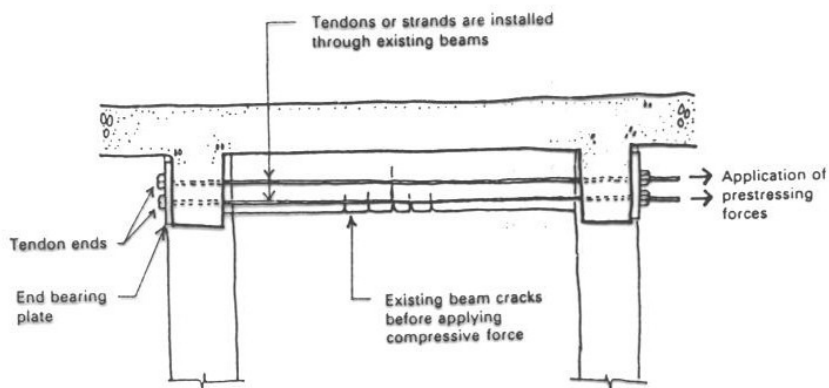
Raudbetoonkonstruktsioonide tugevdamise lahendusid
Võimalikke purunemisviise:



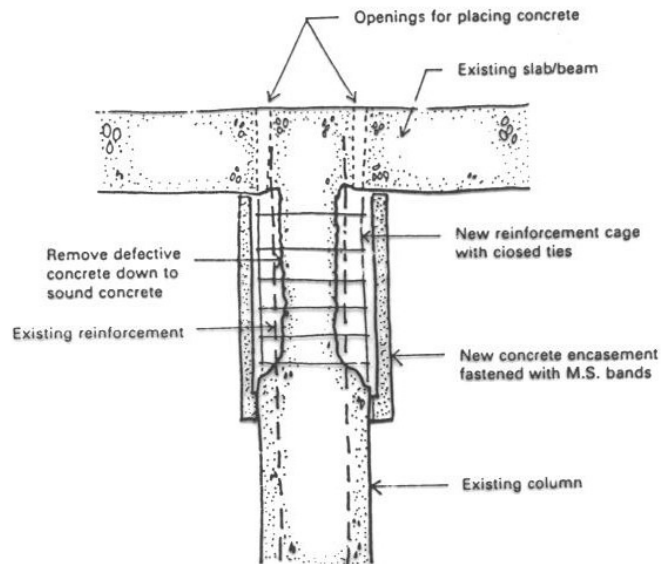
Tugevduslahendusid:



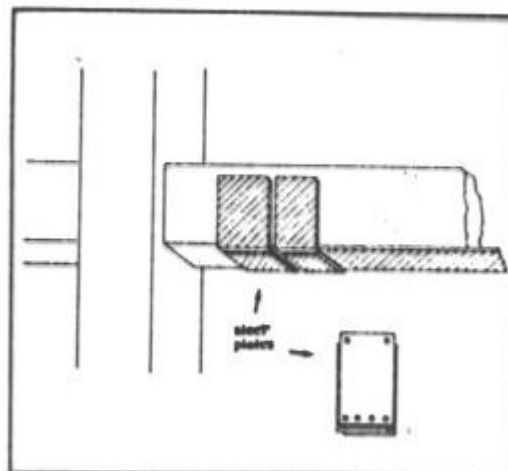
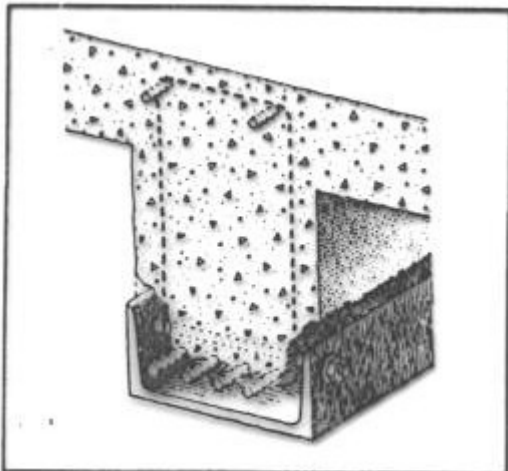
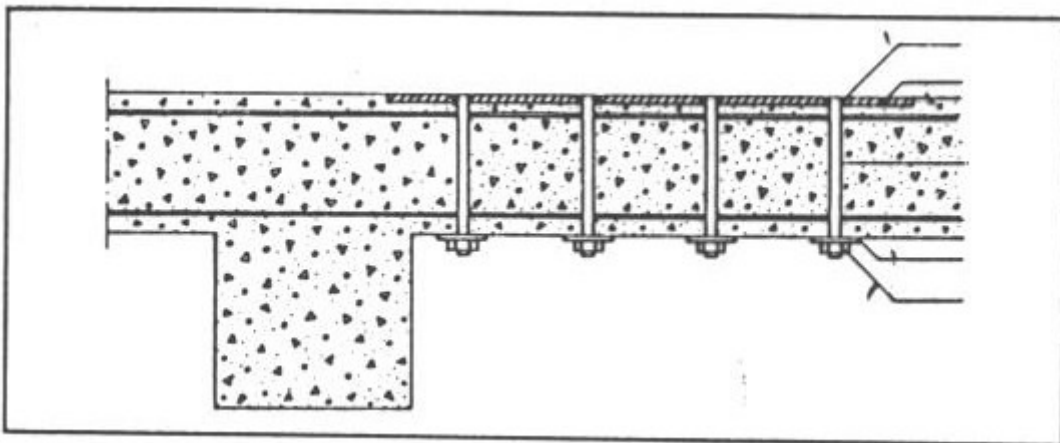
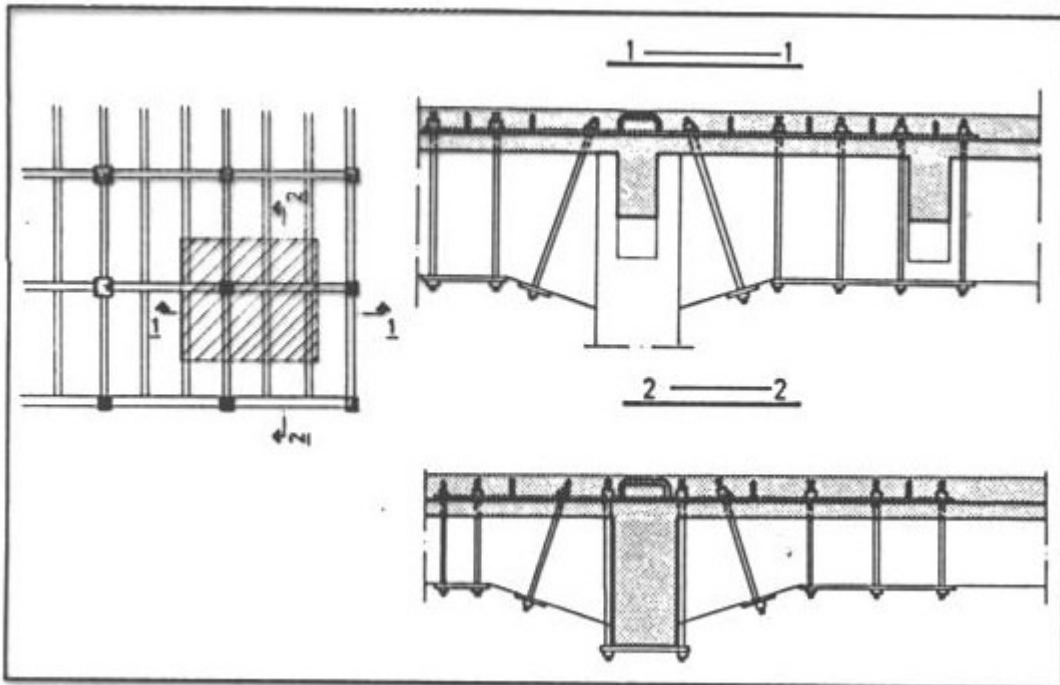
Stitching method of repairing wall/slab cracks

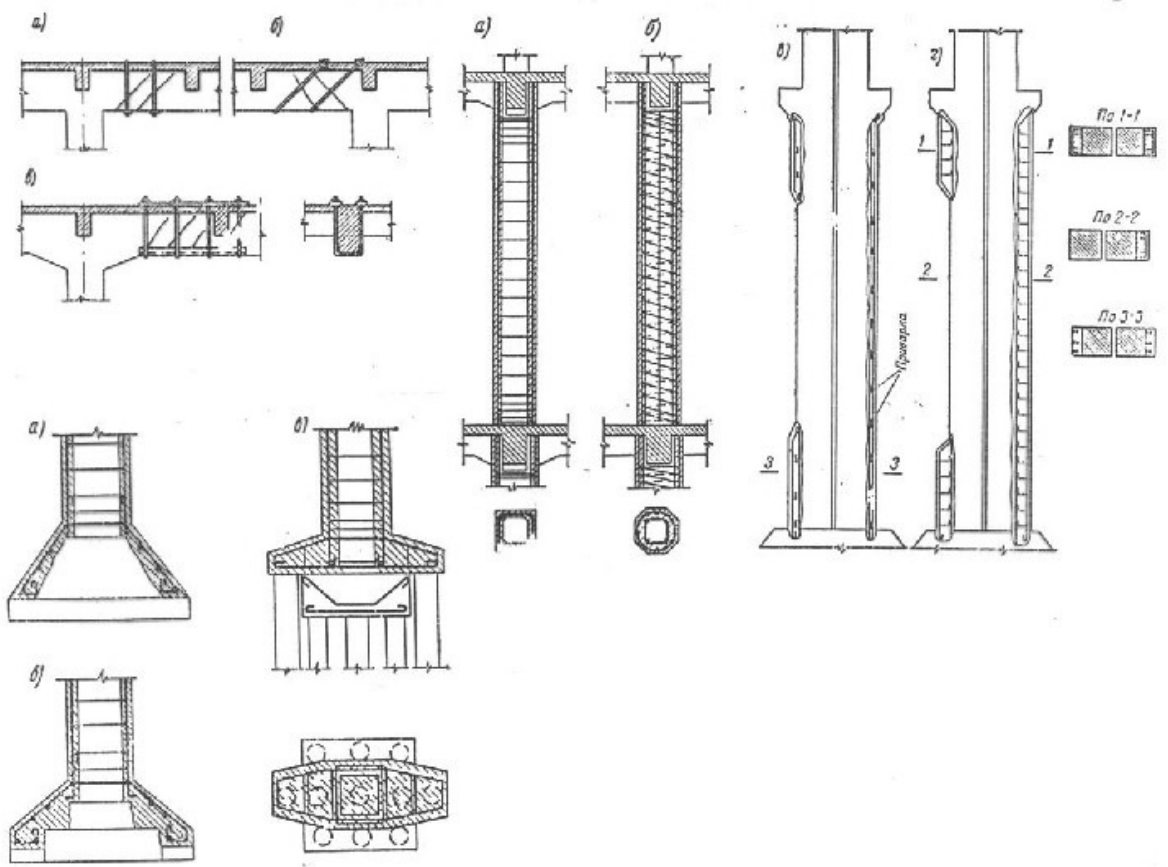
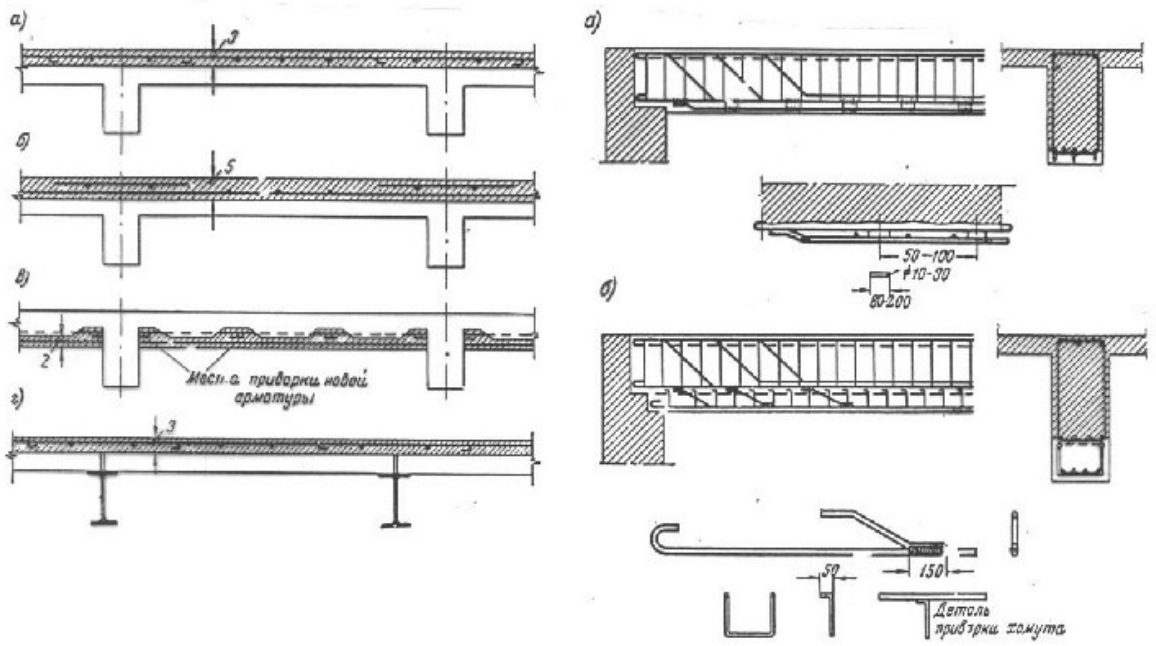


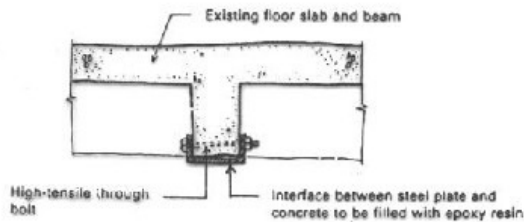
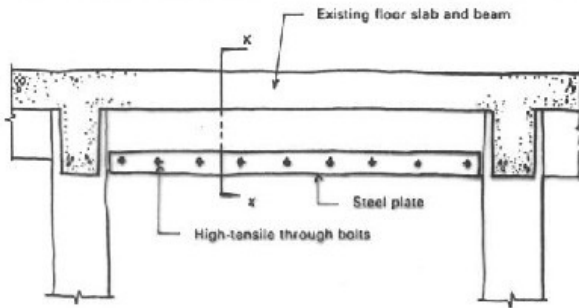
Application of external prestressing for tensile cracks



Use of concrete collars for strengthening compression concrete member

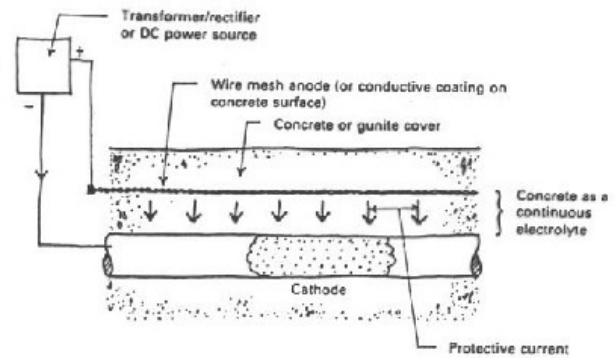




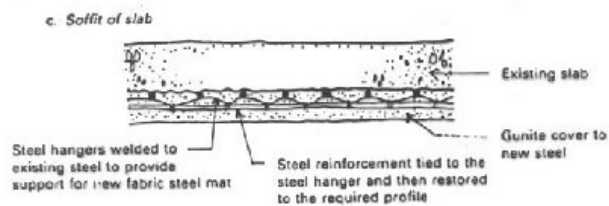
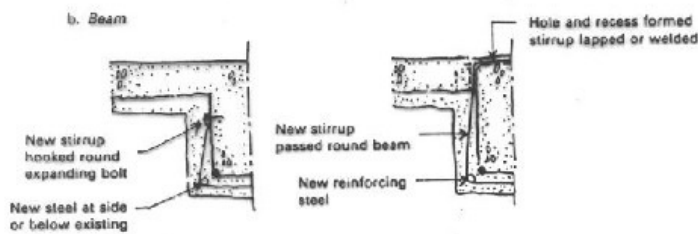
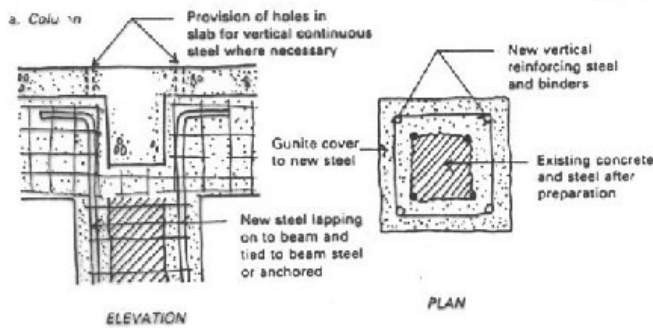


Section x-x

Beam strengthening with steel plates



Typical cathodic protection system



Reinstatement of fire-damaged concrete members

Kivikonstruktsioonid (terasest tugevdus, krohvisärgid, jaotavad sillused, vööd):

Kivi- ja telliseinte tugevdamine

Alati pole kerge öelda põhjusi, mille tagajärjel on tekkinud rasked kahjustused. Seina seisukorra uurimisel tuleb kindlaks teha:

- seina iseloom ja töötamise tingimused, vundamendid ja toetus
 - külgnevate pöikseinte olemasolu, talade, katuse ja teiste toetuvate konstruktsioonide olemasolu
 - tõenäolised vibratsioonide allikad
- mõjud kasutusolukorras jne.

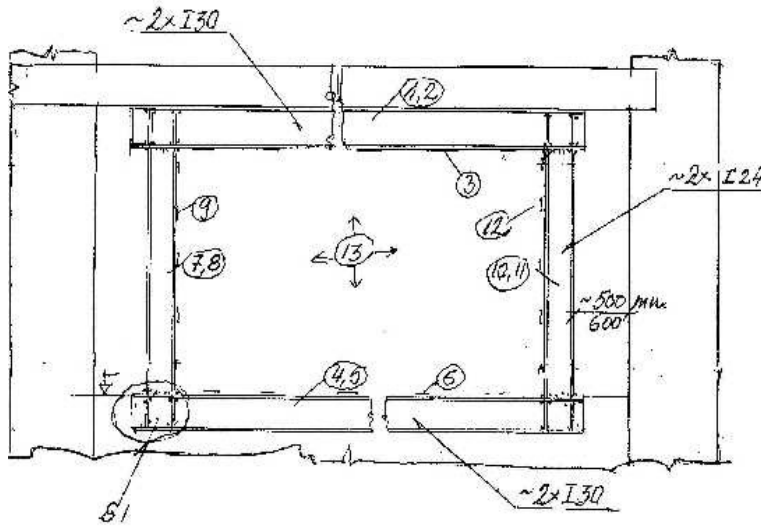
Alljärgnevalt mõningaid näiteid kiviseinte tugevadamisest.

Uute silluste ehitamine ja ava suuruse muutmine

Kui avasid vähendatakse, ei tekita see inseneri seisukohast erilisi probleeme. Sama on see ka uute avade rajamisel kasutades teras-profiile, mis hiljem betoneeritakse seina. Selle juures tuleb hoolitseda, et profiilid oleksid üles kiilunud (ettepingestatud) ette nii, et nad hakkaksid pärast raketisest vabastamist kohe müüritist kandma vältimaks võimalike pragusid ja deformatsioone.

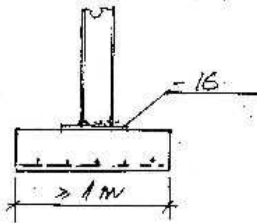


Olemasoleva ava suurendamine terasprofiilidega

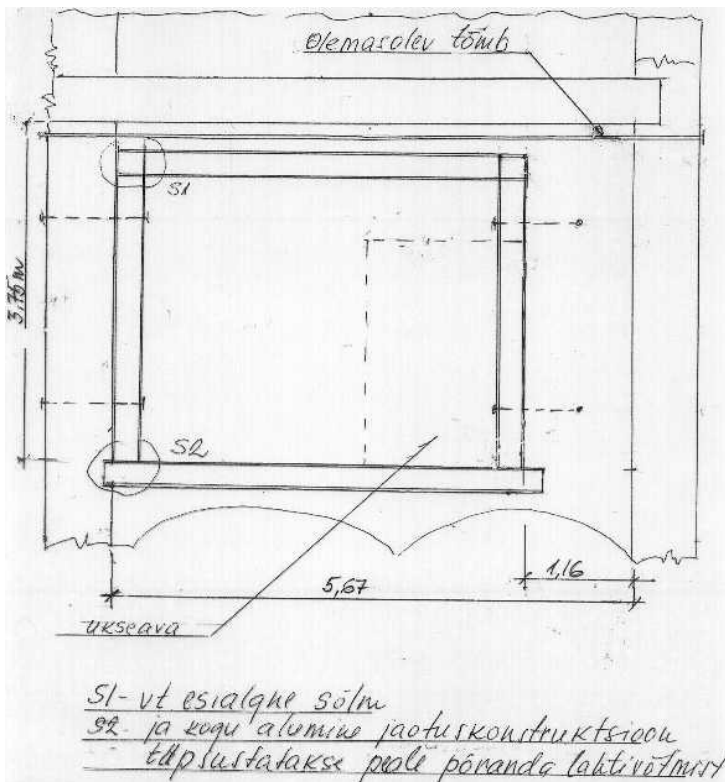


1-1 - olemasoleva põranda pind ~60mm

51 1/6 jaotuspadjaga



Uue ava tegemine terasprofiilidega



Olemasoleva ava suurendamine terasprofiilidega

Sageli tuleb ette ka seinavade laiendamist, või suuremate avade tegemist seinas, mis vajavad silluste pikendamist või uute silluste rajamist. Olukord on keeruline, kui ei ole võimalik olemasolevat sillust ja müüritist piisavalt toetada. Tuleb kaaluda antud koha jaoks kõige sobivam variant, mida on kõige lihtsam ja odavam teostada. Sageli, kui puudub täielik ülevaade olemasoleva avasillusest ja ava on suur, tuleb ette valmistada võimalikud variandid, mis võivad tekkida tööde teostamisel.

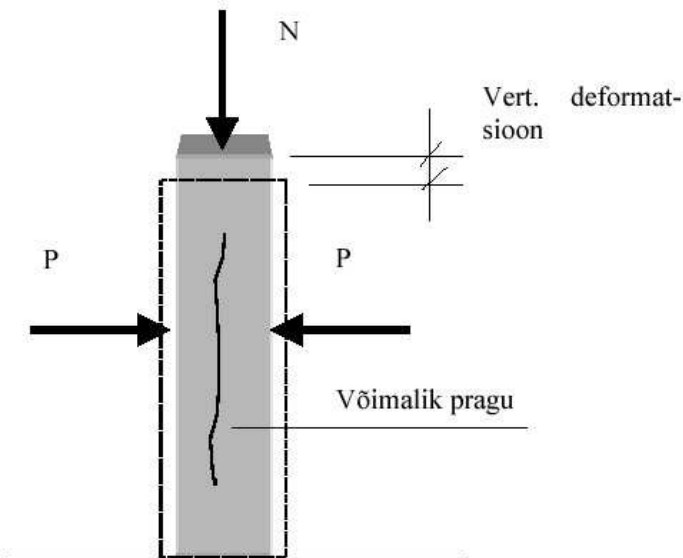
Lahendustena võib kasutada: terasprofiilidest silluseid, kohapeal valatavaid raudbetoonsilluseid ja kombineeritud silluseid.

Alati tuleb terasprofiilide kasutamisel ette näha silluste ettepingestamine ja terasprofiilide kaitse roostetamise ja tulekahju korral.

Kõige viimaseks tööks, kui sillus on hakanud tööle, on eemaldatavate seinaosade lammutamine.

Müüritise tugevdamine

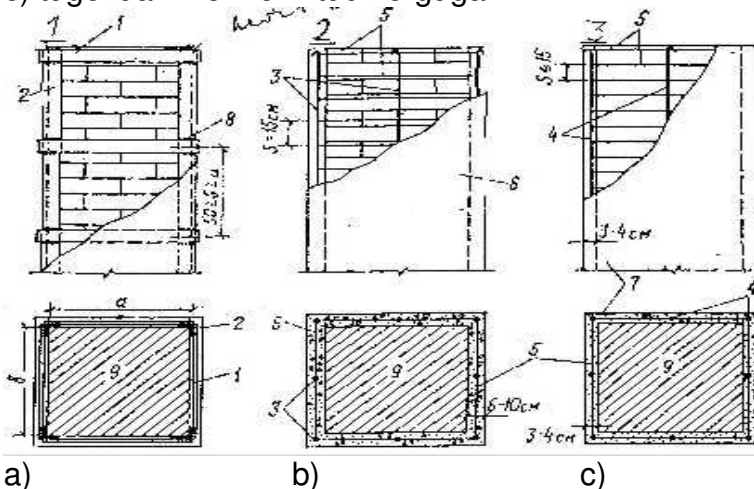
Müüritise tugevdamise põhiliseks võtteks on müüritises ruumilise pingelukorra tekitamine, mida saavutatakse horisontaaldeformatsioonide takistamisega müüritise pingestamisel.



Ruumilise pinguse tekitamine külgsurvega P

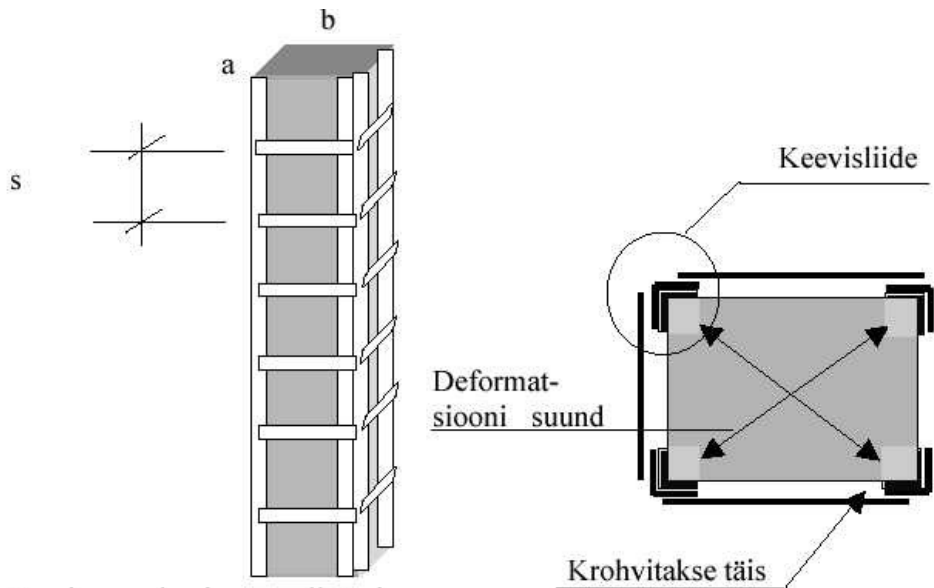
Külgsurve takistab prao avanemist. Vertikaalse deformatsiooniga kaasneb horisontaalne deformatsioon: vardaristlõige läheb suuremaks. Suutes vältida horisontaalset deformatsiooni saame me luua ristlõikes ruumilise pinge olukorra. Ruumpinguse tekitamiseks on mitmeid võimalusi:

- tugevdamine metallsärgiga
- tugevdamine raudbetoonsärgiga
- tugevdamine krohvitud võrguga



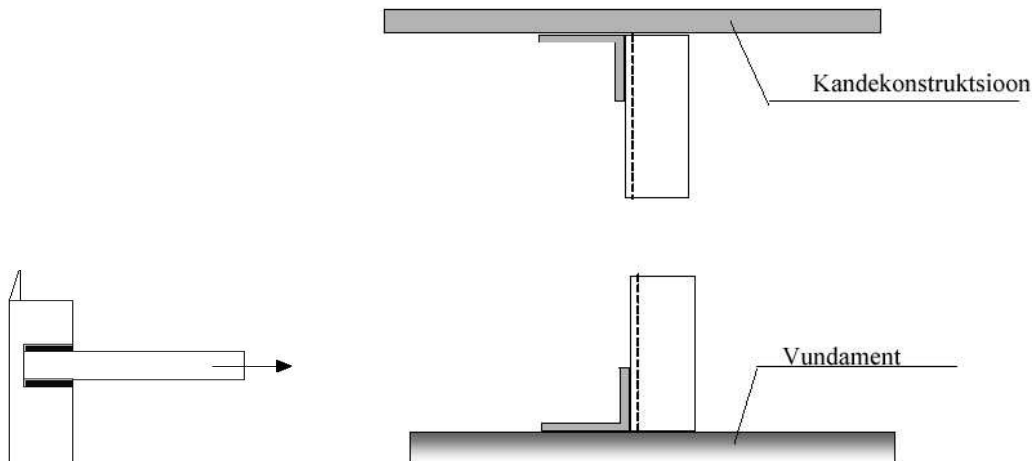
Tellispostide tugevdamine teras- või raudbetoonsärgi ehitamisega 1-teraslehed, 2-nurkteras, 3,4,5-armatuurteras, 6-betoon, 7-mört, 8-keevisõmblus
Joonis 29. Kivipostide tugevdamise viise

- Tugevdamine metallsärgiga on laialt levinud tänu oma teostuse lihtsusele.



Kiviposti tugevdamine metallsärgiga

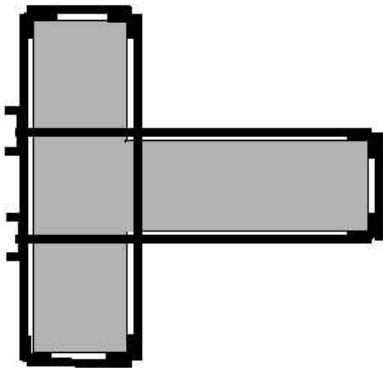
Posti nurkadesse pannakse püsti nurkraud, mis ühendatakse omavahel lattraudadega sammu s järel. Töötavaks süsteemiks on lattraudadest moodustuv silmus ümber posti, püstrauda on vaja üleminekjätku tegemiseks ja põikraudade asendi fikseerimiseks. Väga tähtis on, et pärast põikraudade keevitamist krohvitage püstraudade alune täis, sellega luuakse toetuspind tekkiva horisontaaldeformatsiooni takistamiseks. Põikraua kinnitamiseks on vaja küllalt suurt keevituspikkust, põikraua keevitus püstraua külge on arvutuslik ja peab olema võrdtugev põikraua endaga; nõuab suure numbriga püstrauda.



Püstraudade kasutamine vertikaalse koormuse vastuvõtmiseks

Tugevdamise võimsuse määrad põikraudade samm ja ristlõige Peab arvestama, et põikraudadena ei ole soovitatav kasutada kõrgemargilist terast, nende tugevuse ärakasutamiseks on vaja väga suuri deformatsioone, mida kivipost ei

tal. Põikraudade maksimaalne samm ei tohi ületada 500mm. Tugevduse eelduseks on, et ülekoormatud postile tehakse metallsärk, mis hakkab tööle pärast seda kui krohv püstraudade vahel saavutab tugevuse, mis on võimeline ülekandma horisontaalsetest deformatsioonidest tekkivaid jõude postilt sargile. Eelpinge, st et posti tugevdus hakkaks varem tööle võib kasutada paisuvaid tsementkrohve või terastõmbide pingestamist muttrite abil. Kuna püstraud on tugevduse juures vajalikud, siis võib neid ära kasutada ka koormuste vastuvõtmiseks. Selleks tuleb aga luua püstraudade alumine ja ülemine toetus. Avarii olukorras tuleb koormatud konstruktsioonid koormusest vabastada tugevduse ajaks lagede ja talade eraldi toestamisega, mis kannaksid näiteks posti asemel koormusi. Tugevdustes tuleb jälgida, et rauad moodustaksid kinnise kontuuri, sest muidu ei teki ruumpinguse olukorda, vajadusel tuleb moodustada mitu eraldi kontuuri. T-kujulises ristlõikes tuleb luua kaks kontuuri et tugevdus tööle hakkaks. Korrosiooni kaitseks krohvatakse metallsärk tavaliselt tsementkrohviga, kuid püstraudade ja posti vaheline osa tuleb täita tsementkrohviga ikkagi eraldi.



T-kujulise posti tugevdamine metallsärgiga

Armatuuri (terase) tööskeem	Arvutuslik tugevus MPa	
	Klass A – I	Klass A – II
Põikarmatuur f_{sw}	150	150
Püstarmatuur ilma alumise ja ülemise toetuseta f_{sc}	43	55
Sama, ühest otsast ülekandega	130	160
Sama, toetus mõlemast otsast	190	240

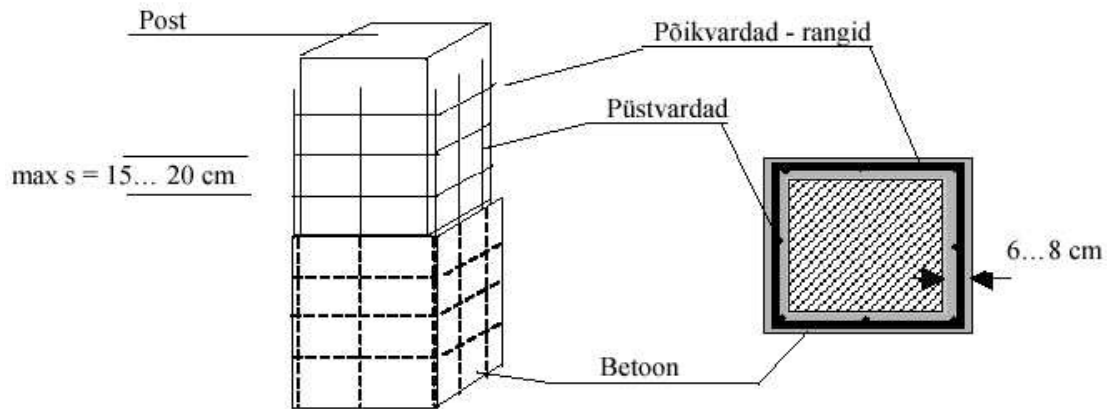
Soovitavad terase ja armatuuri tugevused



Kiviseinte tugevdamine metallsärgiga. Ülemistel pildidel on terrassärk eelpingestatud terastõmbidega

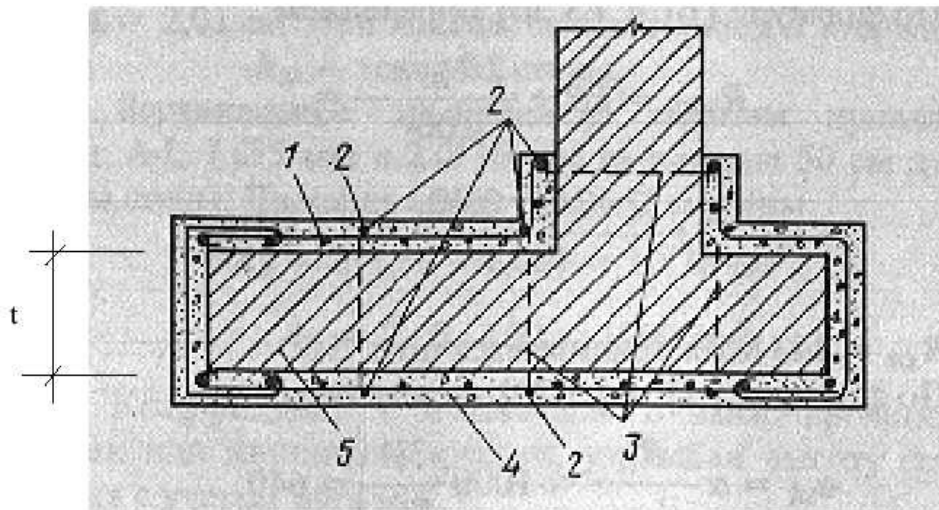
b) Raudbetoonsärk on efektiivsem kui metallsärg kuna betooni valamine tagab

tiheda liibumise postiga.



Kiviposti tugevdamine raudbetoonsärgiga.

Ristlõike tugevdus on kõige efektiivsem külgede suhete puhul 1:1 kuni 1:2,5. Suuremate küljesuhete puhul tuleb kasutada täiendavaid vardaid, mis läbistavad seina.



1 – põikrangid, 2 – täiendavad püstvardad lisa varraste ankurdamiseks, 3 – lisavardad läbi seina, 4 – betoon, 5 – müür.

Kiviseinte tugevdamine raudbetoonsärgiga (lisavarrastega)

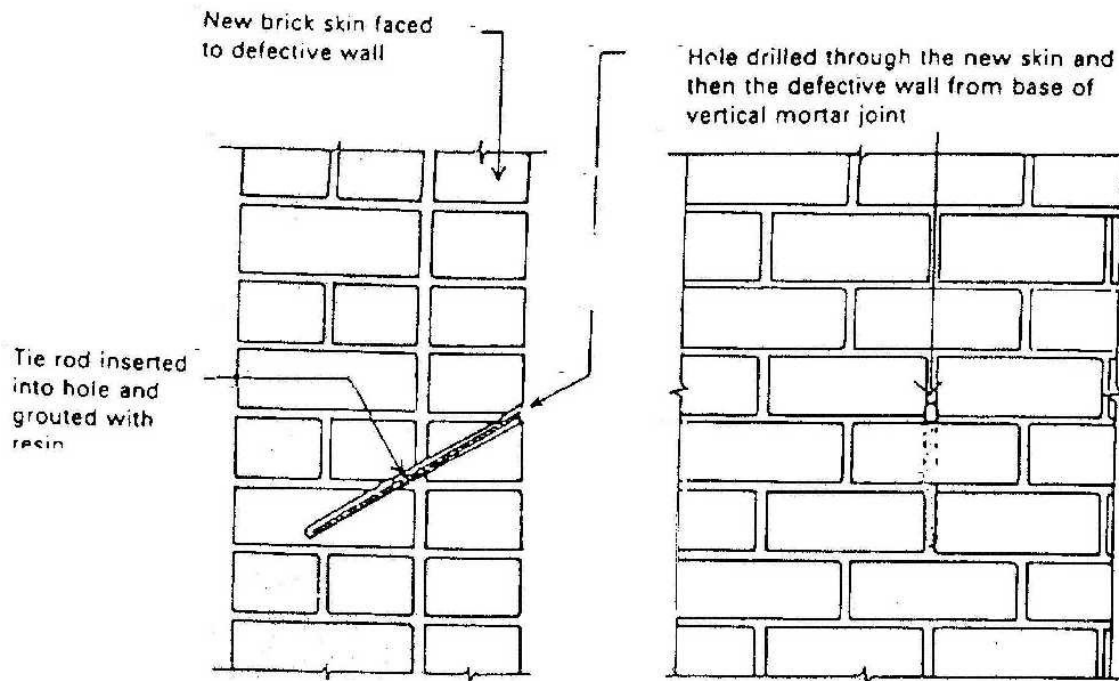
Lisavarraste vahe ei tohiks olla suurem kui t ja mitte rohkem kui 1000mm, kõrguses ei tohi lisavarraste samm olla üle 750mm.

Posti ümber tehakse armatuurvõrk, tehakse raketis ja valatakse ümber posti betoon. Armatuurvõrk koosneb püstvarrastest ja kinnistest rangidest. Betonina kasutatakse hästi plastifitseeritud peeneteralist betooni. Raketis tehakse 1-1,5m kaupa piki kõrgust.

Tugevdus võrgule krohvimisega tehakse vähekoormatud elementide puhul. Tugevdav konstruktsioon mähitakse metallvõrgu sisse ja krohvatakse tsementkrohviga. Metallvõrk peab olema tehtud ristvarrastest (traadist).

Seinakonstruktsiooni kandevõime tõstmine juurdeladumisega

Ühe tellis- ja silikaattelliskonstruktsioonide võimaliku tugevduslahendusena võib kaaluda ka seina laiemaks ehitamist. Lahenduse idee seisneb selles, et juba olemasolevale seinale rajatakse kõrvale uus müür, mis hiljem ühendatakse keemiliste ankrute abil juba olemasoleva seiniosa külge. Eestis ei ole see lahendus eriti levinud, kuid vastavalt kirjanduses toodule on see mõningates piirkondades rakendamist leidnud.



Tellisseinte tugevdamine täiendava müürikihi ladumisega olemas oleva müüri kõrvale ja ankurdamisega tema külge

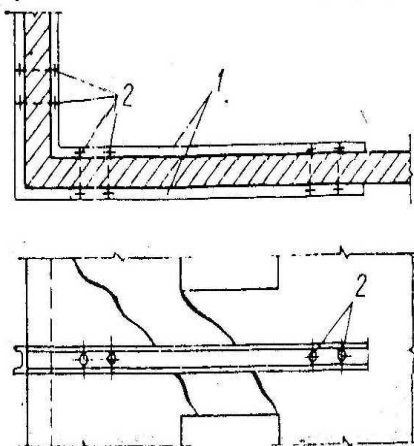
Pragunenud või purunemisohtlike seinte tugevdamine

Teras profiilidega tugevduslahenduse idee seisneb selles, et pragunenud seina pinnale paigaldatakse pragude edasise arengu tõkestamiseks tõmbid või karpprofiilid, tavaliselt U-16...U-20. Paigaldatavad terasprofiilid kinnitatakse seina külge teraspoltidega M12...M20. Samuti tuleb juba tekkinud praod täita tsementmördiga. Tavaliselt rakendatakse sellist tugevduslahendust neil juhtudel, kus on tegemist fassaadi sidekivide purunemisega või vundamentide ebaühtlase vajumisega. Viimasel juhul on vajalik ka vundamendi konstruktsiooni tugevdamist, et vältida edasiste kahjustuste arengut.





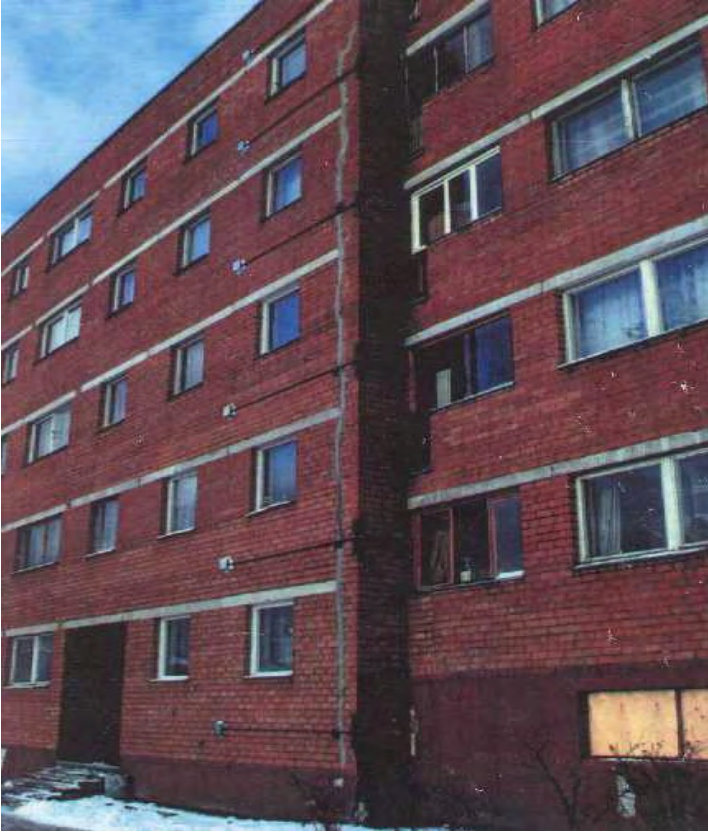
Tellisseina välisvoodri kinnitamine terasprofiilide paigaldamisega



Tellisseina tugevdamine terasprofiilide paigaldamisega (1-karpprofiilid, 2-teraspoldid)

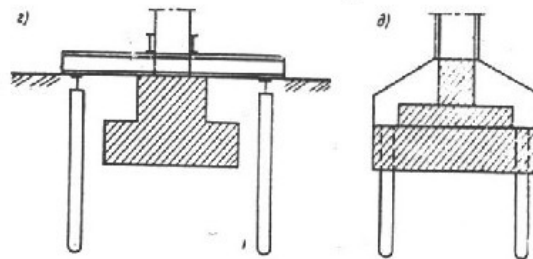
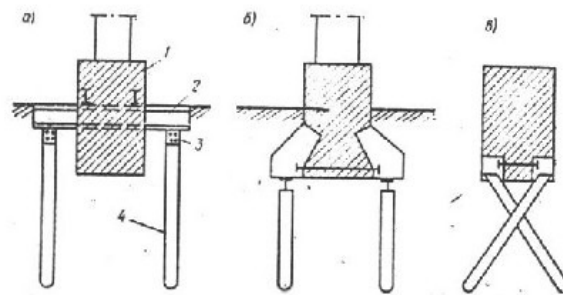
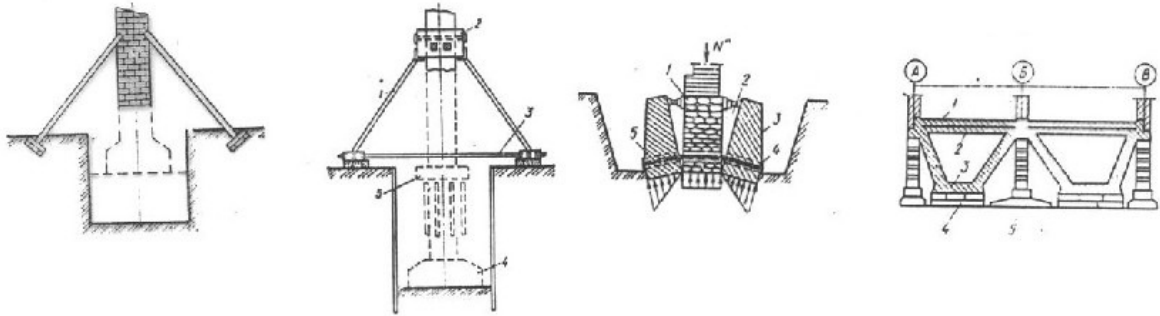
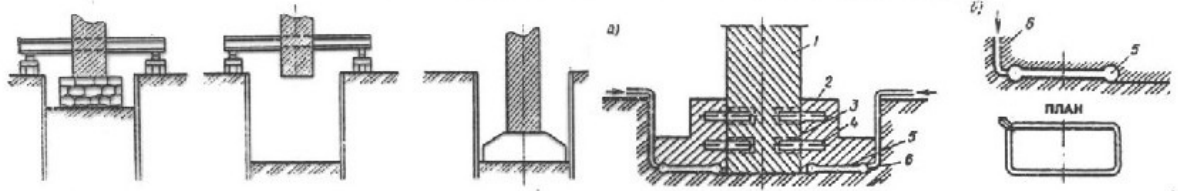


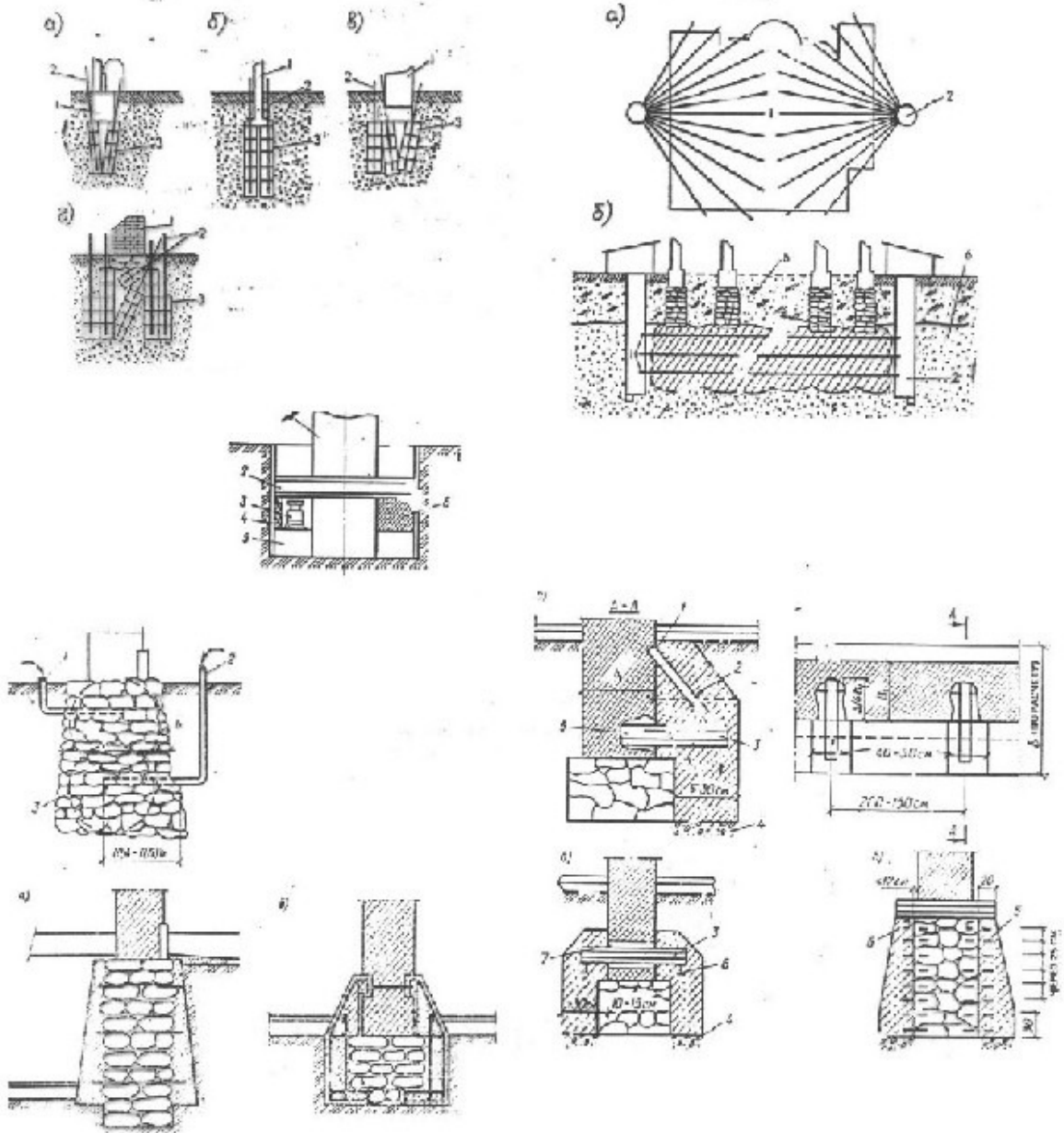
Tellisseina tugevdamine terastõmbidega (hoone ebaühtlane vajumine)



Tellisseina tugevdamine terastõmbidega

Vundamentide võimalikke tugevdamise lahendusi:





Soovitavat kirjandust konstruktsioonide tugevdamise kohta:

Сахновский К. В., Железобетонные конструкций, Госиздат лит. по стр. и арх., 1959. Деревянные конструкции, под ред. Г. Г., Карлсена, Госиздат лит. по стр. и арх., Москва, Ленинград, 1952.

Пособие по проектированию усиления стальных конструкций (к СНИП II-23-81*), М., 1989.

Строительство и архитектура, Серия 8, Строительные конструкции, Обзорная информация, выпуск 4. Отказы и усиление строительных металлических конструкций, М. 1981.

Ребров И. С., Усиление стержневых металлических конструкций, Л., 1988. Усанов С., И., Состояние стальных конструкций перед аварией в производственном здании, Лекции, Барнаул, 1981.

Сахновский М., М., Технологичность строительных сварных стальных конструкций, Изд. Будивельник, 1980.

Онуфриев Н., М., Исправление дефектно-смонтированных сборных железобетонных конструкций, Ленинградский дом научно-тех. пропаганды, Лен., 1968.

Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНИП II-22-81), М., 1987.

Инструктивное письмо по методике обследования состояния сварных стальных конструкций выполненных из кипящей углеродистой стали, и разработке мероприятий, предупреждающих их хрупкое разрушение, Госстрой СССР, ЦНИИСК, М., 1966.

Положение о порядке расследования причин аварий зданий, сооружений, их частей и конструктивных элементов, Госстрой СССР, М., 1986.

Сечи К., Ошибки в сооружении фундаментов, М., 1960.

Timber Engineering, STEP 2, Centrum Hout, Postbus 1350. 1300 BJ Almere, Netherlands, 1995

9. Tööd ehitiste osalisel või täielikul lammutamisel (Demontaaž, varistamine- mehhanismidega, lõhkamisega).

Lammutustöödele esitatavad nõuded ja lammutusjäätmete utiliseerimine

9.1 Sissejuhatus

Varemalt kasutusel olnud ja kasutuskõlbmatuks muutunud asjade, materjalide, objektide demontaaži või lammutustööde (purustamise) kui sellisega ja lammutusel tekkivate jäätmete korduskasutuse (reutiliseerimine, ümbertöötlemine, taasringlus, taaskasutamine – recycling) küsimustega tuleb tegemist teha väga mitmetel tehnikal aladel, nagu mitmesugused ehitised, masinad (sh laevad ja lennukid), aga ka sellised tooted, mis valmistatud paberist, klaasist, alumiiniumist, plastikust, tekstiil jne. Paberi taaskasutamisega alustati Suurbritannias juba aastal 1921.

Käesolevas osas käsitlen ehitiste lammutamise ja lammutusjäätmetega seonduvaid küsimusi.

Seoses Eesti Vabariigi tulekuga ja muutustega kogu meie majandussüsteemis, liitumisega EL-iga tõusis muu hulgas päevakorda ka vanade mittevajalikeks või ebaotstarbekohaseks muutunud ettevõtete hoonete ja rajatiste lammutamise kui ka jäätmekäitluse küsimused, kus põhiprintsiibiks on jäätmetekke vähendamine ja sorteerimine- korduskasutus.

Need on sellised objektid nagu täielikult amortiseerunud hooned, rajatised nagu mastid, korstnad, tornid, sillad või NL ajal poolelijäänud ja enam mitte vajalikud ehitised. Siia kuuluvad ka hoonete ümberehitamisel või renoveerimisel tehtavad lammutustööd, ka tulekahjus raskelt kannatanud, osalt või täielikult varisenud hooned, näiteks World Trade Center.

Kümmekond aastat tagasi nägin isegi esimest korda, kuidas SDV endisel territooriumil lammutati NL sõjaväe paneelhoonetest linnakuid, mis siis purustati betoon-sekundaar-killustikuks). Mujal maailmas on sellealaste küsimustega tegeldud pool sajandit või varemgi. Eriti peale teist maailmasõda.

Praegu Eestis lammutusega tegelevad firmad ja jäätmekäitluse ettevõtted ongi peamiselt tekkinud alates aastast 1992.

Lammutustööde firmad asutati alates 1993 (AS Temiir) ja mõned veel 2005. Lõhktööde firmad 1992..

Jäätmeseadus võeti vastu jaan. 2004. Tallinna Linnavolikogu määrus (Jäätmehooldus eeskiri) sept. 2004

Eestis, seoses EL nõuetega vastavate prügilate ja jäätmekäitlusettevõtete avamine. Ehitus- ja lammutusjäätmete käitluse alguseks Eestis võibki lugeda aastat 1996 (Slops, ATI Grupp).

Kogu sellealase temaatikaga ei ole me veel tegelenud piisavas ulatuses ja nii mõnigi probleem ootab edaspidi veel lahendamist.

Käesolevas osas püütaksegi mingil kujul anda sellel teemal väike ülevaade.

Termineid teistest keeltest

Inglise: Demolition, Dismantling, Disassembly, Traditional demolition, Building implosion

Saksa; Demontage, Abbrucharbeiten

Soome: Purkutyöt,

Vene: Демонтаж, снос зданий:

- 1) составление проекта производства работ на снос
- 2) строительство временного ограждения строительной площадки
- 3) отключение и перенос инженерных коммуникаций
- 4) ручная разборка
- 5) механизированный снос
- 6) вывоз и утилизация строительного мусора

9.2 Teemad ja probleemid, millest ühel või teisel määral tuleb alljärgnevat juttu

9.2.1 Ehitiste lammutamisega seotud küsimused

Seadusandlus, mis reguleerib ehitise (hooned, rajatised) lammutamist

Ehitise lammutamiseks loa saamine

Ehitise lammutusprojekteerimisele esitatavad nõuded

Lammutustööde ohutusnõuded, järjekord ja vajadusel konstruktsioonide ajutise toetamise moodused

Demonteeritavate elementide sõmlahendused ning sõlmede lahtiühendamise viisid ja järjekord

Olemasolu korral väljavõtted lammutatava hoone ehitusprojekti sõmlahendustest
Lammutatavate materjalide ligikaudsed kogused

Tehnovõrkude lahtiühendamise tingimused ja kohad

Ohutusnõuded lammutustööde tegijatele

Nõuded territooriumi puhastamiseks pärast lammutamist

9.2.2 Ehitus- ja lammutusjäätmete hoolduse ja käitlusega seotud küsimused

Jäätmehooldus, (on jäätmekäitlus, järelvalve jäätmekäitluse üle, ja

jäätmekäitluskohtade üle)

Jäätmekäitlus (on jäätmete kogumine, vedamine, taaskasutamine ja kõrvaldamine)

Lammutusmaterjalide kasutamise ja jäätmete paigutamise kohad

Jäätmete kogused liikide kaupa ja iga liigi edasine suunamine

Lammutatavate materjalide ja jäätmete käitlemise ohutusnõuded

Jäätmete ümbertöötlemine (on nende mehaaniline, termiline, keemiline või bioloogiline mõjutamine) ja korduvkasutamine

9.2.3 Teemat käsitlevast kirjandusest

Üldiselt on vastavasisulist kirjandust (raamatud, muud tekstid) üsna vähe, va jäätmehoolduse ja -käitluse alased seadused ja määrused.

Üht-teist selleteemalist teksti võib leida internetist inglise, saksa, soome keeles (näiteks Wikipedia, the free encyclopedia, või asjaga tegelevate firmade reklaamitekstidest või siis selliste liitude kui European Demolition Association – EDA ja Deutscher Abbruchverband materjalidest).

Üsna hea raamat on saksa keeles:

D. Korth, J. Lippok, Abbrucharbeiten. Grundlagen, Vorbereitung, Durchführung. Hrsg.: Deutscher Abbruchverband. Redaktionelle Leitung: Jürgen Lipok u. Dietrich Korth, 2004. 445 S. m. 262 z. TL. ISBN: 3-481-02031-7.

Samade autorite poolt oli varem avaldatud:

Dietrich Korth, Jürgen Lippok, Reinhold Dexheimer, Abbrucharbeiten. Vorbereitung, Durchführung, VEB Verlag für Bauwesen Berli, 1981, 115 S.

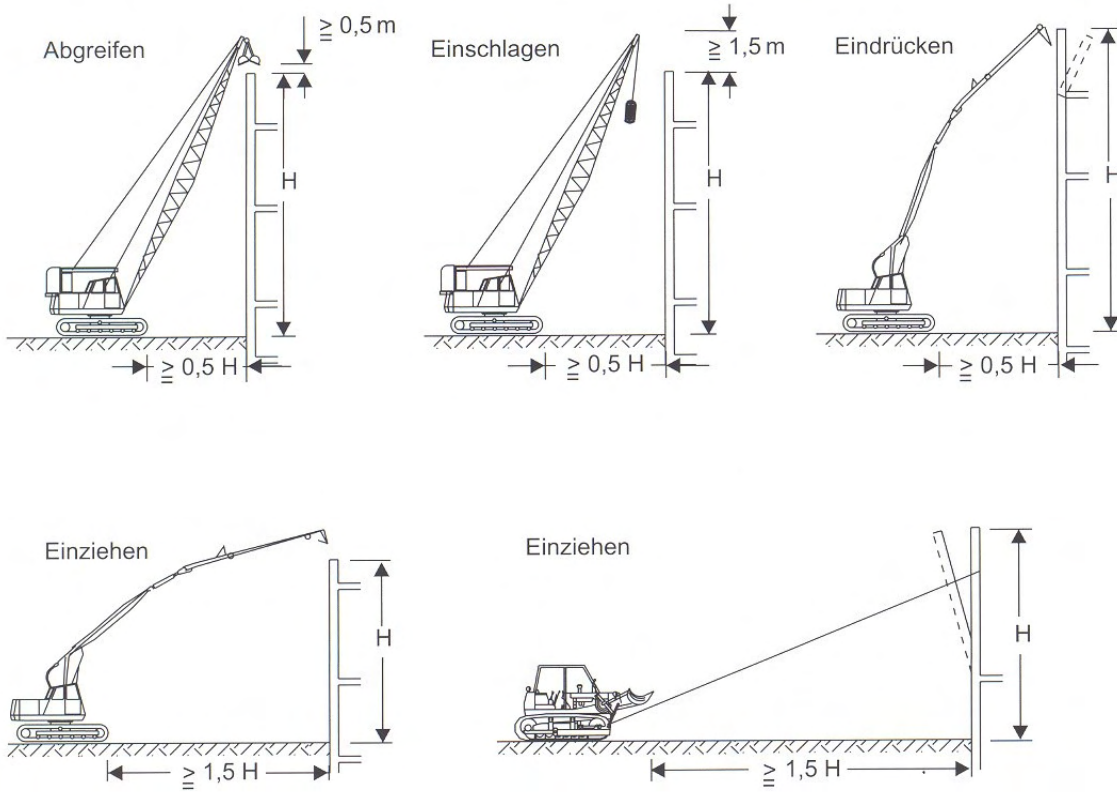
Viimane on tõlgitud ka vene keelde pealkirjaga “Организация работ по сносу зданий”, 1985.

- Saarbrückenis on peetud suur seminar “Recycling im Bauwesen, COMETT – Seminar, 1994

- Инструкция по повторному использованию изделий, оборудования и материалов в жилищно-коммунальном хозяйстве, ВСН 39-83, 1984.

- TTÜ-s on aastatel 1993-1997 ehitusest saadavate jääkmaterjalide korduvkasutamise alal tehtud ka mõned diplomi- ja magistritööd.

9.3 Raamatus Abbrucharbeiten esitatud lammutustehnikast ja -võtetest







Verstellausleger
(mechanisch oder hydraulisch)



Super
Long-Front-
Ausleger



A
ÜI
A

Verlängerte und gestreckte
Ausleger



Multipurpose-Ausleger



Tool-Handling-Ausleger



Verlängerungsausleger



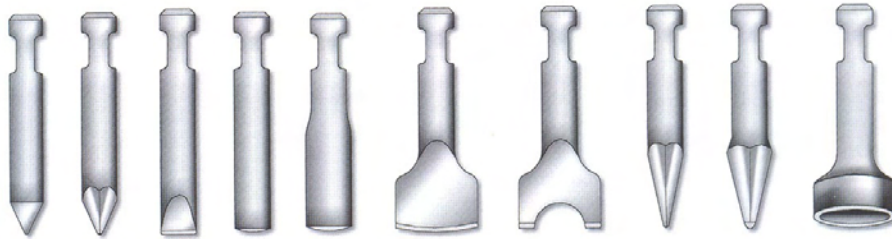
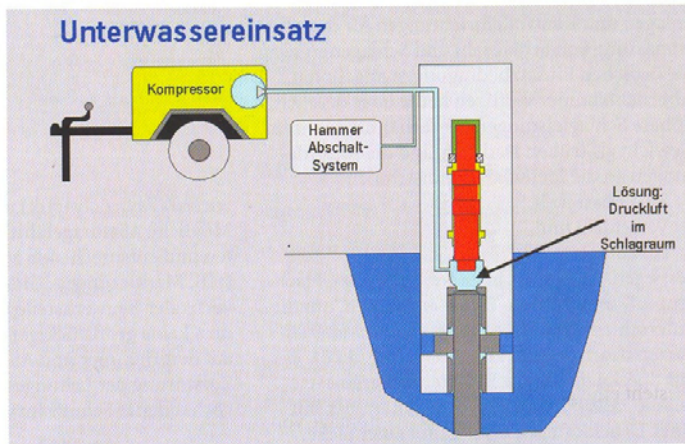
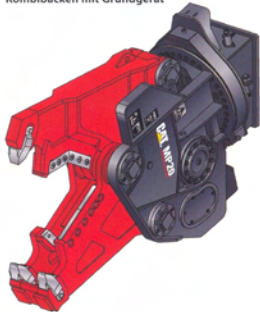


Abb. 3.28: Typische Meißelarten für Abbrucharbeiten und Natursteinabbau

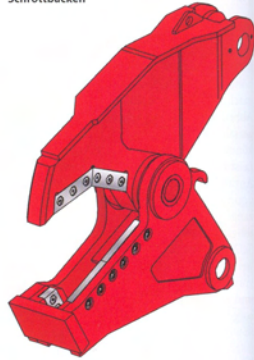
Abb. 3.29: Prinzipskizze für den Unterwassereinsatz von Abbruchhämmern [49]



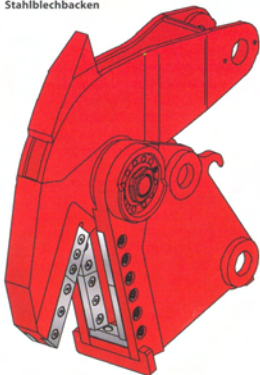
Kombiacken mit Grundgerät



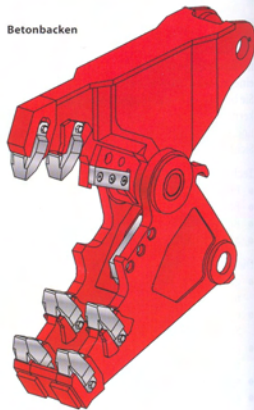
Schrottbacken



Stahlblechbacken



Betonbacken





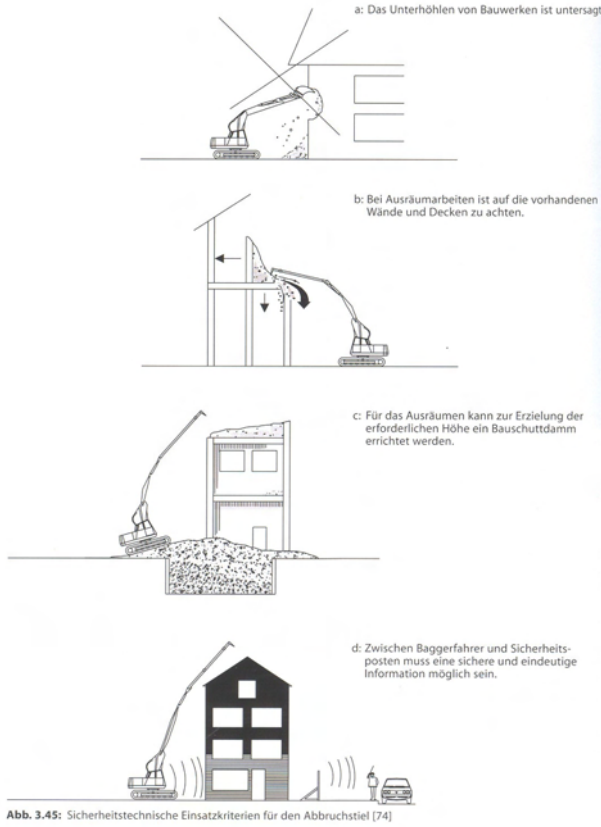
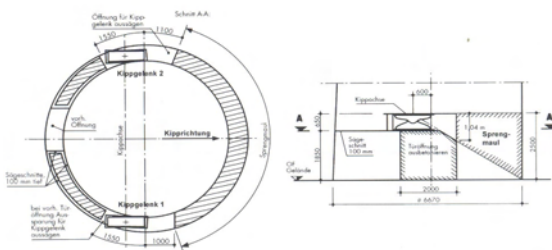
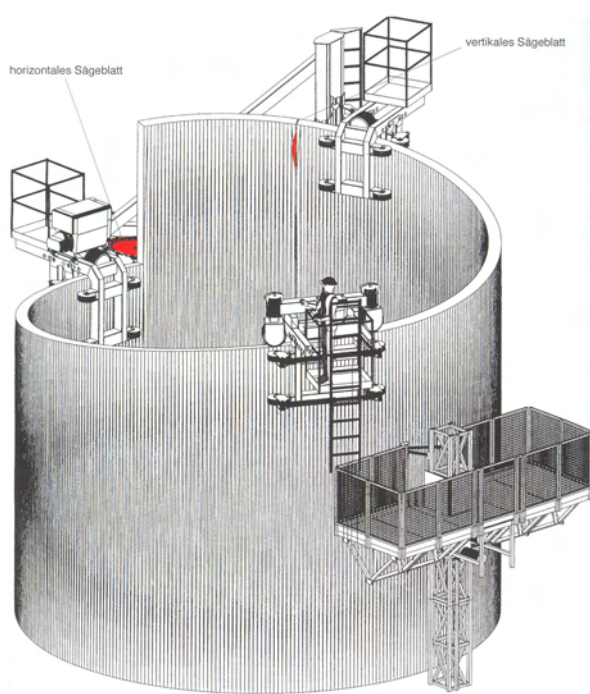


Abb. 4.9: Ferngesteuerter Abbruchroboter auf einem 6-armigen Auslegersystem

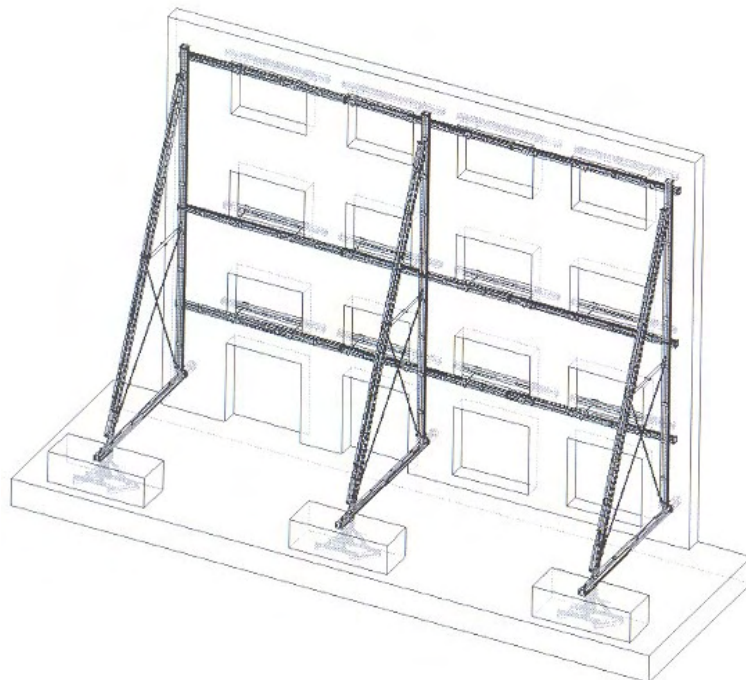


Abb. 4.10: Schornsteinabbruch mit einem am Kran hängenden Pulverisierer

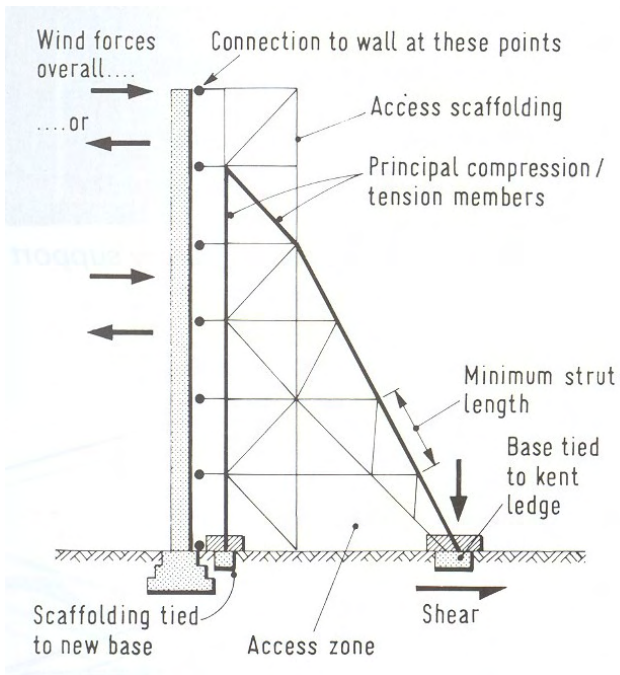
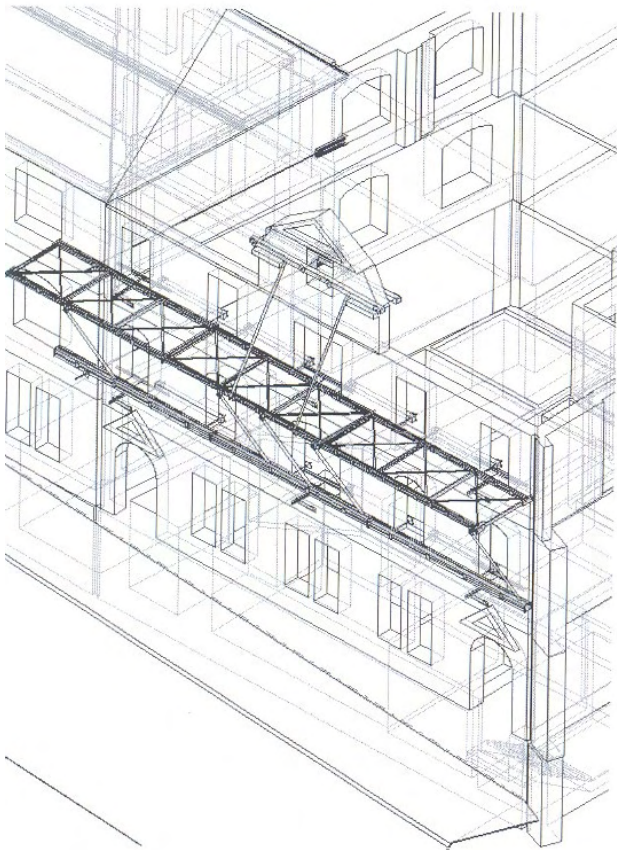


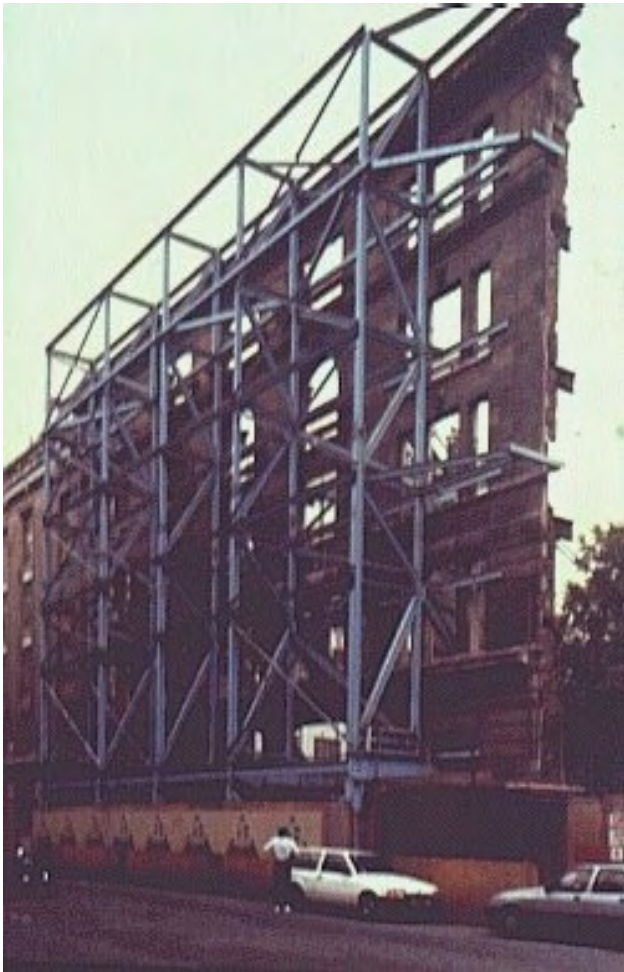


Reservuaari lammutamine



Hõone osaline lammutamine fassaadi säilitamisega





9.4 Ehitusseaduses esitatud terminid ja nõuded

Ehitusseaduse § 2 (6)

Ehitamine on:

- 1) ehitise püstitamine;
- 2) ehitise laiendamine;
- 3) ehitise rekonstrueerimine;
- 4) ehitise tehnosüsteemide muutmine;
- 5) ehitise lammutamine;
- 7) Ehitise laiendamine toimub juurde-, peale- või allaehitamise teel

Ehitusseaduse § 3 - Ehitisele esitatavad nõuded:

Ehitis peab olema projekteeritud ja ehitatud hea ehitustava ning ehitamist ja ehitusprojekti käsitlevate õigusaktide kohaselt ega või tekitada ohtu inimese elule, tervisele või varale või keskkonnale.

§ 18 (1) Ehitusprojekt on ehitise (hooned ja rajatised) või selle osa ehitamiseks ja kasutamiseks vajalike dokumentide kogum, mis koosneb tehnilistest joonistest, seletuskirjast, hooldusjuhendist ja muudest asjakohastest dokumentidest

§ 23 Ehitusloa väljastamine - on eriblanketid erinevate omanike (juriidiline isik, füüsiline isik) ehituse pinna jne kohta

Ehitusloa väljastab kohalik omavalitsus (Säästva Arengu ja Planeerimise Amet).

Ehitusloa saamiseks tuleb:

1) esitada ehitusloa taotlus (vt vastavad blanketid);

2) esitada ehitusprojekt, mis vastab ehitusloa taotlemisel ehitusprojektile esitatavatele nõuetele ja on koostatud või kontrollitud käesoleva seaduse § -s 47 nimetatud projekteerimises pädeva või kontrollitud käesoleva seaduse § -s 47 nimetatud ehitusprojektide ekspertiiside tegemises pädeva vastutava spetsialisti poolt ja mis on seadusega ettenähtud juhtudel heaks kiidetud;

.....

§ 23 (4) Ehitusluba ehitise lammutamiseks väljastatakse ehitise omanikule. Kui ehitis on mitme isiku ühises omandis, peavad ehitusloa taotluse ehitise lammutamiseks esitama ehitise omanikud ühiselt

§ 29 Ehitise omaniku kohustused

Ehitise omanik on kohustatud tagama:

....

3) ehitusprojekti kohase ehitamise, kui ehitusprojekt on nõutav;

§ 48. Ehitusettevõtja kohustused

- lammutamisest juttu ei ole

§ 49. Projekteerimis-ettevõtja kohustused

- lammutamisest juttu ei ole

§ 50. Omanikujäreelvalvet tegeva ettevõtja kohustused

- lammutamisest juttu ei ole

.....

9.5 Ehitise lammutusloa taotlemisest

Ehitise lammutusloa väljastab kohalik omavalitsus (Säästva Arengu ja Planeerimise Amet).

Lammutusloa saamiseks tuleb:

1) esitada lammutus(ehitus)loa taotlus (vt vastavad blanketid Ehitusregistris - www.Ehr.ee);

2) esitada lammutusprojekt, mis vastab lammutusloa taotlemisel lammutusprojektile esitatavatele nõuetele;

3) esitada vajalikud kooskõlastused (näiteks keskkonnaamet, vanalinnas kultuuriväärtuste amet, torustike osas Tallinna Vesi – torustike lahtiühendamised, elektrivõrkude osas jne);

4) tasuda riigilõiv 500 kr.

Väikeehitise puhul (alla 60 m²) on piisav kirjalik nõusolek.

Taotluse saab esitada ehitise omanik (füüsiline, juriidiline – ka eri blanketid).
Taotluse läbivaatamiseks on vastavalt Ehitusseadusele aega 20 päeva.

Blankettide täitmisel vajalikud andmed, mõningaid näiteid
Ehitusloa taotlus
Ehitise olulised tehnilised andmed
Korteri olulised tehnilised andmed
Mitteeluruumi olulised tehnilised andmed
Rajatise osa olulised tehnilised andmed
Koordinaadid L-Est koordinaatsüsteemis

Ehitusloa taotlus
üksikelamu püstitamiseks
suvila rekonstrueerimiseks
suvila püstitamiseks
aiamaja rekonstrueerimiseks
aiamaja püstitamiseks
taluhuone rekonstrueerimiseks
taluhuone püstitamiseks
ehitise rekonstrueerimiseks
ehitise püstitamiseks
ehitise tehnosüsteemide muutmiseks
ehitise laiendamiseks
üksikelamu rekonstrueerimiseks
ehitise osaliseks lammutamiseks
ehitise täielikuks lammutamiseks
Esitatud ____ . ____ . ____

Käesolevaga esitan _____ maakonna
_____ linna/valla

haldusterritooriumil ehitada kavatsetava ehitise kohta 3 lehel järgmised andmed:

1. Juriidilisest isikust taotleja

Nimi.....

Registrikood..... Riik.....

2. Allakirjutaja

Eesnimi..... perekonnanimi

Amet telefon(id) fakse-post

.....

Tallinna Säästva Arengu Ja Planeerimise Amet, 75023823
VABADUSE VÄLJAK 7 15198 TALLINN
Telefon (0) 640 4257, faks FAKS (0) 640 4495

EHITUSLUBA nr 7772
EHITISE TÄIELIKUKS LAMMUTAMISEKS

27.12.2004

Käesolevaga esitan Harju maakonnas Tallinn linna haldusterritooriumil lammutada kavatsetava ehitise kohta 2-l lehel järgmised andmed:

1. Väljastaja

Tallinna Säästva Arengu Ja Planeerimise Amet, 75023823
allakirjutaja: RAIN SEIER, EHITUSJÄRELEVALVE TEENISTUSE DIREKTOR

2. Ehitise ja ehitamise andmed

ehitisregistri kood: 101023098
nimetus: ELAMU LAMMUTAMINE
aadress: Ülemiste tee 7, Tallinn, Harjumaa
Ülemiste tee 9, Tallinn, Harjumaa
kasutamise otstarve: Muu kolme või enama korteriga elamu
ehitusloa taotlus: 7767, 27.12.2004

3. Dokumendi lisad

3.1. ehitusprojekt, ÜLEMISTE TEE 7 LAMMUTUSPROJEKT SELETUSKIRI JA
JONISED, 04437, 14.12.2004

4. Märkus

Ehitise omanik on kohustatud esitama Tallinna Säästva Arengu ja Planeerimise Ameti ehituskontrolli osakonnale vähemalt kolm tööpäeva enne ehitise lammutamise alustamist vormikohase teatise lammutamise alustamise kohta.

LAMMUTUSTÖÖDE LÄBIVIIMISEL EI TOHI RIKKUDA TEISTELE ISIKUTELE
KUULUVAID ASJAÕIGUSI.

Ehitise 101023098 andmed

5. Ehitise üldised olulised tehnilised andmed

ehitisealune pindala: 351 m²
suletud netopind: 588 m²
vähim korruste arv: 2
suurim korruste arv: 2

kõrgus: m
pikkus: m
laius: m
maht: 2367 m³
kõetav pind: m²

6. Ehitise materjalid

vundament: madalvundament
kandekonstruktsioon: puit
jäigastav ja piirde-
konstruktsioon: puudub
vahe- ja katuslaed: puit
välissein: puit
katuse kate: eterniit
välisviimistlus: puit

7. Ehitise tehnosüsteemid

elektri olemasolu: 220 v
vee olemasolu: võrk
kanalisatsioon: võrk
pesemisvõimalus: puudub
küttesüsteem: ahju- või kaminaküte
kütte liik: tahke
küttegaasi olemasolu: puudub
liftide arv: 0
kööride arv:
kööginõude arv:
tualettruumide arv:

küttegaasipaigaldiste arv:
rõdude arv ja kogupind: ; m²
lodžade arv ja kogupind: ; m²
terasside arv ja kogupind: ; m²

8. Ehitise kasuliku pinna spetsifikatsioon

Kasutamise otstarve	Kasuliku pinna liik	Pindala
Muu kolme või enama korteriga elamu	elamispind:	369,1 m ²
Muu kolme või enama korteriga elamu	abiruumide pind:	114,1 m ²
Muu kolme või enama korteriga elamu	üldkasutatav pind:	104,8 m ²
	kasulik pind kokku:	588 m ²
	elamispind kokku:	369,1 m ²

9. Ehitise ruumide spetsifikatsioon

eluruumid:	Toalisuse liik	Arv	Pindala
	8 ja enama toaline:	1	588 m ²
	eluruumide arv ja pind kokku:	1	588 m ²
	tubade arv:	8	
	mitteeluruumide arv ja pind:	0	0 m ²

Allkiri



2/2

9.6 Ehitise lammutusprojekteerimisele esitatavad nõuded

Eesti standard EVS 811:2006.
Hoone ehitusprojekt

§ 2 Terminid ja määratlused

Ehitusprojekt – kavandatavat või lammutatavat ehitist kirjeldav dokumentide komplekt, mis koosneb ptk 8 käsitletud staadiumidest ja dokumentidest.

§ 15 Lammutusprojekt

Lammutusprojekt koostada tööprojekti staadiumis.

Osalise lammutuse puhul näidata lammutatavad tarindid (möödistusjoonistel)

Esitada:

lammutustööde (täpne) järjekord ja vajadusel tarindite ajutise toestamise moodused (eriti osalise lammutamise puhul). Omaette küsimus on varisenud või kahjutules kahjustatud konstruktsioonide lammutamine;

lammutatavate materjalide ligikaudsed kogused, eraldi materjalide kaupa: betoon ja raudbetoon; kivi; puit: teras ja muud metallid; klaas; soojustusmaterjalid (näidates liigi: mineraalvillad, vahtplastid, räbu, termoliit vm); plastmaterjalid;

lammutusmaterjali kasutamise ja jäätmete paigutamise kohad, juhindudes kohalikust ehitismäärusest või haldusasutuse ettekirjutustest;

ohtlike jäätmete kogused liikide kaupa ja iga liigi edasine suunamine;

lammutatavate materjalide ja jäätmete käitlemise ohutusnõuded;

kommunikatsioonide lahtiühendamise tingimused ja kohad.

Hoonete ja rajatiste terviku, osalise või üksikosade lammutamise projektis nõutavatest abinõudest ja ohutusnõuetest, lahendustest

Tuleb anda, vajadusel arvutustega kontrollitud demontaaži - lammutamise võimalikult täpne järjekord

Konstruktsiooni sõlmede lahtiühendamise skeemid

Vajadusel ajutise toestuse lahendus

Lammutusel kasutatavate masinate ühel või teisel lammutusetapil võimalik paigutus

Keerukamatel juhtudel kirjeldada tööliste töövõtted ja ühes või teises ajal asumise kohad (nõutavad ohutuseeskirjad)

.....

Lammutusprojekti võimalik tiitelleht

Projekteerija (firma):

MTR reg nr.

Projekteerija andmed: ...

Maaomanik:

Tellijä:

Objekti asukoht:

Projekti nimi

Projekteerija vastutavate isikute nimed ja allkirjad:

.....

.....

Tallinn ... (aasta)

Lammutusprojekti sisukord

Keerulise objekti puhul võib olla ka mitu köidet

I Kooskõlastuste koondnimekiri

II Seletuskiri

- Üldosa
- Olemasoleva olukorra kirjeldus
- Lammutustööde kirjeldus, vajalikud arvutused, elementide ja sõlmede demontaaž ja lammutus, ohutusabinõud, vajadusel kohatine tugistamine, seadmete paigutus objektil, lammutusmaterjalide ladustamine ja äraveo skeemid, ... Kõik need asjaolud on ühel või teisel objektil üsna objektikohased.

- Keskkonnajuhtimine

- Lammutatavate materjalide põhiandmed

- Jäätmekäitlus

III Lisad

- Fotod olemasolevatest objektidest

- Objekti olemasolevad joonised (kasvõi inventariseerimise joonised)

IV Joonised

- Asendiplaanid

- Asukohaskeemid

- Muud vajalikud joonised demontaaži, ajutiste tugistuste jne kohta

I KOOSKÕLASTUSTE KOONDNIMEKIRI

JRK NR	KOOSKÕLASTAV ORGANISATSIOON	KOOSKÕLASTUSE NR JA KUUPÄEV	KOOSKÕLASTUSE SISU	KOOSKÕLASTUSE ORIGINAALI ASUKOHT	MÄRKUS
1	2	3	4	5	6
1.	Lasnamäe Linnaosa Valitsus Linnavara osakond	07.12.2004 Nr. 69	Kooskõlastatud. Allkiri /Ülo Kamarik/ peainsener	Joonis GE – 2 K-Projekt AS Arhiiv	
2.	Lasnamäe LOV Linnamajanduse osakond	06.12.2004 Nr.322	Kooskõlastatud. Allkiri /V. Karu/	Joonis GE – 2 K-Projekt AS Arhiiv	
3.	AS KH Energia – Konsult Tänavavalgustuse osakond	07.12.2004 Nr. 1061	Kooskõlastatud. Allkiri /K. Palmipuu/ Tänavavalgustuse infohaldur	Joonis GE – 2 K-Projekt AS Arhiiv	
4.	Eesti Energia AS-i Jaotusvõrk Tallinn-Harju piirkond	08.12.2004 Nr. 5745	Kooskõlastatud. Allkiri /Jelena. Maljugina/	Joonis GE – 2 K-Projekt AS Arhiiv	
5.	AS Tallinna Vesi Projekteerimise osakond	09.12.2004 Nr LM 650	Läbivaatuse märkused: vt lisaleht nr LM 650 Allkiri /M. Koor/	Joonis GE – 2 Kiri nr LM 650, 09.12.2004 K-Projekt AS Arhiiv	
6.	Tallinna Transpordi- ja Keskkonnaamet Keskkonnateenistus	09.12.04	Jäätmekava kooskõlastatud Allkiri / Märt Koppel/ vanemspetsialist	Joonis GE – 2 K-Projekt AS Arhiiv	



Elion Ettevõtted Aktsii
Endla 16, 15033 T
Registrikood 1028

KOOSKÕLASTUS NR 4983051

TELLIJA

Kliendinumber	2874
Registrikood	10329480
Nimi	K-PROJEKT AKTSIASELTS
Kontaktisik	PRIIT ANNUSVER Telefon 6264100
e-post	KPROJEKT@KPROJEKT.EE
Address	AHTRI TN 6A HARJUMAA TALLINN KESKLINN 10151

Kooskõlastamisele esitatud dokumendid	TALLINN, LASNAMÄE LO, KIVIMURRU TN.34, HOONE LAMMUTUS, TP nr.06096-GE, JOONIS GE-2.
Elion Ettevõtted Aktsiaseltsi (alljärgnevalt "Elion") seisukohad	esitatud dokumentide kooskõlastamisel:
Address	KIVIMURRU TN 34 HARJUMAA TALLINN LASNAMÄE
Projekt vastab Elioni poolt väljastatud tehnilistele tingimustele	JAH (tehn. ting.nr. 4958064)
Tööde teostamisel tuleb lähtuda liinirajatiste kaitsevööndis tegutsemise Eeskirjast	JAH
Töid võib teostada ainult Elioni volitatud esindaja Eitel Networks AS kirjaliku tööloa alusel	JAH
Info tööloa saamiseks telefoninumbri	6524000
Tööde teostamiseks planeeritud piirkonnas on vaja täiendavalt esitada tööjoonised	EI
Tegevuse jätkamiseks on vajalik tellida Elioni tehnilised tingimused	EI
Maa-alal paikneb Elionile kuuluv liinirajatist	Kaablikanalisatsioon Sisevõrgud
Ehitatavad liinirajatised on võimalik ühendada Elioni üldkasutatava sidevõrguga	-
Täiendavad märkused objekti kohta	Enne hoone lammutamist sidelepingud lõpetada ja tellida Eitel Networks AS-ilt sidetööd sidekaabli äraühendamiseks demonteerimiseks.(t.6402171) Sidetoru suunaga Kivimurru tn,34 kaevus nr. 279 korgistada. Tehn. dokum. jaoskonnal edastada andmed demonteeritava kaabli kohta.

Käesolev Leping on koostatud eesti keeles, kahes (2) eksemplaris, millest kummalegi Poolele jääb üks eksemplar.

Kooskõlastus kehtib kuni 06.06.2007

Kooskõlastuse võttis vastu
PRIIT ANNUSVER


allkiri

Kooskõlastuse andis
ELION ETTEVÕTTED AKTSIASELTS
VOLDEMAR KOMMER, sideliininsener
esindab volituse alusel


allkiri

Allkirjastamise kuupäev 07.06.2006
Kooskõlastus esitada raamatunிடamisel

4.2 LAMMUTATAVATE MATERJALIDE PÕHIMAHUD

NR.	JÄÄTME LIIK	ÜHIK	KOGUS	KOGUS (t)	KUHU VIIA
Elamu (Positsiooni nr. 1)					
1.	Betoon- ja kivimaterjalid	m ³	145	310	AS SLOPS, Maleva tn 2 või Vao paekarjääri (Peterburi tee 94)
2.	Puit	m ³	625	446	Jöelähtme prügilasse või AS SLOPS, Maleva tn 2
3.	Metall	t	1	1	Metalliga tegelevatesse firmadesse
4.	Klaas	m ²	97	0,62	AS SLOPS, Maleva tn 2 või Vao paekarjääri (Peterburi tee 94)
5.	Eterniit	m ²	167	2	Ohtlike jäätmete käitlusluba omavatesse firmadesse
Kuur (Positsioon nr. 2)					
1.	Puit	m ³	9	6	Jöelähtme prügilasse või AS SLOPS, Maleva tn 2
2.	Ruberoid	m ²	24,7		Ohtlike jäätmete käitlusluba omavatesse firmadesse
KOKKU:					
1.	Betoon- ja kivimaterjalid	m ³	145	310	AS SLOPS, Maleva tn 2 või Vao paekarjääri (Peterburi tee 94)
2.	Puit	m ³	634	452	Jöelähtme prügilasse või AS SLOPS, Maleva tn 2
3.	Metall	t	1	1	Metalliga tegelevatesse firmadesse
4.	Klaas	m ²	97	0,62	AS SLOPS, Maleva tn 2 või Vao paekarjääri (Peterburi tee 94)
5.	Ruberoid	m ²	24,7		Ohtlike jäätmete käitlusluba omavatesse firmadesse
6.	Eterniit	m ²	167	2	Ohtlike jäätmete käitlusluba omavatesse firmadesse

K-Projekt AS

Töö nr 06096
Kivimurru tn 34, Lasnamäe linnaosa, Tallinn
Lammutusprojekt

U:\OBJEKTID\2006\PRIT\06096 Kivimurru 34 lammutus\seletuskiri.doc\15.06.2006 9:05

Projekteerija: K-Projekt AS
Projekti nr: 04438

LÄBIVAATUSE MÄRKUSED

Meie 09.12.2004 LM 650

Teema: Lammutusprojekt

Asukoht: Ülemiste tee 007, Ülemiste tee 009

Käsitletud:

Ülemiste tee 7 ja 9 hoonete lammutamusprojekt kooskõlastatud.



Margus Koor
Projekteerimise juht
margus.koor@tvesi.ee
626 2254

KOOPIA ÖIGE


9.7 Ettevõtetest, kes Eestis tegelevad lammutamise aga mõned neist ka lammutusprojektide koostamisega

Lammutamisega tegelevad üldiselt spetsialiseeritud ettevõtted:

- Lustrum OÜ
 - AS Temiir
 - M.R. Projekt (sh ka asbestilammutus)
 - Floccosa
 - ASPEN Grupp OÜ (tehtavad tööd näiteks: lammutustööd, lammutusprojekti koostamine ja lammutusloa hankimine, betooni, silikaadi, maakivide jm kivimite purustamine täitematerjaliks, kivimaterjali, mulla, kruusa, pinnase ja paekivi sõelumine, täitematerjali müük, kaevetööd, pinnasetööd, mullatööd, teede ja platside ehitus, hoone vundamendialuste ehitus, ehitusmasinate rentimine), jne
 - Ka tavalised ehitus- või muud firmad teiste tööde hulgas
- Näiteks OÜ Vändra MP – 1992 (maaparandus, metsakuivendus, ... teede remont

ja lammutus (Tahkuranna sõjaväelinnaku lammutus)

Loetletud spetsialiseeritud lammutusettevõtetes on päris head vajalikud masinad (....., kohati kasutatakse ka alltöö ettevõtjaid ja nende tehnikat) ja ka tööjõud, mida ehk napib nagu muudelgi ehitusfirmadel. Samas on insenertehniline personal minimaalne, üldiselt juht ja raamatupidaja või sekretär. Sageli kasutatakse juhutöötajaid, töötuid, isegi lapsi-kooliõpilasi. Viimatimainitud kontingenti kuuluvad inimesed on kõige ohustatumad. Sageli arvatakse ja kohati ka õigustatult, et lammutamiseks ei ole vaja mingit väljaõppinud tööjõudu. Üks ohtlikemaid lammutusobjekte on kas osaline või avariieelses seisundis oleva ehitise lammutamine.

Tehnika on enamuses ratastel ja võidakse kasutada kus iganes objektil. Senini, viimase 10-15 aasta jooksul on eelmärgitud firmade poolt lammutatud objektide loetelu päris märkimisväärne, umbes 200 suuremat hoonet ja rajatist).

9.8 Mõningaid näiteid lammutustööde võimalikust tehnoloogiast ja kasutatavast tehnikast

Lammutustööde tegemiseks kasutatavad viisid:

käsitsilammutus (käsiinstrument, seadmed)

mehhaniseeritud (rammimisnui, trossiga tõmbamine, ekskavaator, buldooser, betoonipurustuslõuad, kukkuv kiil, saag, demontaaž)

hüdrauliline (lõhkikiiluv seade, lõökvasar)

termiline (gaasilõikur, südamikuga toru, pulbriga toru, pulberlõikur, alumiinium-termiline pulber – põlemisel temperatuur 2000-3000 C, plasmalõikur, laaserkiir).

Sulamistemperatuurid (või lagunemine): raud 1535, teras 1300-1400, vask 1083, titaan 1665, klaas 800-950, räniliiv 1470-1720, basaltkivi 1500, graniit 1260, paekivi laguneb 900, tavaline savitellis alla 1350, pottsepasavi, keraamiline plaat 1350-1580, šamott 1580-1770

lõhkamine

hüdrodünaamiline (vesipiik - kõrgsurve veejuga, impulssveejuga)

muud viisid, nagu ultraheli, keemiline, elektrohüdrauliline impulss)



Paltiiskis „Pentagoni“ lammutamisel kasutati Liebherr-i seadmeid: betooni purustuslõugadega (kääridega) varustatud ekskavaator, koppekskavaator, buldooserid ja betoonitükkide purustamine betooni killustikuks.



USA-s näiteks St. Louise Buschi staadioni raudbetoonkonstruktsioonide lammutamisel kasutati põhiliselt AHRENS-i seadmed: hiigelbuldooserid, kõrged kraanad, betoonipurustuslõugadega (+ vibratsioon) ja haaratsitega ekskavaatorid, terasest tilgakujuline 5 tonnine rammimisnui (pomm r/b) konstruktsioonide purukspommitamiseks, kõikvõimalikud kopad purustatud materjali transportimiseks.

Kui varasemalt kasutusel olnud seadmetega oleks selle staadioni lammutamine kestnud 7,5 kuud, siis praeguse tehnikaga saadakse hakkama varem kui 90 päevaga.

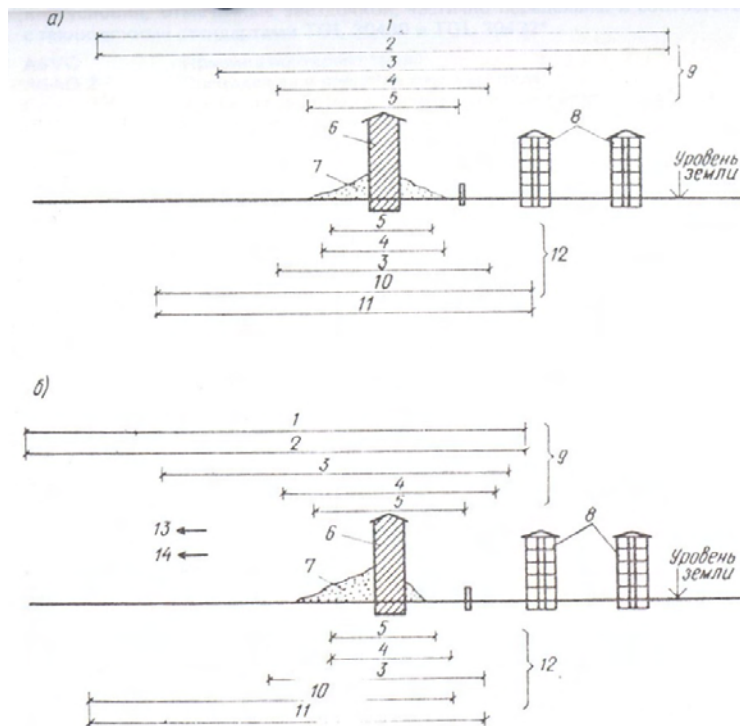
Huvitav on märkida, et terasarmatuuri juures leiti mingil määral radioaktiivsust.

Ka Eestisse on muretsatud vähemalt üks Komatsu ekskavaator PC340HRD-7 (High Reach Demolition Machine), mille maksimaalne töökõrgus on 20,5 m (ostetud Baltem AS-ilt Väandra MP).

.....

Ehitise varistamine lõhkamisega

Ehitiste varistamine, lammutamine lõhkamisega on ka laialt levinud kogu maailmas – The Art of Demolition



Hoone varistamisel lõhkamisega tuleb arvestada teiste hoonete lõhedust ja ka tuule suunda



Sageli kasutatakse laengute järjestikulist (viivitusega) lõhkamist

Meil Eestis on tuntumad firmad OÜ Lõhketööd (1992), Pärnu mnt 560 (Laagri), tel 6709 000, info@lohketood.ee. Laenguauke saab lõhata erineva viivitusega ja Intexler OÜ, Tallinnas Karu tn 14 (lõhketööde projekteerimine ja teostamine, mäetööd, kaevetööd, karjäärid, lõhkematerjalide müük, puurimistööd betooni, lubja ja paekivisse).

Kooskõlastused:

Tehnilise Järevalve Inspeksioon

Keskkonna inspeksioon

KOV

Tuleb teha suuresti ettevalmistustöid, puit (aknad, ukсед, põrandad), metall, ja eriti klaas eemaldada. Muidu pärast raske hunnikust sorteerida.

Mõningaid näiteid OÜ Lõhketööde firma poolt tehtud tööst:





Plokkelamu Paldiskis (laengute järjestikuline lõhkamine)

9.9 Lammutustööde ohutuseeskirjad

Erinevatel spetsialiseeritud ettevõtetel on omad eeskirjad, millistest instrueeritakse -õpetatakse oma töölisi.

(Samuti tuleb lähtuda ehitustööde üldistest eeskirjadest:

Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ehituses, Vabariigi Valitsuse 8.dets 1999.a määrus nr 377 aga samuti Töötervishoiu ja tööohutuse seadus üldse).

Alljärgnevalt esitan tähelepanu juhtimiseks mõned väljavõtted määrusest 377. Tegelikult tuleb lugeda tervikteksti..

Määrus nr 377:

§ 1. Rakendusala

(1) Käesolevaid töötervishoiu ja tööohutuse nõudeid kohaldatakse maa peal, maa all või vees teostatavatel ehitustöödel, mullatöödel, ehitusremondi- ja hooldustöödel, renoveerimisel, valmisdetailide monteerimis- demonteerimistöödel, lammutus- ja planeerimistöödel (edaspidi ehitustööd).

(2) Nõuded ei kehti puurimis- ja kaevandamistöödel mäetööstuses.

(3) Riiklikku järelevalvet käesolevate nõuete täitmise üle teostavad Tööinspeksioon ja teised järelevalveasutused oma pädevuse piires.

§ 2. Ehitustööde alustamisest etteteatamine

Ehitise tellija (edaspidi tellija) teatab ehitustööde alustamisest Tööinspeksiooni kohalikule asutusele vähemalt 3 päeva enne ehitustööde algust (eelteate vorm on toodud lisas) juhul, kui tööde planeeritud kestus ületab 30 päeva või kui objektil töötab samaaegselt vähemalt 20 töötajat.

§ 3. Üldised kohustused

(1) Ehitustööde tegemise ajal vastutavad ehitise tellija, projekteerija ja ehitusettevõtja koos ning eraldi selle eest, et töö ei ohustaks ehitusplatsil

(igasugune maa- või veeala, kus teostatakse ehitustöid) töötavaid ega selle mõjupiirkonnas olevaid isikuid.

(2) Kui töökohal töötavad samal ajal vähemalt kahe tööandja töötajad, sõlmivad tööandjad kirjaliku kokkuleppe töötervishoiu- ja tööohutusalase ühistegevuse ning iga tööandja vastutuse kohta. Ühistegevust korraldab peatööettevõtja. Kui kokkulepet ei ole, vastutavad tööandjad kahju tekkimise korral solidaarselt.

§ 4. Ehitise projekteerimise ja ehitustöö ettevalmistamise etapp

(1) Tellija tagab, et objekti projekteerimisel ning ehitustööde arhitektuurilisel ja ehitustehnilisel planeerimisel võetakse arvesse ja esitatakse projekteerija poolt kirjalikult kõik abinõud, mida on vaja rakendada ehitustööde igas etapis töötajate töötervishoiu ja tööohutuse ning keskkonnakaitse tagamiseks.

(2) Ehitusplatsi territooriumi kasutuse planeerimisel tuleb näidata:

- 1) kontori- ja olmeruumide paigutus platsil;
- 2) ehitusmaterjalide mahalaadimis- ja ladustamiskohad;
- 3) jäätmete ladustamis- ja kahjutustamiskohad. Eriti oluline on see nõue, kui töös tekivad ohtlike kemikaalide ja neid sisaldavate materjalide jäätmed;
- 4) masinate ja seadmete paiknemiskohad;
- 5) täitematerjalide või pinnase kogumiskohad;
- 6) liikumis- ja ühendusteede mõõtmed, nende paiknemine, valgustus ja korrashoid;
- 7) pääste- või kiirabibrigaadide juurdepääsuteed õnnetusjuhtumi puhuks;
- 8) evakuaatsioonipääsude ja -teede paiknemine.

§ 5. Ohtlike tööde loetelu ehituses

- (1) Ohtlikuks tööks loetakse töö:
- 1) millega võib kaasneda maanihe või vajumine pinnasesse (vundament), kusjuures riski suurendavad eriti kasutatavad töömeetodid või keskkond, milles ehitusplats või töötamiskoht asub;
 - 2) mille puhul töötajate tervist ohustavad keemilised või bioloogilised ohutegurid või töö, millega kaasneb nõue teostada tervisekontrolli;
 - 3) ioniseeriva kiirgusega keskkonnas;
 - 4) kõrgepingeliini ja trafoalajaama läheduses;
 - 5) osaliselt või täielikult pingestatud elektriseadmel;
 - 6) millega kaasneb uppumisoht;
 - 7) kaevus, tunnelis jt maa-alused tööd;
 - 8) õhuvarustussüsteemi kasutamise ja kessoonis;
 - 9) lühkeaine kasutamise ja;
 - 10) mis on seotud raskete valmisdetailide tõstmise, monteerimise ja demonteerimisega;
 - 11) millega kaasneb töötaja kõrgusest kukkumise oht.

§ 34. Lammutustöö

- (1) Ehitise või rajatise lammutamisel tuleb võtta tarvitusele vajalikud

ettevaatusabinõud ning lammutustöö teostada pädeva isiku juhtimisel.

(2) Enne lammutustöö alustamist peab kindlaks tegema, et lammutatav objekt on lahutatud kõigist võimalikest elektri-, gaasi-, vee- ja muudest ühendustest.

(3) Asbesti sisaldavate ehitiste lammutamisel kehtivad erinõuded.

(4) Tolmavaid jäätmeid ja materjale võib objektilt alla lasta ainult läbi torude. Tolmav koorem peab vedamise ajal olema kaetud.

Igal lammutustöödega tegeleval firmal peavad olema omad, riiklikele eeskirjadele baseeruvad töökaitse ja ohutustehnikametijuhendid, milliste võimalik algus võiks olla järgmine:

TÖÖKAITSE JA OHUTUSTEHNIKA AMETIJUHEND LAMMUTUSTÖÖLISTELE

1. Üldnõuded

1.1. Lammutustööliseks lubatakse tööle isikut, kes on vähemalt 18 aastat vana ja valdab eesti keelt.

1.2. Tööülesannet tohib asuda täitma, kui on teada ohutud töövõtted. Ohutusnõuete rikkumine võib põhjustada tööõnnetuse.

1.3. On keelatud kasutada seadmeid ja tööriistu, mille kasutamishendiga pole tutvunud ja käsitlemine pole selge. IA. Töövahendid, seadmed, tööriistad, töölad ja detailid peavad olema paigutatud selliselt, et oleks tagatud nende magavam käepärasus lähtudes tööohutuse nõuetest.

1.5. Juhtmeid, torusid ja muid taolisi esemeid ei tohi puudutada enne, kui ollakse veendunud, et need ei ole pinges ega surve all ning see on ohutu.

1.6. Lammutustööline peab tundma ohutuid töövõtteid ja käesolevat juhendit.

1.7. Lammutustööline on kohustatud kandma normidega ettenähtud tööriietust ja kasutama isikukaitsevahendeid.

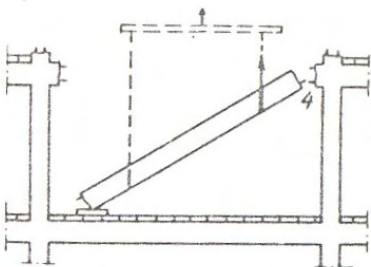
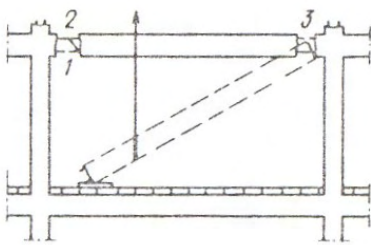
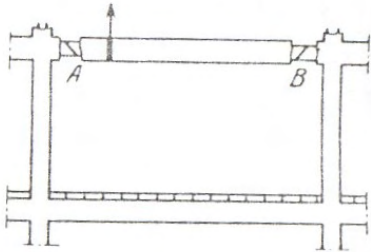
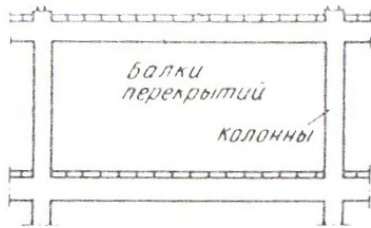
Real juhtudel on lammutustöödel esinenud suuremaid õnnetusi koos inimohvritega:

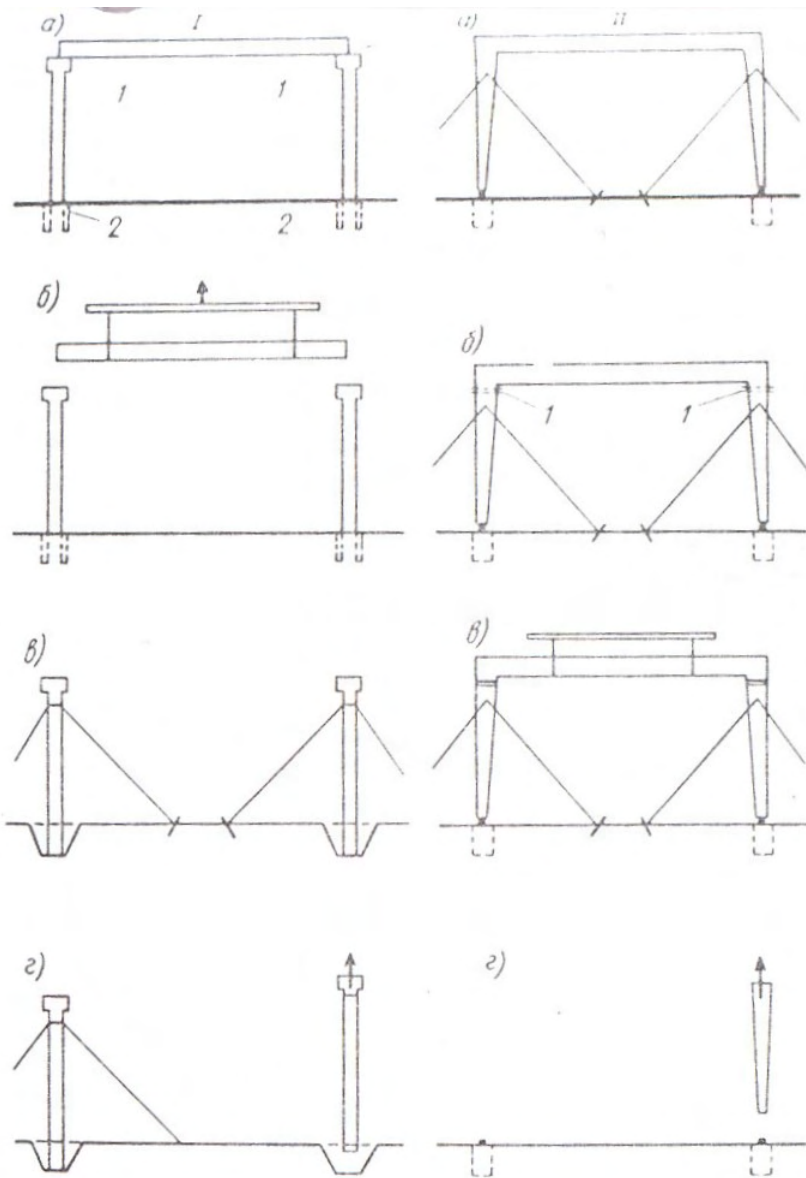
.....



Galerii vales järjekorras demontaažil (eemaldati sõrestti surutud vööde vahelised sidemed ilma püsivust tagamata) toimus ootamatu varing ja hukkus tööline

Demontaažil konstruktsioonide võimalikke püsivuse tagamise abinõusid:





Lammutamisel on ohtlik kuhjata koormusi konstruktsioonidele, mis ei ole ette nähtud suurte materjalikuhjatiste kandmiseks.



9.10 Ehitus- ja lammutusjätmete hooldus ja käitlus

Alljärgnevalt käsitlen põgusalt alljärgnevaid küsimusi:

Jäätmehooldus (on jäätmekäitlus, järelvalve jäätmekäitluse üle, ja jäätmekäitluskohtade üle);

Jäätmekäitlus (on jätmete kogumine, vedamine, taaskasutamine ja kõrvaldamine);

Jätmete vedu;

Lammutusmaterjalide kasutamise ja jätmete paigutamise kohad;

Jätmete kogused liikide kaupa ja iga liigi edasine suunamine;

Lammutatavate materjalide ja jätmete käitlemise ohutusnõuded;

Jätmete ümbertöötlemine (on nende mehaaniline, termiline, keemiline või bioloogiline mõjutamine) ja korduvkasutamine.

9.10.1 Ehitus- ja lammutus-jätmete käitlemine

Eestis (Vello Helm)

Lähiajalugu

Ehitus- ja lammutusjätmete käitluse alguseks Eestis võib lugeda aastat 1996.

Tõuke arengule andsid järgmised faktorid:

- Üldine majanduse kasv koos omanike tekkega;
- Tallinnas jõustusid ehitusjätmete käitlust reguleerivad õigusaktid;
- Kopli endises savikarjääris alustas tegevust püsijätmete ladustuspaik.

Arenenud riikides valitseb jäätmekäitluses kaks põhiprintsiipi: jäätmetekke vähendamine ja sorteerimine- korduskasutus.

Jäätmete ladestamishindade tõus Eestis seoses EL nõuetele vastavate prügilate avamisega on vältimatu.

Seega kulude kokkuhoiu eesmärgil tuleb senisest enam mõelda jäätmete sorteerimise ja taaskasutamise peale.

Ehitus- ja lammutustegevuse käigus tekivad jäätmed, mida on võimalik ümbertöödelda ja taaskasutada, kuid sageli satuvad ehitus- ja lammutusjäätmed lihtsalt olmejäätmete hulgas prügilasse.

Ehitus- ja lammutusjäätmete käitlemise osas võttis Tallinna linn selgelt suuna taaskasutamisele juba 15.mail 2002.a., kui jõustus Tallinna jäätmehoolduseeskirja lisa 1 Ehitus- ja lammutusjäätmete käitlemise kord. Praegu kehtib Tallinnas 16.09.2004 vastu võetud jäätmehoolduseeskiri.

Tallinna linn kehtestas nõude, mille kohaselt ei ole lubatud

raudbetoon- ja betoondetailide;

asfaldi;

ehituskivide ning telliste

ladestamine prügilas või pinnasetäiteks väljaspool pügilat.

Raudbetoon- ja betoondetailid ning tõrva mittesisaldav asfalt tuleb üle anda purustamiseks ja materjalide taaskasutamiseks vastavale jäätmeluba omavale jäätmekäitlusettevõttele.

Ehitusjäätmete käitlemise eest vastutab jäätmevaldaja.

Ehitusjäätmeid ei tohi anda käitlemiseks s.h. vedamiseks üle isikule, kellel puudub jäätmeluba.

Jäätmevaldajal on otstarbeks sorteerida ehitusjäätmed liikidesse nende tekkekohal. Sorteeritud ehitusjäätmete üleandmine prügilale või jäätmekäitluskohale on majanduslikult tunduvalt soodsam.

Juhul kui puudub võimalus ehitusjäätmeid tekkekohas sorteerida, siis võib ehitussegajäätmed anda sorteerimiseks üle vastavale jäätmekäitlusettevõttele.

Tallinnas tekkinud ehitusjäätmed:

- taaskasutatakse objektil;

- kõrvaldatakse ja käideldakse

Kopli püsijäätmete prügilas,

Väo paekarjääri püsijäätmete käitluskohas

või Tallinna uues prügilas

või antakse käitlemiseks üle vastavale jäätmeluba omavale jäätmekäitlusettevõttele.

Tekkekohal sorteerimisel tuleb eraldi paigutada:

- puit

- kiletamata paber ja papp

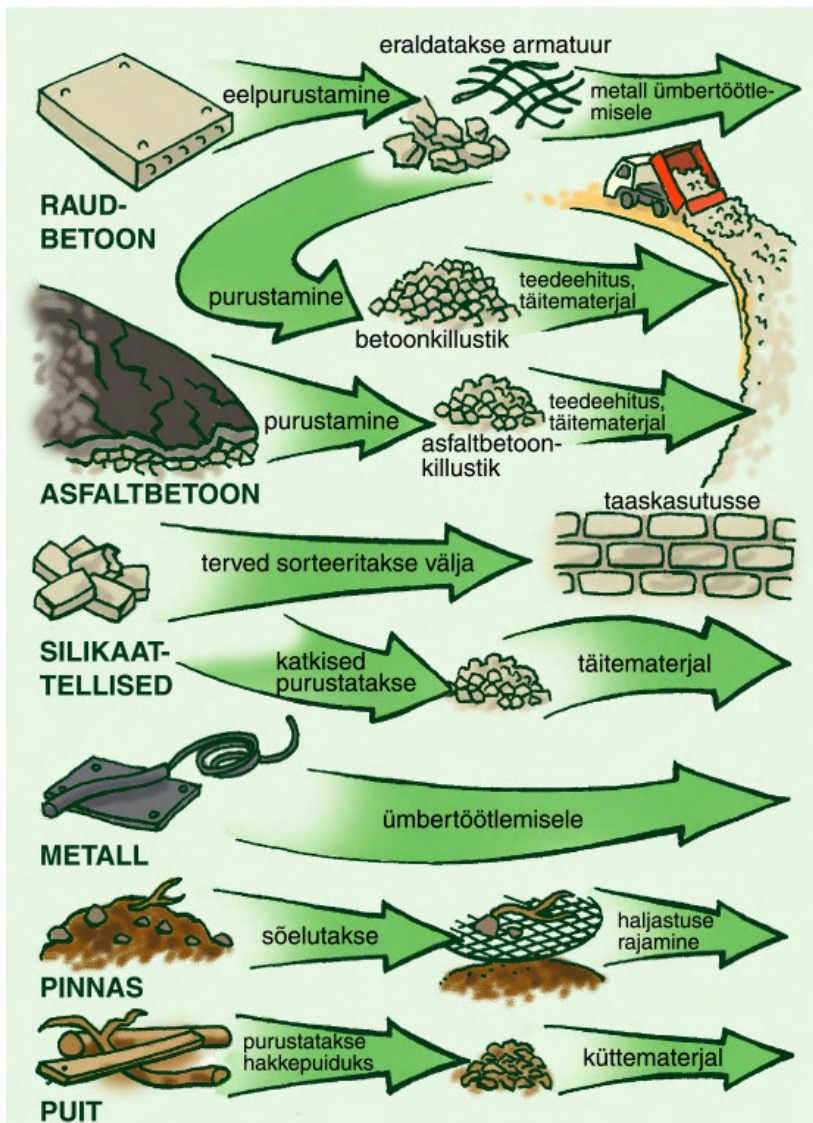
- must metall

- värviline metall

- mineraalsed jäätmed (kivid, ehituskivid, tellised, krohv, betoon jne)

- kasvupinnas
- raudbetoon- ja betoondetailid
- asfalditükid

EHITUS- JA LAMMUTUSJÄÄTMETE ÜMBERTÖÖTLEMINE





Raudbetooni eelpurustamine



Raudbetooni purustamine killustikuks

Realiseeritavad ehitus- ja lammutusjäätmete ümbertöötlemisel saadud materjalid:
asfaltbetoonkillustik (4 erinevat fraktsiooni)
betoonkillustik (4 erinevat fraktsiooni)
purustatud silikaatkivi
sõelutud haljastusmuld
täiteks sobiv mineraalpinnas
väljasorteeritud silikaattellis
9.10.2 Jäätmehooldust ja käitlust käsitlevatest seadustest ja määrustest
Jäätmeseadus.

Vastu võetud 28.01.2004.a seadusega (RT I 2004, 9, 52), jõustumisega 1.05.2004.

Edasi järgnevad muudatused kuni 1.01.2007.

§ 2. Jäätmed alalõigus on esitatud jäätmekategooriad.

.... Tavajäätmed, Püsijäätmed, Biologunevad jäätmed, Ohtlikud jäätmed, Olmejäätmed, jne, .. Jäätmevaldaja, ... Jäätmehooldus (on jäätmekäitlus, järeelvalve jäätmekäitluse üle, ja jäätmekäitluskohtade üle), Jäätmekäitlus (on jäätmete kogumine, vedamine, taaskasutamine ja kõrvaldamine), Jäätmete töötlemine (on nende mehaaniline, termiline, keemiline või bioloogiline mõjutamine) jne. Kogu seadus vt võrgus.

Tallinna Linnavolikogu määrus- 16.sept. 2004 nr. 34, Tallinna jäätmehoolduseeskiri ja selle Lisa 1: Ehitus- ja lammutusprahi käitlemise nõuded

Alljärgnevalt kommenteerin põgusalt seda Tallinna Linnavolikogu määruse Lisa 1:

I Üldsätted

1. Käesolev jäätmehoolduseeskirja lisa määrab kindlaks ehitus-, remondi- ja lammutustöödel tekkivate jäätmete (edaspidi ehitusjäätmed) käitlemise nõuded Tallinnas.

2. Ehitusjäätmete hulka kuuluvad puidu, metalli, betooni, telliste, ehituskivide, klaasi ja muude ehitusmaterjalide jäätmed, sh need, mis sisaldavad asbesti ja teisi ohtlikke jäätmeid ning väljaveetav pinnas, mis tekivad ehitamisel ja remontimisel (edaspidi ehitamisel) ning mida ehitusobjektil tööde tegemiseks ei kasutata.

3. Käesoleva lisaga reguleeritakse ehitusjäätmete käitlust juhul, kui ehitamise käigus tekib jäätmeid üle 1 m³ päevas või üle 10 m³ kogu ehitusperioodi kestel. Muudel juhtudel tuleb lähtuda eeskirja nõuetest.

4. Kui ehitamise käigus tekib käesoleva lisa mõistes jäätmeid, tuleb nende käitlemine kooskõlastada keskkonnaameti jäätmespetsialistiga. Ehitusprojektides peab olema näidatud:

(Tvk m 27.01.2005 nr 5 jõust. 03.02.2005)

4.1 jäätmete hinnanguline kogus ja liigitus vastavalt kehtivale jäätmeloendile;

4.2 pinnasetööde mahtude bilanss;

4.3 selgitused jäätmete liigiti kogumiseks ehitusplatsil;

4.4 jäätmete edasine suunamine.

5. Kui ehitamise käigus tekib jäätmeid üle 10 m³, tuleb ehitise vastuvõtmiseks esitatavatele dokumentidele kohustuslikult lisada keskkonnaametis kinnitatud õiend ehitusjäätmete nõuetekohase käitlemise kohta.

(Tvk m 27.01.2005 nr 5 jõust. 03.02.2005)

6. Ehitiste lammutamiseks peab olema kehtivale nõuetele vastav lammutusprojekt, mis on kooskõlastatud keskkonnaameti jäätmespetsialistiga, ja lammutusluba. Kui lammutatav ehitis on püstitatud enne Teist Maailmasõda, tuleb lammutusprojekt kooskõlastada täiendavalt ka Tallinna Kultuuriväärtuste

Ametiga (edaspidi kultuuriväärtuste ametiga). Lammutustööde lõpetamisel tuleb vormistada keskkonnaametis jäätmeõiend.

(Tvk m 27.01.2005 nr 5 jõust. 03.02.2005)

7. Kui pinnasetööde käigus avastatakse arheoloogilist kultuurikihti (muinsuskaitseobjekte, nende fragmente, ürikuid, inimsäilmeid jt), tuleb pinnasetööd koheselt peatada. Tööde jätkamine kooskõlastatakse kultuuriväärtuste ametiga.

8. Ehitusjäätmeid vedav isik peab olema registreeritud Harjumaa Keskkonnateenistuses.

9. Tallinnas tekkinud ehitusjäätmed taaskasutatakse või kõrvaldatakse läheduse põhimõtet järgides mõnes Tallinnas paiknevas ja vastavat jäätmeluba omavas ehitusjäätmete käitlusettevõttes.

10. Ehitusjäätmeid ei tohi anda vedamiseks, kõrvaldamiseks või taaskasutamiseks üle isikule, kellel puudub vastav jäätmeluba või kes ei ole ehitusjäätmete vedajana registreeritud. Ohtlike ehitusjäätmete üleandmisel peab lisaks jäätmeloale kontrollima ka ohtlike jäätmete käitluslitsentsi olemasolu.

II Ehitusjäätmete valdaja kohustused jäätmekäitlusel

11. Ehitusjäätmete käitlemise eest vastavalt käesoleva lisa nõuetele vastutab jäätmevaldaja.

12. Ehitusjäätmete valdaja on ehitise omanik, kui tema ja ehitusettevõtja või kinnisvaraarendaja vaheline leping ei näe ette teisiti või muu isik, kelle valduses on jäätmed.

13. Ehitise omanik on ehitise kui vallasasja omanik, kinnistu omanik, hoonestusõiguse või mõne muu piiratud asjaõiguse alusel kinnistu kasutaja või isik, kellele on välja antud ehitusluba.

.....
III Mitteohtlike ehitusjäätmete käitlemine

18. Ehitusjäätmed tuleb sortida liikidesse nende tekkekohal. Sortimisel lähtutakse jäätmete taaskasutusvõimalustest. Eraldi tuleb sortida:

18.1 puit;

18.2 kiletamata paber ja papp;

18.3 metall (eraldi must- ja värviline metall);

18.4 mineraalsed jäätmed (kivid, ehituskivid ja tellised, krohv, betoon, kips, lehtklaas jne);

18.5 raudbetoon- ja betoondetailid;

18.6 tõrva mittesisaldav asfalt;

18.7 kiled.

19. Juhul, kui ehitusjäätmete tekkekohas puudub võimalus nende sortimiseks või see osutub majanduslikult ebaotstarbekaks, tuleb jäätmed anda töötlemiseks üle vastavale jäätmeloaga jäätmekäitlusettevõttele, kes teeb selle töö teenustöona. Eelistada tuleb ettevõtet, kes tagab jäätmete täielikuma taaskasutamise.

20. Liikidesse sortitud jäätmed tuleb koguda eraldi konteineritesse, taaskasutada või anda taaskasutamiseks üle vastavale jäätmeluba omavale jäätmekäitlusettevõttele. Ehitusjäätmed, mida ei saa materjalina või tootena taaskasutada, kõrvaldatakse läheduse põhimõtet järgides jäätmeloaga

jäätmekäitluskohtades või vastavalt käesoleva lisa punktile 24. Konteinerid peavad olema tähistatud vastavalt kogutavatele jäätmeliikidele.

24. Raudbetoon- ja betoondetailide, asfaldi ja eelsorteeritud ehituskivide ja telliste ning puidu ladestamine prügilas või pinnasetäiteks väljaspool prügilat ei ole lubatud. Raudbetoon- ja betoondetailid ning tõrva mittesisaldav asfalt tuleb üle anda purustamiseks ja materjalide taaskasutamiseks vastavale jäätmeluba omavale jäätmekäitlusettevõttele. Eelsorditud ehituskivid ja tellised tuleb kas taaskasutada ehituskividenä ja tellistena või anda purustamiseks ja materjalide taaskasutamiseks üle vastavale jäätmeluba omavale jäätmekäitlusettevõttele. Puhas puit tuleb kas kasutada küttenä või anda puiduhakke valmistamiseks üle vastavale jäätmeluba omavale jäätmekäitlusettevõttele. Tõrva sisaldav asfalt tuleb käidelda ohtliku ehitusjäätmena.

25. Kasvupinnas tuleb koorida eraldi ja kasutada samal ehitusel haljastamiseks. Ülejääva kasvupinnase kasutamine tuleb kooskõlastada ehituse asukohajärgse linnaosa valitsusega või anda üle käitlemiseks vastavale jäätmeluba omavale jäätmekäitlusettevõttele.

IV Ohtlike ehitusjäätmete käitlemine

26. Ohtlikud ehitusjäätmed on ehitamisel tekkivad jäätmed, mis oma ohtlike omaduste tõttu võivad põhjustada kahju tervisele ja keskkonnale ning nõuavad erimenetlust nende käsitlemisel. Ohtlikud ehitusjäätmed määratakse keskkonnaministri kehtestatud ohtlike jäätmete nimistu alusel. Ohtlike ehitusjäätmete hulka kuuluvad:

26.1 asbesti sisaldavad jäätmed - eterniit, asbesttsementplaadid, asbesttsementtorud, isolatsioonmaterjalid jne;

26.2 värvi-, laki-, liimi- ja vaigujäätmed, sh neid sisaldanud tühi taara ja nimetatud jäätmatega immutatud materjalid jne;

26.3 naftaprodukte sisaldavad jäätmed - tõrvapapp, immutatud isolatsioonmaterjalid, tõrva sisaldav asfalt jne;

26.4 saastunud pinnas.

27. Pinnas loetakse saastunuks, kui see sisaldab ohtlikke aineid üle keskkonnaministri kehtestatud piirnormide.

9.10.2 Ettevõtetest, kes tegelevad jäätmete vastuvõtmise, ladustamise ning ümbertöötlemisega

Jäätmete ladustamise ning ümbertöötlemisega tegelevad ettevõtted:

- ATI Grupp (Tallinnas Vão paekarjääris ja Kohtla-Järvel asuvas käitlussõlmes) –

Võetakse vastu: ehitusjäätmed nagu (kasvu) pinnas, betoon- ja r/b, asfalt, tellised, puit, maakivi, paekivi. Tehtavate tööde loetelu – Tallinnas ja Harju maakonna piires ehitusjäätmete konteinerite (kuni 30 m³) rent ja vedu käitluspaika, raudbetooni (ka suuregabariidiliste elementide purustamine terassarruse eemaldamisega), kivi ja asfaltbetoonitükkide purustus ja sõelumine lammutusobjektidel ja karjäärides (seadmed mobiilsed), puitelementide purustus ja hakkimine, käideldud materjalide müük – betoon- ja asfaltbetoonkillustik,

sõelatud haljastusmuld, hakkepuut..

.....
- Vaivara ...?

OÜ SLOPS (Tallinnas Koplis, Maleva 4) – ehitusjäätmed nagu tellise- ja betoonijäätmed, vana asfalt, ehitus- ja lammutusjäätmete segu, pinnas ja kivid, asbest. Tehtavate tööde loetelu –

Võetakse vastu: tellise-ja betoonijäätmed, vana asfalt, ehitus- ja lammutusjäätmete segu, pinnas ja kivid. Töödeldud mineraalmaterjalid on laialdaselt kasutatavad: platside, teekehade ja haljastuse aluskihtidena, ajutiste ja väikese koormusega teekatetena, maa-alade vertikaalplaneerimisel, hakkepuut küttematerjalina, ...

Täielik loetelu vt internetist.

Eestis on asutatud ja tegutseb ka vastav Jäätmekäitlejate Liit.

Soovitavat kirjandust

Lee How Son, George C.S. Yuen "Building Maintenance Technology" MacMillan Distribution Ltd. England, 1993.

Robert T. Rafay, Structural Condition Assessment. Strength, Serviceability,

K. Structural Renovation of Building. Methods, Details and design..

Sewers- Rehabilitation and New Construction. Repair and Renovation, Edited by Geoffrey F. Read, Published in Great Britain in 2004 by Arnold.

Horst Reul, Handbuch Bautenschutz und Bausanierung, Schadenursachen, Diagnoseverfahren, Sanierungsmöglichkeiten, 4. Auflage, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, Köln 2001.

Josef Maier, Handbuch Historisches Mauerwerk, Untersuchungsmethoden und Instandsetzungsverfahren, Brikhäuser Verlag, Basel.Boston.Berlin, 2002.

Naturwerkstein und Umweltschutz in der Denkmalpflege, Ebner Verlag Ulm, 1997.

Brasholz, Handbuch der Anstrich- und Besichtigungstechnik. 2 Auflage. Bauverlag. Vollrath/Tathoff, Handbuch der Brückeninstandhaltung. Beton- Verlag, Düsseldorf, 1990.

Schönburg, Gestalten mit Putsmörteln. Vorbereitung von Putzarbeiten, Putzgründe und Putzträger, Innen- und Aussenputze, Strukturputze, Sgraffito, Putzschnitt, Putzintarsie. Verlag für Bauwesen GmbH, Berlin, 1991.

Sutter Hans-Peter, Holzschädlinge an Kulturgütern erkennen und bekämpfen. Verlag Paul Haupt, Bern,, Stuttgart, Wien, 1992.

Gösele/Schyle, Schall, Wärme, Feuchte. Bauverlag GMBH, Wiesbaden und Berlin, 1983.

Günther Ruffert, Schäden an Betonbauwerken. Ursachen - Analysen - Beispiele mit 79 Abbildungen. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln-Braunsfeld.

Bauschadensverhütung im Wohnungsbau. Schwachstellen, Schäden, Ursachen, konstruktions- und Ausführungsempfehlungen. Band 1. Flachdächer. Dachterrassen. Balkone. Von Erich Schild, Rainer Oswald, Dietmar Rogier, Haus Schweikert. Bauverlag GMBH - Wiesbaden und Berlin.

- . - Band II. Außenwände und Öffnungsanschlüsse.

Van Oeteren, Korrosionsschutz - Besichtigungsschäden auf Stahl. Leistungsbereich DIN 55928. Ursache. Abhilfe. Vermeidung. Bauverlag GMBH. Wiesbaden-Berlin.

D. Korth, J. Lippok, Abbrucharbeiten. Grundlagen, Vorbereitung, Durchführung. Hrsg.: Deutscher Abbruchverband. Redaktionelle Leitung: Jürgen Lipok u. Dietrich Korth, 2004. 445 S. m. 262 z. TL. ISBN: 3-481-02031-7.

RIL 107-2000.

Väänänen Heikki, Absetz Ilmari, Puurakenteiden kosteusvaurioiden tutkiminen. Rakennustekniikka 2/93, Helsinki.

Viitanen Hannu, Rutschkoff Anne-Cristine, Ruskolahon kehittyminen ja leviäminen puurakenteissa, VTT tutkimuksia 637, Espoo, 1989.

DI Risto Vahänen, Säärasitettujen betonirakenteiden korjaaminen. Korjausrakentaminen. 1-1992.

DI Kimmo Niemi, apul. prof. Ralf Lindberg, Ulkobetonirakenteiden korjausmassat tutkittavana. Betoni NO. 4, 1992.

Panu Kaila „Talontohtori“ Rakentajan pikkujättiläine, 1997, Werner Söderström OY, Helsinki, WS Bookwell OY, Porvoo, 2003.

E. Piksarv, V. Kikas, V. Nurm, S. Grabko, Portlandtsemendi aluseliiste sulfaatide ja aurutamise temperatuuri mõju kivinenud tsementtaigna destruktsioonile. Tallinn, 1979.

Olli Seppänen, Matti Seppänen, Hoone sisekliima kujundamine Tallinn „Kolibri“, 1998;

EVS 837 -1:2003. Piirdetarindid, Osa 1 Üldnõuded (EPN 11.1)

EVS 839:2003. Sisekliima (EPN 12.2),

Пособие по проектированию усиления стальных конструкций (к СНИП II-23-81*), М., 1989.

Ребров И. С., Усиление стержневых металлических конструкций, Л., 1988.

Усанов С., И., Состояние стальных конструкций перед аварией в производственном здании, Лекции, Барнаул, 1981.

Сахновский М., М., Технологичность строительных сварных стальных конструкций, Изд. Будивельник, 1980.

Онуфриев Н., М., Исправление дефектно-смонтированных сборных железобетонных конструкций,

Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций. Выпуск 2, под редакцией д-ра тех. Наук проф. А.А. Шишкина, изд литературы по строительству, Москва-1964.

А.А. Калинин, Обследование, расчет и усиление зданий и сооружений. Учебник. Москва, 2004, Изд. Ассоциации строительных вузов.

В.М. Калинин, С.Д. Соколова, Оценка технического состояния зданий. Учебник. Москва, ИНФРА-М, 2005.

В.М. Калинин, С.Д. Соколова, А.Н. Топилин, Обследование и испытание конструкций зданий и сооружений. Учебник. Москва, ИНФРА-М, 2005.

В.В. Федоров, Реконструкция и реставрация зданий, Москва, ИНФРА-М, 2003.

Vt Soomekeelne raamat U. Kallavusel