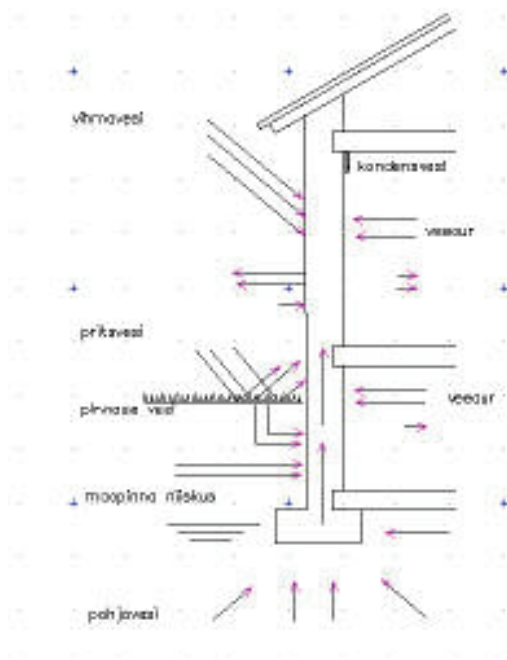


## SOKLITE SANEERIMINE

Hoonete fassaadide renoveerimisel on suureks probleemiks soklid, mis vaatamata hoolikale saneerimisele ei taha kuidagi krohvi ega värvi peal hoida. Paljud soklid lagunevad juba renoveerimisele järgneval aastal. Seda on märgata eelkõige vanade hoonete juures, aga tihti on probleemiks ka uuematel majadel.



Joonis 1

### Sokli lagunemise põhjused

Hoone piiretesse võib vesi ja niiskus tungida põhiliselt kolmel teel (vt. joonis 1) :

1. Hoone seest väljapoole tungiva veeauru difusioonina

Ilma soojustuseta soklite puhul veeauru difusioon müüritise niiskumisel olulist rolli teistega võrreldes ei mängi.

2. Vihmavee otsesest survest müüritise pinnale

Vihmavee otsese surve all tuleks mõelda niiskust, mis satub soklipinda otsese vihmaveega või maapinnalt tagasipritsiva veena. Kaitseks vihmavee eest on soklitel võimalik kasutada spetsiaalseid tihendus krohve, mis taluvad veesurvet kuni 1,5 bari. Selliseid krohve fassaadil ei tohi kasutada, kuna nad võivad takistada veeauru väljatungimist ning põhjustavad kondensvee tekke.

3. Pinnases oleva niiskuse ja vee survena. Vihmaveega ja lume sulamisega tekib pinnasevesi, mis vundamendi ebapiisava hüdroisolatsiooni või puuduva drenaažikihi tõttu koormavad soklit veega. Pinnasevee mõju vastu aitab isolatsioon ning ümber vundamendi paigaldatud vett kiirelt läbilaskev kiht (drenaazikiht), milleks võib olla näiteks killustik või kergkruus.

Pinnase niiskuse mõju vundamendi seinalle sõltub peale vihmavee ka dreeneiva kihi olemasolust ning kvaliteedist. Näiteks mulda sisaldava pinnasekihi niiskukoormus vundamendile on tunduvalt suurem kui kergkruusast pinnasekihil.

Lisaks eeltoodud kolmele esineb niiskuse tungimist müüritisse ka elektripotentsiaali ning hügrokoopsuse tõttu.

Kui vihmavee otsese veesurve ja difusioonse niiskuse eest on suhteliselt lihtne müüritist kaitsta (vastavalt sokliosas vett tõrjuvate krohvide ja värvkattega ning sisemise aurutõkkega), siis vundamendi seintest ja taldmikust tõusva kapillaarniiskuse vastu on tunduvalt raskem võidelda. Iga müürimaterjal omab teatud kapillaarset imavust. Teoreetiliselt võib vesi mööda kapillaare tõusta kuni 1,5 m kõrgusele. Vesi tõustes mööda vundamendi kapillaare ülespoole väljub soklipinnal nii sisse- kui ka väljapoole. Koos kapillaarniiskusega kerkivad ka vees lahustunud soolad, mis vee aurudes soklipinnal või pinnakihi all kristalliseeruvad, põhjustades krohvi lagunemist ning värvkatte koorumist.

Kapillaarimavust saab likvideerida või vähendada kas kapillaaride katkestamisega või nende täitmise.

### **Kristallisatsioonisurve.**

Mördid ja krohvid on reeglina leeliselised. Ümbritsevas keskkonnas esinevad ja ehitusmaterjale kahjustavad ained on enamikul juhtudel happelised. Keskkonnasaastatuse ja pinnasesse difundeerumise teel võivad vundamentides esineda kõrvuti nõrkhappeliste orgaaniliste hapetega ka tugevate mineraalsete hapete soolad: nitritid, nitraadid, sulfaadid, kloriidid, millele dissotsiatsiooniprotsessides osalev hüdrolüüsuv happeline vesinikioon põhjustab omakorda karbonaatsete ehitusmaterjalide lagunemise. Keemiliste reaktsiooniprotsesside tulemusel moodustuvad mitmesugused soolad. Paljude ehitusmaterjalide (lubi, tsement, karbonaatsed kivimid) koostises esineb kaltsiumioon, mis algselt mittelahustuva ühendina muutub vaba vesinikradikaali olemasolul vees lahustuva mineraalse happe soolaks.

Soolade vesilahuste pinnale jõudes vesi aurustub ning soolad kristalliseeruvad välja. Vahetult krohvikihhi piirpinnal tekib moodustunud soolühendi kristallisatsioonisurvevst täiendav koormus, mis on üheks krohvi lagunemise põhjuseks. Moodustuvate kristallhüdraatide tõttu tekib tunduv soolade mahu suurenemine, mida tuntakse kristallisatsioonisurvena. See surve mõjub seda kahjustavamalt, mida suurem on moodustunud kristallhüdraatide molekulmaht või uue moodustunud kristallilise aine veemavus. Erinevate soolühendite kristallide kristallisatsioonisurve on erinev. Kristallisatsioonisurve põhjustab krohvi struktuuri hävimise ja lagundab müüri. Selline kristallisatsioonisurve võib tekkida ka kuiva müüritise puhul, mis niiskub harva.

Praktikas algab soklite kõige intensiivsem lagunemine kevadtalvel, kus lisaks soklite mürgumisele hakkavad krohvi survetugevust mõjutama pinnakihi toimuvad sulamis-jäätumisprotsessid. Soklite üldine kõrgem niiskukoormus koos kevadtalviste jäätumis-sulamisperiodidega võib madala külmakindlusega soklikrohvi hävitada ühe talve jooksul.

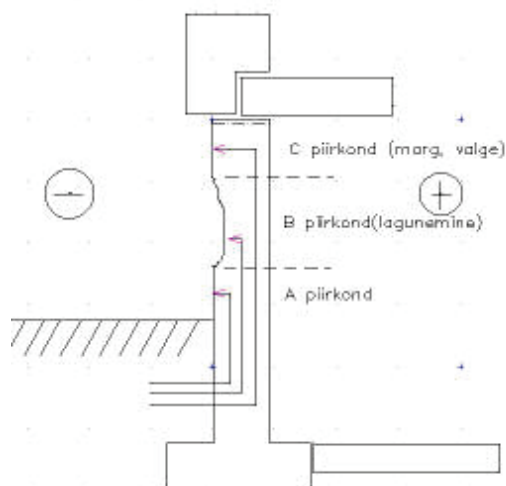
Pideva niiskukoormuse all olevad sokliseinad ei kahjustu antud kahjustusega.

### **Lubja lagunemine.**

Soolad mõjuvad halvasti müüritisest oleval lubjale. Soolad reageerivad veega koosmõjul lubjaga. Tekkinud ühendid (näiteks kips) uhutakse seejärel müüritisest välja. See protsess toimub pideva vee koormuse all olevates müüritisest. Seega kahjulikud on sellised soolad, mis on kas vees lahustuvad või lahustuvad nõrgalt happelises vees. Viimaste hulka kuuluvad peale põhjavee ka vihmavesi, kuna nad on seovad õhust vääveldioksiidi ja süsihapi (autogaasid, suitsugaasid). Vees mittelahustuvad soolad ei kahjusta müüritist.

### **Fraktsiooniline soolakristallisatsioon.**

Soolalahuse kerkimisega vesi aurustub ning vastavalt soolaühendi lahustuvusele fraktsioneerub erinevatel soklikõrgustel. Kõige madalamal osal (A-piirkond, joonis 2) tungivad välja kaltsium- ja magneesiumkarbonaat ja kips. Selles tsoonis ei toimu väga intensiivset müüritise kahjustumist. B-piirkonnas eralduvad magneesiumsulfaat, naatriumsulfaat ja kaaliumnitraat, kus toimub ka intensiivne müüritise lagunemine. Kolmandas, C-piirkonnas tekivad nitraadid ja kloriidid, mis oma hügrooskoopsusega (õhust vee imavusega) tekitavad müüritisel märja piirkonna.



Joonis 2

### **Kahjustuse diagnoosimine.**

Selleks, et määrata õige ravi on vaja eelnevalt teostada kvaliteetne diagnoos. Saksamaal on palju spetsialiseeritud inseneribüroosid ja instituute, kellel on käsutada ka spetsiaalne aparatuur. Lihtsamaid mõõtmisi on võimalik teha ka saneerimistooteid pakkuvate firmade poolt. Eestimaal pööratakse kvaliteetsele kahjustuste diagnoosile vähe tähelepanu, mistõttu ka sokliprobleemide lahendused on pahatihti valed. Müüritise niiskumise põhjustustest peaks koostama dokumentatsiooni. Dokumentatsioonis peab olema fotod kahjustusest, ilmastikutingimuste kirjeldus, füüsikalise-keemiline uuring müüritise niiskumisest, soolasisaldusest ja müürimaterjali kirjeldus. Vajalik oleks teha diagnoosi erinevatel aastaaegadel, erinevatel päevadel. Soolade hügroskoopsus sõltub õhu relativsest niiskusest ja temperatuurist ning seetõttu peaks uuringuid läbi viima erinevate ilmastikutingimustega. Erinevatel aegadel tehtav uuring on vajalik ka kõikuva põhjavee mõju väljaselgitamiseks. Vajalik oleks teha ka niiskubilanss. Sellega fikseeritakse müüritise maksimaalne veemavus, niiskusesisaldus, hügrokoopne niiskusesiduvus, võimalik kondensvee teke, läbiniiskumisaste.

Niiskusuuringute teostamise meetodid kahte gruppi: niiskuse määramine mittepurustavate ja purustavate meetoditega.

#### **A. Müüritise purustamiseta**

*Elektriline meetod* takistuse mõõtmisega.

Antud meetod on üks lihtsamaid. Kasutatakse kahte mõõtmisprintsipi. Esimene mõõdab kahe müüritisse viidud elektroodi vahelist takistust. Teine meetod mõõdab ehitusaine elektrilist mahtuvust. Mõlemad meetodid on ekspluatatsioonis lihtsad, aga mõõtetäpsus on väga suurtes piirides kõikuv. Viga tuleneb eelkõige müüritises ja mürdis olevate soolade mõjust elektrisignaalidele. Seetõttu sobivad antud meetodid ainult selleks, et fikseerida ära kas müüritis on sooldunud või mitte. Sooldunud müüritis juhib palju paremini elektrit kui kuiv.

*Lambda-* ehk soojusjuhtivusmeetod.

Meetodi puhul mõõdetakse soojuse ülekandumist müüritises. Nagu teada juhib märg müürimaterjal paremini soojust, kui kuiv materjal. See on alles uus meetod ja kindlasti on sellel meetodil tulevikku.

*Termograafia* ehk infrapunane diagnoosimeetod.

Meetodi teeb kulukaks väga kallis aparatuur. Kasutatakse seda veel ainult muinsuskaitse objektide diagnoosimisel. Meetodi ideeks on see, et niiskel pinnal tekib aurumise tulemusel pinnatemperatuuri langus, kuival pinnal ei teki. Temperatuurierinevus fikseeritakse vastavate kaameratega. Koostatud termogrammiga nähakse küll erinevate pinnaosadel olev niiskustaseme erinevus aga ei saa fikseerida täpset niiskusesisaldust. Teine meetod on pinna infrapunase kiirgusega kiirgamine ning seejärel reflektiooni (tagasipeegelduse) mõõtmine. Vesi absorbeerib (neelab) infrapunast kiirgust 3 m lainepikkuse juures väga tugevalt. Selle meetodiga on hõlpus avastada küttesüsteemide ja veejuhtmestiku defekte seinas.

#### **B. Müüritise purustamisega**

*Gravimeetriline.*

Selle meetodiga saab täpselt määrata niiskuse sisaldust. Materjalikogus kaalutakse niiskena, seejärel kuumutatakse niiskus materjalist välja ja kaalutakse kuiv materjal. Niiske ja kuiva materjali kaaluvahet saab arvutada niiskusesisalduse.

*Kaltsiumkarbiidmeetod.*

Ka selle meetodiga saab küllalt täpselt määrata niiskusesisaldust müüritises. Oma mõõtetäpsuselt jääb ta gravimeetrilisele meetodile alla. Meetodi printsip: kasutatakse kaltsiumkarbiidi omadust reageerida niiskusega ning mõõdetakse tekkiv atsetüleenirõhk, mille järgi tuletatakse niiskuse sisaldus müürimaterjalis.

*Soola pH-väärtuse* määramine.

Seda meetodit kasutatakse soolade kontrollimiseks müüritises. Sool võetakse müüritisest ja lahustatakse destilleeritud vees. Seejärel määratakse tavameetodiga lahuse pH-väärtus. Üle 9 pH-väärtuse on soodal ja potasel, alla 7 aga naatriumsulfaadil või kaaliumsulfaadil. Inseneribürood kasutavad ka portatiivseid minilaboreid, mis sisaldab erinevaid võimalusi soola-analüüsiks.

### **Saneerimisabinõud.**

Vanadel hoonetel on tihti puudu nii horisontaalne kui ka vertikaalne hüdroisolatsioon. Saneerimisabinõudega peab taastama või rajama isolatsiooni, millega katkestatakse või vähendatakse kapillaarne imavus vundamendis ja soklis.

#### **A. Horisontaalne hüdroisolatsioon.**

Iga saneerimisabinõu ülesanne on katkestada kapillaarid või muuta kapillaarid nii kitsaks et kapillaarimavus praktiliselt katkeb. Mehhaaniliste abinõudega katkestatakse kapillaarid, keemiliste

abinõudega täidetakse ja kitsendatakse kapillaare. Uusim meetod on elektrofüüsikaline. Mehhaanilistest meetoditest tuntakse järgmiselt: müürisaagimis-meetod, kroomteras-meetod, V-lõikemeetod, müüri väljavahetus.

Müürisaagimis-meetodi puhul saetakse müüri 5..10 mm horisontaalne lõhe. Läbisaetud müüriti toestatakse spetsiaalsete kiiludega. Seejärel paigaldatakse lõhesse kunstmaterjalist, alumiiniumist või roostevaba terasest leht, ajalooliste ehitiste restaureerimispraktikas on kasutatud seatinast lehte. Tühikud täidetakse leeliskindla tsementsuspensiooniga või sobivate vaikudega.

Kroomteras-meetodi puhul surutakse kroomterasest laineline leht vastava mehhanismi abil müüritise vuukidesse. Nagu eelmise meetodi puhul peab ka siin olema müüritise mõlemalt poolt ligipääsetav.

V-meetodi puhul saetakse V-kujuline lõhik mõlemale poole müüritist 10 kuni 30 kraadi nurga all. Lõhikud täidetakse veetihe mörddiga.

Müüritise asendamine on väga kulukas ja aeganõudev meetod, mida kasutatakse ainult väiksemate kohtade tegemisel.

Keemilisel meetodil vähendatakse kapillaaride diameetrit või tekitatakse pealispinnapinge.

Tuntuim meetod on injektsioonimeetod. Selle meetodiga moodustatakse müüritise niiskust mitte läbilaskev kiht. Müüritise puuritakse väljastpoolt 1-3 horisontaalrida avasid diameetriga 10-14 mm, sammuga 10 kuni 20 cm. Vajadusel puuritakse täiendavalt ka seestpoolt. Avad ei tohi olla müüritist läbivad. Injektsioonmaterjalidest kasutatakse mitmeid aineid. Leeliselised silikaadid tekitavad kapillaarides peale vee aurumist täidetud kapillaarid nn. sekundaarkapillaarid, mis on algsest kapillaarist tunduvalt väiksema diameetriga. Selle materjali puhul võib esineda aga olukordi, kus kaalium- või naatriumsilikaat astub reaktsiooni õhus esineva süsihappegaasiga ning tekitab seejärel pinnale väljasooldumislaiud. Seeparast ei kasutata puhtaid vesiklaaslahuseid. Sagedamini kasutatakse silikaat-silikonaat kombinatsiooni, viimastel aastatel ainult räniorgaanilisi vaike. Injektsioonivahendina kasutatakse ka bituumenemulsioone. Katsetatud on epoksiid-, polüuretaan- ja polüestervaike, kuid nende efektiivsus ei ole olnud piisav.

Injektsioonimeetodid jagatakse : surveta injektsioon (kuivadel müüritistel), kõrgsurveinjektsioon (märgadel müüritistel) ja impulssmeetod. Surveta injektsioonimeetodi puhul paigaldatakse puuritud avadesse lehtid milled kaudu valgub injektsioonmaterjal müüritise. Seda meetodit saab kasutada ka eraehitaja, kuna selle jaoks ei ole vaja eriseadmeid. Kõrgsurveinjektsiooni puhul paigaldatakse avadesse niplid, milled kaudu pritsitakse eriseadme abil surve all materjal avasse. Survega injektsioonimeetod on efektiivsem, aga ka kallim.

Impulssmeetodiga pritsitakse injektsioonimaterjal mitte pideva permanentse survega avasse, vaid impulssidena. See on alles juurutatav meetod.

Kuumutusmeetodi puhul paigaldatakse avadesse kuumutus-elektroodid, mis aurustavad avades oleva niiskuse. Meetodi miinuseks on pidev elektrikulu.

Elektrofüüsikalise meetodi efektiivsuse kohta ei ole veel kindlat seisukohta. Erialakirjanduses on selle meetodi kohta rohkem negatiivseid kui positiivseid hinnanguid.

### **B. Vertikaalne hüdroisolatsioon.**

Põhja-, pinnavee ja pinnaseniiskuse vastu tuleb maapinnas olevat müüritist kaitsta vertikaalse hüdroisolatsiooniga. Keldrita hoonete puhul võiks sellest loobuda, kui niiskus ei kahjustaks soklikrohvi ja -värvi. Vertikaalset hüdroisolatsiooni saab teha nii seest- kui ka väljastpoolt. Isolatsiooni tegemiseks on vaja eelnevalt puhastada kogu soklipind. Vana krohv tuleb eemaldada. Müüritise vuugid tuleb 2 cm sügavuselt puhtaks kraapida. Puhastamisel ei tohi kasutada vett. Edasi kantakse puhastatud pinnale tsementkrohv. Kui sokkel koosneb betoonplokkidest, tuleb praod ja vuugid injektsioonimeetodiga täita. Augud ja tühikud tuleb täita spetsiaalse betooni saneerimisseguga. Pragude ja aukude korraliku täitmiseta tungib hiljem vesi ja niiskus läbi defektsete kohtade müüritise. Edasiseks on järgmised võimalused: veetihe tihendus-krohv, keevitatud bituumenpaanid, bituumenkate, drenkate.

Veetihe tihendus-krohv (saksa keeles Sperrputz, Dichtputz või Dichtungsschlämme) talub veesurvet kuni 1,5 bari.

Sisepoole tehakse vertikaalne hüdroisolatsioon juhul, kui ei ole võimalik soklit väljastpoolt lahti kaevata ning isoleerida. Sisemise hüdroisolatsiooniga võib saavutada küll keldriruumide kuivuse, aga ei ole võimalik saavutada kuivi müüre. Samuti ei ole võimalik takistada sisemise hüdroisolatsiooniga soolade liikumist ning sellega seotud soklite kahjustusi. Saneerimine algab vana krohvi kuivalt eemaldamisega. Järgmisteks kihtideks sobivad tihendus-krohvid. Kuna tihendus-krohvid on väga suure aurutihedusega ning takistavad oluliselt veeauru liikumist ruumist väljapoole peab jälgima, et siseseinale ei tekiks kondensvett. Kondensvee tekkekohtu on võimalik välja arvutada teades sise- ja välisõhu temperatuuri ning suhtelist niiskust ja seinakonstruktsiooni. Tihendus-krohvi võib kasutada juhtudel, kui on tegemist ainult niiskusprobleemidega.

Juhul kui vundamendi taldmik jääb isoleerimata ning niiskuse kapillaarse kerkimisega kaasnevad soolade liikumised peab kasutama spetsiaalseid saneerimiskrohve. Saneerimiskrohvid ei ole mõeldud vertikaalseks hüdroisolatsiooniks, vaid niiskus- ja väljasooldumiskahjustuste ajutiseks peatamiseks/likvideerimiseks. Saneerimiskrohvide ülesanne on absorbeerida/koguda endasse sooli, et need ei kahjustaks pealispinda. Nad on mõeldud niiskusega liikuvate soolade ladestamiseks, aga mitte suure hulga vee läbilaskmiseks. Kui vundament asetseb vees ning ümber hoone on dreanaž tegemata, siis sokli lagunemise suuremaks põhjustajaks on märja sokli külmumis-sulamistsüklid, mitte aga väljasooldumisprotsess ise.. Seetõttu on enne saneerimiskrohvi paigaldamist vajalik teha ka maa-alused vertikaalsed hüdroisolatsioon- ning dreanažitööd. Saneerimiskrohvide toime on igal juhul ajutine, kuna sellega ei ole likvideeritud põhjust (puudev taldmiku horisontaalne hüdroisolatsioon) , vaid tagajärgede ilmnemine on lükatud teatud aega edasi. Saneerimiskrohv moodustab oma mahust ligi 40 % õhupoore, kuhu soolad ladestuvad. Ruutmeetrite 2 cm paksune saneerimiskrohvi kiht võib akumuloida kuni 6 kg sooli. Kui poorid on sooladega täitunud, purustavad soolad krohvi pealispinna või krohv irdub seinapinnalt. Edasi on protsessi vaja jälle uuesti korrata. Saneerimis- ja tihenduskiht on oma mõjult vastandlikud. Saneerimiskrohv on väga kõrge veeauruläbivusega, tihenduskiht on vastupidiselt kõrge aurutihedusega. Neid ei kasutata koos. Saneerimiskrohve tohib katta ainult väga kõrge difuussusega mineraalsete värvkatetega.

Soolad fassaadis ja müüritisises teevad kahju ainult siis, kui nad on vees lahustuvad. Üheks võimaluseks soolakahjustustest lahti saada on muuta vees lahustuvad soolad vees mittelahustuvateks sooladeks. Tihti võib juhtuda, et soolade muundamine ei vii soovitud resultaadini, kuna muundades ühed soolad vees mittelahustuvateiks, muundame me samaaegselt teised soolad vees lahustuvateks. Müüritisises võib olla kümneid erinevaid soolaliikideid, millede olemasolu teadasaamiseks oleks vaja teha analüüs ning seejärel otsustada, kas kasutatav keemiline vahend annab soovitud resultaadi. Näiteks nitraadid on kõik vees lahustuvad, neid ei saa muundada lahustumatuteks. Nitraatide töötlemisel floorsilikaadiga käivitame nitraatide kristallisatsiooniprotsessi ning värv- või krohvkattele tekib kristallisatsioonisurve. Sagedamini kasutatav sooli muundav vahend sisaldab floorsilikaatühendit. Floorsilikaadiga neutralisatsiooni on soovitatav teha vähese sooldumisega pindadel (näiteks fassaadipinnal) , suure sooldumisega pindadel (soklitel) ei ole soovitatav floorsilikaati kasutada.

Vertikaalsetest hüdroisolatsioonimeetoditest on tuttavad ka bituumenkatted, -segud ja -paanid. Bituumenkatted on ainult siis tihendavad, kui nad sisaldavad kihi elastsust tõstvaid polümeerlisandeid. Bituumentõõpasid on nii ühe- kui ka kahekomponentsed. Ühekomponentsed tõõpad taluvad pinnase niiskust, aga mitte veesurvet. Kahekomponentsed tõõpad taluvad juba survet ca 1 bar. Suurema surve talumiseks tuleb kasutada tsemendiga segatavaid bituumentõõpasid, mille veesurve taluvus küünib juba 7 barini.

Bituumentõõpad erinevad tõõpadest selle poolest, et teda saab pinnale kanda paksu kihina, mistõttu tema veesurvealuvus võib olla 5-7 bari.

Bituumentkatete efekt niiskuse ja vee tõkestamisel võib osutada nõrgaks, kui ei tehta dreanaži. Peale torudreanaži aitab niiskust vundamendist eemal hoida ka kruusast või muust vett kiiresti läbilaskvast materjalist drenikiht.

Soklite saneerimise probleemistik on keeruline ning kulukas. Siin on komplekselt seotud horisontaalne ja vertikaalne hüdroisolatsioon, dreanaž, soolade töötlus, sobivad värv- ja krohvkatted. Konkreetsele probleemile õige lahenduse leidmiseks tuleb arvestada kõiki vundamendile ja soklile mõjuvaid tegureid. Ainult siis on võimalik saavutada ilma laguneva soklita fassaadi.