bouwrenovatie en –pathologie

# het renovatie- en restauratieproces

## inleiding

* Meer renovaties door duurdere bouwgronden
* Bouwrenovatie om 2 redenen belangrijk voor vastgoedbeheerder
  + Tekort aan bouwgronden en voorkomen verkrotting
  + Goed inzicht in renovatie dus goede investeringen
* Renovatie ⬄ restauratie
* Voorbereidend proces
  + Bronnenstudie
  + Fotografisch verslag
  + Opmeting
  + Renovatie- of restauratiestudie

## bronnenstudie

### Materieel

* Afwerkingslagen van de muren zijn belangrijk
* Vormgeving, materiaalgebruik en afwerkingtechnieken
* Niet destructief: lezen en interpreteren van zichtbare sporen
* Gedeeltelijk destructief: bouwarcheologisch onderzoek voor verbouwing, renovatie of sloop
* Destructief: archeologisch bodemonderzoek

### Geschreven (archivaliae)

* Bouwen door de eeuwen heen

Hier wordt het bouwkundig erfgoed van een aantal Vlaamse steden gedetailleerd beschreven. Onmiddellijk een korte bouwhistoriek ter onzer beschikking, met verwijzingen naar bouwvergunningen.

* Boedelbeschrijvingen, akten en contracten

Hierdoor kunnen wij nagaan hoe gronden of huizen van eigenaar veranderen maar ook welke de plaats van die eigendommen was.

### Mondeling

### Iconografie (afbeeldingen)

* Kadastrale plannen
* Koninklijk instituut voor het kunstpatrimonium (KIK)
  + 1 van de belangrijkste fotocollecties van het land
* Archief van stedelijke commissie voor monumenten en stadsgezichten
* Oude en moderne bouwvergunningen
* Geografisch informatiesysteem Vlaanderen (GIS)
  + Gegevens als huurders, eigenaars, verbouwingen

## voorbereidende studie tot renovatie of restauratie

### het bouwhistorisch onderzoek

* Vaststellen van bouwsporen, die in relatie worden gebracht met zichtbaar opeenvolgende bouwfases.
* Chronologisch verhaal opstellen

### het morfologisch onderzoek

* Algemene verschijningsvorm van volumes binnen een bebouwde omgeving
* De eigenheid van de beschouwde totaliteit

### het bouwfysisch en –technisch onderzoek

* Het doen van de gepaste vaststellingen
* Het stellen van de juiste diagnose (opsporen oorzaak van gebrek)

### het bepalen van de gepaste remedie op bouwfysisch en/of –technisch vlak

### voorontwerp tot renovatie/restauratie

* Functioneel (programma!)
* Ergonomisch
* Stabiel (BS)
* Technologisch mogelijk (BT)
* Bouwfysisch OK (BF)
* Rf
* Akoestiek
* Vochthuishouding
* Economisch/rendabel (BP)
* Esthetisch (BE)
* Een bestemming kiezen die goed in de markt ligt
* De juiste keuze voor het juiste gebouw op de juiste plek

### de renovatie-/restauratiekosten

* De kostenraming
* De premies en subsidies ([www.premiezoeker.be](http://www.premiezoeker.be/))

# frequent voorkomende bouwfysische en –technische problemen

## vochtigheid in gebouwen

### inleiding en basisbegrippen

* In nieuwe gebouwen door besparingen op materialen en werklonen
* Natte en vochtige kelders
* Doorslaande gevels of ontsierde witte muuruitslag
* Condensatievocht

#### de waterdampdiffusie van bouwstoffen

* De waterdampdoorlaatbaarheid van minerale bouwstoffen
* Voor keuze van afwerklagen, conserveringsmiddelen of bij aanbrengen van warmte isolatie systemen
* In de winter is binnentemperatuur hoger waardoor er binnen een hogere vochtigheid is
* Vochtigheid gaat van warm naar koud klimaat. Dit is de diffusiestroom. Als dit door een tussenlaag gehinderd wordt gaat dit over in water.
* Waterdamp kan ook door de muren dringen (diffusieweerstandsgetal)
* Poreuze bouwstoffen zuigen ook water uit de grond (capillaire werking)

#### warmteverlies door vochtige muren

* Water is een grote warmtegeleider. Lucht houdt warmte tegen.

#### thermische gebouwenisolatie

* Thermische isolatie
  + Vullen van spouwmuren (er werden er gevuld met goedkoop UF schuim, zure regen tast dit aan waardoor giftig gas vrijkomt)
  + Dubbele beglazing
  + Isolerende bouwstoffen (hoog poreuze materialen waarbij de lucht in de poriën als goede isolator dient, wel zeer waterabsorberend maar hiervoor kunnen ze behandeld worden)

### vaststelling en schadepatroon

* Vochtigheidsgraad (tss 60 en 85 % is ideaal) in onze gebouwen wordt bepaald door
  + Vochtproductie van de mens
  + Vochtafgifte van het gebouw
  + Ventilatiegraad van het lokaal
* Te hoge vochtigheidsgraad heeft slechte gevolgen voor mens EN materialen

#### directe en indirecte schade

* Direct: verf gaat eraf door opstijgend vocht
* Indirect: door opstijgend vocht komt er zout mee naar boven wat esthetische schade geeft

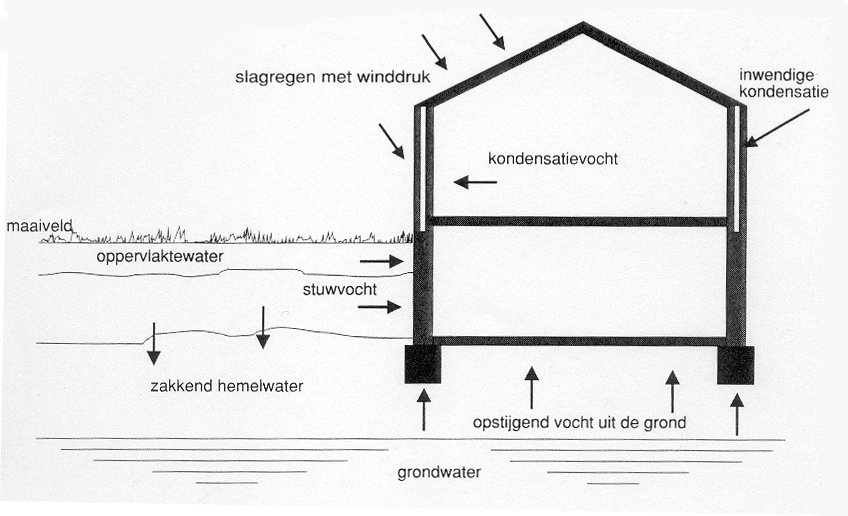
#### schadegevoelige gedeelten

* Dakgoten, corrosie van ingebouwde metalen delen, scheuren in het metselwerk, gebrekkige afdekkingen, slechte isolatie, doorslaande gevels…
* Boven de grond: buitengevels, schoorstenen, rollagen, balkons
  + Uitzetting en krimp door nat en droog => scheuren
  + Vorstschade
  + Mossen en algen op vochtig metselwerk
  + Gevolgen: vochtplekken, uitzoutingen en ongezond woonklimaat
* Onder de grond: vloeren en wanden die met de grond in aanraking komen

#### opsporingstechnieken

* Specifieke metingen
  + Natuurlijke vochtigheid
  + Zoutgehalte
  + Oppervlaktetemperatuur
  + Binnenklimaat
  + pH-waarde

### mogelijke oorzaken



* vochtproductie van de mens
* vocht in het gebouw tijdens de constructie
  + bouwstoffen zijn met water gemaakt
  + water wordt gebruikt voor mortel en beton
  + regenwater trekt in gebouw tijdens het construeren
* vocht in het gebouw na het optrekken ervan
  + grondwater en bodemvochtigheid (opstijgend vocht en stuwvocht) kunnen in de ondergrondse constructies infiltreren
  + door gebreken komt neerslagwater van buiten naar binnen
  + lekkende leidingen kunnen waterschade in de bouwstoffen veroorzaken
  + na het blussen van een brand: waterschade
  + neerslag en stuifsneeuw kunnen zijdeling door spleten en kieren
  + de capillariteit van poreuze bouwstoffen zorgt voor de verdeling en doordringing van water via flanken en mortelbruggen via spouwmuren
  + komt waterdamp in aanraking met koude oppervlakken dan vindt condensatie plaats

#### wateropname door bouwstoffen

##### capillaire wateropname

* bouwstoffen nemen water op wanneer ze ermee in aanraking komen
* bij gevels door slagregens en bij een niet afgedicht fundament

##### wateropname door zakkend- en oppervlaktewater

* veroorzaakt een versterkte capillaire werking (de hydrostatische druk vermeerderd)

##### wateropname door condensatie

* de afscheiding van waterdamp uit de lucht
* als het dauwpunt overschreden wordt

##### wateropname door capillaire condensatie

* in enge capillairen kan reeds voor het bereiken van de verzadigingsdampdruk een waterafscheiding voorkomen door condensatie. In deze capillairen wordt de verzadigingsdampdruk dus gereduceerd
* Een bouwstof is droog wanneer zij zich in het bereik van haar evenwichtsvochtigheid bevindt.

##### hygroscopische wateropname

* Zoutverbindingen zijn in staat om de evenwichtsvochtigheid van de bouwstof te verhogen
* De waarde van deze vochtigheid hangt af van de aard en gehalte van het zout maar ook van de luchtvochtigheid

## waterinvloed op een gebouw vanuit de buitenatmosfeer

### vaststellingen en schadepatronen

### mogelijke oorzaken

#### zure regen

* Toenemende hoeveelheid zwavelachtige stoffen door industrie en verkeer
* Belangrijkste schadelijke stoffen zijn in regen opgelost
* Bouwstof komt tot zoutvorming
* Oplossen door moderne hydrofobeermiddelen

#### temperatuurverschil

* Het volume van bouwstoffen verandert door temperatuurverschillen
* Het in bouwstoffen ingedrongen water kan bevriezen

#### ontsierde zoutuitslag op gevelmetselwerk

* Sommige minerale bouwstoffen krijgen antivries toegevoegd (zout)
* Zouten via grondwater of regenwater
* De bouwstof wordt langzaam vernietigd
* Afzanden van de muurvlakken
* Het zout trekt uit zijn omgeving vochtigheid aan dus constante vochtigheid
* Zout brengt het vriespunt van water omlaag

#### schade door gebreken in de spouwmuurconstructie

* Buitenmuur en binnenblad mogen geen contact maken
* Isolatie door middel van een stilstaande luchtkolom
* Spouwankers tussen beide muren ter versteviging (voorzien van een druppelboog)
* Op spouwankers en bodem van de spouw wordt vaak metselspecie gemorst
* Afwezigheid van afvoeropeningen aan de voet van de spouw
* Vulling met perlite korrels is ok

#### schade door zakwater in poreus metselwerk

* Doorslaand vocht
* In schoorsteenpartijen
* Aansluiting tussen schoorstenen en plafonds
* Verholpen door inbrengen van voetlood in het metselwerk
* Aangemetselde muurtjes en balustrades zijn risicovol

### remedies

#### bescherming tegen zure regen – renovatie – restauratie

* Hydrofoberen: een kleurloze laag die waterafstotend is. Het vormt een soort film over het oppervlak. Dit blijft niet eeuwig meegaan. Bv: BLF

#### bescherming tegen schade door temperatuurverschil

* Voorkomen dat het water er in dringt (geen vorstschade)
* Door hydrofuge

#### bescherming tegen zouten die in de bouwstoffen terechtkomen via regenwater

* Hydrofuge

#### gebreken in spouwmuren verhelpen

* Verwijderen van vochtbruggen in de constructie
* Tenietdoen van de luchtstroom in de spouw
* Aanbrengen van geschikt isolatiemateriaal

#### verticale vochtisolatie (hydrofuge)

* Oorzaak moet aan de buitenkant van de constructie worden gezocht
* Door hydrofuge dringt water niet in de baksteen (met 80% verminderd)

#### eigenschappen van een impregneermiddel

##### de indringdiepte van de werkstof

* Het zuigvermogen van de bouwstoffen (hoe vochtig mogen de bouwstoffen zijn?)
* De aard van de werkstof (in fijne capillaire systemen beter indringen)
* De aard van het oplosmiddel (waarin de werkstof is opgelost)
* De verwerking van het product (een zo lang mogelijke contacttijd, de vloeimethode)

##### de verschillen in samenstelling van impregneermiddelen

* Er zijn producten die tot de siliconaten (in water opgelost) en siloxanen behoren (in wasbenzine en alcohol opgelost)

## het verschijnsel condensatie

### vaststellingen en schadepatronen

* Als lucht verzadigd is met waterdamp, slaat die damp neer en verschijnen er op die plaats waterdruppels. Koude lucht bevat minder waterdamp dan warme. Als de hoeveelheid waterdamp in de lucht toeneemt tot de lucht verzadigd is of wanneer de temperatuur van de lucht daalt.
* Door slechte ventilatie is de luchtvochtigheid binnen vaak hoger dan buiten
* Meest problemen bij hoek tussen 2 of 3 wanden (koudst)

### mogelijke oorzaken

#### oorzaken van oppervlaktecondensatie

* Plotse toename van de luchtvochtigheid (keuken, badkamer, wasruimte)
* Koudebruggen in de muren. Condensatie op deze plaatsen. Door niet geïsoleerde betonlateien maar ook door spouwankers. Ook doorgetrokken leidingen.
* Aanwezigheid van bouwzouten in de steen of mortels (zouten trekken vocht aan)
* Afwezigheid van voldoende isolatie (temp van muren of plafond is permanent te laag)

#### oorzaken van inwendige condensatie

* Kwestie van aanwezigheid van waterdamp en grote verschillen in temperatuur van atmosfeer en materiaal.
* Condensatie op het oppervlak als het dauwpunt (het punt waarop damp in water overgaat) van de lucht in de ruimte, hoger ligt dan de temperatuur van 1 of meer begrensde oppervlakten.
* Vocht dat op de bodem van de spouw komt en optrekkend vocht in het binnen en buitenspouwblad veroorzaakt.
* Verdamping in de spouw die op bepaalde hoogte condensatie veroorzaakt die doortrekt naar de kamerzijde van de wand
* Condensatievocht binnen materiaalstructuren. Dit vaak in gelaagd materiaal als leisteen.
* Door kristalvorming bij inwendige condensatie zal het water verder naar boven worden geduwd.
* IJsvorming is uiterst gevaarlijk voor eender welk materiaal

#### condensproblemen in schoorstenen

* Nu stookt met vaker met gas. De afvalgassen van gas bevatten meer water. Bij hogerendementsketels is er een lage temperatuur. Het water in de verbrandingsgassen zal condenseren in de schoorsteen. De schoorsteen moet zeer goed geïsoleerd zijn.
* Bruine plekken op schoorstenen: bistervorming

### remedies

#### evenwicht tussen ventilatie en isolatie

* Isolatie voorkomt afkoeling en dus condens
* Ventilatie om te veel aan waterdamp te voorkomen
* Bv: thermisch isolerende pleisterlagen (perlite KDS)
* Ramen met dubbel glas moeten ventilatieroosters hebben

## schadelijk grondwater

### vaststellingen en schadepatronen

* Lekkende kelders
  + Niet voldoende aandacht besteedt aan waterdichte voorzieningen aan de buitenzijde van de wanden
  + Zakkend oppervlaktewater en grondwater
* Funderingen
  + Bij grindnesten en waar de wapening aan de oppervlakte komt (water stroomt met straaltjes naar binnen)
  + Lekken komen pas aan het licht als het bouwwerk af is. Dan moeten de muren vrijgegraven worden.
* Schadelijk water
  + Zuren, sulfaten, nitraten…

### oorzaken

#### stuwvocht: een ernstig grondwaterprobleem

* Water dat zich door de hoge druk met kracht een weg stuwt door de bouwconstructie

#### de hydrostatische druk van grondwater

* Hoe dieper, hoe meer druk
* De eerste lekker komen meestal voor in de kim (scheiding vloer-wand)
* Doorvoeropeningen van kabels, waterleidingen, gasbuizen…

#### opstijgend vocht

* De oppervlaktespanning van de capillaire bouwstoffen moet groter zijn dan de oppervlaktespanning van het water
* Het water lost op zijn weg omhoog kalkdeeltjes op en transporteert ze mee naar boven (zo worden de onderste lagen steeds bindmiddelarmer)
* Witte muuruitslag op de wanden (pleister en schilderwerk raakt beschadigd)
* Condensatie en schimmelvorming

### remedies

#### drainage is een belangrijk hulpmiddel

* Afvoeren van overtollig water door drainagesystemen rond gebouwen
* Ringleidingen rond het gebouw
* Water opvangen en afvoeren naar riolering
* Verval van minstens 1% en diepste punt mag niet onder fundament liggen
* Onderzijde van perforaties voorzien, zodat daar ook water kan worden opgenomen
* Geen volledige bescherming tegen vochtindringing in ondergrondse constructies
* Inwendig gladde buizen gebruiken

#### kunstmatige verlaging van de grondwaterstand

* Droogzuiging (bronbemaling) om funderingsputten droog te maken
* Schade aan bomen en planten door droogzuiging

#### afdichting van kelders

##### waterdichte buitenafdichting

* Verticale vochtafdichting binnen of buiten
* Reinigen van de muren, hechtlaag, waterkerende cementering
* Vanaf de voet van de fundering in 1 geheel tot maaiveldhoogte

##### waterdichte binnenafdichting

* Als de buitenmuren niet vrij gegraven kunnen worden
* Veel goedkoper
* Lost het probleem niet echt op (tijdelijk)

#### horizontale vochtisolatie

##### injectie (impregnatie)

* Aan de onderzijde, juist boven het maaiveld en onder de bevloering
* Waterdichte mortel (vochtwerend materiaal moet in de mortel gaan)
* Op regelmatige afstanden schuine gaten in metselwerk
* In de muur: diffuse waterdichte band vormt zich
* Voor- en nadelen
  + Opbouw van horizontaal vochtscherm door vochtwerende producten
  + Kans op vorming natrium- of kaliumcarbonaat: goede uitdroging verhinderen
  + Grote hoeveelheden dragende vloeistoffen wat uitdroging vertraagt
  + Geurhinder en risico op allergieën
  + Het zakwater kan niet meer weg
  + Mogelijke uitbloeiingen tijdens de uitdroging
  + Niet geschikt voor verdiepingshoge behandelingen (bv volledige keldermuur)
  + Onder de injectiezone blijft het nat
  + Economisch en doeltreffende methode

##### mechanisch aangebrachte laag (onderkappen)

* Onmiddellijk boven de grond wordt een waterdichte laag aangebracht
* Voor en nadelen
  + Deel per deel onderkappen en invoegen van een vochtscherm
  + Muur dient langs beide kanten bereikbaar te zijn
  + Lawaai en stof
  + Boven het scherm geen vocht meer
  + Bouwwerk komt los te staan op de fundering
  + Aanzienlijke esthetische schade
  + Niet goed voor dikke muren, onstabiel metselwerk en spouwmuren
  + Zakwater kan niet meer weg
  + Veel uitbloeiingen tijdens de uitdroging
  + Bijzonder arbeidsintensief
* Verdelen in stroken van 80cm (2 lagen metselwerk uitgehakt)

##### elektro-osmose

* Mortel wordt geleidelijk verwijderd uit een lintvoeg iets lager dan vochtigheidsgrens
* Gaten in de voeg die opgevuld worden met een goed geleidende mortel
* Koperen geleider wordt afgedekt met cementmortel
* Geleider wordt met de aarde verbonden
* Potentiaalverschil vermindert de capillaire kracht waarmee het vocht omhoog wordt gezogen
* Voor en nadelen
  + Geleidelijke corrosie van de aardelektrode
  + Verliest snel zijn efficiëntie
* Actieve elektro osmose: potentiaalverschil wordt door externe stroombron opgewekt
* Voor en nadelen
  + Werkt met kunststof elektroden (grafiet – koolstof)
  + Geen corrosie
  + Verliest nooit zijn efficiëntie
  + Droogt de muur volledig uit
  + Geschikt voor heel dikke muren
  + Weinig toegepast in België

## renovatie van houten elementen

### vaststellingen en schadepatronen

* Stabiliteit van de houten constructie laten onderzoeken
* Ontdoen van bekledingen en bedekkingen
* Doen een gebrek vermoeden
  + Kleurverandering
  + Doffe klank bij het betikken
  + Zachte plaatsen in het hout
  + Vervorming
  + Doorhangende balken of vloeren
  + Muffe geur
  + Verf die loskomt
  + Zwamdraden, vruchtlichamen
  + Bruin poeder en boormeel
  + Kubieke barsten
  + Poederige en vezelige houtstructuur

### oorzaken

#### aantasting door zwammen

* Breken houten bouwstoffen af
* Bouwstoffen uit kunststof kunnen verkleuren en scheuren
* Harde bouwmaterialen niet
* Schade in elektrische leidingen

##### de huiszwam

* Breekt alle houtsoorten af
* Kubische krimpscheuren
* Een diepe uitholling waardoor de stabiliteit in het gedrang komt
* Eerst wit, dan lichtblauw tot paars tot geel
* Structuur wordt steeds taaier
* Roestkleurige sporen
* Specifiek herkennen door tranen van de schimmel
* Aangetast oppervlak wordt donkerbruin, brede kubieke, vaak zeer diepe segmentering. Het hout komt heel licht en broos over
* Kan bestreden worden door kapot te branden
* Moet vochtigheid (lek of condensatie) en donkerte hebben (niet te koud)
* Kelder is ideaal. Of houten vloer boven de kelder
* Kan zich heel snel uitbreiden
* Alle aangetaste delen moeten vervangen worden (bijna totale renovatie)

##### blauwschimmel

* Niet zo gevaarlijk
* Nadelen enkel van esthetische aard (zwartblauwe verkleuring)
* Bij versgekapt hout dat niet snel genoeg gedroogd werd
* Oppervlakte van buitenschrijnwerk dat slecht beschermd werd

##### oppervlakteschimmels

* Donzige laag en produceren een grote hoeveelheid sporen onder de vorm van fijn poeder
* Groen, zwart of bruin (geel of roze)
* Vooral van esthetische aard
* Tasten het hout niet in zijn sterkte aan

#### aantasting door insecten

* Degradatie komt tot stand in het larvaire stadium
* Vraatgangen
* Vooral in spinthout

##### de huisboktor

* Als de schade ontdekt wordt is die al te groot (stabiliteitsgevaar)
* Ovale uitvliegopeningen en hoopjes boormeel
* Enkel in voldoende droog naaldhout

##### de kleine klopkever

* Naald en loofhout
* Meubels, schrijnwerk, timmerwerk en houten sculpturen
* Cirkelvormige openingen
* Plaatmateriaal van hout is hier tegen bestand

##### spinthoutkever

* Loofhout
* Cirkelvormige openingen

##### de grote klopkever

* Vochtig loofhout (uitzonderlijk in naaldhout)
* Meestal is dit hout reeds aangetast door schimmels

#### vervorming van houten balklagen

* Door krimpverschijnselen
* Huidige sterkte van balken meten: fleximeter
* Doorbuiging door kortstondige belasting moet verdwijnen als de belasting weg is. Hieruit blijkt dan dat de elasticiteitsgrens niet is overschreden.

### remedies

#### zwambestrijding

* Voorbereiding
  + Afbakenen van de perimeter en ontruiming (rond de haard 1m)
  + Ontmantelen van de aangetaste onderdelen en schoringwerken
  + Zuiveren (uitschuren en uibranden en eventueel uitbreken)
* Opboren en dieptebehandeling van muren
  + Boringen in het mestelwerk (3/4 van dikte muur) waarin zwamwerend preparaat gespoten wordt
* Oppervlaktebehandeling van muren
  + Bespoten of verstoven onder lage druk met zwamwerende vloeistof
* Nazorg
  + Interventie tegen elke mogelijke vochtbron (capillair stijgend vocht, grondwater, doorslaand regenwater, condensatie, lekken,…)
* Controle (1ste keer na 6 maand)

#### insectenbestrijding

* Een curatieve ingreep: zowel de eitjes, larven en volwassen insecten vernietigen
* Voorkomen dat er nieuwe aantasting komt

##### insectenbestrijding bij daktimmerwerk

* Behandeling met warme lucht (enkel curatief, niet preventief)
* Behandeling door vergassing (enkel curatief, niet preventief)
  + Voor kleinschalige behandelingen
* Chemische behandeling (curatief EN preventief)
  + Dieptebehandeling en oppervlaktebehandeling

#### herstellen van balklagen, vloeren, daktimmerwerken

##### eenvoudige balklagen met aantasting in en onmiddellijk naast de muur

* Aangetaste balken worden ondersteund om vervorming vd vloer tegen te gaan
* Rotte kopdelen worden afgezaagd
* Rusten op aangepaste profielen (of andere draagmanier, bv: houten ravelen)
* De nieuwe draag of strijkbalken worden op ongeveer 3 cm van de muur geplaatst, om vochtopname te voorkomen

##### zware moerbalken

* Degelijke ondersteuning
* Ruimte onder moerbalk blijft vrij (houten of stalen balken)
* Aangetaste delen wegnemen en nieuwe steunconstructie aanbrengen
* Oude en nieuwe deel wordt aan elkaar verbonden door een schuine haaklas

##### muurplaten

##### gordingen en nokbalken

##### polymeerchemische balkrestauratie

* Met dit systeem kunnen de aangetaste delen van balken in stand gehouden worden
* Hierbij is vervangen niet nodig (duur en omslachtig)
  + Eerst zieke plekken blootleggen (vooraf ondersteunen)
  + Rotte of vermolde delen tot op het bot verwijderd waarna het gezonde hout wordt opgeknapt en bijgewerkt met een betonspecie op basis van epoxyhars en glasvezelstaafjes
  + Er komt een soort bekisting rond het slecht stuk

## renovatie van gevels (steenachtige materialen)

### vaststellingen

* Vuilafzetting op gevels in steenachtige materialen

### oorzaken

* Verwering, veroudering en milieu vervuiling
* Bouwgebreken

### remedies

* Gevelreiniging

#### mechanisch reinigen

* Afborstelen (ambachtelijk)
* Straaltechnieken (industrieel)

##### droog afborstelen of ontstoffen

* Het gevelmateriaal wordt met een harde borstel afgeborsteld. Soms gecombineerd met het afvloeien of de onderbroken waterverstuiving
* Geschikt voor gekalkte of geschilderde gevels waarvan men de eindlaag wil behouden en opfrissen met een nieuwe laag kalk of verf
* Harde nylonborstels of van hondsgras (geen metaalborstels)
* Duurzaamheid en hervervuiling hangen af van de blootstellingsvoorwaarden
* Zeer arbeidsintensief (grote kost)

##### afschuren, schaven of slijpen

* Met een schaaf of een slijpsteen wordt van beschadigde of verweerde delen een laag van het materiaal weggenomen
* Nieuw uitzicht aan beschadigde of verweerde delen of wegnemen oneffenheden
* Meer in steenhouwerswerkplaatsen (niet echt voor constructies)
* Volledig met de hand
* Wordt een relatief belangrijke hoeveelheid materiaal weggenomen (kan niet vaak herhaald worden)
* Zeer arbeidsintensief (grote kost)

##### droog persluchtstralen onder lage druk

* Bij droge straaltechniek wordt een straalmiddel met perslucht door een manueel bediende slang gestuwd.
* Uitvoeringsparameters
  + Geometrie en diameter van de opening van de straalmond
  + Hardheid, vorm, volumemassa
  + Korrelgrootte en korrelgrootteverdeling van het straalmiddel
  + Persluchtdruk, werkafstand en straalmidelverbruik
* Alle vuil kan weggenomen worden
* Als de inslag van het straalmiddel klein is wordt het oppervlak bijna niet beschadigd
* Ook handig als er geen water mag of kan gebruikt worden
* We zien het gereinigd oppervlak direct in zijn nieuwe staat (geen donkere vochtige zones)
* Er wordt wel zeer veel stof gevormd
* Geen invloed op de duurzaamheid van de materialen
* Veel kosten (materiaal, straalmiddelverbruik, energie, arbeidskosten, afvalbehandeling)

##### persluchtstralen onder lage druk met toevoeging van water

* Perslucht, straalmiddel en water worden gelijktijdig op de vervuilde gevel verspreid
* Voorafgegaan door onderbroken waterverstuiving
* De inslag van het straalmiddel wordt verminderd door het water
* Rest idem vorig

##### nat stralen onder hoge druk

* Bij nat zandstralen wordt een mengsel van straalmiddel en water op de gevel gespoten. Er wordt geen perslucht gebruikt, maar het straalmiddel wordt meegevoerd door het water
* Zeer hoge druk kan ernstige schade geven aan gevel
* Wordt afgeraden voor gevels!

#### reinigen met water

##### afvloeien van water

* Met een reeks sproeiers wordt er een waternevel verstoven. Om het vuil te weken en daarna weg te spoelen.
* Soms gecombineerd met manueel afborstelen
* Om beelden te reinigen en bij gipskorstvervuiling
* Kans op waterinsijpeling, vorming van schimmels, algen,
* Methode wordt afgeraden
* Sproeiers op vaste of bewegende buizen
* Leidingwater

##### reinigen met onderbroken waterverstuiving

* Water onder lage druk wordt op het materiaaloppervlak verstoven. Het wordt onderbroken door rustpauzen. Dus losweken en wegspoelen met een waterstraal
* Goed voor kalksteen en materialen met kalkbindmiddel waarop gipskorst zit
* Oppervlak wordt nauwelijks aangetast
* Historische monumenten, regelmatig onderhoud van gevels en niet poreuze materialen met een glad oppervlak
* Duur van de verstuiving beperkt houden

##### reinigen met verzadigde stoom

* Verzadigde stoom wordt onder druk op het geveloppervlak gespoten
* Gebruik gemaakt van een handbediende slag doe door een stoomgenerator onder druk wordt gevoed
* Alleen brandstof en water (geen stofvorming)
* Geveloppervlak wordt niet aangetast
* Kans op beschadiging door temperatuurverschil
* Uitvoering
  + Vuil wordt geweekt door het gecondenseerde water dat van de gevel vloeit
  + De hoge temperatuur weekt het vuil los
  + Vuil wordt afgespoeld door afstromend water dat ontstaat als de stoom afkoeld
* Leidingwater (stoom: 120° à 160°C)

##### reinigen met water onder hoge druk

* Koude of warme waterstraal onder hoge druk weekt en verwijderd het vuil
* Niet voor gevels met zachte materialen
* Voegwerk op basis van kalkmortels kan beschadigd worden

#### scheikundig reinigen

##### reinigen met zure reinigingsproducten

* Het product wordt met een zachte borstel aangebracht
* Ofwel werkt het op het vuil alleen of tast het een moleculaire laag van de ondergrond aan, zodat het vuil loskomt
* Goed bij architectonisch beton
* Zoutzuur, zwavelzuur, fosforzuur, waterstoffluoride
* Niet bij zandsteen, baksteen en stollingsgesteenten
* Glas en schrijnwerk worden aangetast
* Uitvoering - Oppervlak wordt bevochtigd

- Product met een zachte borstel aangebracht (reactietijd tot 30min)

- Afspoelen met water onder druk of met stoom

* Het middel kan eventueel zouten bevatten die kunnen zorgen voor uitbloeiingen
* Kunnen kalkhoudende ondergrond aantasten (zeker bij onvoldoende spoelen)

##### reinigen met basische reinigingsproducten

* Basisch product wordt met een zachte borstel aangebracht
* Ofwel werkt het op het vuil alleen of tast het een moleculaire laag van de ondergrond aan, zodat het vuil loskomt
* Werken door verzeping van wetten en oliën
* Meestal producten op basis van NaOH of KOH
* Goed voor kalksteen, slecht voor siliciumhoudende materialen
* Geen natrium en kaliumzouten voor sterk poreuze materialen
* Moet altijd in pastavorm vermengd met absorberend poeder
* Uitvoering idem vorig
* Ook gevaar voor zouten

##### reinigen met speciale reagentia

* Oppervlak wordt bedekt met pasta. Na relatief lange tijd wordt pasta en vervuiling weggenomen
* Zouten met welbepaalde werking
* EDTA pasta’s
* Niet goed voor gepolijst marmer en kalkhoudende ondergronden
* Reactietijd: half uur tot 24 uur
* Uitvoering: - Pasta wordt aangebracht en bedekt met folie

- Wegwassen met heet water

##### reinigen met oppervlakteactieve stoffen

* Met zachte borstel aangebracht
* Bevochtigend, schuimvormend, reinigend, dispergerend of emulgerend werken
* Niet alleen maar in combinatie met andere middelen
* Contact met het vuil wordt verbeterd
* Sommige zijn schadelijk
* Sommige kunnen moeilijk verwijderd worden na de reiniging

#### speciale technieken

##### reinigen met kleipasta’s

* Het vervuilde oppervlak wordt geschrobd met een schuurpasta op basis van klei
* Goed voor marmer
* Wordt aangebracht en geschuurd met de hand tot het vuil los is. Dan met vochtige doek of spons gereinigd
* Geen aantasting

##### reinigen met rubberpasta’s

* Pasta op basis van natuurrubber
* Wordt aangebracht, droogt uit en vormt een film
* De film kan na het drogen langzaam afgepeld worden (mechanisch weggenomen)
* Geen agressieve middelen

##### laserreinigen

* Intense energiebundel op een kleine oppervlakte
* Energie wordt geabsorbeerd, vuil (donker) oppervlak warmt fel op en vuil verdampt
* De onderliggende energiebundel (licht van kleur) weerkaatst en kent geen schade
* Goed voor natuursteen (licht oppervlak)
* Voorafgaande proef noodzakelijk want soms kleurverandering
* Best vooraf bevochtigen voor nog groter contrast tussen vuil en gevel
* Meestal is dit zeer zacht en tast het niet aan (op juiste materiaal)

## betonherstelling

* Repareren, vervangen of verstreken van gewapende betonelementen om het draagvermogen te optimaliseren in geval van een gewijzigde functie van het gebouw, of te herstellen in geval van schade door slechte uitvoering of onvoorziene gebeurtenissen

### oorzaken

* Betondekking (hoeft niet met aantasting van staal te zijn, kan op termijn wel)
* Aantasting van het staal door corrosie
* De kwaliteit van de gehele beton of staaldoorsnede is in het geding, doordat de sterkte of vormingscapaciteit werd overschreden

### remedies

* Duurzame methode: de gewenste levensduur van het bouwwerk wordt volledig verkregen
* Oplapmethode: regelmatige inspectie en kleine herstellingen

#### met de hand aanbrengen van verwerkbare cement-zandmortels

* Kunstharsen worden toegevoegd om hechting te verbeteren
* Kunstharsen moeten vermeden worden als beton wordt blootgesteld aan hoge temperaturen (beter gewone zandcementmortels)
* De handmethode is niet altijd aangewezen, alleen voor kleine schade
* Alleen mechanische methode bij horizontale oppervlakken
* Bij grote oppervlakken beter spuitbeton

#### repareren door aanstorten

* Met een gewone betonsamenstelling of betonsamenstelling met fijner grind
* Als het oorspronkelijk beton over een relatief grote diepte of lengte moet worden vervangen
* Meestal bekisting nodig
* Minimale dikte van 8cm

#### repareren door aanbrengen van spuitbeton

##### aanbrengen van spuitbeton met de droge methode

* Met behulp van perslucht wordt het door een met hoge snelheid op de ondergrond gespoten
* Geen bekisting nodig
* Sterkte van normaal beton kan bereikt worden
* Verschillende lagen boven elkaar spuiten voor grote dikte
* Wordt ook bij nieuwbouw toegepast
* Er wordt zeer dicht beton verkregen

##### aanbrengen van spuitbeton met de natte methode

* De uiteindelijke speciesamenstelling is beter te controleren dan bij de droge

## funderingen

### oorzaken

* Ontwerpfouten
* Verhoging van belasting
* Dalen grondwaterspiegel waardoor volume onderliggende grondlagen afneemt
* Invloed toenemende verkeerstrillingen
* Laterale bewegingen tussen opeenvolgende grondlagen
* Wegdrukken van de fundering of de grondmuren door boomwortels
* Agressief grondwater
* Oprichten of slopen van aanpalende constructies

### remedies

#### verbeteren van het draagvermogen van de bouwgrond

* Injectie van zeer snel bindende en verhardende cementmengsels in de grondzone naast en onder de fundering
* Aluminaatcement
* De grond moet voldoende poreus en waterhoudend zijn
* Aanlegdiepte van de fundering mag niet te groot zijn

#### mogelijkheden tot verbetering van het draagvermogen van de funderingszool

##### ondervangwerk in stroken

* Vergroten van de aanlegdiepte van een fundering door balken of platen in spanbeton
  + Metselen van een ondervangmuur onder bestaande fundering
  + Moet in fasen gebeuren (1m)
  + Delfwerken aan buitenzijde van de muur
* Vergroten van de aanlegbreedte van een fundering door balken of platen in spanbeton
  + Zonder dragend deel weg te nemen of te ontlasten
  + Betonnen elementen worden onder fundering geschoven
  + Spankabels in de openingen (spanbetonbalk)

##### ondervangwerk met funderingspalen

* Fundering op grote diepte
* Trillingen bij het inheien moeten vermeden worden
* Hoogte van de heimachine moet beperkt blijven want soms moet men in het gebouw zijn
* Kokerpalen
* megapalen