



Buildwise

Magazine

Thematische
editie
**Aanpassing
van gebouwen
aan de klimaat-
verandering**



jan-feb
2024

P05. Rationeel watergebruik

P22. Aanpak van oververhitting in woningen

P30. Beton storten bij warm weer

Inhoud

Buildwise Magazine jan-feb 2024

03

Onze gebouwen aanpassen
aan de klimaatverandering

05

Rationeel watergebruik:
let op de druk!

07

Klimaatverandering:
nood aan grotere hemelwaterputten?

08

Over de kwaliteit van
behandeld grijswater

10

Is nuttig gebruik van
bemalingswater mogelijk?

11

Infiltratie van water rond
het gebouw en op de werf

13

Impact van de klimaatverandering
op bouwputten en woningfunderingen

16

Overstromingsrobuust verbouwen: hoe
bestaand metselwerk vloeistofdicht maken?

21

Dimensionering van hemelwaterafvoer-
installaties in tijden van klimaatverandering

22

Oververhitting: globale aanpak
en aanvullende oplossingen

25

Groendaken en opslag
van hemelwater

28

Werken op de werf
bij warm weer

29

Schilders, hou rekening met
de klimaatverandering!

30

Beton storten bij warm weer:
de werkwijze aanpassen

Onze gebouwen aanpassen aan de klimaatverandering

De klimaatverandering is aan de gang en er is geen ontkomen aan. De gevolgen laten zich al voelen: zelfs als we alle uitstoot van broeikasgassen in de wereld onmiddellijk zouden stoppen, zou de klimaatdrift nog decennialang doorgaan ...

N. Heijmans, X. Loncour, Buildwise

De twee strategieën die we moeten volgen om met de klimaatverandering om te gaan en de gevolgen ervan te beperken, zijn mitigatie en adaptatie. De klimaatverandering gaat de hele samenleving aan, dus ook de bouwsector.

De maatregelen voor **klimaatmitigatie** zijn erop gericht om de uitstoot van broeikasgassen zo snel mogelijk drastisch te verlagen. Deze maatregelen maken al deel uit van jullie dagelijkse werk als bouwprofessionals: thermische isolatie van wanden, aandacht voor de bouwdetails, luchtdichtheid, performante systemen die afstappen van fossiele brandstoffen, massaal gebruik van hernieuwbare energie, warmtepompen, duurzaam en circulair bouwen ...

De maatregelen voor **klimaatadaptatie** hebben tot doel om zich zo goed mogelijk voor te bereiden op de gevolgen van de klimaatverandering. Deze maatregelen zullen verder aan bod komen in dit magazine.

Adaptatie, maar waaraan?

Omdat de toekomst niet vaststaat, heerst er veel onzekerheid over de aard en het tempo van aanstaande klimaatgebeurtenissen. **Toekomstige klimaatmodellen** zijn immers gebaseerd op hypothesen en drukken gemiddelde tendensen uit. Ze zijn dus niet ontworpen om extreme gebeurtenissen te beschrijven (intense regenval, stormwinden, hittegolven ...), die vaak bepalend zijn voor de huidige dimensioneringsmethodes.

Traditioneel worden de bouwregels opgesteld door rekening te houden met het **statistische risico** dat een gebeurtenis zich voordoet. Gezien de onzekerheden is het niet eenvoudig om de huidige dimensioneringsmethodes aan te passen aan het toekomstige klimaat en de mogelijke extreme gebeurtenissen (zie [Buildwise-artikel 2022/05.08](#)).



1

Te veel water gedurende korte periodes kan verwoestend zijn; te weinig water gedurende langere periodes kan grondbewegingen veroorzaken, die op hun beurt tot differentiële zettingen kunnen leiden en schade kunnen toebrengen aan de gebouwen.

Verder gaan dan het gebouw: een collectieve aanpak voor klimaatadaptatie

Gezien de enorme uitdagingen en de vele betrokken partijen kan alleen een collectieve aanpak van de gevolgen van de klimaatverandering oplossingen bieden. De problematiek van stedelijke hitte-eilanden vereist bijvoorbeeld een gezamenlijke benadering die veel verder gaat dan het gebouw zelf. Als we kijken naar de vergroening van daken (p. 25-27), zal de installatie van één enkel groendak in een stad een verwaarloosbare impact hebben op de hoeveelheid afstromend water bij onweer. De veralgemening ervan kan echter zorgen voor een **veerkracht die onmogelijk te bereiken is als we ons beperken tot het individuele niveau**.

Iedereen die betrokken is bij het ontwerp van stedenbouwkundige of infrastructuurprojecten of bij de planning van collectieve installaties zoals warmte- en koudnetten of stormbekkens, speelt een essentiële rol bij het **vermijden van de gevolgen van de klimaatverandering in onze steden**. Dit geldt met name voor de overheid, die verantwoordelijk is voor het opzetten van het reglementaire kader.

Adaptatie, maar hoe?

Voor de klimaatadaptatie moeten er *no regret*-maatregelen getroffen worden en moeten maladaptaties vermeden worden.

Een **no regret-maatregel** biedt bepaalde voordelen, ongeacht de impact van de klimaatverandering. Een goed voorbeeld hiervan zijn zonneweringen: hoeveel hittegolven we de komende jaren ook zullen meemaken, zonneweringen zullen altijd nuttig zijn. In deze thematische editie worden een aantal *no regret*-maatregelen besproken die vandaag al genomen kunnen worden.

Een **maladaptatie** is een aanpassingsmaatregel die risico's verschuift en/of vergroot in plaats van ze te verkleinen. In zekere zin is het gebruik van airconditioning een maladaptatie: deze lost weliswaar het probleem van oververhitting in een gebouw op, maar draagt zowel op lokaal als op globaal vlak bij aan de opwarming van het klimaat. Daarom moet het gebruik ervan, hoewel het essentieel is in bepaalde situaties, zoveel mogelijk beperkt worden, bijvoorbeeld door *no regret*-maatregelen toe te passen.

Verwachte gevolgen en adaptatiemaatregelen

Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) heeft 127 belangrijke risico's geïdentificeerd waarmee de wereld geconfronteerd zal worden door de klimaatverandering ⁽¹⁾. Voor de Belgische bouwsector hebben de **belangrijkste risico's** te maken met waterbeheer, overstromingen en oververhitting in gebouwen.

Een groot deel van deze thematische editie is gewijd aan de grootste bekommernissen, namelijk waterbeheer en hittegolven en hun impact op de gezondheid.

Waterbeheer vormt een grote uitdaging. Volgens de klimaatprojecties zal in België niet zozeer de gemiddelde jaarlijkse neerslag veranderen – in tegenstelling tot in andere delen van Europa –, maar wel de verdeling van de neerslag over het jaar. Zo zal er naar verwachting meer neerslag vallen in de winter (+18 %) en minder in de zomer (-10 %) ⁽²⁾, wat leidt tot meer droogteperiodes in de zomer. Bovendien kan een warmer klimaat gedurende het hele jaar door leiden tot intensere regenbuien. In dit magazine worden de volgende thema's behandeld:

- rationeel watergebruik (p. 5-6)
- gebruik van hemelwater (p. 7), grijswater (p. 8-9) en bemalingswater (p. 10)
- waterinfiltraties (p. 11-12)
- impact van water en droogteperiodes op geostructuren (p. 13-15)
- waterrobuuste gebouwen (p. 16-20)
- dimensionering van hemelwaterafvoerinstallaties (p. 21).

Naarmate het klimaat warmer wordt, zullen de zomers heter worden en zullen **hittegolven** drie tot vier keer zo vaak voorkomen, langer duren (sommige hittegolven zouden bijna een maand of in steden zelfs veertig dagen kunnen aanhouden ⁽²⁾) en intenser zijn ⁽³⁾. Maatregelen tegen oververhitting en koelingstechnieken zijn hierbij van cruciaal belang (p. 22-24). Voor aannemers hebben de stijgende temperaturen en de toeneemende hittegolven een impact op de werf (p. 28), de keuze van bepaalde producten (p. 29) en het betonstorten (p. 30).

Studies tonen ook aan dat de pieksnelheden van de wind zouden kunnen toenemen ⁽²⁾. Over dit onderwerp heerst nog heel wat discussie. Het komt dan ook niet aan bod in dit magazine.



⁽¹⁾ Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the IPCC Sixth Assessment Report. IPCC, 2022.

⁽²⁾ Evaluatie van de socio-economische impact van klimaatverandering in België. Samenvatting voor beleidsmakers. VITO, 2020.

⁽³⁾ Combining regional downscaling expertise in Belgium: CORDEX and beyond. Final Report. Belspo, 2018.

Rationeel watergebruik: let op de druk!

Naast het gebruik van zuinige toestellen en lekdetectie is de optimalisatie van de drukken in een sanitaire installatie een efficiënte manier om het watergebruik te verminderen. Met een optimaal drukbeheer kan 20 tot 30 % van het totale waterverbruik bespaard worden.

B. Bleys, Buildwise

Zuinige toestellen

Bij 'rationeel watergebruik' denken we in de eerste plaats vaak aan zuinige toestellen. In landen die al langer geconfronteerd worden met een droogteproblematiek, ontstonden hierdoor verschillende **nationale labels** om zuinige toestellen te kunnen selecteren en voor te kunnen schrijven.

Recent werd in Europa het **Unified Water Label** uitgewerkt, met als doel om tot één label te komen voor heel Europa. Op de website europeanwaterlabel.eu kan je per productgroep (kranen, baden, douches ...) de labels terugvinden van de toestellen die op de Belgische markt te verkrijgen zijn. Deze labels geven informatie over het waterverbruik, de verbruiksklasse, het energieverbruik en specifieke eigenschappen die een zuinig gebruik mogelijk maken.

De nieuwe norm ISO 31 600:2022 – Water efficiency labelling programmes – Requirements with guidance for implementation zal nog voor verdere harmonisatie zorgen tussen de labels, ook buiten Europa.

Lekdetectie

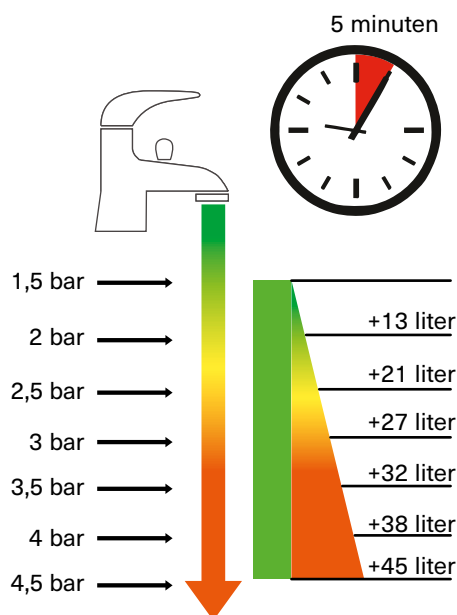
Lekdetectietoestellen kunnen ervoor zorgen dat eventuele **lekken sneller gedetecteerd worden**. Deze toestellen monitoren het waterverbruik in gebouwen en slaan alarm in geval van een lek, bijvoorbeeld een toilet dat blijft doorlopen of de veiligheidsgroep van een boiler die door verkalking niet meer voldoende sluit. Sommige toestellen kunnen ook de watertoevoer afsluiten om zo de waterschade tot een minimum te beperken.

Recent worden steeds meer **slimme watermeters** geplaatst door de waterdistributiemaatschappijen. De hoofdfunctie van deze watermeters is om de meterstanden op afstand op te volgen, maar mogelijks zullen de waterdistributiemaatschappijen deze in de toekomst ook gebruiken om lekdetectiediensten aan te bieden aan hun klanten.

Drukbeheersing en drukzones

Een minder gekend aspect van rationeel watergebruik is de **optimalisatie van de drukken in sanitaire installaties**. Dit is vooral van belang bij hogere gebouwen met een drukverhogingsgroep.

Afbeelding 1 geeft een indicatie van het waterverbruik van een kraan gedurende vijf minuten bij verschillende drukken. De kraan is ontworpen om optimaal te werken bij een voordruk van 1,5 bar. Bij hogere drukken zal er een **meerverbruik** zijn. Zo zal er bij een voordruk van 4,5 bar op vijf minuten tijd 45 liter meer verbruikt worden dan bij 1,5 bar.




1 Waterverbruik van een standaardkraan bij verschillende drukken.

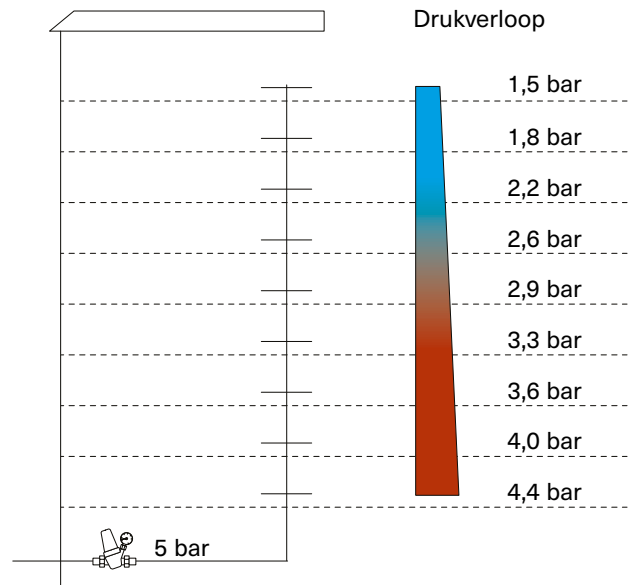
Naast dit meerverbruik is er bij hogere drukken ook een bepaald **comfortverlies** door opspattend water.

Wanneer we het waterverbruik op gebouwniveau bekijken, zien we grote drukverschillen, afhankelijk van het gekozen ontwerp:

- **geval 1:** installatie met drukreductie tot 5 bar aan de gebouwaansluiting zonder verdere drukzones (zie afbeelding 2)
- **geval 2:** installatie met drukreductie tot 5 bar aan de gebouwaansluiting met twee drukzones. Eerst wordt de druk gereduceerd naar 5 bar voor de verdeling naar de bovenste appartementen. Daarna is er een verdere drukreductie naar 3,2 bar voor de lager gelegen appartementen (zie afbeelding 3)
- **geval 3:** installatie met drukregelaars op iedere verdieping (zie afbeelding 4).

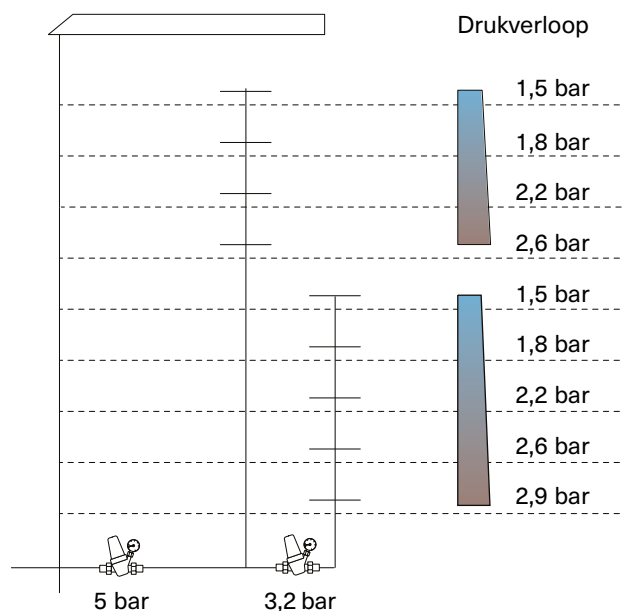
Met een optimaal drukbeheer (geval 3) kan **20 à 30 % van het waterverbruik bespaard** worden ten opzichte van een situatie zonder drukbeheer (geval 1). 

Geval 1



- 2** Drukverschillen in een installatie met drukreductie tot 5 bar aan de gebouwaansluiting zonder verdere drukzones.

Geval 2



- 3** Drukverschillen in een installatie met drukreductie tot 5 bar aan de gebouwaansluiting met twee drukzones.

Geval 3



- 4** Drukverschillen in een installatie met drukregelaars op iedere verdieping.

Klimaatverandering: nood aan grotere hemelwaterputten?

Hemelwater kan voor heel wat toepassingen ingezet worden waarvoor geen drinkwater nodig is. Door grotere hemelwaterputten te voorzien, wordt niet alleen het drinkwater bespaard, maar verminderen ook de hoeveelheden en de piekbelastingen van hemelwater in de openbare riolering bij hevige onweer.

L. Vos, B. Bleys, Buildwise

Evolutie van de neerslag

De evolutie van de neerslag in de tijd is minder uitgesproken dan die van de temperatuur. Zo neemt de jaarlijkse gemiddelde neerslag niet aanzienlijk toe, maar **wijzigt het type neerslag en de verdeling ervan over het jaar wel**.

Uit onderzoek van het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI) blijkt dat de hoeveelheid neerslag in de winter in België waarschijnlijk beduidend zal stijgen. Daarnaast zullen **langere droogteperiodes** optreden, afgewisseld met doorgaans **korte maar intense neerslagbuien**. Metingen in Ukkel na 1981 laten al een duidelijke toename van het aantal dagen met hevige neerslag zien en een uitgesproken afname van de neerslag in de lente. In dit seizoen is de duur van de droogteperiodes het sterkst toegenomen.

Grotere hemelwaterputten lijken dus aangewezen te zijn zodat in de winter meer neerslag opgevangen kan worden waarmee vervolgens een groter deel van de waarschijnlijk daaropvolgende droogteperiode overbrugd kan worden.


Wetgeving ter zake

De laatste versie van de Hemelwaterverordening in het **Vlaamse Gewest** (in voege sinds 2 oktober 2023) vraagt **grotere minimale buffervolumes** voor hemelwaterputten bij onder andere eengezinswoningen (zie tabel) dan in de vorige versie (minstens 5.000 liter).

De nieuwe wetgeving eist ook dat voor alle niet-hygiënische toepassingen (wasmachine, toilet, dienstkraan in de tuin) gebruikgemaakt wordt van hemelwater. Niet alleen de putvolumes worden dus groter, maar ook het **hemelwatergebruik zal toenemen**.

Wat betekenen deze eisen tijdens een lange droogteperiode? Veronderstel een woning met vier bewoners waar een hemelwaterput van 10.000 liter geplaatst is. Uitgaande van een gemiddeld hemelwatergebruik voor dit gezin (op basis van de [cijfers van de Vlaamse Milieumaatschappij](#)) en van een halfvolle hemelwaterput aan de start van de droogteperiode, zou ongeveer één maand watergebruik overbrugd kunnen worden.

In het **Brusselse Hoofdstedelijke Gewest** moet de hemelwaterput minimum 33 liter hemelwater per m² dakoppervlakte in horizontale projectie kunnen opvangen. Deze wetgeving zal binnenkort echter wijzigen. Vanaf dan zal het verplicht zijn om minstens een dienstkraan en een toilet aan te sluiten op de hemelwaterput en om het volume van de put af te stemmen op de behoeften van de gebruikers.

In het **Waalse Gewest** behoort de plaatsing van een hemelwaterput tot de gemeentelijke regelgeving. 

A Hemelwaterputvolumes bij eengezinswoningen volgens de Vlaamse Hemelwaterverordening.

Dakoppervlakte A (horizontale projectie)	Hemelwaterputvolume
$A < 80 \text{ m}^2$	Minimum 5.000 liter
$80 \text{ m}^2 \leq A < 120 \text{ m}^2$	Minimum 7.500 liter
$120 \text{ m}^2 \leq A < 200 \text{ m}^2$	Minimum 10.000 liter
$A \geq 200 \text{ m}^2$	100 liter/m ² of berekening op basis van gebruik

Over de kwaliteit van behandeld grijswater

Door de langere en frequentere droogtes is het belangrijk om de vraag naar drinkwater in gebouwen te verminderen. Een mogelijke manier is om alternatieve waterbronnen aan te wenden voor toepassingen waarvoor geen drinkwater nodig is. Zo worden er, naast het opvangen van hemelwater, ook systemen ontwikkeld voor de behandeling van grijswater met het oog op het hergebruik ervan.

T. Delwiche, J. Van Herreweghe, C. Jacques, B. Bleys, Buildwise

Grijswater, dat wil zeggen het water dat afgevoerd wordt van alle sanitaire toestellen behalve toiletten en urinoirs, vertegenwoordigt **ongeveer 60 % van het door residentiële gebouwen geloosde water**. Als het grijswater echter behandeld is, kan het via een apart circuit hergebruikt worden voor het toilet of de wasmachine of om de vloer schoon te maken (*) (zie [Buildwise-artikel 2023/04.01](#)). Er zijn drie types behandelingssystemen op de markt te verkrijgen: chemische, biologische en biomechanische.

Hoewel de huidige wetgeving niet vastlegt aan welke kwaliteitsniveaus het water in dit aparte circuit moet beantwoorden, geeft een bijlage bij de recente norm NBN EN 16941-2

voor het eerst in België enkele richtwaarden op. Buildwise heeft een eerste meetcampagne uitgevoerd om een beter beeld te krijgen van de prestaties van deze systemen.

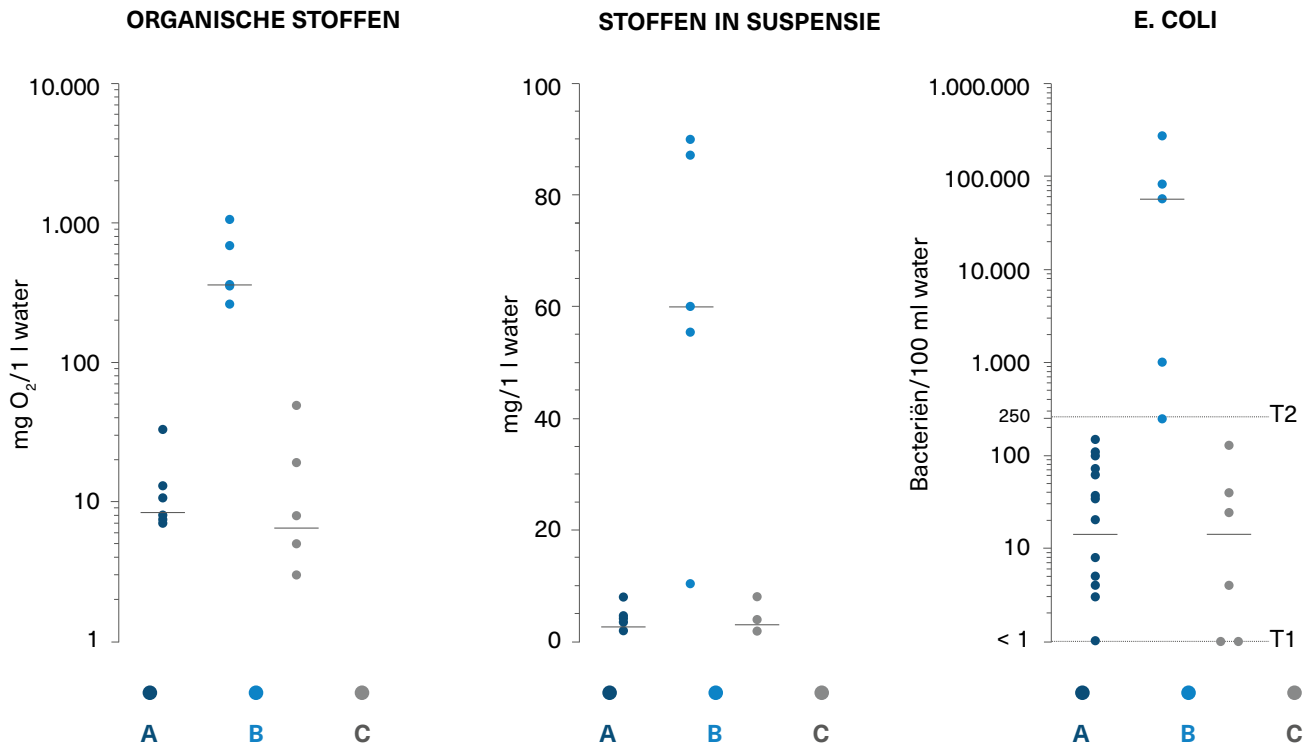
Analyse van de resultaten

Het aantal analyses is beperkt tot zes proefstalen van grijswater en 22 proefstalen van hemelwater, die we hier als referentie beschouwen. De proefstalen worden als volgt aangeduid: 'A' voor hemelwater, 'B' voor onbehandeld grijswater en 'C' voor behandeld grijswater.



- 1 Proefstalen van hemelwater (A), onbehandeld grijswater (B) en met een biomechanisch systeem behandeld grijswater (C). Sommige behandelingen resulteren in een iets grotere verkleuring van het behandelde water dan het proefstaal op de foto.

(*) Dit zijn dezelfde toepassingen als voor hemelwater, met uitzondering van het besproeien van de tuin. Dat is in Vlaanderen echter verboden, omdat grijswater er door de wetgeving beschouwd wordt als afvalwater. Het is dus afgeraden om een buitenkraan op het grijswatercircuit aan te sluiten.



2 Vergelijking van de concentraties organische stoffen, stoffen in suspensie en E. colibacteriën voor de proefstalen van hemelwater (A), onbehandeld grijswater (B) en behandeld grijswater (C). De horizontale lijn in elke kolom geeft de mediaan weer, d.w.z. de waarde die de onderste helft van de proefstalen scheidt van de bovenste helft.

Uit de visuele vergelijking van al deze proefstalen blijkt dat het **onbehandelde grijswater een grotere verkleuring vertoont** en meer stoffen in suspensie bevat (zie afbeelding 1 op de vorige pagina). Na behandeling (in dit geval met een biomechanisch systeem) bekomt men helder water met een bijna onzichtbare verkleuring. Deze verkleuring kan groter zijn bij andere behandelingsystemen, maar in alle gevallen is er een aanzienlijke vermindering na de behandeling.

Voor het tweede deel van de analyse keken we naar drie kwaliteitsindicatoren:


- de concentratie **organische stoffen**, die een voedingsbron vormen voor ongewenste bacteriën
- de concentratie **stoffen in suspensie**, die op verschillende plaatsen in de installatie kunnen leiden tot afzettingen en deels verantwoordelijk zijn voor de verkleuring van het water
- de concentratie **E. colibacteriën**, die wijst op de aanwezigheid van andere mogelijk ziekteverwekkende bacteriën in het water.

Deze drie indicatoren alleen zijn niet genoeg om een volledig beeld te krijgen van de waterkwaliteit, maar ze geven wel een eerste tendens weer.

De grafieken in de bovenstaande afbeelding vatten onze waarnemingen samen. Elk proefstaal wordt voorgesteld door een punt, waardoor de spreiding van de resultaten duidelijk wordt. Voor de E. colibacteriën beschikken we

ook over de niet-bindende richtwaarden, die terug te vinden zijn in de bijlage van de norm NBN EN 16941-2. De minst veeleisende waarde (waarde T2) komt overeen met het doorspoelen van het toilet en de meest veeleisende (waarde T1) met sproeitoepassingen. In dat geval kunnen de microdruppeltjes dieper in de luchtwegen binnendringen.

Bij onbehandeld grijswater (B) overschrijden de indicatoren, soms aanzienlijk, de waarden van de proefstalen van hemelwater (A). In het geval van de E. colibacteriën liggen de geregistreerde waarden ook ruim boven de richtwaarde T2. Zelfs voor een weinig veeleisende toepassing zoals het doorspoelen van toiletten is het **hergebruik van onbehandeld grijswater dus niet aangeraden**. Na behandeling (C) zijn de waarden van de verschillende indicatoren gelijkaardig aan die van het hemelwater. In zeer weinig gevallen bereikte de behandeling echter een toereikend niveau van E. colibacteriën voor sproeitoepassingen (T1). We stellen evenwel vast dat dit vaak ook het geval is voor de proefstalen van hemelwater.

Omdat het aantal stalen beperkt is, moeten er **meer metingen** uitgevoerd worden om deze bemoedigende eerste tendensen te bevestigen en een beter beeld te krijgen van het verband tussen de prestaties van de systemen en de mogelijke toepassingen van het behandelde grijswater. 

Dit artikel is gebaseerd op de resultaten van het Cook-project Waterbewust bouwen, gesubsidieerd door VLAIO.

Is nuttig gebruik van bemalingswater mogelijk?

De inhoud van 24.000 olympische zwembaden of 60 miljoen m³, dat is het geschatte volume aan grondwater dat in Vlaanderen alleen al jaarlijks opgepompt wordt bij tijdelijke bemalingen voor bouwwerkzaamheden. Nuttig gebruik van dit water is een mogelijke maatregel om de impact van deze bemalingen te beperken. Analyses tonen echter aan dat hergebruik in sanitaire installaties absoluut af te raden is.

J. Van Herreweghe, B. Bleys, N. Denies, Buildwise
G. Goossens, Embuild Vlaanderen

Beheersmaatregelen gericht op het minimaliseren van het opgepompte volume en/of het heraanvullen van de grondwaterstand door retourneer- en infiltratietechnieken vormen de eerste pijler in de **bemalingscascade** voor de beperking van de gevolgen van tijdelijke bemalingen (zie [Buildwise-artikel 2022/05.02](#)). Nuttig gebruik van het niet-geretourneerde bemalingswater vormt een tweede pijler. Hiervoor dient de kwaliteit van het water weliswaar in overeenstemming te zijn met het beoogde gebruik.

Kwaliteit van bemalingswater


Door middel van een **staalname- en analysecampagne** bouwt Buildwise kennis op rond de kwaliteit van bemalingswater voor nuttig gebruik. Hierbij werden zowel stalen uit grote (30 - 40 m³; zie afbeelding 1) als kleine (1 m³; zie afbeelding 2) opslagcontainers bestudeerd.

In 90 % van de onderzochte stalen werden bacteriën aangetroffen die aanleiding kunnen geven tot problemen zoals slijmvorming, geurhinder, corrosie en verstopping. Hierdoor is het gebruik van bemalingswater **niet geschikt voor het aanvullen van hemelwaterputten en voor toepassing in sanitaire installaties**. Vooral omdat een ontwikkeling van deze bacteriën in een installatie zeer moeilijk te verhelpen

is. Deze resultaten bevestigen dus eerder gepubliceerde bevindingen van een verkennende proefcampagne (zie [Buildwise-artikel 2021/04.09](#)).

Legionella, een ziekteverwekkende bacterie, werd in geen enkel staal teruggevonden. Dat wil echter niet zeggen dat het risico op de aanwezigheid ervan onbestaand is. Om dit risico vooral in kleine opslagcontainers te beperken, is het sterk aangeraden om deze ook **continu te laten doorstromen**. Zo wordt een temperatuurstijging in stilstaand water tijdens warmere periodes vermeden. Ook het afschermen van de inhoud van de containers tegen zonlicht helpt om de ontwikkeling van algen te voorkomen.

Andere mogelijkheden

Verdere mogelijkheden voor het nuttig gebruik van bemalingswater, bijvoorbeeld in de land- en tuinbouw, worden momenteel onderzocht met aandacht voor de kwaliteitseisen voor het beoogde gebruik, de wettelijke kadering en de praktische implementatie ervan. 

Dit artikel werd opgesteld in het kader van het Coock-project Grondwater-beheersing bij bouwprojecten in samenwerking met Embuild Vlaanderen en gesubsidieerd door VLAIO.

- 1 Grote opslagcontainer met permanente aansluiting voor de aan- en afvoer van bemalingswater.



- 2 Kleine niet-doorstroomde opslagcontainer die op gezette tijdstippen gevuld wordt.



Infiltratie van water rond het gebouw en op de werf

Door de droogteproblematiek neemt het belang van infiltratie alleen maar toe. Dit is onder meer te merken aan de nieuwe wettelijke eisen. Sinds dit jaar is in Vlaanderen ook de uitvoeringscertificatie van onder andere ondergrondse infiltratievoorzieningen verplicht.

B. Bleys, L. Vos, N. Denies, Buildwise

Waarom infiltreren?

Water bufferen en in de bodem laten infiltreren is de derde as van de *trias aquatica* (zie [Buildwise-artikel 2021/04.09](#)). Hierdoor worden de **grondwaterstanden lokaal aangevuld**, wat belangrijk is voor de droogteproblematiek.

Hoewel wateroverlast bij extreme neerslag nooit volledig te vermijden is, kunnen de frequentie en de gevolgen van **pluviale en fluviale overstromingen ook verminderd** worden door het water lokaal te bufferen en in de bodem te laten infiltreren en/of vertraagd af te voeren.

In [Buildwise-artikel 2021/05.07](#) worden zowel bovengrondse als ondergrondse infiltratievoorzieningen beschreven (zie afbeelding 1 hieronder en afbeelding 2 op de volgende pagina), alsook de technische referentiedocumenten voor de goede uitvoering ervan.

Wettelijke eisen voor de infiltratie rond gebouwen

In het **Vlaamse Gewest** legt de nieuwe Gewestelijke Stedenbouwkundige Verordening Hemelwater (GSVH), die in voege is sinds 2 oktober 2023, de volgende eisen op voor infiltratie:

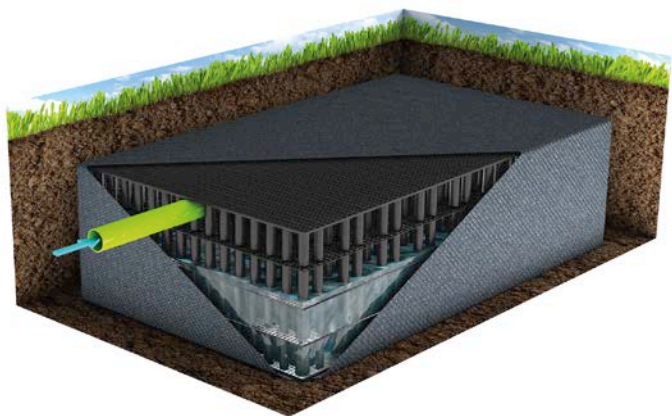
- infiltratievoorzieningen moeten altijd **bovengronds** aangelegd worden, tenzij aangetoond kan worden dat een ondergrondse aanleg onvermijdelijk is (dit was vroeger geen eis)
- de **infiltratieoppervlakte** moet minstens 8 % van de in rekening te brengen afwaterende oppervlakte bedragen (vroeger 4 %)
- het **buffervolume** van een infiltratievoorziening moet minstens gelijk zijn aan 33 liter per m² afwaterende oppervlakte (vroeger 25 l/m²).

In Vlaanderen geldt de volgende hiërarchie voor het beheer van hemelwater op het perceel:

1. opvang voor hergebruik
2. infiltratie op eigen terrein
3. buffering met vertraagde afvoer naar oppervlaktewater of een kunstmatige afvoerweg voor hemelwater
4. lozing op de riolering.

In het **Waalse Gewest** eist de Code de l'eau sinds 1 januari 2017 dat hemelwater op het perceel zelf beheerd wordt volgens de volgende hiërarchie, na eventueel gebruik:

1. infiltratie
2. lozing in een kunstmatig afvoerkanaal of een waterloop, als oplossing 1 onmogelijk is
3. afvoer naar de riolering, als oplossing 2 onmogelijk is.



1. Ondergrondse infiltratievoorziening met infiltratiekratten.

Deze verplichtingen gelden voor alle nieuwbouwprojecten. Er wordt niet ingegaan op het ontwerp of de uitvoering van infiltratievoorzieningen.

In het **Brusselse Hoofdstedelijke Gewest** zal in de nieuwe GSV (momenteel nog niet definitief goedgekeurd) de eis opgenomen worden dat op het terrein van elk bouwwerk een honderdjarige neerslag beheerd moet kunnen worden (dit is een neerslagepisode die zich statistisch om de honderd jaar voordoet). Alleen wanneer dit technisch onmogelijk is, moet het debiet van de waterafvoer tot een strikt minimum beperkt worden. De volgorde waarin deze afvoer moet plaatsvinden, is:

1. lozing in oppervlaktewater
2. buffering in een nabijgelegen stroomafwaartse ruimte met voldoende opslag- of infiltratiecapaciteit
3. lozing in de riolering.

Uitvoeringscertificatie in Vlaanderen

Sinds 1 januari 2024 is de uitvoeringscertificatie van onder andere ondergrondse infiltratievoorzieningen verplicht in Standaardbestek 250. De certificatie wordt georganiseerd door de certificatie-instellingen COPRO en BCCA volgens de eisen van de PTV 8003-reeks.

2

Ondergrondse infiltratievoorziening met infiltratietunnels.



Infiltratie van bemalingswater

Ook op de werf krijgt het heraanvullen van de grondwaterstanden door retourneer- en infiltratietechnieken steeds meer aandacht, vooral in het Vlaamse Gewest (zie [infofiche 'Retourbemaling en oppervlakte-infiltratie'](#) en [Buildwise-artikel 2022/05.02](#)). Bij oppervlakte-infiltratie wordt het bemalingswater vanaf het maaiveld via infiltratiebekken, -grachten of -putten weer naar de bodem gevoerd. Deze technieken zijn opgenomen in de eerste stap van de [bemaalingscascade](#) en dus prioritair in overweging te nemen. Tenzij anders vermeld in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit dient het bemalingswater dat terug in de ondergrond gebracht wordt, te voldoen aan de eisen uit VLAREM II.

Bij het terug in de grond brengen van bemalingswater is het belangrijk om een inschatting te maken van de impact van de retour- of oppervlakte-infiltratie, rekening houdend met bepaalde milieuaspecten (bv. risico op verzilting en verspreiding van verontreinigingen).

Infiltratie en draagvermogen van woningen

Omwille van het geotechnische draagvermogen van de funderingen van woningen moeten waterinstromingen op hun aanzetniveau vermeden worden. Bij in zand gefundeerde kelders kan verzadiging van het zand bijvoorbeeld leiden tot structurele hinder (zie het artikel op p. 13-15 van dit magazine). Als de woning in een plastische grond gefundeerd is (zie [Buildwise-artikel 2021/05.10](#)), moeten infiltraties in de directe nabijheid van de funderingen vermeden worden om het risico op het krimpen of zwellen van de grond te beperken. 

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de COOCK-projecten Grondwaterbeheersing bij bouwprojecten en Waterbewust bouwen, beide gesubsidieerd door VLAIO.

Infiltratie in het Groenblauwpeil

In september 2023 werd versie 2.0 van het Groenblauwpeil gelanceerd. Hierin zijn onder meer de uitbreiding naar het publieke domein, de opname van meer maatregelen en een aantal functies voor professioneel gebruik voorzien (zie ook [Buildwise-artikel 2022/04.05](#)). De tool is afgestemd op de nieuwe GSVH die tot doel heeft om hemelwater door hergebruik en infiltratie op het perceel te houden en om piekafvoeren naar de riolering tijdens onweersbuien te vermijden. Door in de tool andere waarden te kiezen voor de parameters, kan je bijvoorbeeld de impact op het klimaat van verschillende ontwerpen voor hemelwatervoorzieningen berekenen. De vergelijking van de resultaten laat toe om het effect van infiltratie en piekafvoeren beter te begrijpen en zo klimaatbestendiger te ontwerpen.

Impact van de klimaatverandering op bouwputten en funderingen van woningen

Welke invloed zullen de verwachte klimaatverschijnselen hebben op de funderingen van onze woningen? Dit artikel beschrijft enkele specifieke preventieve maatregelen, zoals het beschermen van de hellingen van taluds tegen waterinfiltraties, het verdiepen van funderingen of het voorzien van een draineersleuf op een zekere afstand van de woning. Bredere kwesties zoals massabewegingen, kustbescherming en erosie van de hellingen van waterlopen komen niet aan bod.

N. Denies, Buildwise

Taluds en grondophogingen

Een talud kan natuurlijk zijn of door de mens gevormd worden bij grondwerken. Een ophoging daarentegen is per definitie kunstmatig en bestaat meestal uit granulair materiaal (zand en grind) dat laagsgewijs verdicht wordt. Als de ophoging opgebouwd is uit een cohesief, geroerd materiaal (leem en klei), moet er bijzondere aandacht

besteed worden aan de stabiliteit op lange termijn, rekening houdend met de gevoeligheid voor waterinstromen.

Tabel A op de volgende pagina geeft een overzicht van de impact van de klimaatverandering op de stabiliteit van taluds en ophogingen. Voor de te nemen maatregelen tijdens grondwerken verwijzen we naar [Buildwise-artikel 2006/03.01](#).



1 Scheurvorming in de helling van een leemig talud.



2 Aanleg van een berm in het midden van een talud om de stabiliteit ervan te vergroten en het onderhoud te vergemakkelijken.

A Overzicht van de impact van de klimaatverandering op de stabiliteit van taluds en ophogingen.

Klimaatverschijnsel	Toename van de frequentie en intensiteit van regenbuien	Toename van de frequentie en intensiteit van droogteperiodes
Effect op de grond	<ul style="list-style-type: none"> Afname van de schuifweerstand en dus van de stabiliteit van de grond (klei, leem en zand) door een toename van de waterdruk in verzadigde gronden Verlies van schijnbare cohesie (*) bij zand- en leemgronden 	Scheurvorming in de helling van kleiachtige en lemige taluds (zie afbeelding 1 op de vorige pagina). Bij toekomstige hevige regenval zullen de scheuren preferentiële paden vormen voor het water, waardoor de sterkte van het talud of de ophoging in de diepte zal afnemen.
Impact op het talud of de ophoging	Verhoogde kans op grondafschuiving	
Te nemen maatregelen voor een robuust ontwerp	<p>Taluds en ophogingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> waar mogelijk de hellingen verkleinen gebruikmaken van tussenbermen (zie afbeelding 2 op de vorige pagina) draineren van de hellingen en de voet van het talud of de ophoging begroeiing: natuurlijk verankeren van de vegetatie beschermen van de hellingen en omgeving tegen waterinfiltraties continu meten van het grondwaterpeil en, indien relevant, van de schijnbare cohesie van de grond <p>Bij een hoog risico op grondafschuiving:</p> <ul style="list-style-type: none"> installatie van keermuren voor taluds: stabilisatie door vernageling of grondankers voor ophogingen: versterking met behulp van geokunststoffen of wapeningen 	
(*) Bijkomende cohesie, aanwezig in zand- en leemgronden, die tot stand komt door het evenwicht tussen de korrels, het water en de lucht waaruit de grond opgebouwd is. Het is dankzij de schijnbare cohesie van het zand dat zandkastelen rechtop blijven staan: als het te droog of te nat is, stort het zand in en kan het geen steile hellingen houden.		

Funderingen van woningen

De toename van de frequentie en intensiteit van regenbuien zal een direct effect hebben op het draagvermogen van woningfunderingen. Een groot aantal huizen werd echter nog gebouwd zonder rekening te houden met de intensiteit van de buien waarmee ze te maken zullen krijgen. Bij een **grote watertoevoer aan de basis van de fundering** kan het draagvermogen van de grond afnemen, wat aanleiding kan geven tot zettingen ter hoogte van deze fundering of zelfs tot scheuren in de gevel. Bij hevige regenval sijpelt het water langs de muren van het gebouw en baant het zich een preferentieel pad naar de funderingen. Dit pad zal vervolgens systematisch gebruikt worden, wat het draagvermogen zal doen afnemen.

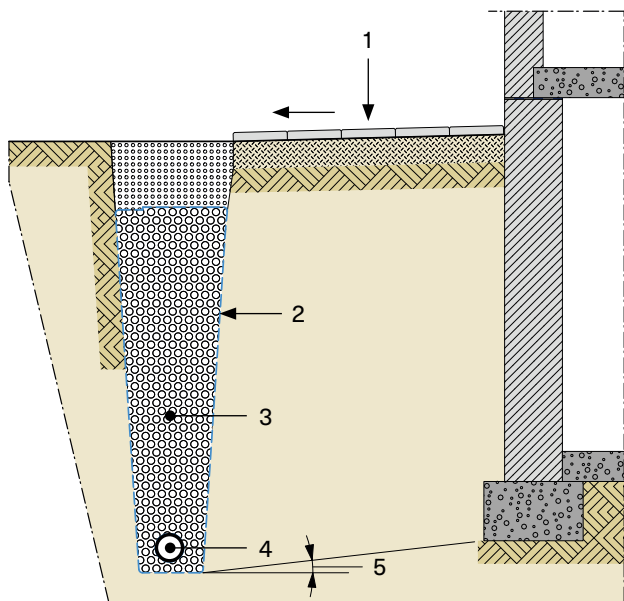
Als het **grondwaterpeil stijgt** door hevige regenval over een lange periode en het in de buurt komt van het aanzetpeil van de fundering, kan het draagvermogen ervan verminderen. Stijgt het waterniveau boven het aanzetpeil, dan zal er een opwaartse druk uitgeoefend worden op de onderzijde van de fundering. Indien hiermee geen rekening gehouden werd bij het ontwerp, kan deze opwaartse kracht leiden tot scheuren in de gevel of zelfs tot grotere schade.

Ondergrondse erosie van fijne gronden ten gevolge van zware regenval, in het bijzonder bepaalde leemgronden, kan aanleiding geven tot de vorming van holtes of sterk onverdichte zones ter hoogte van de funderingen. Dit gebeurt

wanneer fijne deeltjes bij regenbuien uit het leem gerukt worden en getransporteerd worden langs een ondergronds stroompad dat gevormd wordt door de aanwezigheid van ingegraven constructies zoals rioleringen, leidingen, funderingen of oude kelders. Dit verschijnsel wordt sterker met de tijd.

Om de drie voornoemde verschijnselen tegen te gaan, reiken we enkele **preventieve maatregelen** aan waarmee rekening gehouden moet worden:

- de funderingen van de woning voldoende diep aanbrenge om een groter draagvermogen van de grond te bereiken, zelfs als deze verzadigd is
- de funderingsstrook verbreden en voldoende wapenen
- opteren voor een gewapende funderingsplaat
- de drainage bij nieuwe woningen op voldoende afstand van de funderingen voorzien (zie afbeelding 3 op de volgende pagina). Op dit moment worden de draineersleuven meestal langs de funderingsmuur geïnstalleerd en wordt het water vlakbij de funderingen opgevangen. Dit moet dus zo veel mogelijk vermeden worden
- de omtrek van de woningen beschermen met een horizontale barrière (tegels, bestrating of terras). Het doel is om te voorkomen dat het water bij hevige regenval de basis van de fundering zou bereiken en vooral dat het preferentiële paden zou creëren langs de funderingsmuren
- de staat van de goten op regelmatige basis inspecteren en ze goed ontwerpen, schoonmaken en ervoor zorgen dat het hemelwater op een zekere afstand van de fun-



3 Draineursleuf op een bepaalde afstand van de funderingen.

1. Tegels, bestrating of terras
2. Filtreerscherm
3. Grind
4. Draineerbuis
5. Maximale helling ten opzichte van de onderzijde van de fundering: 15 % voor fijne zandgronden, 33 % voor kleigronden

deringsmuren afgevoerd wordt via de riolering of door infiltratie

- de staat van de grond in de buurt van het rioleringsnet regelmatig controleren om eventuele verzakkingen op te sporen
- de goede werking van de draineursleuven nagaan via de eventuele toezichtputten en erop toezien dat nabijgelegen planten deze niet kunnen verstoren (minimumafstand van 3 m). Indien nodig de draineerbuis en controleputten reinigen met een waterstraal.

Tijdens graafwerken moet er ook voor gezorgd worden dat er geen water en modder in de bouwput terecht komt. Zo is de uitvoering van een **tijdelijke bescherming uit aarde** zowel doeltreffend als rendabel (zie afbeelding 4), voor zover

de topografie van het terrein geen overlast veroorzaakt voor de omgeving en de wetgeving het toelaat.

De toename van de frequentie en intensiteit van droogteperiodes zal het **risico op schade bij funderingen in plastische gronden verhogen**. In [Buildwise-artikel 2018/03.02](#) over scheurvorming in gebouwen door het krimpen of zwellen van plastische gronden worden enkele preventieve maatregelen en hersteloplossingen besproken. In aanwezigheid van vegetatie is het aangeraden om funderingen in dergelijke gronden op minstens 1,5 m diepte te laten aanzetten. Aangezien deze waarde echter geen rekening houdt met de toekomstige impact van de klimaatverandering, moet ze waarschijnlijk naar boven bijgesteld worden op basis van toekomstige waarnemingen.




- 4 Tijdelijke bescherming uit aarde om te voorkomen dat er bij hevige regenval water en modder in de bouwput zou stromen (installatieduur van 30 minuten voor een graafmachine).

Andere geotechnische constructies: beschoeiingswanden, palen en tunnels

Sommige geotechnische constructies lijken minder gevoelig te zijn voor de gevolgen van de klimaatverandering. Dit is bijvoorbeeld het geval van beschoeiingswanden, funderingspalen en tunnels.

Bij het ontwerp van deze constructies moet er echter altijd bijzondere aandacht besteed worden aan het in de grond aanwezige water door een nauwgezette meting van het **grondwaterpeil**.

Wat palen betreft, moet er opgemerkt worden dat hun sterkte beïnvloed kan worden door een toename van de dynamische of cyclische windbelastingen. Hieronder vallen onder meer de funderingen van windmolens en van grote gebouwen. Om rekening te houden met dit effect, verwijzen we naar de toekomstige Eurocodes. 

Overstromingsrobuust verbouwen: hoe bestaand metselwerk vloeistofdicht maken?

Gevels spelen een essentiële rol in de overstromingsbestendigheid van gebouwen. Toch worden ze nog al te vaak over het hoofd gezien bij het treffen van maatregelen. Gevels blijken nochtans minder waterdicht te zijn dan men zou denken. Bovendien kan metselwerk ook aanzienlijke hoeveelheden vocht opslaan, wat de heringebruikname van het gebouw na een overstroming aanzienlijk kan vertragen.

P. Van Itterbeeck, Y. Vanhellemont, Buildwise

Infiltraties doorheen gevels

Vocht kan op twee manieren in de gevel terechtkomen:

- door **capillaire wateropname**. Als de steen of mortel in contact komt met water, wordt het vocht geabsorbeerd door het materiaal. Dit vocht zal niet zomaar aan de andere kant weer uit het metselwerk vloeien (tenzij er enige druk achter zit). Doordat capillair vocht zeer traag verdampt, neemt de droging van de gebouwen na een overstroming lange tijd in beslag (zie [Buildwise-artikel 2021/05.03](#))

- door **waterinfiltraties** doorheen openingen of scheuren (zie afbeeldingen 1 en 2). Deze infiltraties zorgen ervoor dat het water via de gevel binnensijpelt. Zelfs recent metselwerk, met compacte scheurvrije stenen en mortel, kan niet als vloeistofdicht beschouwd worden. De lekdebiëten lopen op wanneer de waterhoogte slechts enkele tientallen centimeters bedraagt (tot meer dan 25 l/m².u bij één meter waterhoogte). De waarden kunnen ver uiteenliggen, in functie van onder meer de dikte van de muur en de aanwezigheid van een binnenbepleistering.

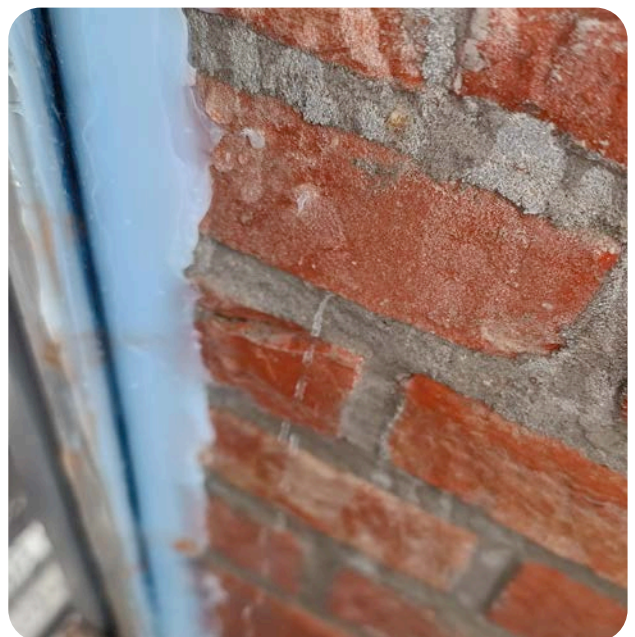
1

Dwarsdoorsnede van oud metselwerk waarbij waterinfiltraties optreden door de holtes en scheuren.



2

Duidelijk zichtbare infiltraties op metselwerk.



3 Verweerd metselwerk kan niet als overstromingsbestendig beschouwd worden.



Gevelmetselwerk waterdicht(er) maken

Bestaande toestand

Alvorens de gevel te renoveren of te verbeteren, is het belangrijk om het metselwerk aan een **grondige inspectie** te onderwerpen. Zo moet een gevel in goede staat zijn vooraleer deze overstromingsbestendig gemaakt kan worden (zie afbeelding 3): scheuren moeten gestabiliseerd en gedicht worden, verweerde voegen moeten hersteld worden en beschadigde stenen moeten vervangen worden (zie [Buildwise-artikel 2021/05.05](#) en [delen 4A](#) en [4B](#) van Innovation Paper 2).

De meeste **oude beschermingslagen**, zoals muurbetegelingen, geëmailleerde bakstenen en natuurstenen plinten, bieden geen geschikte bescherming tegen overstromingen, omwille van de erin aanwezige voegen. Oude bitumenlagen, cementeringen of verflagen zijn beter bestand tegen overstromingswater, voor zover ze in goede staat zijn. Wanneer ze beschadigd zijn, moeten ze vaak verwijderd worden om de nieuwe beschermingslaag aan te brengen.

Renovatie-ingrepen

Waterwerende oppervlaktebehandelingen (zie [TV 224](#)) worden al meer dan een halve eeuw toegepast om gevels waterwerender te maken en te beschermen tegen slagregen. Ze vormen een onzichtbare bescherming en verouderen veelal vrij traag. Helaas hebben ze een eerder wisselvallige doeltreffendheid tegen overstromingswater.

Bij grofporeuze materialen (bv. bepaalde betonblokken of grofporeuze natuursteen zoals Euville) zal deze behandeling bijvoorbeeld weinig effect hebben.

De beste bescherming tegen overstromingen bekomt men door een **afwerkingslaag** aan te brengen, die bij voorkeur zo weinig mogelijk capillair is en die alle onregelmatigheden, openingen en scheuren afdicht. Hiervoor kunnen verschillende materialen aangewend worden (zie tabel A op de volgende pagina):

- **verflagen** kunnen een performante vochtbarrière vormen, voor zover de ondergrond niet beweegt, vrij is van (zichtbare) scheuren en redelijk vlak is (in het ideale geval vlakke, regelmatige stenen met platvolle voegen). Uiteraard speelt het type verf een belangrijke rol. Zo bieden de klassieke gevelverven (bv. acryl- of siloxaanverven), maar ook andere verfsoorten (bv. kalkverven en kalei) een goede bescherming tegen infiltrerend vocht. Verven zijn echter gevoeliger voor veroudering en vereisen dus een regelmatig nazicht en onderhoud
- **kalkpleisters** kunnen op onregelmatigere ondergronden aangebracht worden en vormen een betere bescherming tegen overstromingswater
- **klassieke cementgebaseerde pleisters** zijn minder capillair, maar lopen een iets groter risico op de vorming van krimpscheuren die dan weer wél watervoerend kunnen zijn, een algemeen fenomeen bij oude gecementeerde gevels. Hedendaagse polymeergemodificeerde cementpleisters genieten daarom de voorkeur
- **bitumineuze of kunstharsgebonden (bv. epoxy) afwerkingen** bieden een zeer goede bescherming tegen infiltrerend vocht en tegen capillaire absorptie. Ze zijn echter wel gevoelig voor uv-veroudering.

A Overzicht van verschillende afwerkingen en hun bescherming tegen overstromingswater.

Afwerking	Bescherming tegen overstromingswater (¹)	Invloed op het drogingsvermogen van het metselwerk (¹)(²)	Eisen voor de ondergrond	Opmerkingen
Waterwerende impregneringen	Wisselvallig	Weinig/gemiddeld	<ul style="list-style-type: none"> • Materialen in goede staat • Geen grote openingen of scheuren 	Onzichtbare ingreep
Verf	Goed tot zeer goed	Weinig/gemiddeld	<ul style="list-style-type: none"> • Vlak metselwerk • Regelmatige bakstenen en platvolle voegen • In goede staat • Geen openingen of grote en bewegende scheuren 	Zichtbare ingreep die de metselwerkstructuur zichtbaar laat
Kalkpleisters	Goed tot zeer goed	Weinig/gemiddeld tot groot (de invloed wordt groter naarmate de hydraulischeiteit van het bindmiddel toeneemt)	<ul style="list-style-type: none"> • Materialen in goede staat • Geen bewegende scheuren 	Grote invloed op het uitzicht van het metselwerk
Cementpleisters	Zeer goed	Groot		
Polymeer-gemodificeerde cementpleisters	Zeer goed	Zeer groot		
Bitumineuze of kunstharsgebonden oplossingen	Uitstekend	Zeer groot		
<p>(¹) Het gaat hier om een gemiddelde. Er bestaan immers grote variaties in functie van het product, de precieze samenstelling, de aard en voorbereiding van de ondergrond, de uitvoering en de veroudering.</p> <p>(²) Hoe groter de invloed op het drogingsvermogen wordt, hoe belangrijker het is dat er geen vocht achter de beschermingslaag kan terechtkomen. Dit vocht zal dan immers moeilijker kunnen ontsnappen, wat het gebouw voor langere tijd onbruikbaar maakt en tot ernstige schade kan leiden. Als men niet kan garanderen dat het metselwerk achter de beschermingslaag droog blijft, moet er gekozen worden voor een oplossing die slechts een beperkte invloed heeft op het drogingsvermogen van de gevel.</p>				

Randbemerkingen

Wat de **detaillering van de muurbasis** betreft, moet er voorkomen worden dat er vocht via de onderzijde van de muur achter de beschermingslaag kan komen. Daarom is het aangeraden om injecties tegen opstijgend vocht uit te voeren (wanneer er geen anticapillair membraan is) en om de beschermingslaag tot ruim onder het maaiveld aan te brengen. Daarbij moet er rekening gehouden worden met factoren zoals een onderkeldering, het vloerniveau van de gelijkvloerse verdieping en het type metselwerk.

De **overstromingshoogtes** worden aangegeven door de regionale overheden en zijn onder meer gebaseerd op modellen, statistische gegevens en hypothesen (onder andere met betrekking tot de klimaatverandering). Dit houdt dus enige onzekerheid in. Daarom wordt de bescherming best tot ruim boven deze voorspelde overstromingshoogtes

voorzien. In de praktijk gaat men evenwel uit van een maximale overstromingshoogte van één meter, aangezien grotere waterhoogtes aanleiding geven tot té grote risico's voor de stabiliteit van het gebouw en de veiligheid van de bewoners.

Het **beschermingsproduct** wordt best over de volledige gevel aangebracht, voor zover het metselwerk zich daartoe leent. Als het product enkel op de onderkant van de gevel toegepast wordt, moet er vermeden worden dat vocht via de bovenzijde van de gevel achter de beschermingslaag terechtkomt.

Voor fijne en gestabiliseerde **scheuren** kunnen beschermingsproducten zorgen voor een scheuroverbruggend effect. Grotere scheuren moeten gedicht worden alvorens beschermende gevelproducten aan te brengen. Bij bredere en bewegende scheuren is het aangeraden om bewe-

gingsvoegen uit te voeren. Deze zijn echter moeilijk lek vrij te maken. Daarom is de lokale toepassing van gewapende bepleisteringen aangewezen.

Rijwoningen zijn niet rondom bereikbaar en zijn dus moeilijker te behandelen. Een gevelbescherming kan immers niet voorkomen dat het vocht zijdelings via de gevel van de burens binnensijpelt. In dat geval is het aangeraden om een gezamenlijke aanpak af te spreken met de burens. Als laatste redmiddel kan ervoor geopteerd worden om de binnenzijde van de gemene muur te behandelen (bv. met systemen die gebruikt worden om kelders van binnenuit waterdicht te maken) en er een voorzetwand voor te plaatsen om een dubbele kuip te realiseren.

Bij **spouwconstructies** dient men vooral het binnenspouwblad te beschermen, maar dat is moeilijk toegankelijk. In de praktijk gaat men daarom vaak over tot de bescherming van het buitenspouwblad. Dit moet noodzakelijkerwijs gecombineerd worden met de afdichting van de erin aanwezige openingen (spouwdrainering en -ventilatie). Hiervoor bestaan systemen die zich automatisch sluiten wanneer overstromingswater de opening bereikt. Bovendien moet er voor de droging van het buitenspouwblad ook luchtcirculatie kunnen plaatsvinden in de spouw. Een alternatief is om dit blad volledig te verwijderen en te vervangen door een ETICS, nadat de buitenkant van het binnenspouwblad beschermd werd tegen overstromingswater.

Bij gevels met een **ETICS** bestaat er een groot risico dat het water tussen de isolatie en de gevel dringt. Het is dus aangeraden om het metselwerk van een beschermingslaag (bv. cementpleister of kunstharsgebonden bescherming) te voorzien alvorens het ETICS aan te brengen. Men opteert ook best voor een weinig of niet-absorberende isolatie op het onderste deel van de gevel (bv. cellenglas).

Als water in een woning zou dringen waarvan de muren voorzien zijn van een uitwendige beschermingslaag, zal de drogingstijd en dus de duur voor de heringebruikname van de woning aanzienlijk hoger liggen.

Het is belangrijk om op te merken dat beschermingsproducten onderhevig zijn aan **veroudering** en dus regelmatig nagekeken en eventueel onderhouden of vervangen moeten worden.

Voor de openingen, tot slot, bestaan er **permanente of automatische afdichtingsoplossingen**, zoals waterdichte deuren voor kleinere openingen en hydraulisch of mechanisch aangestuurde schotten voor grotere openingen (zie afbeelding 4). Wanneer men opteert voor manuele systemen, moet men er zeker van zijn dat deze steeds tijdig geïnstalleerd zullen/kunnen worden.

Proefopstellingen

Omwille van praktische en technische redenen kan de meting van de vloeistofdichtheid van een muur niet uitgevoerd worden op bestaande gebouwen, vooral omdat dit een schaderisico voor het gebouw met zich meebrengt.

Om toch inzicht te krijgen in de **vloeistofdichtheid van een wandopbouw**, werd een proefopstelling ontwikkeld waarbij een model van een echte wand blootgesteld wordt aan overstromingswater (zie afbeelding 5 op de volgende pagina). Hierbij wordt een verticaal stukje muur (inclusief afwerkingslagen, beschermingsbehandelingen, thermische isolatie ...) in een bak geplaatst met een meter water aan één zijde. Veelal begint hierbij water door de muur te



4 Automatische afdichtingsoplossing.



5

Proefopstelling voor de meting van de vloeistofdichtheid van twee muurmodellen. Het centrale deel wordt gevuld (en continu bijgevoerd) tot een meter water, terwijl het lekdebiet gemonitord wordt.



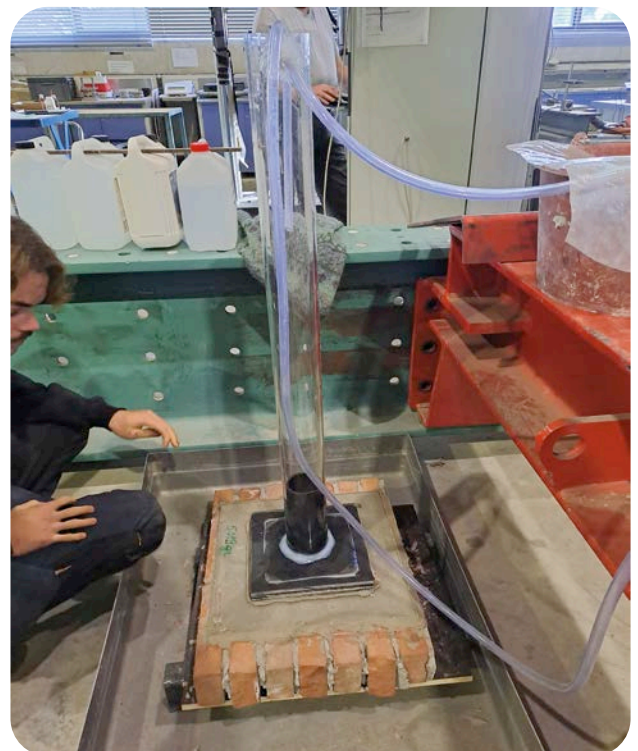
sijpelen. Tijdens dit proces wordt de waterhoogte op één meter gehandhaafd. Na een overgangsfase evolueert het lekdebiet naar een constante waarde.

De proef is enigszins omslachtig, maar geeft een zeer realistisch beeld van het watervolume dat via de gevels naar binnen lekt tijdens een overstroming.

Een tweede, eenvoudigere, proef werd ontwikkeld, geïnspireerd door de bekende absorptieproef met de glazen Karstenpijp (NBN EN 16302) die de **waterabsorptie van gevels bij slagregen** meet (zie [TV 224](#) en afbeelding 6).

Voor het simuleren van een overstromingssituatie werd deze proef opgeschaald om het te beproeven oppervlak bloot te stellen aan een waterkolom van één meter (een druk van 0,1 bar), waarna het debiet van het doorsijpelende water gemeten wordt. Om praktische redenen werd bovendien besloten om de proefmuur plat te leggen, wat resulteert in een eenvoudiger te beheersen en lekvrije proefopstelling, met een constante drukverdeling over het volledige blootgestelde oppervlak.

Deze proef biedt een relatief eenvoudige manier om de prestaties van een gevelbeschermingsproduct te bestuderen.



6

Proefopstelling geïnspireerd op de absorptieproef met de Karstenpijp.

Beide proeven werden ontwikkeld in het kader van de prenormatieve studie FLOOD, gefinancierd door de FOD Economie en het NBN.

Dimensionering van hemelwaterafvoerinstallaties in tijden van klimaatverandering

In België wordt sinds jaar en dag de neerslagintensiteit van 0,05 liter per seconde per m² uit de norm NBN 306 gebruikt om een hemelwaterafvoerinstallatie te dimensioneren. Onder invloed van de klimaatverandering rijst de vraag of de installatie beter berekend zou worden met een andere intensiteit. Het blijkt momenteel echter niet nodig om deze waarde aan te passen.

L. Vos, B. Bleys, Buildwise

De dimensionering van de onderdelen van een hemelwaterafvoerinstallatie gebeurt op basis van het **debiet dat ze moeten kunnen afvoeren**. Dit wordt berekend door de referentiewaarde voor de intensiteit te vermenigvuldigen met de dakoppervlakte die aangesloten is op het onderdeel (dakgoot, afvoeropening, afvoerleiding ...). De intensiteit is dus een belangrijke factor in de bepaling van de afmetingen van de installatie-onderdelen.

Uit de Belgische praktijk blijkt dat er zich tot nu toe geen problemen hebben voorgedaan met het gebruik van de intensiteit van 0,05 liter per seconde per m². Op de daken waar wel problemen optraden en waarbij Buildwise betrokken werd, bleken de ontwerpaanbevelingen niet opgevolgd te zijn.

Bovendien liggen de intensiteiten in onze **buurlanden** volledig in lijn met ons land. Zo wordt de intensiteit van 0,05 l/s/m² ook gebruikt in Frankrijk. In Nederland wordt deze waarde toegepast voor de noodafvoerinstallatie en wordt voor de berekening van de gewone afvoer een intensiteit van 0,03 l/s/m² in aanmerking genomen. In Duitsland hangt de intensiteit af van de regio waarin het gebouw gelegen is. Zo is in de regio rond Aken een intensiteit van 0,0252 l/s/m² van toepassing voor de gewone afvoer en van 0,0462 l/s/m² voor de noodafvoer.

Om na te gaan of de intensiteit bij het ontwerpen van hemelwaterafvoerinstallaties voor daken gewijzigd moet worden, moeten **buien met een korte duur** bestudeerd worden. Hiervoor werd het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI) geraadpleegd. Voor korte buien blijkt er echter nog geen aanpassing nodig te zijn. Buildwise raadt daarom aan om voorlopig deze intensiteit te blijven gebruiken, in combina-

tie met de adviezen uit [Dimensioneringsmethode 21](#) voor wat noodafvoer betreft. Dit onderwerp zal uiteraard verder opgevolgd worden.

De volgende twee adviezen blijven wel steeds belangrijk:

- de hemelwaterafvoerinstallatie moet **gedimensioneerd** worden volgens de richtlijnen van [TV 270](#) en [Dimensioneringsmethode 21](#). Een vuistregel zoals het voorzien van een afvoeropening met een doorsnede van 1 cm² per m² aan de afvoeropening aangesloten dakoppervlakte geldt enkel voor afvoeropeningen in hanggoten
- de installatie moet **goed onderhouden** worden. Dakgoten, afvoeropeningen en afvoerleidingen mogen niet verstopt geraken. Bij twijfel over het onderhoud of de goede werking van de riolering, in het bijzonder bij grote platte daken, voorziet de ontwerper best een noodafvoersysteem zodat de afvoer van het water steeds verzekerd is. 



Oververhitting: globale aanpak en aanvullende oplossingen

Om het risico op oververhitting in gebouwen te verminderen, is het essentieel om de zonnepwinsten te beperken door de beglaasde oppervlakken uit te rusten met doeltreffende zonnepwiningen en door een intensieve ventilatie te voorzien voor de afvoer van het warmteoverschot. De automatisering van de beschermingsvoorzieningen laat toe om hun efficiëntie te optimaliseren en het comfort van de bewoners veilig te stellen.

S. Caillou, J. Van der Veken, V. Vanwelde, S. Verheyleweghen, Buildwise

Risico op oververhitting

Een van de meest in het oog springende gevolgen van de klimaatverandering is het verhoogde risico op oververhitting in gebouwen, niet alleen in de zomer, maar ook in het tussenseizoen. Zo wijzen de huidige kennis en klimaatmodellen op een aanzienlijke stijging van de maximumtemperaturen in de komende jaren, wat dan weer zal leiden tot een **toename van de frequentie en duur van hittegolven**. Er wordt dus verwacht dat de warmste zomers van de afgelopen twee decennia zullen overeenkomen met de gemiddelde zomers rond 2050 en zelfs met de koelste zomers rond 2100! (*).

Globale aanpak

Om zich te wapenen tegen het risico op oververhitting in gebouwen, is een **globale aanpak nodig en moeten de maatregelen gerangschikt worden volgens prioriteit**.

Ten eerste moeten de **zonnepwinsten beperkt worden** door het probleem bij de bron aan te pakken. Door de beglaasde oppervlakken te limiteren en vaste, seizoensgebonden of mobiele buitenzonnepwiningen te plaatsen, voorkomt men dat de warmte het gebouw binnendringt (zie afbeelding 1). Bovendien is de installatie van dergelijke beschermingen een *no regret*-maatregel, omdat deze altijd nuttig zijn, ongeacht de werkelijke klimaatveranderingen

(zie 'Doeltreffende zonnepwiningen' op de volgende pagina en [Buildwise-artikel 2021/03.03](#)).

Ten tweede laat een intensieve ventilatie toe om het **warmteoverschot af te voeren**. Een groot deel van de tijd ligt de buitentemperatuur immers veel lager dan de binnentemperatuur (zie 'Intensieve ventilatie' op p. 24).

Deze twee passieve maatregelen zijn altijd relevant, of het gebouw nu over een actief koelsysteem beschikt of niet.

Ten derde, als de passieve maatregelen alleen niet volstaan om het gewenste comfort te bereiken, moet er prioritair



(*) Voorspellingen op basis van berekeningen uitgevoerd door Buildwise met klimaatmodel MPI-M-MPI-ESM-LR/REMO2015.

1

Voorbeeld van een vaste zonnepwining.

gekeken worden naar **meer actieve koelsystemen**, die zeer doeltreffend kunnen zijn. In [Buildwise-artikel 2021/04.08](#) wordt er dieper ingegaan op deze technieken. Het gebruik van een geothermische warmtepomp en vloerverwarming voor verwarming in de winter gaat bijvoorbeeld perfect samen met een koeling van het type *free geocooling* in de zomer (zie [Buildwise-artikel 2013/03.02](#)). Het enige wat men hoeft te doen, is het warmtetransportmiddel door het systeem laten circuleren met behulp van een circulatiepomp om de warmte aan de binnenomgeving te onttrekken en weer in de bodem te injecteren. De prestatiecoëfficiënt van een dergelijk systeem bedraagt ongeveer 20: de geleverde koelenergie is zo'n 20 keer groter dan de energie die verbruikt wordt door de circulatiepomp.

Ten slotte zal het soms nodig zijn om een **minder energie-zuinig actief koelsysteem** te gebruiken, zoals een omkeerbare lucht-waterwarmtepomp of een lucht-lucht-warmtepomp. Deze actieve koeloplossingen zouden echter alleen als laatste redmiddel overwogen mogen worden, bijvoorbeeld als er geen *no regret*-oplossingen voorhanden zijn, aangezien ze veel energie verbruiken.

Ontwerp, advies en uitvoering

Heel wat partijen spelen een **cruciale rol in de keuze en de juiste toepassing van de passieve maatregelen die in dit artikel besproken worden**. Bij de plaatsing of vervanging van buitenschrijnwerk kan de schrijnwerker bijvoorbeeld advies geven over de installatie van geschikte zonneweringen en de motorisering van bepaalde ramen. Voor algemene aannemingen draait het om de globale prestaties en de klanttevredenheid.

Maar vertrouw niet alleen op de oververhittingsindicator van de EPB! Deze is immers extreem vereenvoudigd (maandelijkse stationaire methode, klimaatgegevens die (nog) geen rekening houden met de klimaatverandering ...). Hij is daarom echter niet minder nuttig. In feite is deze indicator een hulpmiddel voor het ontwerp dat het mogelijk maakt om de meest kritieke situaties te vermijden. Hij biedt echter geen absolute garantie op comfort.

Bewonersgedrag

Het bewonersgedrag is een essentiële parameter waarmee rekening gehouden moet worden. Dit is echter moeilijk in te schatten, omdat het **beïnvloed wordt door heel wat subjectieve factoren**. Het meest opvallende voorbeeld is de neiging van de bewoners om de ramen open te zetten tijdens de warmste uren van een hittegolf om te profiteren van tocht, terwijl dit net bijdraagt aan de opwarming van het gebouw. Bovendien kan het gevoel van comfort sterk verschillen van persoon tot persoon.

De passieve maatregelen die in dit artikel besproken worden, kunnen **overlast of enig ongemak veroorzaken voor de bewoners**. Zo kunnen de zonneweringen het zicht naar buiten verminderen en kan de intensieve ventilatie akoestische problemen en tochtthinder veroorzaken en meer insecten binnenlaten.

Tot slot worden deze maatregelen vaak als weinig doeltreffend beschouwd wanneer ze handmatig toegepast worden. Hun efficiëntie kan aanzienlijk verbeterd worden door een **geautomatiseerd en veilig beheer**.

Doeltreffende zonneweringen

Bij 'zonnewering' wordt er vaak gedacht aan de verticale doeken die aan de buitenzijde van de ramen geplaatst worden. Er bestaan echter nog andere types.

Bij het architecturale ontwerp van een nieuw gebouw of een grote renovatie is de keuze van de **oriëntatie en de oppervlakte van de beglazing** uiteraard essentieel. Grote beglazingen met een zuidelijke of westelijke oriëntatie moeten beperkt worden of uitgerust worden met zeer efficiënte zonneweringen die aanvaard worden door de bewoners.

Er bestaan ook **vaste of permanente zonneweringen**. Dit zijn architecturale elementen, zoals een dakoversteek. Een andere mogelijkheid zijn voorzieningen die later geïnstalleerd kunnen worden om schaduw te creëren op de ramen (zie afbeelding 1 op de vorige pagina).

Seizoensgebonden zonneweringen kunnen eveneens heel performant zijn in bepaalde situaties. Het gaat hier om voorzieningen die handmatig door de gebruiker geplaatst en verwijderd moeten worden, eenmaal in de lente en eenmaal in de herfst, om de hele zomer bescherming te bieden tegen de zon. Een typisch voorbeeld is het gebruik van zonneweringen in de vorm van een handmatig uit te rollen doek op dakvensters (zie afbeelding 2).



2 Voorbeeld van een seizoensgebonden bescherming op een dakvenster.

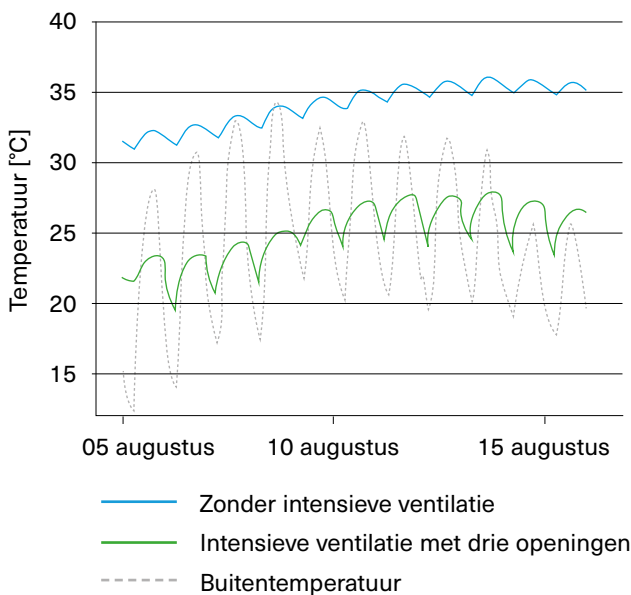
Tot slot zal de efficiëntie van **mobiele voorzieningen**, zoals verticale doeken aan de buitenzijde van de ramen, sterk verbeteren als ze automatisch aangestuurd worden door een programmatie op uurbasis of door een helderheidssensor. Om deze efficiëntie en de aanvaarding door de bewoners nog te verbeteren, is het mogelijk deze regeling aan te passen aan de oriëntatie van het raam, door bijvoorbeeld op elke gevel een helderheidssensor te plaatsen.

De rekentool Prosolis, ontwikkeld door Buildwise en de onderzoekseenheid 'Architecture et climat' van de UCL, laat toe om verschillende zonneweringen met elkaar te vergelijken. Ontdek deze tool op www.prosolis.be.

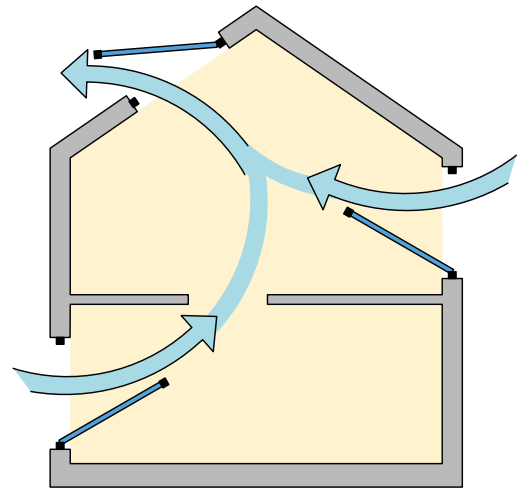
Voor meer informatie over de vele functies van zonneweringen verwijzen we naar [Buildwise-artikel 2010/04.16](#) en over hun doorzicht naar [Buildwise-artikel 2014/03.14](#).

Intensieve ventilatie

Intensieve ventilatie vereist **hoge debieten** (minstens tien keer hoger dan die voor de standaard hygiënische ventilatie). Dit kan door ramen open te zetten of specifieke, al dan niet geautomatiseerde, voorzieningen aan te wenden. Het doel van deze intensieve ventilatie is om de **temperatuur van de zware elementen van het gebouw, zoals muren en vloerplaten, te verlagen**. Op die manier ligt de temperatuur in het gebouw dan lager aan het begin van de hittegolf (zie afbeelding 3). Opengangende ramen genieten dus over het algemeen de voorkeur boven vaste ramen.



3 Vergelijking van de temperaturen gemeten in een gebouw tijdens een hittegolf (resultaten van een computersimulatie).



4 Principe van intensieve ventilatie met drie openingen.

Met een ventilatie via openingen in tegenover elkaar liggende gevels of door schoorsteeneffect tussen verschillende verdiepingen kunnen veel hogere debieten bereikt worden dan met een ééngevelventilatie in één ruimte. Tijdens een recent onderzoek hebben we de volgende vaststellingen kunnen doen:

- aangezien het oververhittingseffect in zowat het hele gebouw optreedt, is het **niet nodig om alle ruimtes lokaal te ventileren**. De ventilatie van bepaalde ruimtes buiten de woonzone (bv. nachthal) kan al zeer doeltreffend zijn
- dankzij een geautomatiseerde regeling kan intensieve ventilatie op de meest gunstige momenten toegepast worden, maar ook **buiten de gewoonlijke gebruiksperiodes** (bv. pas na een bepaald tijdstip 's nachts), wat helpt om de momenten van ongemak voor de bewoners te beperken en zo hun acceptatie van de ventilatievoorzieningen te vergroten.

Hieruit konden we besluiten dat een **intensieve ventilatie met drie openingen** bijzonder doeltreffend was, terwijl de uit te voeren werken beperkt bleven. Deze strategie kan automatisch aangestuurd worden in functie van de binnen- en buitentemperaturen en wordt vooral 's nachts toegepast. Ze bestaat onder meer uit de volgende elementen:

- een opening op het gelijkvloers, in de woonkamer, met een beveiligde gemotoriseerde opening en een inbraakbeveiliging
- een open trappenhuis (of een trappenhuis dat in de zomer tijdelijk open gehouden wordt) tussen de woonkamer en de bovenverdieping(en)
- twee openingen in de nachthal, bij voorkeur in twee verschillende wanden: in het dak, in de gevel of ter hoogte van een overloop.

Dit artikel werd opgesteld in het kader van het project SOFT Summer, gesubsidieerd door Wallonië.

Groendaken en opslag van hemelwater

Op de vorige pagina's werd er al dieper ingegaan op de toename van de neerslag in de winter, de langere en frequentere droogteperiodes in de zomer en de stijging van de gemiddelde temperaturen en het aantal hittegolven (vooral in steden). Daken – plat of hellend, begroend of niet – kunnen bijdragen aan de klimaatadaptatie. Dankzij aanpassingen en innovatieve systemen bieden ze immers de mogelijkheid om meer hemelwater te bufferen.

E. Noirfalisce, Buildwise

Daken kunnen helpen bij de **regulatie van klimaatextremen in dichtbebouwde omgevingen**. Dit artikel bespreekt de rol die ze kunnen spelen in het waterbeheer, maar gaat niet dieper in op het stedelijke hitte-eilandeffect.

We hebben kunnen vaststellen dat – vooral intensieve – platte groendaken het debiet van het bij een regenbui afgevoerde hemelwater vertragen en verminderen (zie [Buildwise-artikel 2006/03.02](#)). Meer recent hebben we gezien dat een groendak tijdens een regenbui zo'n 30 tot 70 l/m² water kan vasthouden (zie [Buildwise-artikel 2022/05.04](#)), wat dit daktype vooral **interessant maakt in steden**, die een hogere verhardingsgraad hebben en waar er soms geen ruimte is voor hemelwaterputten of infiltratiesystemen. Deze waterretentiecapaciteit van groendaken wordt erkend

en gewaardeerd:

- groendaken zijn een van de natuurgebaseerde oplossingen die door de International Union for Conservation of Nature (IUCN) opgelijst worden om de uitdagingen op sociaal en ecologisch vlak aan te gaan
- de waterretentiecapaciteit wordt in rekening gebracht in de Franse GreenRoofScore en in ons land in de blauwe score van het groenblauwpeil (zie [Buildwise-artikel 2022/04.05](#)) en is opgenomen in de Vlaamse Hemelwaterverordening (wanneer een plat dak begroend wordt, hoeft het niet aangesloten te worden op een hemelwaterput).

Hoe kunnen daken meer bijdragen aan de aanpassing aan de klimaatverandering? Ten eerste zou de **begroening van platte daken (nog meer) gepromoot moeten worden**.



Shutterstock

Vervolgens kunnen nog twee andere pistes met elk hun eigen aandachtspunten overwogen worden:

- meer water bufferen op platte, al dan niet begroende, daken
- hellende daken meer begroenen.

Meer water bufferen op platte daken (al dan niet begroend)

Zoals eerder al vermeld werd, hebben platte daken – en zeker intensieve groendaken – het grootste waterbufferende vermogen. In [Buildwise-artikel 2019/06.04](#) wordt er dieper ingegaan op de mogelijkheid om waterretentiedaken zonder helling uit te voeren en op de voorwaarden en aandachtspunten die hiermee gepaard gaan.

Op de markt zijn verschillende systemen te verkrijgen om de waterretentiecapaciteit van groendaken te verhogen en zelfs om hemelwater te bufferen op andere multifunctionele daken (parkeer- en terrasdaken). Deze producten kunnen teruggevonden worden in onze bouwproductendatabank [TechCom](#). We onderscheiden onder meer de volgende systemen:

- **platen uit kunststof met kuiltjes en/of meanders**, waarbij het water via gaten aan de bovenkant afgevoerd wordt en opgeslagen wordt in kuiltjes die in sommige gevallen met elkaar verbonden zijn (zie afbeelding 1A). De opgeslagen volumes zijn kleiner dan die van de onderstaande systemen (zo'n 6 tot 20 l/m² voor enkele onderzochte systemen)
- **absorberende matten (type 'spons')**, die meestal opgebouwd zijn uit rotswol (zie afbeelding 1B) of, minder vaak, uit een natuurlijk materiaal met een beperktere dikte en retentiecapaciteit. Afhankelijk van het type en de dikte van de mat kan het opgeslagen volume 20 tot 50 l/m² bedragen, of zelfs meer
- **platen met een honingraatstructuur of 'driedimensionale roosters'**, die de mogelijkheid bieden om water rechtstreeks op de dakafdichting op te slaan in de erboven gecreëerde ruimte (zie afbeelding 1C). Deze systemen

moeten gecombineerd worden met een tapbuis die de waterafvoer vertraagt (verhoogd, met een kleinere opening) en kunnen grotere watervolumes vasthouden (tot meer dan 100 l/m²). De retentie is tijdelijk en gecontroleerd: het water kan op het gewenste moment afgevoerd worden, met het oog op de volgende regenbui, wat niet het geval is bij groendaken of de vorige systemen.

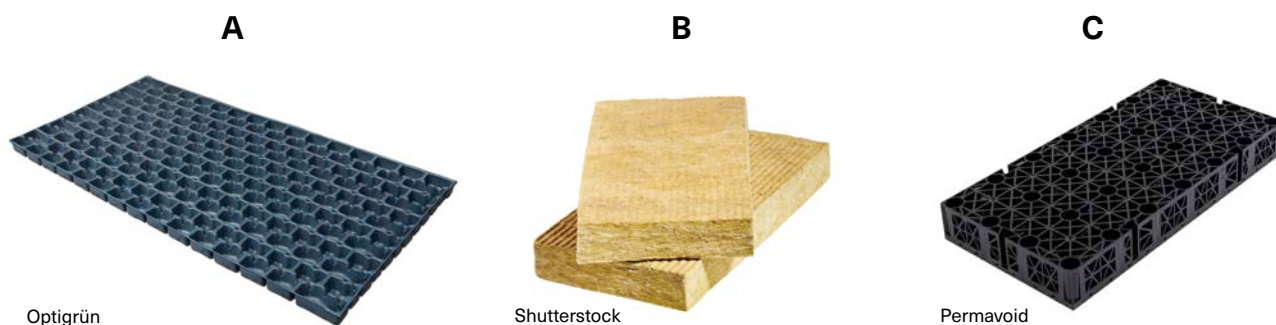
Sommige platen hebben mechanische eigenschappen die ze geschikt maken voor gebruik op terras- of parkeerdaken.

Een bijkomend waterretentiesysteem is ook nuttig voor de goede werking van groendaken. Dit zorgt dan voor een waterreserve die overgedragen kan worden aan de planten. Deze reserves kunnen eventueel beheerd worden met een monitoringsysteem.

Begroening van hellende daken

Omwille van hun helling dragen hellende daken minder bij aan het waterbeheer. Toch bieden ze een **groot potentieel aan bijkomende dakoppervlakte voor de opvang van hemelwater**. Door de helling van deze daken moet er echter rekening gehouden worden met een aantal aspecten:

- **de erosie (of het risico op erosie) van het substraat** als gevolg van hevige regenval en afvloeiend hemelwater. Vooraf geteelde vegetatiematten genieten daarom de voorkeur boven het zaaien van de planten om de vegetatie sneller te laten wortelen. Er zijn op de markt ook bakken te verkrijgen, evenals voorzieningen die op het oppervlak van het substraat geplaatst worden (bv. jute doeken of beschermende netten), die voorkomen dat dit laatste gaat glijden (zie afbeelding 2A op de volgende pagina)
- **de blootstelling aan de zon**, die afhangt van de oriëntatie, maar ook van de helling, kan ongunstig zijn: te weinig zon (noorden) of net te veel (zuiden)
- **mogelijk wegglijden van de vegetatie**: vanaf een bepaalde hellingsgraad van het dak zouden de losliggende lagen kunnen afschuiven. Om de druk van de vegetatie op te nemen en te voorkomen dat ze wegglijdt, moeten




- 1 Voorbeelden van platen uit kunststof met kuiltjes en/of meanders (A), absorberende matten (B) en platen met een honingraatstructuur die een tijdelijke wateropslagruimte creëren (C).

oplossingen toegepast worden die de vegetatie op haar plaats houden en het water toch laten afvloeien, zoals:

- vooraf geteelde bakken voor hellende daken (zie afbeelding 2A)
- platen met een honingraatstructuur (zie afbeelding 2B)
- dwarsregels of elementen bevestigd aan een rooster of aan trekstangen tussen de nok en een profiel op de onderregel (zie afbeelding 2C)
- anti-afschuifelementen met een honingraatstructuur die het substraat tegenhouden (zie afbeelding 2D)
- **een (grotere) behoefte aan irrigatie** omwille van de snellere waterafvoer door de zwaartekracht en dus een beperktere waterretentie per vierkante meter. Om dit effect te verminderen, kan onder het substraat een retentiemat aangebracht worden. Sommige draineer- en retentieplaten zijn specifiek ontworpen voor steilere hellingen. Er bestaan ook systemen die instaan voor de goede irrigatie van de vegetatie (capillaire en druppelirrigatie ...)
- **een moeilijker toegang** voor de plaatsing en het onderhoud van het groendak
- **een beperking op de mogelijke vegetatie.** Terwijl extensieve vegetatie mogelijk is voor hellingen tot 70 %, kan er op een hellend dak (meer dan 10 %) geen intensieve vegetatie (daktuin) geplaatst worden.

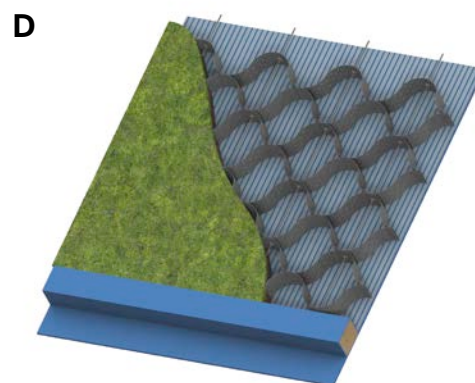
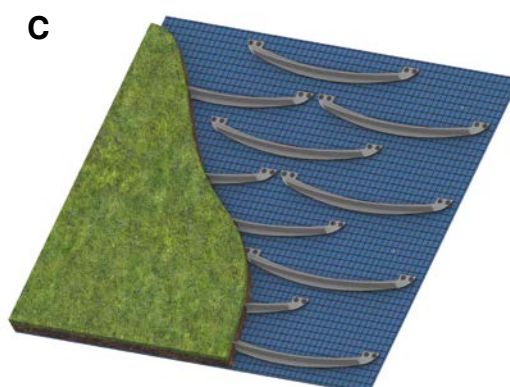
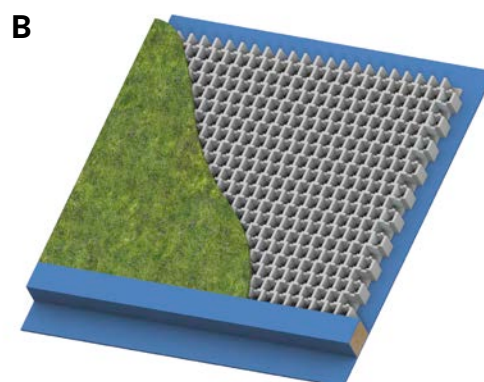
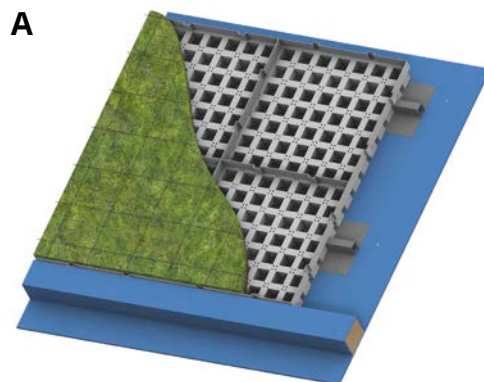
Vornoemde systemen kunnen toegepast worden op een hellend dak met dezelfde samenstelling als een plat dak, dat wil zeggen een dak met een afdichting in plaats van een onderbroken dakbedekking (pannen of leien), zelfs als de helling hoger is.

Hoewel het minder voor de hand ligt – en zeker minder gebruikelijk is – om de **hellingen van een pannen- of leiendak te begroenen en er hemelwater op te bufferen**, komen er nu ook begroende dakpannen op de markt. Deze worden gelegd zoals gewone dakpannen, dus op een onderdak, latten en tengellatten die aangepast zijn aan de hogere belastingen. Dit speciale systeem vereist een zorgvuldige plaatsing en bijzondere aandacht voor de details en aansluitingen en de uitvoering en duurzaamheid van het onderdak, dat zwaarder belast zou kunnen worden.

Een andere oplossing zou kunnen zijn om bakken met lichte vegetatie **bovenop een aangepast timmerwerk** te plaatsen, zoals ook gedaan wordt voor zonnepanelen. Er bestaan ook waterophoudende pannen met platte reservoirs, maar dit is eveneens een bijzonder systeem dat nog niet vaak toegepast wordt. 

Dak en klimaat of het 'klimaatdak'

Buildwise en de platte-dakensector zetten zich in voor de promotie van het klimaatdak. Dat is een multifunctioneel plat dak dat bijdraagt aan de klimaatmitigatie en/of -adaptatie. Het Technisch Comité Dichtingswerken werkt aan de identificatie en eliminatie van de technische obstakels voor de uitvoering van dit daktype.



2 Principe van enkele systemen met anti-afschuifvoorzieningen.

Werken op de werf bij warm weer


In de zomer hoopt iedereen op mooi weer. Voor bouwprofessionals is een van de nadelen van een goede zomer echter dat ze soms in de vlakke zon moeten werken terwijl het dan ook nog eens zeer warm is. Een overmatige blootstelling aan de zon is niet alleen schadelijk voor de huid, maar de hitte kan ook hoofdpijn veroorzaken, het concentratievermogen aantasten en dus een impact hebben op de veiligheid.

C. Callandt, Constructiv
V. Pollet, Buildwise

Volgens de algemene beginselen van de [Codex over het welzijn op het werk](#) is elke werkgever verantwoordelijk voor de structurele aanpak van risicopreventie op de werkplek. Concreet betekent dit dat hij een risicoanalyse moet uitvoeren en de zogenaamde driedelige preventiehiërarchie moet volgen:

- ten eerste moeten **de risico's aan de bron aangepakt worden – of zoveel mogelijk beperkt worden** – door een aantal organisatorische en/of technische maatregelen te treffen. Artikel 55 van de collectieve arbeidsovereenkomst betreffende de arbeidstijdorganisatie staat bouwbedrijven bijvoorbeeld toe om de grenzen van het begin en het einde van de werkdag te verleggen. Zo kan het werk op de werf in de zomer **al om 6 uur 's morgens aangevat worden** en in de namiddag eindigen, wanneer de zon het hoogst staat en het felst brandt. Een andere mogelijkheid is om **geprefabriceerde elementen te gebruiken** in plaats van ze ter plaatse te vervaardigen. Ook **taakrotatie** kan over-

wogen worden om de blootstellingsduur aan de zon voor elke werknemer in te korten. Het is eveneens aangeraden **regelmatig pauzes in te lassen** om even in de schaduw te zitten en/of af te koelen in een goed geventileerde of gekoelde ruimte

- vervolgens moet de werkgever, op basis van zijn risicoanalyse, de nodige **collectieve beschermingsmiddelen** ter beschikking stellen, zoals panelen of zeilen om schaduw te creëren
- tot slot moet de aannemer ook de geschikte **persoonlijke beschermingsmiddelen** voorzien, bijvoorbeeld zonnebrillen, ademende kledij of zonnecrème. 

Handige hulpmiddelen ontwikkeld door Constructiv

Voor de lezers die meer willen weten, verwijzen we naar vier andere interessante publicaties van Constructiv over dit onderwerp:

- [Preventiefiche 1064 'Werken bij warm weer'](#), die een overzicht geeft van alle mogelijke maatregelen (niet alleen die tegen uv-straling)
- [Toolboxfiche Om001 'Werken bij warm, zonnig weer'](#), waarin enkele basisvoorzorgsmaatregelen in herinnering gebracht worden
- [Constructiv Dossier 157 'Werken bij koud of warm weer'](#), waarin enkele praktische aanbevelingen aangereikt worden
- [Preventiefiche 1047 'Blootstelling aan fysieke en thermische belasting bij wegenwerkers'](#), in het bijzonder gericht tot asfaltwegenwerkers.



Shutterstock

Schilders, hou rekening met de klimaatverandering!

Door hun dagplanning efficiënt op te stellen, directe zonbelasting te voorkomen en geschikte coatingproducten of additieven te gebruiken, kunnen schilders ook in warme periodes, die frequenter zullen optreden door de klimaatverandering, kwalitatieve schilderwerken realiseren.

T. Haerincx, E. Cailleux, Buildwise

Bij de uitvoering van schilderwerken zijn de **juiste omgevingsomstandigheden** cruciaal. Bij hoge temperaturen (> 25 °C) drogen coatings immers sneller, wat een correcte verwerking bemoeilijkt. Ook een aangepaste relatieve luchtvochtigheid en oppervlaktetemperatuur van de ondergrond zijn belangrijke parameters (zie § 5.2 van [TV 249](#)).

Hieronder bespreken we een aantal mogelijke strategieën om zelfs in warme periodes kwaliteitsvol werk te kunnen leveren.

Pas de dagplanning aan in functie van de omstandigheden

Monitor steeds de weersomstandigheden en -verwachtingen. Op warme dagen kan men zijn efficiëntie optimaliseren door in de mate van het mogelijke te **schuiven met de werken** of door de voorbereidingswerkzaamheden (afplakken, schuren, ontvetten, reinigen ...) zo veel mogelijk op het warmste moment van de dag uit te voeren.

Op dagen met een hoge zonintensiteit is het belangrijk om **directe zonbelasting tijdens en kort vóór en na het schilderen te vermijden**, zeker bij donkergekleurde ondergronden en coatings en bij ondergronden uit grofporig hout. In deze gevallen is het aangeraden om ruim 'achter de zon' te schilderen zodat het oppervlak wat kan afkoelen of om de zon voldoende voor te blijven zodat de verf goed kan drogen.

Scherm buitenschilderwerken af

Bij buitenwerkzaamheden, en vooral bij donkere afwerkingen of ondergronden, kan men schaduw creëren door


schaduwdoeken op de stelling te hangen. Dit biedt ook bescherming tegen (onverwachte) regenbuien. Het is aangeraden om rekening te houden met deze extra kost.

Gebruik aangepaste producten en technieken

Voor de uitvoering van buitenschilderwerken op hout en metaal bij warme omstandigheden (> 23 °C) kiest men best voor **coatings uit solventgedragen alkydhars** die in de regel een langere open tijd hebben.

Ook bij binnen- en buitenschilderwerken met watergedragen verven of lakken kan er gebruikgemaakt worden van **producten met een langere open tijd**. Sommige fabrikanten bieden bovendien hulpstoffen aan die de droging kunnen vertragen. Respecteer hierbij steeds nauwkeurig de verwerkingsinstructies en maximale dosering.

Schildersbedrijven kunnen zich verder aanpassen aan de klimaatopwarming door meer werken uit te voeren op het moment dat de omstandigheden wel goed zijn. Het **verspuiten van verf** of het gebruik van een *airless* gevoede rol (waarbij de verrol bijgevuld wordt via een hendel) kan hierbij een interessante piste zijn. Het extra voorbereidingswerk dat hiermee gepaard gaat, kan gebeuren wanneer de omstandigheden minder gunstig zijn voor de schilderwerken zelf.

Tot slot kan men ervoor opteren om buitenschilderwerken eerder in de late winter of het vroege voorjaar in te plannen. De mogelijkheden hiertoe zijn sterk verbeterd door de ontwikkeling van **aangepaste verfproducten** (vierseizoenen- of doorwerkverven) **en hulpmiddelen** (bv. verwarmde verfmemers). In die periode dient men wel extra aandachtig te zijn voor de evolutie van de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid doorheen de dag en de controle van de oppervlaktetemperatuur van de ondergrond. 

Beton storten bij warm weer: de werkwijze aanpassen

De klimatologische omstandigheden hebben een zeer grote invloed op de eindkwaliteit van het beton. Bij een productie en uitvoering van het beton bij temperaturen van meer dan 25 °C moet er rekening gehouden worden met de effecten van warmte op het beton en moeten er voorzorgsmaatregelen genomen worden om schade te voorkomen.

V. Dieryck, Buildwise

Gevolgen van een hoge omgevings-temperatuur voor het beton

Hoge temperaturen (> 25 °C) beïnvloeden het beton op verschillende vlakken. Zo veroorzaken ze:


- een **snelle afname van de verwerkbaarheid**, waardoor het beton moeilijk uit te voeren is
- een grotere warmteafgifte (door de hydratatie van het cement) en dus een **groter risico op scheurvorming** (door thermische krimp tijdens de afkoeling). Dit risico neemt toe bij elementen van meer dan 50 cm dik (zie § 9.5 van [TV 285](#))
- een overmatige verdamping van het water en een **uitdroging van het beton**. Dit treedt vooral op bij bouwwerken met een groot, vrij en niet-bekist (en dus blootgesteld) oppervlak, zoals wegen en vloeren. Dit verschijnsel kan leiden tot:
 - plastische krimp en bijgevolg een groter risico op scheurvorming
 - een slechte hydratatie van het cement aan het oppervlak, wat aanleiding geeft tot een grotere porositeit van het beton dat de wapening omhult en een grotere doorlatendheid voor agressieve stoffen (bv. chloriden). Hierdoor heeft het betonoppervlak een zwakke slijtweerstand en vermindert de hechting van bekledingen (bv. door de verpoedering van het oppervlak).



Uitvoering van beton bij warm weer

Bij het bouwen van een betonconstructie bij warm (> 25 °C) en droog weer kunnen de volgende maatregelen getroffen worden:

- **de temperatuur van de betonspecie tijdens het storten beperken** tot maximaal 25 °C, door de samenstelling en/of de uitvoering aan te passen
- **het gebruik van waterabsorberende bekistingshuiden vermijden** en de voorkeur geven aan 'gebakeliseerde' multiplexplaten
- **de samenstelling van het beton aanpassen** in overleg met het studie bureau en de betoncentrale, rekening houdend met de specificaties voor de duurzaamheid en eventueel het uitzicht van het beton. Watertoevoegingen op de werf moeten steeds vermeden worden, omdat de sterkte en duurzaamheid van het beton hierdoor vermindert. Er kan gebruikgemaakt worden van:
 - een bindingsvertrager
 - cement met een trage verharding (druksterkteklasse 32,5 N - 42,5 N) en/of met een beperkte warmteafgifte (LH- of VLH-cement), hoewel deze de nabehandelsduur van het beton kan verlengen
 - koud aanmaakwater
- **beton storten vóór en na de warme uren**
- **de wachttijd op de werf zoveel mogelijk beperken**
- **het beton zorgvuldig nabehandelen**, dat wil zeggen beschermen tegen uitdroging (bv. door de bekisting te laten staan, door het beton af te dekken met een plastic zeil of door speciale producten toe te passen). Bijvoorbeeld, bij de uitvoering van een beton op basis van een cement CEM III/A 42,5 LA bij warm weer zonder minerale toevoegsels van het type vliegassen, moet er gedurende vier dagen een nabehandeling toegepast worden (zie § 9.2 van [TV 285](#)).

De uitvoering van gepolierde betonvloeren kan zeer problematisch zijn, omdat de nabehandeling pas na het polieren kan plaatsvinden. De toevoeging van een slijtlaag kan eveneens moeilijk zijn. In dat geval wordt het beton best vóór of na de warme uren gestort. 

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Normen-Antenne Beton, mortel en granulaten, gesubsidieerd door de FOD Economie.



Projecten

Buildwise en zijn partners ondersteunen en begeleiden de bouwprofessionals in de aanpassing aan de klimaatverandering. Dit wordt mede mogelijk gemaakt dankzij de steun van diverse projecten en studies. Onderstaande lijst geeft een kort overzicht. Voor meer informatie verwijzen we naar onze Project Showroom op buildwise.be (rubriek 'Innovatie' en vervolgens 'Onderzoek voor de sector').

Normen-Antennes

- Geotechniek
- Beton, mortel en granulaten
- Water en daken
- Thermische isolatie en installaties in gebouwen
- Ventilatie en indoor air quality

Projecten en studies

NBN en FOD Economie

- FLOOD
- Concure

Brussels Hoofdstedelijk Gewest

- C-Tech

Wallonië

- SOFT Summer
- Photoprotect
- Cluster H₂O

VLAIO

- Koeling 2.0
- SchoolS
- Grondwaterbeheersing
- Green Roofs Up!
- Waterbewust bouwen (met de steun van de Europese Unie)

Fonds Wetenschappelijk Onderzoek

- Ecocities



Buildwise Zaventem

Maatschappelijke zetel en kantoren
Kleine Kloosterstraat 23
B-1932 Zaventem
Tel. 02/716 42 11
E-mail: info@buildwise.be
Website: buildwise.be

- Technisch advies – Publicaties
- Beheer – Kwaliteit – Informatietechnieken
- Ontwikkeling – Valorisatie
- Technische goedkeuringen – Normalisatie

Buildwise Limelette

Avenue Pierre Holoffe 21
B-1342 Limelette
Tel. 02/655 77 11
• Onderzoek en innovatie
• Vorming
• Bibliotheek

Buildwise Brussels

Dieudonné Lefèvrestraat 17
B-1020 Brussel
Tel. 02/233 81 00

Colofon

Een uitgave van Buildwise (voordien Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf), inrichting erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947.

Verantwoordelijke uitgever: Olivier Vandooren, Buildwise, Kleine Kloosterstraat 23, B-1932 Zaventem

Dit is een tijdschrift van algemeen informatieve aard. De bedoeling ervan is de resultaten van het bouwonderzoek uit binnen- en buitenland te helpen verspreiden.

Het, zelfs gedeeltelijk, overnemen of vertalen van de teksten van dit tijdschrift is slechts toegelaten mits schriftelijk akkoord van de verantwoordelijke uitgever.

Taalkundige herziening: J. Beauclercq

Vertaling: J. Beauclercq

Lay-out: J. Beauclercq en J. D'Heygere

Illustraties: G. Depret en R. Hermans

Foto's Buildwise: D. Rousseau, M. Sohie et al.

Buildwise Magazine, nog meer op jouw maat!

Buildwise Magazine bestaat in drie verschillende edities,
zodat we onze communicatie zo veel als mogelijk kunnen afstemmen op jouw noden.



Editie 'Gebouwschil'

Verschijnt in april en oktober en wordt exclusief verstuurd naar:

- algemene aannemers
- schrijnwerkers en glaswerkers
- ruwbouwaannemers
- aannemers in dichtings- en dakwerken

Editie 'Afwerkingen'

Verschijnt in juni en december en wordt exclusief verstuurd naar:

- parketleggers en tegelzeters
- schilders en plaatsers van soepele vloerbekledingen
- natuursteenbedrijven
- plafonneerders en stukadoors

Ook de algemene aannemers en schrijnwerkers ontvangen deze editie.



Editie 'Technische installaties'

Verschijnt in augustus en wordt exclusief verstuurd naar:

- installateurs van verwarming, klimaatregeling en ventilatie
- installateurs van sanitair

Ook de algemene aannemers ontvangen deze editie.




Buildwise



Wil je ook andere edities ontvangen? Dat kan! Scan deze QR-code en vul het onlineformulier in. Ook inschrijven op onze digitale nieuwsbrief kan via deze QR-code.

buildwise.be