



Beneficiile clădirilor verzi (acoperișuri verzi, pereți verzi și spații verzi verticale de interior)

**O compilație de cifre, date și
informații din diferite
investigații
2025**

GREENER CITIES
IN EUROPE



EUROPEAN
FEDERATION
GREEN ROOFS
& WALLS

Beneficiile clădirilor verzi (acoperișuri verzi, pereți verzi și spații verzi verticale de interior)

O compilație de cifre, date și informații din diferite investigații 2025

Creat de:



Wiedner Hauptstraße 63
A-1045 Viena
Tel: +43 (0) 660/4023927
e-mail: office@efb-greenroof.eu
www.efb-greenbuildings.eu



Albrechtstraße 13
10117 Berlin
Tel. +49 30 40054102
e-mail: info@bugg.de
www.gebaeudegruen.info



Strada Favoriten 50
1040 Viena
Tel. +43 650 634 96 31
e-mail: office@gruenstattgrau.at
www.gruenstattgrau.at

Autori: M.Sc. Vera Enzi-Zechner, Dr. Gunter Mann, M.Sc. Felix Mollenhauer, M.Sc. Rebecca Landwehr, M.Sc. Katharina Mauss, M.Sc. Elisabeth Weiss-Tessbach, M.Sc. Tetiana Koncenko

Recunoscând contribuțiile suplimentare din partea:

Ing. Pavel Dostal, Dr. Tobias Emilsson, M.Sc. Fernando Hidalgo, M.Sc. Péter Dezsényi, Chris Bridgman, M.Sc. Erich Steiner, M.Sc. Sophie Rousset-Rouvière, Prof. Patrice Prunier, Prof. Teresa Afonso do Paço, B.Sc. Isabella Costa

Design și editare:

Imagini și grafică: Federația Europeană a Asociațiilor de Acoperișuri și Pereți Verzi (EFB), Bundesverband GebäudeGrün e. V. (BuGG), Laboratorul de inovare GRÜNSTATGRAU Austria (GSG)

Versiunea publicată: 2025 (UE) (anterior: 2019 DE, 2021 AT, 2023 DE)

1. Prefață	5
2. Beneficiile acoperișurilor verzi.....	6
2.1. Reducerea temperaturii de suprafață.....	7
2.2 Reducerea efectului de insulă termică urbană	8
2.3. Căldură latentă	10
2.4. Răcire prin evaporare	10
2.5. Umiditatea aerului.....	12
2.6. Stocarea apei și utilizarea apelor gri	12
2.7. Biodiversitate și natură urbană.....	15
2.8. Calitatea aerului și legarea poluanților	18
2.9. Stocarea carbonului	19
2.10. Reducerea zgomotului.....	19
2.11. Biomasă	20
2.12. Izolare	20
2.13. Prolungirea duratei de viață a clădirii, protecția materialelor împotriva riscurilor.....	21
2.14. Rentabilitate	22
2.15. Biosolar	23
3. Beneficiile pereților verzi	25
3.1. Temperatura suprafeței.....	26
3.2. Efectul insulei de căldură urbană.....	27
3.3. Evaporarea, retenția apei și umiditatea aerului.....	27
3.4. Biomasă	28
3.5. Carbon, purificarea aerului și legarea poluanților.....	28
3.6. Izolație termică	29
3.7. Protecție fonică	30
3.8. Protecție solară și umbrire.....	31
3.9. Rentabilitate și economii de energie	31
3.10. Biodiversitate și natură.....	32
3.11. Acceptare.....	32
3.12 Rezistența la foc.....	33
4. Spații verzi verticale de interior	34
4.1. Îmbunătățirea sănătății	34

4.2. Reducerea stresului	34
4.3. Bunăstare superioară	34
4.4. Reducerea zgomotului	35 de ani
4.5. Creșterea productivității	35 de ani
4.6. Creșterea concentrației	35 de ani
4.7. Încărcătura redusă de germeni	36
4.8. Evaporare	36
5. Surse	37
6. Despre EFB - Federația Europeană a Asociațiilor de Acoperișuri și Pereți Verzi	49
7. Asociațiile Naționale de Acoperișuri Verzi și Pereți Verzi din Europa	50
8. Lista instituțiilor de cercetare axate pe cercetarea clădirilor ecologice	56
Austria	56
Republica Cehă	56
Franța	57
Germania	57
Ungaria	59
Portugalia	59
Spania	59
Suedia	59
Elveția	60
Regatul Unit	60
Ucraina	60

1. Prefață

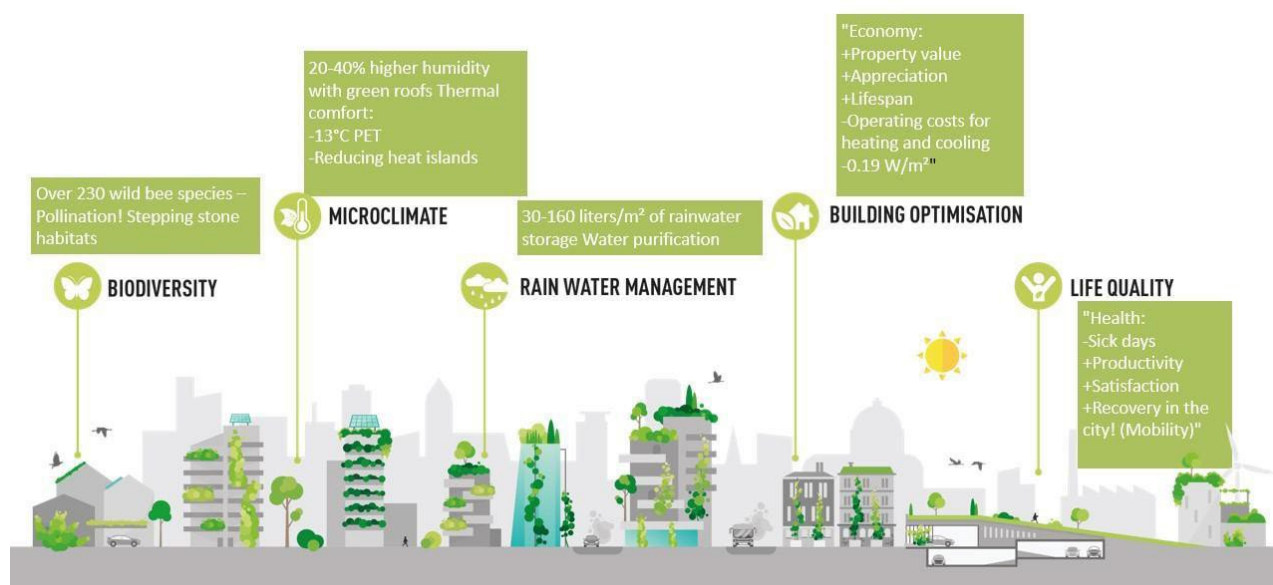
Înverzirea clădirilor (acoperișuri, pereți și interioare) este inovatoare, orientată spre viitor și la modă. Varietatea efectelor a fost intens cercetată, examinată și verificată. În prezent, există o bază științifică amplă pentru aceste descoperiri la nivel mondial, deoarece acoperișurile și pereții verzi au fost implementate deja în cele mai vechi timpuri și s-au industrializat în anii 1980 în Europa Centrală. Infrastructurile verzi și soluțiile bazate pe natură pentru clădiri pot fi utilizate pentru a rezolva o gamă largă de provocări în optimizarea clădirilor și dezvoltarea urbană.

Gama de servicii de ecologizare a clădirilor acoperă domenii precum adaptarea și atenuarea schimbărilor climatice, apa, microclimatul, energia, calitatea vieții, sănătatea și bunăstarea, ecologia, mediul și economia (circulară), locurile de muncă, siguranța alimentară și solurile urbane. Ecologizarea servește ca un instrument important de gestionare a apei de ploaie, plantele acționând ca un sistem natural de climatizare pentru exterior, obținând efecte de răcire în centrele urbane supraîncălzite. Clădirile ecologizate ajută la menținerea unor temperaturi mai scăzute și mai calde în interiorul clădirilor, precum și la economisirea costurilor de energie. Îmbunătățirea calității vieții și crearea de spații de recreere valoroase sunt direct tangibile pentru locuitorii orașelor și devin din ce în ce mai importante. Același lucru este valabil și pentru fauna sălbatică și biodiversitatea urbană.

Din experiență, știm, de asemenea, că este de o importanță esențială să oferim abordarea tehnologică potrivită pentru obiectivul de ecologizare vizat și să respectăm proprietățile clădirilor - fie că este vorba de un proiect nou sau de o renovare, pentru a maximiza efectele vizate pentru „client” (public, investitor, utilizator, natură etc.) în condițiile locale ale amplasamentului, în diferite zone climatice.

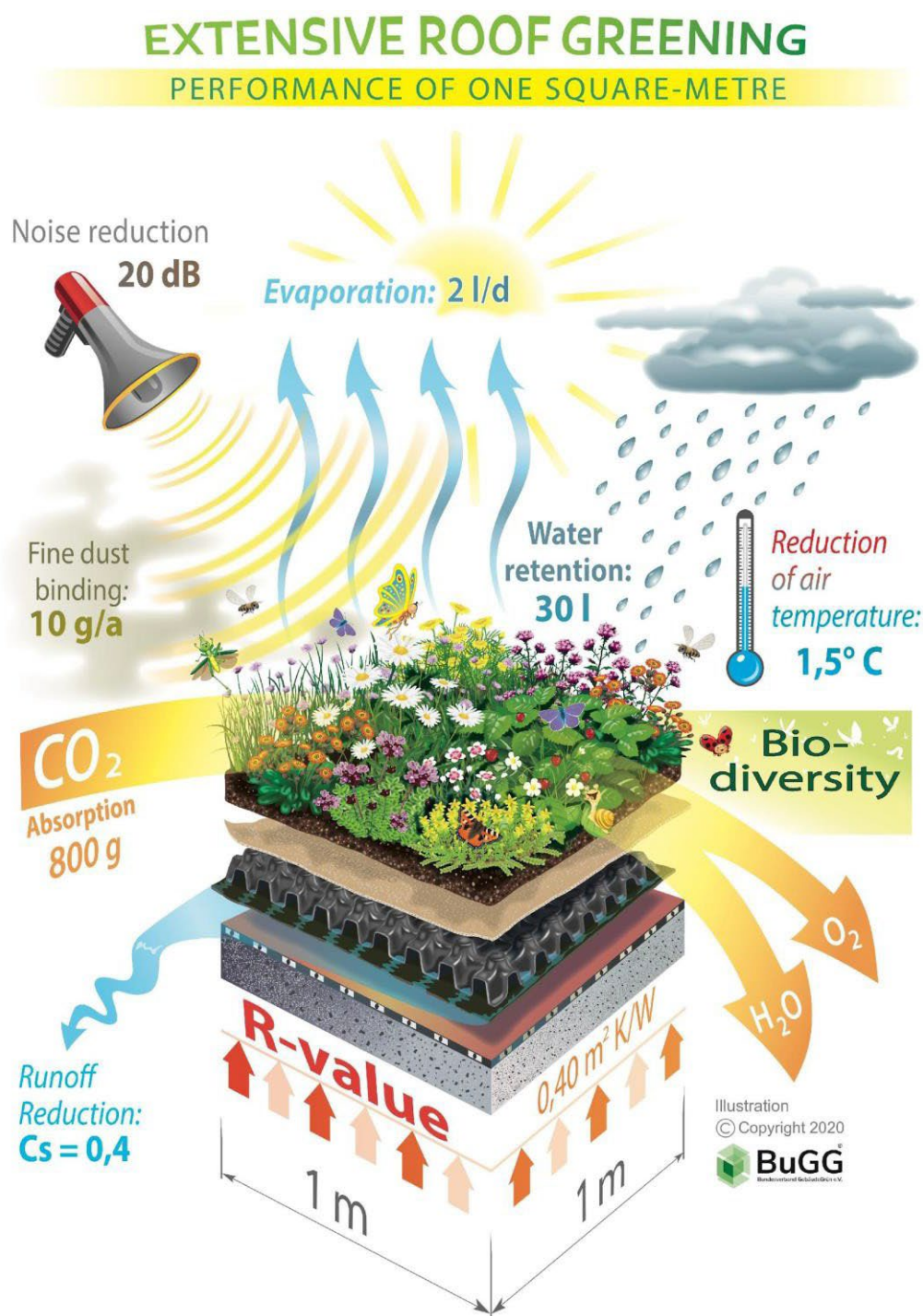
În aceste informații preliminare despre „Beneficiile clădirilor verzi” este prezentată o compilație a celor mai importante argumente în favoarea înverzirii acoperișurilor, fațadelor și interioarelor, susținute de rezultate selectate ale testelor și referințe – fără pretenția de a epuiza subiectul. Aceasta înseamnă, de asemenea, că această listă poate fi completată și modificată.

Federația Europeană a Asociațiilor de Acoperișuri și Pereți Verzi mulțumește în mod expres membrilor naționali din Germania (BUGG) și Austria (GRÜNSTATTGRAU) pentru oportunitatea de a prezenta această lucrare la scară europeană și de a contribui la îmbogățire prin integrarea referințelor altor membri naționali. Aceasta este concepută ca un prim pas către o lucrare de referință simplă pentru constructori, planificatori, oameni de știință și consultanți. Cu toții ne dorim multe clădiri verzi „vii” implementate, care reprezintă o adevărată îmbogățire pozitivă pentru natură.



2. Beneficiile acoperișurilor verzi

Acoperișurile verzi extensive și intensive sunt cunoscute pe scară largă pentru faptul că oferă o gamă largă de beneficii pentru serviciile ecosistemice. Acestea au fost cercetate de comunitatea științifică din întreaga lume încă de la începutul anilor 1990. Au fost evaluate din diferite perspective, în special atât din perspectiva performanței clădirilor, cât și a serviciilor ecosistemice.



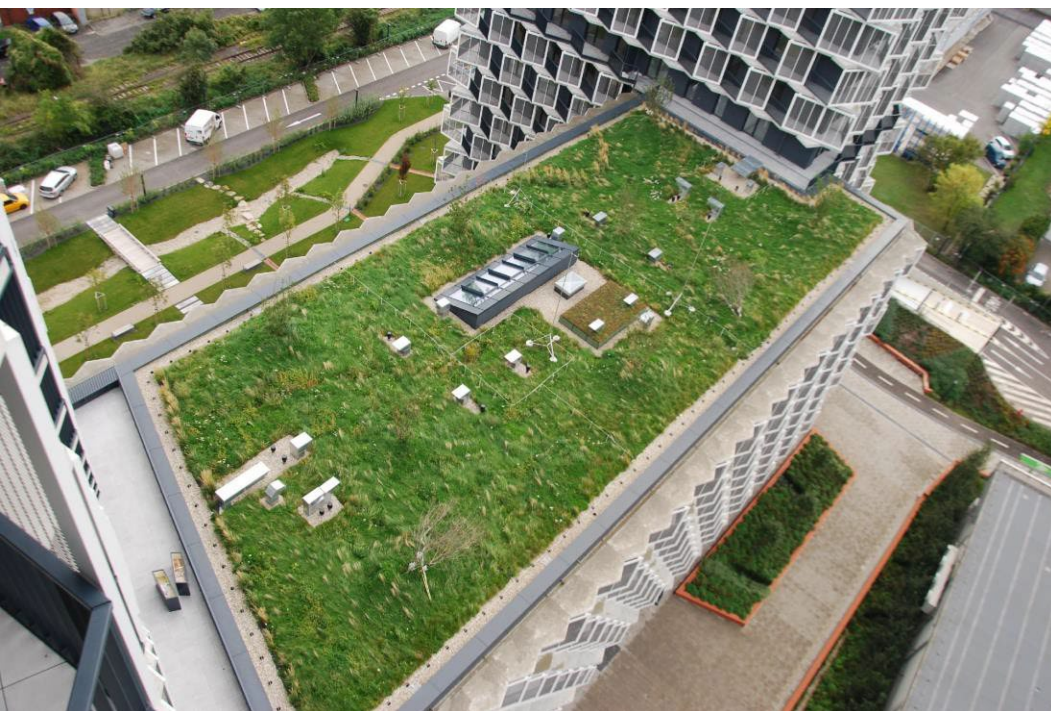
2.1. Reducerea temperaturii de suprafață

Temperatura suprafeței fațadelor și a acoperișurilor influențează atât performanța energetică a clădirii în sine, cât și efectul acesteia asupra spațiului exterior înconjurător și a condițiilor microclimatice aferente. Majoritatea referințelor compară acoperișurile verzi cu formele convenționale de acoperiș plat, cum ar fi acoperișul din tablă, acoperișul negru și acoperișurile cu pietriș și reflectă performanța în timpul valurilor de căldură de vară sau echilibrul pe tot parcursul anului.

- Reducere semnificativă a transferului de căldură în clădire atunci când se compară construcțiile de acoperișuri verzi cu acoperișurile din pietriș, negru și tablă. [\(1\)](#)
- Amplitudinea temperaturii de la zi la noapte de 50 K pentru acoperișul din bitum, comparativ cu 10 K pentru acoperișul verde. [\(2\)](#)
- Reducere cu 30-60% a transferului de căldură într-o zi de vară cu radiații intense, sub un acoperiș verde extensiv cu un strat de substrat de 10-15 cm, în comparație cu un acoperiș din pietriș. [\(3\)](#)
- Comparativ cu acoperișurile din bitum și pietriș, reducerea temperaturii suprafeței cu până la 25°C pe acoperișurile verzi. [\(2\)](#) [\(4\)](#)
- Într-un proiect specific, amplitudinea anuală a temperaturii de la -5°C iarna și +70°C vara a fost modificată prin implementarea unui acoperiș cu zonă umedă de retenție la 10°C iarna și +30°C vara. [\(5\)](#)
- Temperatura suprafeței unui acoperiș verde în august 2012 a fost cu până la 17°C mai mică decât cea a acoperișului gri de referință. [\(6\)](#)
- Prin irigații suplimentare, temperatura suprafeței ar putea fi redusă semnificativ - cu până la 10 K la suprafață și cu până la 4 K în medie la stratul de hidroizolație al acoperișului. [\(7\)](#)
- În verile secetoase, acoperișurile verzi extensive irigate pot reduce temperatura membranei impermeabile dintre clădire și acoperișul verde cu până la 5 K și temperatura stratului vegetal cu până la 10 K, comparativ cu un acoperiș verde neirigat. [\(7\)](#)
- Alte studii internaționale raportează diferențe de temperatură mai mari în comparația acoperișurilor verzi cu acoperișurile de referință, cu un maxim de 33°C. [\(18\)](#) [\(19\)](#) [\(20\)](#)
- Fluxul de căldură prin acoperișurile clădirilor în timpul verii poate fi redus cu aproximativ 70-90% prin intermediul acoperișurilor verzi. [\(136\)](#)
- Diferența de temperatură dintre acoperișurile convenționale și cele verzi vara este de aproximativ 12 °C, în timp ce iarna este de 4 °C. [\(137\)](#)
- Rezultatele analizei au arătat cum acoperișul tradițional a atins în iunie un vârf de 74,3 °C cu o excursie zilnică de 51,5 °C, în timp ce acoperișurile verzi au putut produce o temperatură a suprafeței de 0,57 până la 0,63 ori mai mică. [\(138\)](#)
- Teemusk și Mander (2009) au analizat temperaturile sub un acoperiș verde (grosime de 10 cm) și sub un acoperiș înierbat (grosime de 15 cm) în comparație cu acoperișurile convenționale cu învelitori din bitum și metal. Profilul de temperatură a fost similar: temperaturile nedorite mai ridicate pe suprafețele acoperișurilor verzi nu au dus la o creștere semnificativă a temperaturilor sub straturile de substrat. Diferența dintre amplitudinea temperaturii sub straturile de substrat ale acoperișurilor verzi și suprafețele acoperișurilor convenționale a fost în medie de 20 °C. Toamna și primăvara, stratul de sol al acoperișului din iarbă a avut temperaturi mai ridicate și o amplitudine mai mică decât stratul de substrat al acoperișului verde, care s-a răcit mai mult. Iarna, temperaturile sub straturile de substrat ale acoperișurilor plantate au fost mai ridicate decât suprafețele acoperișurilor convenționale; amplitudinea medie a fost de 1 °C și 7-8 °C. [\(91\)](#)

- Solcerova și colab. (2017) au descoperit că acoperișurile verzi irigate erau mai răcoroase noaptea și puțin mai calde în timpul zilei, comparativ cu acoperișurile din pietriș alb. Prin urmare, acoperișurile verzi ajută la scăderea temperaturilor noaptea, când efectul de insulă termică este cel mai puternic. [\(92\)](#)
- Barylă și colab. (2019) au studiat acoperișuri verzi din Sedum și au comparat temperatura suprafeței cu acoperișurile convenționale (iunie-decembrie 2016). Cele mai mari diferențe de temperatură au fost observate în iunie și iulie, cu o diferență maximă între temperatura temporară a suprafeței unui acoperiș verde și a unui acoperiș convențional de până la 24 °C. Vara, temperatura suprafeței în timpul zilei a fost cu 5 °C mai mare decât temperatura aerului. Precipitațiile atmosferice au redus gradientul de temperatură din sol, precum și fluctuațiile de temperatură din timpul zilei datorită creșterii umidității după precipitații. Intervalul zilnic al fluctuațiilor temperaturii suprafeței a fost mai mare decât cel al temperaturii aerului. [\(93\)](#)

© EFB, Weiss-Tessbach E.



2.2 Reducerea efectului de insulă termică urbană

Efectul de insulă termică urbană duce la temperaturi mai ridicate ale aerului, în special în centrul orașelor, comparativ cu zonele rurale înconjurătoare. Se așteaptă ca insula termică urbană să crească odată cu dezvoltarea orașelor și cu impactul schimbărilor climatice. Valurile de căldură sunt mult mai severe decât ar fi altfel, iar acest lucru amenință bunăstarea umană. Unul dintre motivele efectului de insulă termică este comportamentul termic al suprafețelor izolate, care este determinat de coeficientul lor de absorbție, de densitatea, capacitatea termică și conductivitatea termică, ceea ce duce la stocarea termică și la căldură sensibilă. De îndată ce sunt implicate vegetația și solurile, energia din radiația solară este transferată către răcirea prin evaporare și transpirație, legate de fotosinteza plantelor. Următorii indicatori de performanță își au originea în climatul continental al Europei centrale, dacă nu sunt menționați în mod specific.

- Diferența de temperatură datorată efectelor de răcire a vegetației are ca rezultat 2,5-10 K în raport cu dimensiunea. (13)
- Într-un studiu, s-a generat o reducere a temperaturii de până la 3°C în Chicago datorită acoperișurilor verzi. [\(14\)](#)
- Rezultatele modelărilor pentru scenarii care acoperă o zonă extinsă cu instalații de acoperișuri verzi extensive au indicat o reducere a temperaturii aerului cuprinsă între 0,2°C și 0,9°C. [\(15\)](#) [\(16\)](#) [\(17\)](#)
- Într-un studiu realizat în cartier urban, un scenariu de înverzire moderată a acoperișurilor, pereților și a altor elemente de infrastructură verde a dus la o reducere a temperaturii aerului cu 2,2°C, dar și la o reducere a temperaturii PET de până la 22,3°C, îmbunătățind semnificativ confortul termic. (Notă: temperatura echivalentă fizică PET este un indicator de performanță mai realist decât temperatura aerului, deoarece măsoară confortul termic individual al oamenilor, derivat dintr-un set de parametri într-o anumită situație). [\(88\)](#)
- Test realizat de Heusinger 2012: Temperatură a aerului mai scăzută cu o medie de 0,2°C la o distanță de 50 cm deasupra nivelului acoperișului, reducerea maximă fiind atinsă în timpul zilei, cu o medie de 0,6°C și un maxim de 1,5°C la ora 14:00. (6)
- Beradi (2016) a descoperit că o creștere a suprafeței frunzelor pe un acoperiș verde duce la o reducere a temperaturii cu 0,4 °C la nivelul pavajului în timpul zilei, cu o reducere mai mare a temperaturii la nivelul acoperișului. În plus, acoperișul verde are un efect de răcire asupra podelei de sub acesta. [\(97\)](#)
- Dong și colab. (2020) au analizat datele Landsat 8 pentru orașul Xiamen din China. Între 2015 și 2019, în acest oraș au fost instalați aproximativ 540.000 m² de acoperișuri verzi. Cu ajutorul grilei de pixeli relativ grosiere, s-a determinat cu o precizie de aproximativ 1.000 m² că, pe baza imaginilor din satelit, acoperișurile verzi au avut ca rezultat o reducere a temperaturii între 0,4 °C și 0,9 °C. [\(90\)](#)
- Richter (2022) a realizat o cercetare despre beneficiile adaptării la schimbările climatice ale acoperișurilor verzi printr-un „proces sistematic de analiză și o investigație aprofundată și o analiză statistică a unui total de 123 de studii științifice”. S-a constatat că acoperișurile verzi duc la reduceri semnificative ale temperaturilor din jurul clădirilor sau în cartiere întregi în ceea ce privește potențialul lor climatic urban. Temperaturile medii au fost reduse cu 0,6 °C în medie (max. 1,8 °C), iar potențialul maxim de răcire a ajuns până la 3,8 °C. Factorii cheie pentru aceasta au fost rezerva de apă disponibilă și implementarea la scară largă a acoperișurilor verzi. [\(94\)](#)
- Dacă acoperișurile verzi sunt utilizate pe scară largă, temperatura medie a aerului din zona respectivă poate fi redusă cu 0,3–3,0 °C. [\(140\)](#)
- Rezultatele au demonstrat capacitatea unui acoperiș vegetat de a contribui semnificativ la atenuarea UHI vara, fără a penaliza performanțele termice ale acoperișului iarna. [\(138\)](#)
- Acoperișurile verzi extensive, atunci când sunt implementate la scară urbană, pot reduce temperaturile medii ale mediului cu 0,3 până la 3 K, așa cum se arată în studiile de simulare. [\(140\)](#)

2.3. Căldură latentă

Termenul descrie o măsură de răcire urbană. Dacă o parte din energia radiantă incidentă de la soare este transformată în căldură latentă în loc de căldură sensibilă, acest lucru duce la menținerea unei temperaturi mai scăzute a aerului deasupra solurilor din care se evaporă apa. Acoperișurile verzi sunt capabile să producă căldură latentă din substraturile lor.

- 62-67% din radiația globală este transferată în căldură latentă de către un acoperiș verde; prin urmare, această energie nu ajunge la temperaturi mai ridicate ale aerului. [\(8\)](#)
- Pisello și colab. au combinat beneficiile unui acoperiș verde și rece prin optimizarea selecției plantelor (de preferință frunziș deschis la culoare sau alb; frunziș chiar și iarna) pentru a obține o reflectare maximă a radiațiilor cu unde scurte. Drept urmare, numărul de ore de supraîncălzire în interiorul unei case multifamiliale din secolul al XVI-lea din centrul Italiei a fost redus cu 98,2%. [\(95\)](#)

2.4. Răcire prin evaporare

- Evaporarea a 1 m³ de apă generează 680 kWh de energie de răcire prin evaporare. [\(2\)](#)
- 60-75% din precipitațiile anuale ale unui acoperiș verde extensiv se evaporă. [\(2\)](#)
- 41-48% din precipitațiile anuale se evaporă. [\(8\)](#)
- Transformarea bilanțului radiativ în răcire prin evaporare de 58% într-un acoperiș verde extensiv în timpul verii. [\(9\)](#)
- Evaporarea acoperișurilor verzi intensive parțial acoperite (folosind plantații de mari dimensiuni) a 200 l/m² pe parcursul unei perioade de vegetație. [\(10\)](#)
- Test de Christen & Vogt [\(11\)](#):
 - Utilizând o acoperire de spații verzi în proporție de 90-100%, 80% din energia disponibilă provenită de la soare (radiația globală) este transformată în evaporare pe suprafața Pământului.
 - Cu o acoperire a spațiilor verzi de la 0 la 30%, doar 20% din energie se transformă în evaporare (prin urmare, răcire).
- Test realizat de Heusinger 2017: Evaporarea unui acoperiș verde extensiv de 3,3 mm/m²/zi (6), raportul dintre căldura sensibilă și cea latentă (raportul Bowen) după precipitații <1; Rezultat: Acoperișurile verzi generează efecte de răcire (dacă umiditatea volumică a solului este mai mare de 0,1). [\(12\)](#)
- Test realizat de Köhler și Kaiser 2018: Evapotranspirația în timpul verii este de 2-2,5 mm/zi, asociată acoperișurilor verzi cu o grosime de substrat de 16 cm. Evaporarea este de 1,5-2 l/m²/zi pe un acoperiș verde cu o grosime a substratului de 10 cm și de 4,5 l/m²/zi pe un acoperiș verde cu o grosime a substratului de 16 cm. [\(7\)](#)

- Gößner și colab. (2021) au măsurat evapotranspirația a patru configurații diferite de acoperișuri verzi cu diferite plăci de drenaj și grosimi ale substratului, din aprilie până în septembrie 2021. [\(96\)](#):
 - Configurația cu o placă de drenaj de 6 cm, substrat de 15 cm și vegetație ierboasă s-a evaporat cu 526 mm.
 - Configurația cu o placă de drenaj de 2,5 cm, substrat de 6 cm și vegetație de Sedum s-a evaporat cu 370 mm.
 - Configurația cu o cutie de retenție de 8,5 cm, substrat de 10 cm și vegetație mixtă s-a evaporat 488 mm.
- În funcție de disponibilitatea apei, acoperișurile verzi evaporă peste 400 l/m² anual. [\(135\)](#) Această performanță de răcire duce la o reducere medie a temperaturii aerului ambiant 1,34 °C pentru acoperișuri verzi. [\(89\)](#)
- Evapotranspirația este compusă din evaporare și transpirație, eliminând căldura prin convecție și evaporare, reprezentând 51,5% din disiparea căldurii în acoperișurile verzi. [\(139\)](#)
- Acoperișurile echipate cu un sistem de stocare și irigare capilară au prezentat o rată de evaporare remarcabil de mare pentru speciile de Sedum care se comportă ca plante C3 în perioadele calde și uscate. [\(135\)](#)

© EFB, Enzi-Zechner V.



2.5. Umiditatea aerului

Umiditatea influențează evaporarea prin pielea umană și, prin urmare, are un efect direct asupra confortului termic pentru oameni, atât în aer liber (vara), cât și în interior (iarna). Vegetația contribuie la o umiditate mai mare și beneficiază de aceasta.

- În timpul verii, umiditatea aerului este cu până la 20% (4) sau 40% (21) mai mare în comparație cu zonele nevegetate.

2.6. Stocarea apei și utilizarea apelor gri

Pe de o parte, schimbările climatice provoacă perioade de secetă mai intense și mai lungi, ceea ce duce la deficit de apă, iar pe de altă parte, o creștere a evenimentelor de precipitații extreme, care trebuie reținute la fața locului pentru a reduce presiunea asupra sistemului de canalizare municipal și a bugetului. Utilizarea apei de ploaie la fața locului pentru a reduce presiunea asupra sistemelor de canalizare, precum și performanța de purificare a apelor uzate prin acoperișuri verzi sunt probleme majore în zilele noastre. Nu este important doar să se rețină apa, ci și să se returneze acesteia în ciclul de evaporare la fața locului și să se evite irigarea artificială inutilă. Se aplică principiile orașului-burete, care este conceput pentru a capta și utiliza apa de ploaie cât mai mult posibil.

© EFB, Weiss-Tessbach E.



- În substraturile extensive pentru acoperișuri verzi, în medie anuală, se rețin 75-90% din precipitațiile totale. (22) (23)
- În substraturile extensive pentru acoperișuri verzi, stocarea apei depinde de grosimea, componentele și natura substraturilor, precum și de intensitatea precipitațiilor în medie anuală. Prin urmare, aceasta variază între 0 (pentru precipitații > 40 mm h⁻¹) și 100% (pentru precipitații < 10 mm h⁻¹), cu o întârziere medie de 3 până la 5 ore. [\(153\)](#)

- 65-70% din precipitațiile anuale sunt reținute de acoperișuri verzi extensive cu grosime de substrat de 10 cm, în timp ce un acoperiș cu pietriș reține 18%.[\(7\)](#)
- În perioada de vegetație, 80-90% din precipitații sunt reținute de acoperișuri verzi extensive (cu o înălțime de substrat de 10 cm), în timp ce un acoperiș din pietriș reține 29%.[\(7\)](#)
- Se pot adăuga straturi tampon suplimentare de apă de 53 l/m². (5)
- Acoperișurile verzi intensive rețin între 60-99% din totalul precipitațiilor, în funcție de structura lor, având o capacitate de stocare de 30-160 l/m². (24)
- Investigațiile privind comportamentul la scurgere al acoperișurilor verzi cu o acumulare compusă arată [\(25\)](#):
 - Adâncimea substratului de 8 cm: scurgere de 2,5-4 l/m², în funcție de durata evenimentului ploios.
 - Adâncimea substratului influențează semnificativ capacitatea de retenție a acoperișului verde.
 - Cu cât durata ploii este mai lungă, cu atât influența adâncimii substratului este mai mică.
 - Coeficientul de scurgere (metoda FLL) crește în timpul evenimentelor de precipitații prelungite.
 - După ce substratul a fost complet saturat, nu se mai reține apă.
 - O creștere a pantei între 2% și 6% are un efect neglijabil asupra retenției de apă.
- Investigarea comportamentului la scurgere al acoperișurilor fără pantă cu structuri de substrat de 8 cm [\(26\)](#):
 - În metodele de construcție cu mai multe straturi, apa se scurge aproape complet în 3 ore (aproximativ 98-99%).
 - Cu construcție cu un singur strat, aproximativ 98% după 23 de ore.
- Aproximativ 80% dintre speciile de plante studiate s-au dovedit a fi tolerante la utilizarea apei gri.[\(50\)](#)
- Acoperișurile verzi extensive duc la o reducere medie a scurgerilor de apă pluvială cu 58%, în timp ce acoperișurile verzi intensive le reduc cu 79%. De asemenea, scurgerile maxime sunt reduse în medie cu 71% în cazul acoperișurilor verzi extensive.[\(89\)](#)
- Richter (2022) a investigat beneficiile adaptării la schimbările climatice ale acoperișurilor verzi printr-un „proces sistematic de analiză și o investigație aprofundată și o analiză statistică a unui total de 123 de studii științifice”. Rezultatele au arătat că toate studiile au constatat că acoperișurile verzi asigură un anumit nivel de retenție a apei pluviale și întârzie apariția scurgerii și a scurgerii maxime. În medie, diferite tipuri de acoperișuri verzi au reținut aproximativ 40% din apa pluvială în timpul lunilor de iarnă și până la 73% în timpul lunilor de vară. Pentru evenimente individuale, s-au atins valori de 60% retenție a apei pluviale, coeficienți de scurgere maximă de 0,37 și întârzieri în apariția scurgerii și a scurgerii maxime de 235 și, respectiv, 250 de minute. Parametri precum grosimea substratului, pre-umiditatea, vârsta acoperișului, panta, cantitatea de precipitații și intensitatea ploii, anotimpul, latitudinea, speciile de plante și compoziția substratului pot influența eficacitatea. Compararea reglementărilor pentru proiectarea hidrologică a acoperișurilor verzi a arătat variații largi în calculul eficacității. În aproape toate calculele comparative, metodele relevante în practica germană de planificare au arătat o protecție sporită împotriva inundațiilor din cauza subestimării capacității de retenție a acoperișurilor verzi, evidențiind totodată potențialul supradimensionării sistematice a sistemelor de drenaj din aval. [\(94\)](#)
- Aproximativ 80% dintre speciile de plante studiate s-au dovedit a fi tolerante la utilizarea apei gri. [\(50\)](#)

- Walker și colab. au descoperit că apa gri provenită din băi și mașini de spălat este potrivită pentru udarea acoperișurilor verzi extensive. Cerințele de calitate pentru apa de irigații au fost în mare măsură îndeplinite. Rata de evaporare a fost cu 10-20% mai mică atunci când se folosea apă gri decât atunci când se folosea apă de la robinet. În consecință, se poate recomanda utilizarea mult mai rațională din punct de vedere ecologic a apei gri. [\(121\)](#)
- Coeficienții de scurgere, care raportează cantitatea de scurgere la cantitatea de irigații primite, au variat între 0,26 și 0,43 în cazul acoperișurilor verzi cu specii de plante native, în combinații de plante vasculare și mușchi. [\(143\)](#)
- Retenția medie a apei de precipitații pentru 76 de observații pe acoperișuri verzi în climat mediteranean a fost de 62%, iar atenuarea vârfului de precipitații a fost de 75%. [\(145\)](#)
- Există variații mari între acoperișuri în ceea ce privește capacitatea lor de retenție a apei: 6 l/mp pentru acoperișul cel mai puțin absorbant, comparativ cu 532 l/mp pentru cel mai absorbant. [\(146\)](#)
- Acoperișurile realizate din substraturi „agricole” și „mixte” pot stoca mai multă apă decât acoperișurile cu substraturi „minerale” (Clasificare conform RMQS - baza de date franceză a calității solului). [\(146\)](#)
- Aceste acoperișuri cu substraturi agricole adânci de aproape 30 cm au demonstrat capacitatea de a regla evenimentele de precipitații pe o perioadă de 10 ani. [\(146\)](#)

© EFB, Palha P.



2.7. Biodiversitate și natură urbană

În timp, acoperișurile verzi acumulează din ce în ce mai multe organisme din sol și alți utilizatori ai acestui ecosistem, cum ar fi păianjenii și gândacii. În special, acoperișurile verzi biodiversă și intensive servesc drept biotop urban valoros pentru polenizatori și lanțurile lor trofice, cum ar fi păsările și lilieci. Animalele folosesc acoperișurile verzi ca coridor și conexiune cu alte spații verzi, ca sursă de hrană și, pentru unele specii, ca loc de cuibărit. Acoperișurile verzi biodiversă sunt habitate specializate care susțin, de asemenea, o gamă largă de specii de plante, cum ar fi mușchi, plante aromatice și ierburi. Cercetările efectuate asupra acoperișurilor verzi vechi de peste 100 de ani au arătat că chiar și specii rare (de exemplu, orhidee), pe lângă o selecție de peste 140 de alte specii, pot fi găsite pe acoperișuri semi-intensive.

Multe specii de păsări, cum ar fi vrăbiile de casă, mierlele, pițigoii, câneparii, măcăleandrii, codroșii negri, codoburele, rațele sălbatice, pescărușii, ostreagărul, ploierul mic și vâscătoarea de mare beneficiază de acoperișuri verzi pentru odihnă, căutare de hrană și chiar cuibărit. În unele orașe, acoperișurile verzi fac parte din programul de protecție a speciilor vizate, de exemplu, ciocârlia cu creastă din Viena.

© BuGG, editat de EFB 2025



- Acoperișuri verzi extensive: principalele vizitatoare de flori sunt zburătoare (albine, fluturi, sirfide etc.), gândaci, furnici, insecte (Hemiptera) și larve de Diptera și buburuze. (5)
- Comparatie pentru trei acoperișuri: 2 acoperișuri verzi extensive și 1 acoperiș verde intensiv (28):
 - Acoperiș verde extensiv 1: gândaci 78 de indivizi; albine sălbatice 10 specii.
 - Acoperiș verde extensiv 2: gândaci 183 indivizi; albine sălbatice 13 specii.
 - Terasă intensivă: gândaci 358 de indivizi; albine sălbatice 18 specii.
 - Constatând că la o înălțime a substratului de doar 15 cm speciile sensibile la secetă și îngheț pot supraviețui, și se pot forma cicluri de nutrienți și relații trofice.
- Descoperirea a 51 de specii de albine sălbatice pe 5 acoperișuri studiate. (29)

- Descoperiri din Elveția [\(30\)](#):
 - Acoperiș verde cu habitat de iarbă uscată: aproximativ 80 de specii de gândaci.
 - Acoperiș de Sedum: aproximativ 5-10 specii de gândaci.
 - Au fost găsite în total peste 300 de specii de gândaci, dintre care 30 sunt pe Lista Roșie.
 - Descoperirea a peste 175 de specii de plante (inclusiv 9 specii de orhidee) pe un acoperiș vechi de 100 de ani.
- Luând în considerare plantele vasculare [\(147\)](#):
 - 300 de plante vasculare au fost inventariate pe 30 de acoperișuri verzi din Elveția, adică 21% din flora regională, inclusiv 33 de specii amenințate, adică 11%, la nivel regional și 8 la nivel național, adică 3%;
 - în medie, pe un acoperiș extensiv se găsesc 36 de specii și pe un acoperiș intensiv 43, 50% dintre acești taxoni având o origine spontană;
 - Familiile cel mai frecvent inventariate sunt Poaceae, Asteraceae, Caryophyllaceae, Fabaceae și Lamiaceae.
- Luând în considerare briofite [\(147\)](#):
 - 38 de plante vasculare au fost inventariate pe 20 de acoperișuri verzi extensive din Elveția, adică 10% din brioflora regională, inclusiv 5 specii amenințate, adică 13%, la nivel regional și 1 la nivel național, adică 3%;
 - În medie, 9 specii se găsesc pe un acoperiș extensiv și 2 pe un acoperiș intensiv.
- Studiu realizat de Universitatea de Științe Aplicate Bingen 2016 privind înverzirea extensivă simplă [\(31\)](#):
 - Prezența speciilor este semnificativ mai mare decât pe acoperișurile cu pietriș.
 - Aproximativ 8 bondari la 100 m².
 - Aproximativ 2 albine la 100 m².
 - Aproximativ o albină sălbatică la 100 m².
 - Aproximativ 20 de viespi la 100 m².
 - Aproximativ 32 de sirfide la 100 m².
 - Aproximativ 10 muște la 100 m².
 - Alte insecte aproximativ 38 la 100 m².
- Până în prezent, au fost detectate 236 de specii de albine sălbatice pe acoperișuri verzi; acestea sunt folosite ca sursă de hrană și oportunitate de cuibărit. [\(32\)](#)
- 28 de specii de albine sălbatice și 13 specii de viespi pe 10 acoperișuri verzi extensive. [\(33\)](#)
- 90 de specii diferite de albine sălbatice pe 9 acoperișuri verzi (de la extensiv la intensiv) în Viena. Diversitatea și abundența albinelor sălbatice au fost puternic influențate în pozitiv de creșterea disponibilității furajelor și a substraturilor fine. În plus, instalarea zonelor cu substraturi mai fine și mai adânci a demonstrat beneficii pentru cuibărit la sol și albinele sălbatice eusociale. [\(113\)](#)
- Substraturile convenționale (cum ar fi pozzolana) sunt mai puțin potrivite decât solul brun natural pentru cuibăritul albinelor teritoriale. [\(148\)](#)
- Catalano și colab. (2017) au analizat de mai multe ori acoperișurile verzi intensive, simple. Din rezultate reiese că numărul de specii crește inițial de-a lungul anilor, apoi se stabilizează și stagnează în diversitate pe o perioadă lungă de timp. [\(98\)](#)
- Köhler și Ksiazek-Mikenas (2018) au descoperit că o întreținere adaptată și ținută duce la

succes de durată și la conservarea biodiversității pe perioade mai lungi de timp. [\(99\)](#)

- Vanstockem și colab. (2019) au analizat statistic factorii a 129 de acoperișuri verzi extensive din Belgia în ceea ce privește biodiversitatea lor floristică. Acoperișurile verzi aveau o vechime cuprinsă între 1 și 19 ani și adâncimi ale substratului cuprinse între 2 și 15 cm. Rezultatele acestui studiu arată: vegetația este în continuă schimbare, iar mediul este mai puțin important pentru diversitate decât înălțimea substratului. [\(100\)](#)
- Filazzola și colab. (2019) au realizat un meta-studiu privind biodiversitatea faunistică a infrastructurii verzi. Unul dintre punctele de interes ale autorilor a fost acoperișurile verzi și fațadele verzi. Din analiza lor a peste 1800 de publicații, 33 de studii au îndeplinit în cele din urmă criteriile stricte pentru analiza cantitativă. Prin analiză statistică, cu scopul de a compara variantele înverzite cu cele tipice neînverzite, au concluzionat pe baza cercetării asupra grupurilor de animale analizate -păsări, artropode și nematode - că înverzirea acoperișurilor și a fațadelor contribuie semnificativ la îmbogățirea habitatului. [\(101\)](#)
- Ksiazek-Mikenas (2017) a comparat mai multe acoperișuri verzi din Germania (Neubrandenburg, Berlin) cu diversitatea acoperișurilor verzi extensive din Chicago/SUA. S-a confirmat că diversitatea structurală inițială este unul dintre factorii esențiali pentru biodiversitate, care poate fi detectată și ani mai târziu. [\(102\)](#)
- Heller 2020: Studiu privind observarea lăcustelor pe acoperișurile verzi din Basel, Zurich și Aarau [\(103\)](#):
 - Au fost examinate 20 de acoperișuri diferite, printre altele pentru a clarifica influența acoperișurilor verzi solare asupra abundenței speciilor.
 - Au fost găsite 21 de specii de lăcuste și călugărița europeană.
- Acoperișurile verzi pot adăposti peste 100 de specii diferite. [\(104\)](#)
- O aprovizionare mai mare cu hrană sub formă de plante cu flori duce la un număr mai mare de specii și la o abundență mai mare de albine. [\(105\)](#)
- Diversitatea speciilor tinde să fie mai mare pe acoperișurile verzi intensive în comparație cu acoperișurile verzi extensive. [\(106\)](#)
- Ciocârlia cu creastă (*Galerida cristata*), ale cărei populații sunt în scădere la nivel mondial, este observată în mod regulat într-un studiu pe termen lung, fiind principala specie de păsări care beneficiază de pe urma biodiversității acoperișurilor verzi din Viena. [\(122\)](#)
- Plantele native care cresc spontan în zonele urbane, pe acoperișuri și pereți vechi, pot fi considerate o opțiune potrivită în implementarea acoperișurilor verzi. [\(142\)](#)
- Specia de plantă nativă **Antirrhinum linkianum**, sub un nivel de irigare de 60% din evapotranspirația de referință, a produs flori, semințe și o acoperire verde adecvată. [\(142\)](#)
- Pentru un grup de specii de plante selectate, întâlnite frecvent în acoperișurile și pereții vechi ai clădirilor, nu există diferențe evidente între nivelurile de irigare de 60% și 100% din evapotranspirația de referință a ierbii. [\(142\)](#)
- Utilizarea a două niveluri diferite de irigare (100% și 60% din evapotranspirația de referință a ierbii) nu a indus diferențe notabile în valoarea estetică a diferitelor combinații de plante vasculare native și mușchi, indicând posibilitatea unor economii substanțiale de apă în irigarea acoperișurilor verzi în condiții mediteraneene. [\(144\)](#)

- Dintr-un grup de 37 de specii de plante native (plantate, semănate sau spontane, pe o perioadă de 6 ani), aproximativ 40% au putut prospera în acoperișuri verzi extensive în condiții mediteraneene. [\(170\)](#)
- Cinci plante sălbatice comestibile au fost considerate potrivite, din punct de vedere al trăsăturilor fiziologice și al aptitudinilor gastronomice, pentru soluții îmbunătățite de producție durabilă pentru agricultura urbană în acoperișuri verzi în condiții mediteraneene. [\(149\)](#)
- Un număr de 43 de specii de mușchi tolerante la condiții extreme (aproximativ 3% din totalul speciilor din țările bazinului mediteranean) ar putea fi selectate, pe baza preferințelor ecologice, pentru utilizarea pe acoperișuri verzi în zona mediterană. [\(152\)](#)
- Este posibilă accelerarea artificială a creșterii mușchiului, producând specii potrivite pentru utilizarea în acoperișuri verzi în 5-8 săptămâni. [\(151\)](#)
- Abundența polenizatorilor pe acoperișurile intensive și semi-intensive este comparabilă cu cea observată în alte spații verzi urbane. [\(146\)](#)
- Solurile de pe acoperișurile verzi au un nivel relativ ridicat de biomasă microbiană (129,4 μg ADN/g sol), aproximativ dublu față de nivelul mediu măsurat cu criteriul de referință RMQS (59,2 μg ADN/g sol). [\(146\)](#)

2.8. Calitatea aerului și legarea poluanților

Vegetația urbană și solurile captează și absorb praful fin și alte particule respirabile, care sunt emise de diverse surse precum industria, clădirile și vehiculele. Aceste particule sunt dăunătoare sănătății umane. Funcția lor de filtrare este importantă aici, la fel ca și gradul de depunere, infiltrare și proporția de vegetație veșnic verde.

- 7,3 g/m²/an legare de oxizi de azot și sulf. [\(38\)](#)
- Efect de filtrare cu 10-20% mai mare în comparație cu acoperișurile fără vegetație. [\(39\)](#)
- Acoperișuri verzi extensive filtrează particule fine, leagă maximum 10 g/m²/an. [\(39\)](#)
- Dacă toate acoperișurile sunt acoperite complet cu acoperișuri verzi, până la 1,6 tone de particule în suspensie pot fi absorbite pe an într-un cartier. (27)
- Degradarea monoxidului de carbon, a hidrocarburilor (butan) și a benzenului din gazele de eșapament diesel și benzină a fost de până la 90% în comparație cu starea de referință vs. ecologizarea extensivă. (40)
- Dettmar (2020) a descoperit că un acoperiș verde poate capta particulele de materie de la o distanță de până la 100 de metri în zona înconjurătoare, dacă este implementat corect. (108)
- Brunnetti et al (2021) au investigat capacitatea acoperișurilor verzi de a transforma apa bogată în azot. Ca rezultat, 94% din azotul introdus a fost spălat pe un acoperiș verde neverzit (doar substrat) și 67% din azotul introdus pe un acoperiș verde cu vegetație. Aceasta înseamnă că până la 32% din azotul introdus ar putea fi convertit. Cantitatea ar putea fi crescută prin selectarea plantelor adecvate și evitarea perioadelor de stres hidric. [\(109\)](#)

- Kuronuma și colab. (2018) au calculat perioada de recuperare a investiției acoperișurilor verzi pe baza capacității lor de stocare a CO₂. De asemenea, au fost luate în considerare emisiile de CO₂ generate în timpul producției lor. Rezultatele au arătat că perioada de recuperare a investiției pentru acoperișurile verzi extensive a variat între 5,8 și 15,9 ani. Prin urmare, acestea contribuie la reducerea emisiilor de CO₂ pe durata lor de viață. [\(110\)](#)
- Plantele de Sedum pot filtra aproximativ 10-30% din particulele fine cu dimensiuni cuprinse între 0,3 și 5 μ. aer. [\(39\)](#)

2.9. Stocarea carbonului

Acoperișurile verzi leagă și stochează carbonul în timp, efectul depinzând de designul lor (de la extensiv la intensiv), precum și de compoziția materialelor utilizate și de procesele de întreținere.

- După trei ani, o absorbție de carbon de 0,8 - 0,9 kg/m² (800 kg pentru o suprafață de acoperiș verde de 1000 m²). [\(35\)](#)
- Mușchii pot absorbi 2,2 kg/m² de carbon într-un an (aceeași valoare ca și pajiștile intensive). [\(36\)](#)
- Absorbția de carbon a acoperișurilor verzi extensive neirigate este de 0,313 kg/m²/an (313 kg pentru un acoperiș verde de 1000 m²). [\(12\)](#)
- Absorbție de CO₂ de 0,375 kg/m²/an. [\(37\)](#)
- Acoperișurile verzi extensive absorb aproximativ 0,5 kg de CO₂ pe m² pe an. [\(37\)\(112\)](#)
- Din 28 de acoperișuri analizate în Elveția, rata de materie organică variază între 0,7 și 12,7%. [\(153\)](#)

2.10. Reducerea zgomotului

Orașele devin din ce în ce mai zgomotoase, iar tot acest zgomot de fundal are un impact negativ asupra sănătății și bunăstării umane. Acoperișurile verzi sunt capabile să reducă zgomotul care intră în clădire.

Zgomot de sus:

- Dacă substratul este uscat, atunci 8 dB; dacă substratul este umed, atunci 18 dB. (5)
- Acoperiș verde extensiv (7 cm); la 1400 Hz = 5 dB; la 750 Hz = 20 dB. (41)
- Adâncime substrat 15 cm la 50-2000 Hz = 5-13 dB; la peste 2000 Hz = 2-8 dB. [\(43\)](#)

Zgomot din lateral:

- Acoperiș plat, extensiv, cu verdeață, sursă sonoră de la strada vecină, reducere maximă a zgomotului la 1000 Hz = 6 dB. [\(42\)](#)

Alte:

- Măsurarea comparativă a acoperişurilor verzi cu proprietăţi diferite ale coeficientului de absorbţie. Interval de la 0,2 la 0,63. (5)
- Chiar şi acoperişurile verzi extensive cu un strat subţire de substrat pot reduce zgomotul în spaţiile interioare de dedesubt. Reducerea zgomotului variază între 5 şi 20 dB. (89)
- Măsurătorile efectuate într-un laborator de transmisie a sunetului de la interior la exterior şi evaluările pe teren ale acoperişurilor vegetate cu diferite adâncimi ale substratului, conţinut de apă şi specii de plante au arătat că pierderea de transmisie a sunetului la acoperişurile vegetate este mai mare decât cea a acoperişurilor de referinţă nevegetate cu până la 10, respectiv 20 dB în intervalele de frecvenţă joasă, respectiv medie. (154)

2.11. Biomasă

Utilizarea strategică a biomasei generate de spaţiile verzi urbane, de exemplu ca parte a lucrărilor de întreţinere, este un subiect relativ nou, dar promiţător. Oportunităţile cresc prin intermediul unor noi proiecte orientate spre producerea de plante utile.

Comparaţii disponibile (44):

- Acoperiş verde extensiv (comparaţie cu pajişti uscate sărace în nutrienţi) putere calorică aprox. 13 MWh/ha an (corespunde la 1,3 kWh/m²an).
- Acoperişul verde semi-intensiv cu arbuşti (comparativ cu deşeurile verzi din parcuri) are o putere calorică de 4 - 16 MWh/ha an (corespunzând la 0,4 până la 1,6 kWh/m²an), în funcţie de volumul de biomasă.
- Înverzire intensivă a gazonului (comparaţie cu iarba tăiată în parcuri) Putere calorică aprox. 23 MWh/ha a (corespunde la 2,3 kWh/m²a).

2.12. Izolare

Majoritatea oraşelor se confruntă în prezent cu o creştere accentuată a zilelor caniculare şi a nopţilor tropicale. Investiţiile tot mai mari în tehnologia convenţională de răcire duc la creşteri suplimentare ale cererii de energie şi la o sarcină termică suplimentară. Iarna, însă, izolaţia termică este benefică pentru îmbunătăţirea conservării căldurii clădirii şi reducerea costurilor de încălzire. La nivel global, există o inversare a tendinţei de la încălzire la răcire. Acoperişurile verzi pot avea o influenţă pozitivă asupra izolaţiei termice, atât iarna, cât şi vara. Următoarele studii au fost efectuate într-un climat continental.

- Efect de izolare pe timp de iarnă a structurii acoperişului de 2-10%. (2)
- Cu o adâncime a substratului de 10 cm, un acoperiş verde extensiv atinge o valoare R suplimentară (rezistenţă la transferul de căldură) de 0,14 până la 0,40 m²K/W la saturaţie maximă cu apă, în funcţie de tipul de substrat. Aceasta corespunde la aproximativ 6 mm până la 16 mm de izolaţie convenţională din grupa de conductivitate termică (WLG) 040. (3)

- Cu 3-10% mai puține pierderi de căldură iarna cu un acoperiș verde (adâncime de instalare 10-15 cm) comparativ cu un acoperiș din pietriș. [\(1\)](#)
- Zhao și colab. (2015) au studiat impactul asupra fluxului de căldură printr-un acoperiș verde și un acoperiș convențional în timpul iernii. Transferul de căldură pe acoperișul verde a fost redus cu 23% comparativ cu acoperișul convențional și cu 5% cu un strat de zăpadă deasupra. [\(115\)](#)
- Penalvo-Lopez și colab. (2020) au măsurat energia de răcire consumată de un acoperiș verde în comparație cu un acoperiș convențional pe coasta mediteraneană a Spaniei. Într-o zi standard de vară, s-ar putea economisi 30% din energia de răcire, iar într-o zi de iarnă s-ar putea economisi 15% din energia de încălzire. [\(116\)](#)
- Iarna, acoperișurile verzi extensive duc la economii de energie de până la 8% pe acoperișurile deja izolate, în timp ce acoperișurile verzi intensive economisesc până la 10%. Vara, însă, acoperișurile verzi pot economisi până la 84% din energie. Cu cât stratul de substrat este mai gros, cu atât performanța izolației este mai mare. [\(117\)](#)
- Reducerile pierderilor de căldură de la acoperișuri în timpul iernii sunt de aproximativ 10-30%, iar vara, fluxul de căldură este redus cu 70-90%. [\(136\)](#)
- Acoperișul vegetat ar putea reduce semnificativ excursia zilnică de temperatură în comparație cu membrana de referință, indicând o reducere a pierderilor de căldură ale spațiilor interioare către mediul exterior. [\(138\)](#)

2.13. Durată de viață prelungită a clădirii, protecție a materialelor împotriva pericolelor

În general, acoperișurile verzi acționează ca un sistem tampon de protecție în ceea ce privește diferențele de temperatură și radianța, care scurtează durata de viață a hidroizolației clădirilor și au impact asupra ciclului de viață. De asemenea, acestea servesc ca protecție împotriva grindinei, care devine din ce în ce mai severă și afectează direct costurile de asigurare ale clădirilor. Având în vedere discuțiile recente despre trecerea la o utilizare prelungită și la clădiri mai rezistente, precum și necesitatea creșterii cotei globale de renovare, acoperișurile verzi reprezintă o măsură eficientă pentru a avea un impact asupra sustenabilității tuturor tipurilor de clădiri.

- În funcție de tipul de acoperiș verde, 40-80% din radiația solară este reflectată și absorbită în frunziș (50% absorbție, 30% reflexie). [\(45\)](#)
- Prolungirea duratei de viață a hidroizolației acoperișului cu 10-20 de ani (durata de viață este de obicei de 20-30 de ani); cu o prelungire a duratei de viață la 40 de ani, se obține durata de viață a unui acoperiș verde extensiv, ceea ce înseamnă că ciclurile de înlocuire coincid. [\(46\)](#)
- Rezistența la grindină a structurilor de acoperișuri verzi și hidroizolația acoperișului subiacent au demonstrat că acoperișurile verzi cu o grosime a stratului de substrat ≥ 80 mm au o rezistență ridicată. În conformitate cu cerințele minime ale ÖNORM B3691 și L1131, hidroizolația acoperișului nu suferă nicio deteriorare. Astfel, structura acoperișului verde este un strat protector eficient și durabil pentru a preveni deteriorarea hidroizolației acoperișului cauzată de grindină și, prin urmare, pentru a preveni pătrunderea apei în interiorul clădirii. [\(89\)](#)

- Într-un sondaj realizat împreună cu ZVDH - Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks în rândul montatorilor de acoperișuri, BuGG - Bundesverband GebäudeGrün (2021) a constatat că majoritatea respondenților au declarat că durata de viață a unei etanșări a acoperișului până la prima reparație majoră este de peste 20 de ani, atât sub un acoperiș verde, cât și sub un acoperiș solar verde. Durata de viață a unei etanșări convenționale a acoperișului până la prima reparație majoră a fost declarată în mare parte ca fiind de 16-20 de ani, în timp ce durata de viață a unei etanșări a acoperișului non-verde cu un sistem fotovoltaic a fost declarată doar ca fiind de 11-15 ani. [\(118\)](#)
- Acoperișurile verzi au redus, de asemenea, temperatura maximă a membranei acoperișului în timpul verii cu peste 20°C și fluctuațiile zilnice de temperatură resimțite de membranele acoperișului cu aproximativ 30°C. Aceste reduceri vor diminua îmbătrânirea și solicitările termice asociate cu fluctuațiile de temperatură, contribuind astfel pozitiv la durabilitatea membranei. Observațiile preliminare și temperaturile membranelor înregistrate sugerează, de asemenea, că acoperișurile verzi ar putea îmbunătăți durabilitatea membranelor prin reducerea îmbătrânirii termice, a solicitărilor termice, a radiațiilor ultraviolete și a deteriorării fizice. [\(136\)](#)

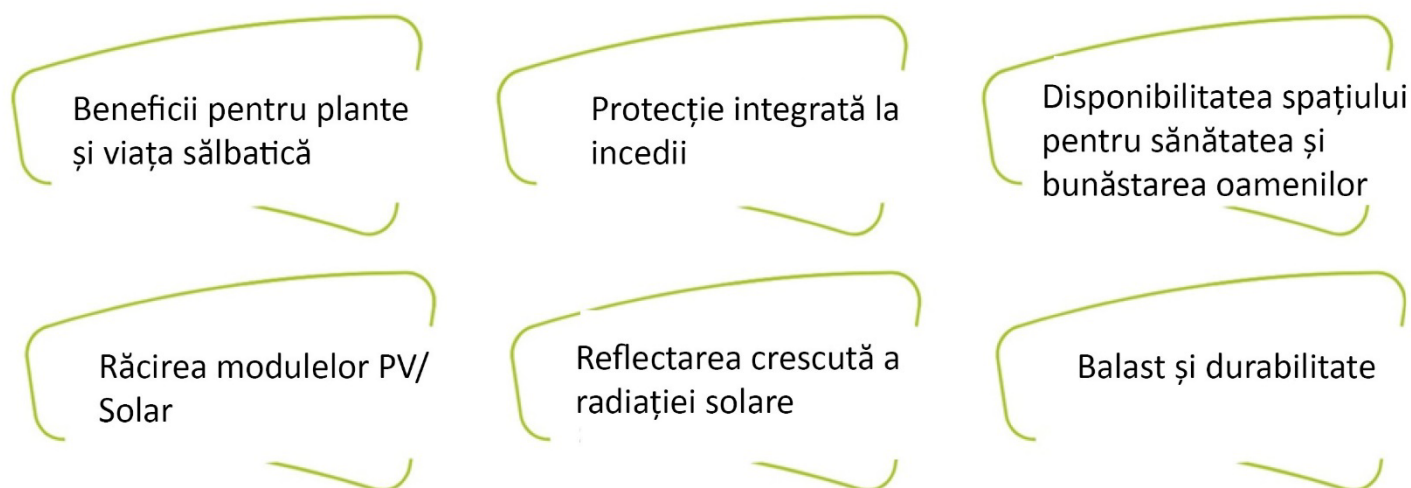
2.14. Rentabilitate

Fiecare investitor, proprietar de clădire și administrator de facilități este dornic să scurteze rentabilitatea investiției și să asigure un cost de întreținere eficient și transparent al unei clădiri. Studiile arată că investiția în spații verzi este marginală în comparație cu investiția totală. Acoperișurile verzi reduc facturile la energie și contribuie la prețul de achiziție al unităților. Prin urmare, acoperișurile verzi sunt considerate o investiție rentabilă.

- Costurile de construcție ale unui acoperiș (verde) se ridică la aproximativ 1,3% din costurile totale de construcție ale clădirilor. [\(47\)](#)
- În clădirile rezidențiale cu mai multe etaje, ponderea costurilor acoperișului verde poate fi chiar și de doar 0,4% din costurile de construcție. [\(47\)](#)
- Un acoperiș de 5000 m² cu acoperiș verde multifuncțional poate economisi până la 6.000 € la costurile cu energia electrică pe an cu colectarea apei de ploaie și efectul de răcire. (13) [\(48\)](#)
- Teotonio și colab. au investigat disponibilitatea cetățenilor de a plăti pentru acoperișuri verzi. Rezultatele arată o disponibilitate mai mare de a plăti pentru acoperișuri verzi accesibile. În acest sens, cunoașterea beneficiilor și accesibilitatea au o influență majoră asupra disponibilității de plată. Beneficiul recreativ este prioritatea principală pentru individ, chiar înaintea esteticii. [\(119\)](#)
- Se raportează că acoperișurile verzi consumă mai puțină energie, între 2,2 și 16,7%, decât acoperișurile tradiționale în timpul verii. [\(155\)](#)

2.15. Biosolar

Spațiul este o resursă rară în orașele dens construite, iar concurența pentru acest spațiu este în creștere. Presiunea dezvoltării asupra orașelor pentru a îndeplini obiectivele de acțiune la nivel UE și la nivel de stat este mare. Vizând trecerea de la combustibilii fosili și utilizarea eficientă a spațiilor urbane disponibile pentru o tranziție holistică, trebuie pusă accentul pe soluții inovatoare, cum ar fi acoperișurile verzi cu sisteme solare fotovoltaice și/sau solare termice integrate. Combinarea tehnologiilor pe aceeași suprafață de acoperiș produce sinergii pozitive în beneficiul clădirii și al orașului. Câteva dintre aceste sinergii pozitive:



- Sub modulele fotovoltaice sunt create noi nișe de habitat pentru animale. [\(107\)](#)
- 18 specii diferite de albine sălbatice găsite pe patru acoperișuri solare verzi din zona Vienei. [\(156\)](#)
- Eficiența sistemului fotovoltaic a fost îmbunătățită cu 6,5% pe un acoperiș verde extensiv în comparație cu un acoperiș bituminos. [\(157\)](#)
- Răcirea prin evaporare a instalațiilor poate reduce încălzirea modulelor fotovoltaice și, prin urmare, poate crește randamentul energetic cu aproximativ 2,6%. [\(89\)](#)
- Eficiența sistemului fotovoltaic a fost îmbunătățită cu 8,3% pe un acoperiș verde extensiv în comparație cu un acoperiș bituminos. [\(158\)](#)
- Acoperișul verde poate crește generarea de energie a unui panou fotovoltaic cu până la $1,3 \pm 0,4\%$ în comparație cu un acoperiș din beton. [\(159\)](#)
- Cu un coeficient de temperatură de $0,5\%/^{\circ}\text{K}$ (de exemplu, cristalin), un modul solar instalat peste un acoperiș verde poate obține o performanță cu 4-5% mai mare ($0,5\%/^{\circ}\text{K} * 8\text{K} = 4\%$) comparativ cu un acoperiș din bitum. [\(49\)](#)
- Conform lui Henke (2017), nivelul de eficiență suplimentară al modulelor fotovoltaice în combinație cu un acoperiș verde poate fi redus la un interval de 0,8-8%. [\(161\)](#)

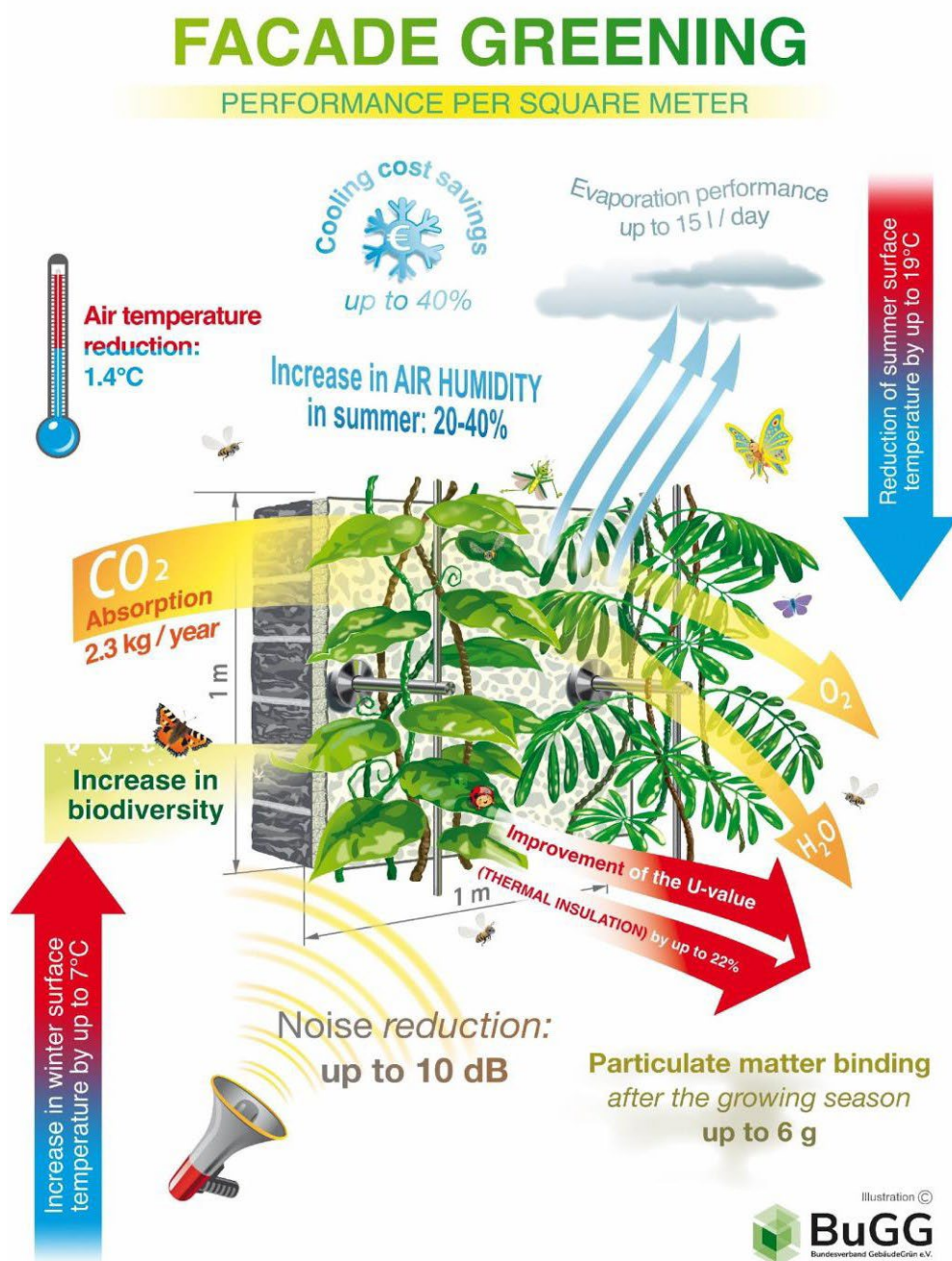
- Gupta și colab. (2017) au investigat îmbunătățirea performanței modulelor fotovoltaice pe acoperișuri verzi în comparație cu un acoperiș din beton în Singapore. Rezultatele experimentale au arătat că puterea de ieșire a unui sistem fotovoltaic de acoperiș verde poate fi cu aproximativ 8,60% mai mare decât cea a unui sistem fotovoltaic de referință pe un acoperiș din beton gol, în timp ce îmbunătățirea maximă a eficienței poate fi de până la 3%. S-a constatat că evaporarea joacă un rol important în reducerea temperaturii celulelor și îmbunătățirea performanței în zilele cu cer senin și iradiere solară relativ ridicată și constantă. Cu toate acestea, rata de evaporare poate fluctua în zilele cu iradiere scăzută, ceea ce poate face ca îmbunătățirea eficienței și performanței sistemelor fotovoltaice de acoperiș verde să fie minimă în comparație cu sistemele fotovoltaice pe acoperișuri din beton gol. [\(120\)](#)
- Comparație între modulele bifaciale ale plantelor cu frunze argintii și cele verzi: randament cu 17% mai mare cu plante cu frunze argintii și substrat de culoare deschisă (Albedo) comparativ cu acoperișul verde standard. [\(162\)](#)
- Prezența unui substrat vegetat de 8 cm sub un sistem fotovoltaic a redus temperatura medie lunară a suprafeței acoperișului cu 4,5°C vara (în august 2021) comparativ cu un sistem fotovoltaic fără substrat. (163)

© EFB, Weiss-Tessbach E.



3. Beneficiile pereților verzi

Pereții verzi și fațadele verzi cu plante cățărătoare sunt forme diferite de vegetație verticală. Performanța lor este direct legată de componentele și straturile construite și integrate. Majoritatea pereților verzi, cunoscuți și sub denumirea de pereți vii, sunt sisteme cu ventilație din spate, unele forme integrând și straturi de izolație. Performanța plantelor cățărătoare variază, de asemenea, de la o specie la alta, de exemplu, plantele veșnic verzi au o performanță diferită față de plantele de foioase.



The form of greening shown is representative of various facade greenings. The values stated have been taken from various studies on different types of greenery.

3.1. Temperatura suprafeței

Temperatura suprafeței fațadelor și a acoperișurilor influențează atât performanța energetică a clădirii în sine, cât și efectul acesteia asupra spațiului exterior înconjurător și a condițiilor microclimatice aferente. Majoritatea referințelor compară acoperișurile verzi cu formele convenționale de acoperiș plat, cum ar fi acoperișul din tablă, acoperișul negru și acoperișurile cu pietriș și reflectă performanța în timpul valurilor de căldură de vară sau echilibrul pe tot parcursul anului.

- Diferență de temperatură între 2 și >10 K. [\(51\)](#)
- Reducerea temperaturii la suprafață între 8 și 19 °C. [\(51\)](#)
- Temperaturi de suprafață mai scăzute, de până la 11,6 °C, comparativ cu pereții neverziți. [\(52\)](#)
- Măsurare comparativă - cele mai mici diferențe de temperatură pe exteriorul fațadei. [\(53\)](#)
- Mazzali și colab. (2013) au măsurat diferențele de temperatură pe fațadă și au comparat fațadele verzi și cele neverzi. În zilele însorite, diferențele de temperatură dintre peretele gol și cel verde au variat de la un minim de 12 °C la un maxim de 20 °C. În zilele noroase, diferențele de temperatură au scăzut la 1 °C până la 2 °C. [\(124\)](#)
- Hoelscher și colab. (2016) au investigat ratele de transpirație (fluxul de sevă) și temperaturile de suprafață ale pereților verzi și neverziți, precum și temperaturile frunzelor plantelor (sonde de temperatură) la trei plante cățărătoare: Parthenocissus tricuspidata, Hedera helix și Fallopia baldschuanica. În plus, au fost măsurate temperatura aerului, umiditatea relativă și căldura radiantă incidentă, fără a se observa niciun efect de răcire pentru canionul stradal. Temperaturile de suprafață ale pereților exteriori verzi au fost cu până la 15,5°C mai mici decât cele ale pereților neverziți, în timp ce pentru perețele interior diferența a fost de până la 1,7°C (măsurată în timpul nopții). Efectul de răcire a depins în principal de umbră, în timp ce o porțiune mai mică a fost atribuită transpirației. Izolația verdei direct a redus radiația în timpul nopții. Ei au concluzionat că verdele poate fi o strategie eficientă pentru reducerea stresului termic în spațiile interioare, atâta timp cât plantele sunt udate suficient cu până la 2,5 l/m² pe zi pe suprafață de perete. [\(126\)](#)
- Diferența de temperatură dintre pereții vii și pereții goi este cuprinsă între 1 și 31,9 °C, în funcție de suprafața construită și de climă, indică un studiu comparativ general. [\(164\)](#)
- O fațadă verde deja parțial dezvoltată a demonstrat o capacitate ridicată de a intercepta radiația solară directă, reducând temperaturile pereților exteriori de până la 10,1°C pe orientarea sudică și temperatura interioară până la aproximativ 2,5°C. [\(165\)](#)
- Fațada verde dezvoltată a fost capabilă să intercepteze impactul puternic al radiației solare în primele ore ale zilei, cu o reducere de 15-16,4°C a temperaturii la suprafața clădirii, în funcție de orientare. [\(165\)](#)
- Din această cercetare cantitativă, s-a demonstrat că există un potențial important de scădere a temperaturilor urbane atunci când anvelopa clădirii (pereți și acoperișuri) este acoperită cu vegetație. Scăderile temperaturii aerului la nivelul acoperișului pot ajunge până la maximum 26,0 °C și 12,8 °C medie pe timp de zi (Riyadh), în timp ce în interiorul canionului stradal scăderile ajung până la Maximă de 11,3 °C și medie de 9,1 °C pe timpul zilei. [\(166\)](#)

3.2. Efectul insulei de căldură urbană

Efectul de insulă termică urbană duce la temperaturi mai ridicate ale aerului, în special în centrul orașelor, comparativ cu zonele rurale înconjurătoare. Se așteaptă ca insula termică urbană să crească odată cu dezvoltarea orașelor și cu impactul schimbărilor climatice. Valurile de căldură sunt mult mai severe decât ar fi altfel, iar acest lucru amenință bunăstarea umană. Unul dintre motivele efectului de insulă termică este comportamentul termic al suprafețelor sigilate, care este determinat de coeficientul lor de absorbție, de densitatea, capacitatea termică și conductivitatea termică, ceea ce duce la stocarea termică și la căldură sensibilă. De îndată ce sunt implicate vegetația și solurile, energia din radiația solară este transferată către răcirea prin evaporare și transpirație, legate de fotosinteza unei plante. Următorii indicatori de performanță își au originea în climatul continental al Europei centrale, dacă nu sunt menționați în mod specific.

- Sistem de perete viu (ventilat din spate) Reducerea temperaturii față de temperatura ambiantă de la 1,3 - 3,5 K (într-o zi caldă de august). (54)
- Reducerea temperaturii cu 1,3 °C la un perete de referință neînverzit, la o distanță de 60 cm față de sistem. [\(52\)](#)
- Reducerea peretelui alpinismului legat de sol cu 0,8°C. [\(52\)](#)
- Răcire posibilă cu până la 5 °C într-o zi călduroasă. [\(55\)](#)
- Fațadele verzi și pereții vii pot contribui, în medie, la o scădere a temperaturii urbane cu 1,37°C. [\(89\)](#)
- Simulările arată că fațadele verzi pot reduce temperatura percepută în mediul înconjurător cu până la 13 °C. (123)

3.3. Evaporarea, retenția apei și umiditatea aerului

Umiditatea influențează evaporarea prin pielea umană și, prin urmare, are un efect direct asupra confortului termic pentru oameni, atât în aer liber (vara), cât și în interior (iarna). Vegetația contribuie la o umiditate mai mare și beneficiază de aceasta.

- Evaporare 10 până la 15 l/m²/zi (înălțimea fațadei: 20 m) cu plante cățărătoare; Răcire prin evaporare de 280 kWh pe fațadă și zi. [\(2\)](#)
- Umiditate relativă cu 20-40% mai mare vara și cu 2-8% iarna. [\(45\)](#)
- Panourile de plută expandată pot reține 0,4 mm de apă după o ploaie, contribuind la alimentarea cu apă a fațadelor verzi pe bază de iederă, o contribuție de până la 40% din necesarul zilnic de irigații. [\(167\)](#)

3.4. Biomasă

Utilizarea strategică a biomasei generate de spațiile verzi urbane, de exemplu ca parte a lucrărilor de întreținere, este un subiect relativ nou, dar promițător. Oportunitățile cresc prin intermediul unor noi proiecte orientate spre producerea de plante utile.

- Comparații disponibile ([44](#)):
 - Plantele cățărătoare legate de sol (comparație cu întreținerea pomilor fructiferi prin tăiere) au, în funcție de varietatea biomasei, o putere calorică de 5 până la 9 MWh/ha.
 - Sisteme cu pereți vii (comparație cu pajiști uscate sărace în nutrienți) putere calorică aprox. 13 MWh/ha a.
 - Căderea frunzelor pe plante cățărătoare legate de sol (Exemplu de calcul bazat pe o fațadă verde medie) Putere calorică aprox. 23 MWh/ha a.

3.5. Carbon, purificarea aerului și legarea poluanților

Vegetația urbană și solurile leagă și absorb praful fin și alte particule respirabile, care sunt emise de diverse surse precum industria, clădirile și vehiculele. Aceste particule sunt dăunătoare sănătății umane. Funcția lor de filtrare este importantă aici, la fel ca și gradul de depunere, infiltrare și proporția de vegetație veșnic verde. Pereții verzi leagă și stochează carbonul în timp, efectul depinzând de designul lor și, de asemenea, de compoziția materialelor utilizate și de procesele de întreținere.

- Plante cățărătoare verzi (*Hedera helix* 'Wörner' - partea de sud), cu o suprafață de 1.000 m² lățime și o adâncime de 20 cm, au sechestrat carbon de aproximativ 2,3 kg CO₂/m²a, precum și o producție de O₂ de 1,7 kg O₂/m²a (2 t CO₂ pe an). ([56](#))
- NO₂ (dioxid de azot): Capacitate filtru 20-30 %. ([57](#))
- Detectarea cantităților de praf după o perioadă de vegetație de 4 g/m² (*Parthenocissus*) sau 6 g/m² (*Hedera*) arată o reducere cu 71% a substanțelor respirabile și, prin urmare, asigură o eliminare a aerului. ([58](#))
- Sternberg și colab. (2010) au utilizat microscopia electronică cu scanare pentru a studia frunzele de iederă colectate de pe drumuri. Întrebarea cercetării a fost dacă iedera (*Hedera helix* L) poate absorbi praful și poluanții care declanșează procesele de descompunere pe zidurile de piatră și pot afecta sănătatea umană în mediile urbane. Rezultatele au arătat că iedera acționează ca un „absorbant de particule”, în special în zonele cu trafic intens, și absoarbe praful fin. A fost capabil să absoarbă particule fine (< 2,5 μm) și ultrafine (<1 μm) cu o densitate de până la 2,9 × 10¹⁰ pe m². Rezultatele sugerează că, prin absorbția particulelor poluante, iedera poate întârzia procesele de distrugere biologică de pe zidurile istorice și poate reduce problemele respiratorii la oameni cauzate de poluanții proveniți din vehicule. ([128](#))
- Praful fin mai mic de 10 μm este redus cu aproximativ 42-60% prin înverzirea fațadelor. ([129](#)) ([130](#))
- Oxizii de azot sunt reduși cu 29% prin acoperișuri verzi și cu 11,7-40% prin înverzirea fațadelor. ([89](#))

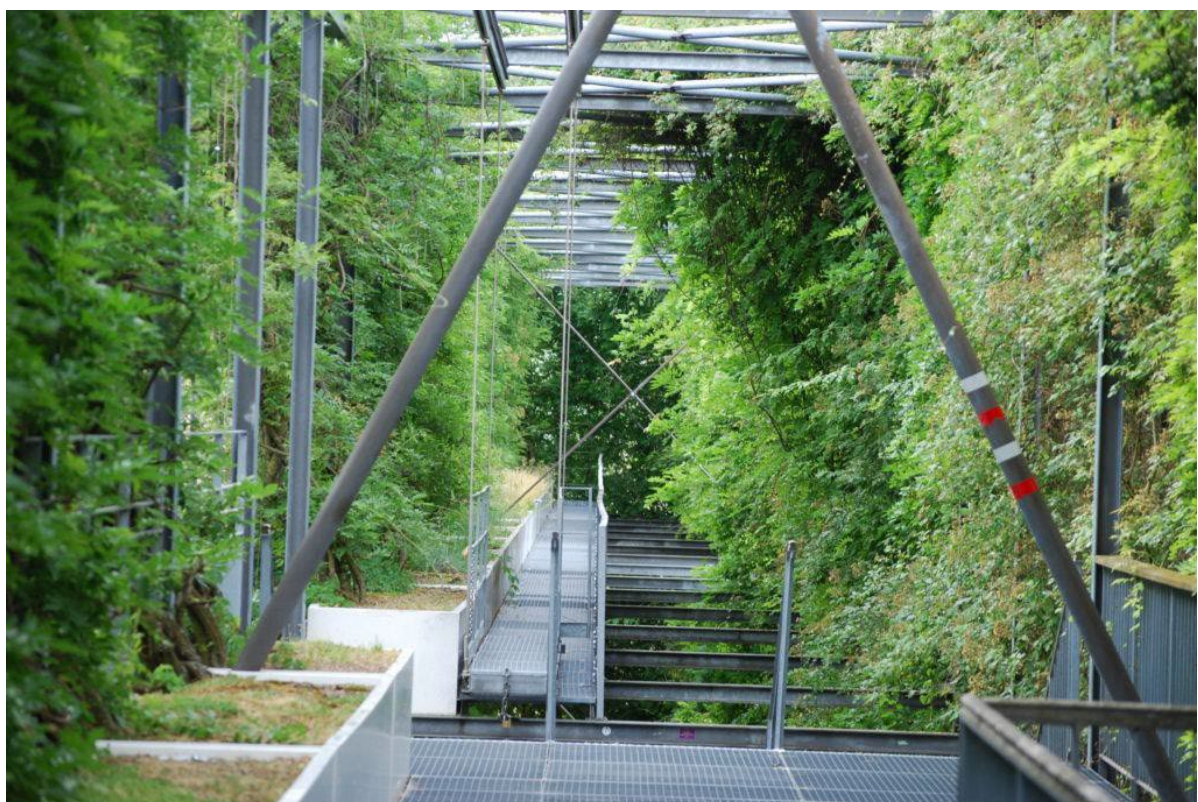
- Acumularea medie anuală de CO₂ atinge nivelul de 13,41–97,03 kg carbon/m² pentru 98 m² de sistem verde vertical. [\(168\)](#)

3.6. Izolație termică

Majoritatea orașelor se confruntă în prezent cu o creștere accentuată a zilelor caniculare și a nopților tropicale. Investițiile tot mai mari în tehnologia convențională de răcire duc la creșteri suplimentare ale cererii de energie și la o sarcină termică suplimentară. Iarna, însă, izolația termică este benefică pentru îmbunătățirea conservării căldurii clădirii și reducerea costurilor de încălzire. La nivel global, există o inversare a tendinței de la încălzire la răcire. Pereții verzi pot avea o influență pozitivă asupra izolației termice, atât iarna, cât și vara. Următoarele studii au fost efectuate într-un climat continental.

- Straturile vegetale de pe pereți servesc drept material de izolare termică, reducând necesarul de energie în timpul sezoanelor de răcire și încălzire. [\(164\)](#)
- Pereții verzi instalați pe fațada de vest reduc temperatura interioară a fațadei până la 10°C în timpul zilei. [\(169\)](#)
- Peretele verde experimental a redus temperatura operațională din interiorul blocului de construcție de dimensiuni reduse până la 5°C. [\(169\)](#)
- În ceea ce privește izolația termică pe timpul iernii, un perete de plante cățărătoare, legat de sol și acoperit cu iederă (*Hedera helix*), a prezentat o diferență de temperatură între frunzele exterioare și suprafața peretelui de 3 °C. (58)

© EFB, Weiss-Tessbach E.



- În cazul pereților vii (mărginiți de perete), studiul de măsurare a unei clădiri publice din Viena în timpul iernii a arătat o temperatură cu până la 7 °C mai mare în spatele peretelui. [\(59\)](#)
- În cazul unei fațade neizolate a clădirii menționate anterior, fluxul termic a fost redus la jumătate (50%). [\(1\)](#)
- Valoarea U poate fi îmbunătățită cu aproximativ 22% pentru sistemele de înverzire a fațadelor delimitate de pereți. [\(131\)](#)
- Cameron și colab. (2015) au măsurat consumul de energie al unui element de construcție din cărămidă, umplut cu apă și menținut la o temperatură constantă de 16°C. Elementele au fost înconjurate de zidărie - unele goale, altele acoperite cu iederă. Acoperirea cu iederă a dus la o reducere cu 21% a consumului de energie în prima iarnă, comparativ cu cărămizile goale. În a doua iarnă, când plantarea era mai bine stabilită, s-a obținut o economie medie de 37%. Acoperirea cu iederă a crescut semnificativ temperatura cărămizilor în timpul iernii. Cele mai mari economii de energie obținute prin ecologizare au avut loc în condiții meteorologice extreme, cum ar fi frigul, vântul puternic sau ploaia. [\(125\)](#)
- Perez și colab. (2022) au studiat efectele Indicelui Suprafeței Foliare (IAF, cunoscut și sub denumirea de acoperire cu frunze) asupra bilanțului energetic folosind exemplul unei fațade cu pereți dubli și creștere de iederă Boston Ivy. IAF s-a modificat sezonier pe parcursul a cinci perioade, cu un bilanț energetic diferențiat corespunzător: începutul verii (IAF de 4,8; economii de 54% la răcire), sfârșitul verii (IAF de 4,4; economii de 30% la răcire), toamna (IAF de 1,7; creștere de 5,4% la încălzire), iarna (IAF de 0,9; creștere de 5,4% la încălzire) și primăvara (IAF de 3,6; creștere de 11,9% la încălzire). Creșterea consumului de energie în lunile mai reci este atribuită pierderii frunzelor din vegetație. În plus, au fost identificate și caracterizate două efecte: influența expunerii fațadei și un ușor efect de izolare pe timp de noapte, coronamentul verde acționând ca o barieră termică. [\(127\)](#)

3.7. Protecție fonică

Orașele devin din ce în ce mai zgomotoase, iar tot acest zgomot de fundal are un impact negativ asupra sănătății și bunăstării umane. Pereții verzi sunt capabile să reducă zgomotul care intră în clădire.

- Absorbția sunetului prin iederă (*Hedera helix*) cu o grosime de 20 cm a fost de 5 dB. [\(60\)](#)
- Iederă de Boston (*Parthenocissus tricuspidata*) legată de sol 1,7 dB, Perete viu 2,7 dB (la 500-1000 Hz). [\(61\)](#)
- Iederă de Boston legată de sol (*Parthenocissus tricuspidata*) 4 dB (la 500-1000 Hz) [\(62\)](#) și 5 dB la peste 5000 Hertz. [\(61\)](#)
- Peretele viu, în funcție de Hz, deformare și adâncimea substratului, are performanțe între 4-9,9 dB [\(63\)](#) și 5 dB. [\(51\)](#)
- Zgomotul din zona urbană înconjurătoare este redus de acoperișurile verzi și fațadele verzi cu până la 10 dB (în funcție de frecvență). [\(89\)](#)

3.8. Protecție solară și umbră

Mulți investitori, proprietari de clădiri și administratori de facilități sunt dornici să scurteze rentabilitatea investiției și să asigure un cost de întreținere eficient și transparent al unei clădiri. Studiile arată că investiția în spații verzi este marginală în comparație cu investiția totală. Pereții verzi reduc facturile la energie și contribuie la prețul de achiziție al unităților. De asemenea, pot înlocui investițiile în umbră tehnică.

- 40-80% din radiația solară este absorbită sau reflectată de frunziș (plantă cățărătoare). [\(45\)](#)
- Rată de umbră de 70 - 95% datorită înverzirii foioase cu plante cățărătoare. [\(2\)](#)
- În cazul sistemelor de protecție solară vegetate, economii de costuri de răcire de aproximativ 43%. [\(64\)](#)
- Factori de atenuare (protecție solară) pentru plantele cățărătoare de schele conform DIN 4108, Partea 2 de la 0,62 la 0,3. [\(65\)](#)
- Economii de 26% la energia primară (încălzire și răcire) în comparație cu protecția solară convențională pe fațadele de sud. [\(66\)](#)
- Economii de 49% la energia primară (încălzire și răcire) comparativ cu lipsa protecției solare pe fațadele de sud. [\(66\)](#)
- Fațadele verzi reduc radiația solară asupra anvelopei clădirii cu aproximativ 85-100% și astfel contracarează încălzirea. [\(51\)](#)
- Fațada cu peliculă dublă poate oferi valori comparabile ale factorului de umbră pentru toate orientările, cu cele oferite de barierele artificiale propuse în reglementările de construcție, cum ar fi retragerile fațadei, consolele, copertinele, lamele și altele. [\(165\)](#)

3.9. Rentabilitate și economii de energie

- Testele la temperaturi controlate au arătat potențialul ridicat al fațadei verzi cu strat dublu ca sistem pasiv în comparație cu cel de referință, obținând economii cumulate de energie electrică de până la 34% pentru perioadele de răcire cu un indice de suprafață foliară de 3,5-4 în perioada de vară, în climat continental mediteranean. [\(165\)](#)
- Aplicată la scară urbană, combinarea acoperișurilor verzi și a pereților verzi ar putea atenua temperaturile urbane ridicate și, în special în climatele calde, ar putea reduce temperaturile la niveluri mai „prietenoase cu mediul” și ar putea realiza economii de energie pentru răcirea clădirilor de la 32% la 100%. În cazurile în care este necesară o sarcină de răcire redusă, cererea de răcire poate fi redusă la zero prin acoperirea suprafețelor clădirilor cu vegetație. În alte cazuri, economiile de energie pot fi, de asemenea, semnificative, variind de la 90% la 35%. [\(166\)](#)
- Pereții și acoperișurile verzi creează condiții termice confortabile la interior și la exterior, îmbunătățind calitatea vieții în mediile urbane și reducând dependența de sistemele active de răcire. [\(141\)](#) [\(150\)](#) [\(164\)](#)

3.10. Biodiversitate și natură

Biodiversitatea la nivelul pereților este un subiect emergent. Furnizorii de sisteme specifice de pereți verzi au început să ofere elemente de design care susțin capacitățile animalelor, existând orașe care promovează oportunități de cuibărit integrate în fațade pentru anumite specii țintă. Valoarea ecologică a platformelor de cățărat veșnic verzi ca habitat este evidentă.

- Folosită de speciile de lilieci; diverse specii de păsări și insecte folosesc iedera (*Hedera helix*) ca habitat (67) (68):
 - 6 tipuri de tensionatoare
 - 2 fluturi
 - Muște sifonice
 - Specii de albine și specii de viespi care mănâncă nectar
 - Polenul este folosit de păianjenii de iederă, albinele melifere, albinele sălbatice și speciile de viespi
 - Hrană din fructe de iederă pentru măcăleandri, codroidi și codroidi, mierle, sturzi și grauri
 - Loc de cuibărit pentru mierle, silvii galbene, ghirlandeză, cintează verde, muscar cenușiu, caprifoi, zburliță, clopoței și sturz cântător
- Albine sălbatice pe 14 pereți verzi verticali (la sol cu plante cățărătoare pe pereți vii) în Viena: 32 de specii diferite din 12 genuri diferite. Punctele fierbinți au fost *Nepeta faassenii* și *Sedum* sp. [\(132\)](#)

3.11. Acceptare

Spre deosebire de acoperișurile verzi, pereții verzi sunt adesea implementați în zonele de acces stradal (spații publice deschise) sau în curțile interioare ale clădirilor. Prin urmare, aceștia sunt spații verzi accesibile, în interacțiune directă cu cetățenii, fiind mai vizibili. În special în proiectele de modernizare a clădirilor cu proprietate mixtă, obținerea autorizației pentru orice măsură poate fi o provocare. Prin urmare, acceptarea este de cea mai mare importanță.

- Rezultat: 84% dintre locuitorii clădirilor verzi și 68% dintre locuitorii clădirilor neverzite au o opinie pozitivă despre pereții verzi. [\(69\)](#)
- Răspuns pozitiv și aprobare excelentă în sondaj. (70)
- În zonele urbane dens construite, unde calitățile naturii lipsesc în mare măsură, pereții verzi sunt considerați o „memorie a naturii” cu o valoare simbolică deosebit de mare. (71)
- Fațadele verzi oferă o legătură cu natura orașului, altfel destul de exclusă. Ele promovează o conștientizare a naturii prin vizibilitatea anotimpurilor și observarea relațiilor ecologice. (72)
- Fațadele verzi oferă o varietate vizuală liniștitoare în peisajul urban adesea uniform. Acest lucru consolidează caracterul distinctiv al unei zone rezidențiale, ceea ce a consolidat „identitatea locală”. (73)

3.12 Rezistența la foc

Spre deosebire de acoperișurile verzi, cunoscute în mai multe țări pentru clasificarea lor drept „acoperișuri rezistente” (broof-t1), pentru a crește aspectul de integrare și pregătirea pentru implementare a pereților verzi în orașe, care au dorit de mult timp o implementare profundă a politicilor și reglementărilor, s-a dovedit necesară aplicarea unor scenarii riguroase de testare la foc.

- În cazul plantelor vitale și bine întreținute, efectul orizontal al focului este foarte limitat. În plus, fațadele verzi vii se autosting după incendiul primar. [\(111\)](#) [\(114\)](#)
- Inflamația lăstarilor lemnoși și a masei foliare din vegetație poate fi de așteptat la temperaturi de aproximativ 500°C. [\(171\)](#)
- Evitarea temperaturii menționate de 500°C în vegetație a fost întotdeauna un succes în experimentele efectuate atunci când o barieră antifoc suficient de proeminentă, realizată din tablă de oțel, cu o grosime de 1,0 până la 2,0 mm, a fost montată orizontal deasupra camerei de ardere - indiferent dacă iedera era atașată direct la standul de testare sau dacă deasupra acesteia era prezent un sistem de jgheaburi cu verdeață. [\(171\)](#)

© EFB, Gedge D.



4. Spații verzi verticale de interior

Studiile realizate de Agenția Federală de Mediu arată că adulții din Germania, cu vârste cuprinse între 25 și 69 de ani, petrec în medie aproximativ 20 de ore pe zi în interior - dintre care 14 sunt petrecute în propriile case. Plantele au un impact pozitiv asupra oamenilor; cu cât sunt mai aproape de viața noastră de zi cu zi, cu atât influența lor asupra bunăstării și confortului interior este mai mare.

4.1. Îmbunătățirea sănătății

Un mediu verde are un impact pozitiv asupra sănătății generale. Acest beneficiu se extinde nu doar la locurile de muncă și la locuințe, ci și la recuperarea după boli grave și intervenții chirurgicale.

Îmbunătățiri ale stării de sănătate (studii comparative înainte și după):

- Reducerea simptomelor raportate cu 21-25% [\(74\)](#)
- Reducerea generală a simptomelor [\(75\)](#)
- Tuse: 37-38% [\(74\)](#)
- Oboseală: 30-32% [\(74\)](#)
- Piele uscată: 11-23% [\(74\)](#)
- Durere de cap: 18-45% [\(74\)](#)
- Timp de recuperare scurtat după operație [\(76\)](#)

4.2. Reducerea stresului

Stresul are un impact fundamental negativ atât asupra bunăstării mentale, cât și asupra celei fizice, atât pe termen scurt, cât și pe termen lung.

- Măsurare comparativă: 47% se simt mai relaxați într-o cameră cu plante. [\(77\)](#)

4.3. Bunăstare superioară

Bunăstarea are diferite niveluri - fizic, emoțional și economic. Următoarele referințe de studiu se referă la determinarea bunăstării fizice, care este o percepție subiectivă. Îmbunătățirea stării de bine reduce starea de rău și ajută la atenuarea simptomelor negative.

- 93% dintre respondenți s-au simțit mai confortabil într-un birou ecologic și l-au preferat ca mediu de lucru. [\(77\)](#)
- Angajații care au lucrat în birouri cu plante au raportat scoruri generale mai mari privind calitatea vieții. Participanții la cercetare în condiții de mediu ecologice s-au simțit mai confortabil fizic și psihologic și au raportat o satisfacție profesională mai mare decât participanții în alte condiții. [\(78\)](#) [\(79\)](#) (80)
- Creștere cu 29% a confortului perceput datorită nivelului îmbunătățit de umiditate oferit de vegetația verticală interioară, comparativ cu o cameră fără vegetație. (81)

4.4. Reducerea zgomotului

Zgomotul are impact asupra bunăstării și calității vieții în general. Expunerea prelungită poate provoca leziuni temporare sau permanente ale auzului și poate afecta negativ sănătatea. Acesta stimulează sistemul nervos autonom și sistemul hormonal, influențând bunăstarea fizică, mentală și socială.

- Înverzirea, ca absorbant poros de înaltă calitate, reduce (indiferent de design) timpul de reverberație și duce la o mai bună inteligibilitate a vorbirii. [\(86\)](#)
- Timpul de reverberație este mai mic cu 0,2 secunde. [\(77\)](#)
- Suprafață echivalentă de absorbție a sunetului mai mare în raport cu volumul încăperii (0,53 comparativ cu 0,43 sau 0,33). [\(77\)](#)
- Înverzirea fațadelor atinge un indice de reducere a sunetului la interior de 22 dB. [\(133\)](#)

4.5. Creșterea productivității

Productivitatea este cantitatea de muncă pe care o persoană o poate realiza într-o anumită perioadă de timp. Există o serie de factori complecși implicați. O persoană productivă lucrează eficient, își gestionează bine timpul, obține rezultate mai bune într-un timp mai scurt și rămâne foarte motivată.

- Productivitatea crește cu 15% în birourile cu plante. [\(82\)](#)
- Plantele din împrejurimile extinse ale locului de muncă au un impact pozitiv asupra performanței și productivității. [\(83\)](#) [\(134\)](#)
- Motivația crește cu 29% în locurile de muncă ecologizate. [\(77\)](#)

4.6. Creșterea concentrației

Atenția este alocarea resurselor conștiente conținuturilor conștiinței. Aceasta poate fi, de exemplu, percepții ale mediului sau propriul comportament și acțiuni, dar și gânduri și sentimente. Concentrarea este o măsură a intensității și duratei atenției și este adesea menționată în contextul mediilor de învățare.

- O reducere cu 16% a problemelor de concentrare a fost observată în birourile și sălile de clasă cu plante. [\(74\)](#)
- Timpul de reacție în prezența plantelor a fost cu 12% mai rapid decât în absența plantelor. [\(84\)](#)

4.7. Încărcătura redusă de germeni

Cel târziu de la izbucnirea crizei COVID-19, contaminarea cu germeni în spațiile interioare, în special în grădinițe, școli, spitale și cabinetele medicale, a devenit o preocupare majoră.

- Într-o cameră plină de plante, încărcătura bacteriană din aer a fost în medie cu 65-72% mai mică decât într-o cameră similară fără plante. ([34](#))
- Gospodăriile cu mai multe plante de interior sunt caracterizate de o proporție mai mică de bacterii de origine umană în praful de casă. ([160](#))

4.8. Evaporare

Evaporarea vegetației interioare joacă un rol dublu, pe de o parte în ceea ce privește controlul ținut al umidității din interior de-a lungul anotimpurilor (în special uscăciunea de iarnă datorată sezonului de încălzire este, de asemenea, un factor pentru îmbolnăviri/cădere la familii) și, pe de altă parte, pentru obținerea unui climat interior confortabil din punct de vedere higrotermic pentru utilizatorii clădirii.

- Investigație ca parte a unui proiect de cercetare (85):
 - Evaporarea din vegetația verticală: 50 g/m²/h
 - Umiditate cu 20% mai mare într-un spațiu de birouri închis și verde, comparativ cu o zonă de referință neverzită
 - Umiditate cu 8–14% mai mare când ușa este deschisă
- În biroul verde s-a observat o creștere a umidității cu aproximativ 15-20%. ([77](#))
- În timpul sezonului de încălzire, perioada în care condițiile interioare sunt considerate confortabile din punct de vedere higrotermic este prelungită cu 60% în zonele verzi comparativ cu zonele neverzite. ([87](#))

© EFB, PSDZ



5. Surse

1. Scharf, Bernhard, Pitha, Ulrike und Trimmel, H. Thermal performance of green roofs. Copenhagen World Green Roof Congress, 2012.
https://www.academia.edu/6649533/Thermal_performance_of_green_roofs
2. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung. Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung. Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung, Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung. Berlin : Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 2010.
http://www.gebaeudekuehlung.de/SenStadt_Regenwasser_dt.pdf
3. Köhler, Manfred und Malorny, Winfried. Wärmeschutz durch extensive Gründächer. Europäischer Sanierungskalender 2009. 2009, S. 195–212.
4. Sukopp, H. und Wittig, R. Stadtökologie. Ein Fachbuch für Studium und Praxis. 1993, S. 125 ff.
5. Pfoser, Nicole, et al. Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. s.l. : Technische Universität Darmstadt, 2013.
6. Heusinger, J. und Weber, S. Untersuchung mikroklimatischer Aspekte von Dachbegrünungen mittels Messung und Modellierung. TU Braunschweig : s.n., 2013.
7. Köhler, Manfred, Kaiser, Daniel und Wolff, Fiona. Regenwassermanagement mit bewässerten Gründächern zur Gebäudeklimatisierung sowie zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität. s.l. : Hochschule Neubrandenburg, 2018.
https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2022/bbsr-online-33-2022-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2
8. Harlaß, R. Verdunstung in bebauten Gebieten. s.l. : Universität Dresden, 2008.
<https://tud.qucosa.de/api/qucosa%3A23856/attachment/ATT-0/>
9. Schmidt, M. Energy saving strategies through the greening of buildings. The example of the Institute of Physics of the Humboldt-University in Berlin-Adlershof, Germany. Rio de Janeiro, Brasil: World Energy and Climate Event, 2003.
http://www.rio12.com/rio3/proceedings/RIO3_481_M_Schmidt.pdf
10. Bambach, G. Feuchtigkeit in Grünen Wänden messen und steuern. Tagungsband 5. FBB-Symposium Fassadenbegrünung. 24. 10 2012.
https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-symposien/Fassadenbegruenungssymposium/5_FBB-Fassadenbegruenungssymposium_2012.pdf
11. Christen, A. und Vogt, R. Energy and radiation balance of a central European city. International Journal of Climatology 24(11). 2004, S. 1395–1421.
<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.1074>
12. Heusinger, Jannik und Weber, Stephan. Mikrometeorologische Quantifizierung der Energiebilanz, der Verdunstung und des CO₂-Austausches eines extensiven Gründaches. Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2017. 2017, S. 59.
https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/wgic_vortraege/Heusinger_Jannik.pdf
13. Dörries, J. und Zens, U. Multifunktionale Dachvegetation. Garten und Landschaft Jg. 113, Nr.10. 2003, S. 22 ff.
14. Smith, K. und Roebber, P.J. Green Roof Mitigation Potential for a Proxy Future Climate Scenario in Chicago, Illinois. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 50(3). 2011, S. 507–522.
<https://journals.ametsoc.org/view/journals/apme/50/3/2010jamc2337.1.xml>
15. Ng, E. A study on the cooling effects of greening in a high-density city: An experience from Hong Kong. Building and Environment, 47. 2012, S. 256–271.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132311002228>

16. Rosenzweig, C. Mitigating New York City's heat island with urban forestry, living roofs, and light surfaces A report to the New York State Energy Research and Development Authority. 2006.
<https://www.nyserda.ny.gov/-/media/Project/Nyserda/Files/Publications/Research/Environmental/EMEP/NYC-Heat-Island-Mitigation.pdf>
17. Peng, L.L.H. und Jim, C.Y. Green-Roof Effects on Neighborhood Microclimate and Human Thermal Sensation. *Energies*, 6(2). 2013, S. 598–618. <https://www.mdpi.com/1996-1073/6/2/598>
18. DeNardo, J.C. Stormwater mitigation and surface temperature reduction by green roofs. *Transactions of the ASAE*, 48(4). 2005, S. 1491–1496.
<https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=19181>
19. Jim, C.Y. Effect of vegetation biomass structure on thermal performance of tropical green roof. *Landscape and Ecological Engineering* 8(2). 2011, S. 173–187.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11355-011-0161-4>
20. Takebayashi, H. und Moriyama, M. Surface heat budget on green roof and high reflection roof for mitigation of urban heat island. *Building and Environment*, 42(8). 2007, S. 2971–2979.
<https://da.lib.kobe-u.ac.jp/da/kernel/90000587/90000587.pdf>
21. Stifter, R. Dachgärten - Grüne Insel in der Stadt. Stuttgart : s.n., 1988.
22. Kolb, W. Abflussverhältnisse extensiv begrünter Flachdächer. *Zeitschrift für Vegetationstechnik*. 1987, S. 111-115.
23. Liesecke, H.-J. Untersuchungen zur Wasserrückhaltung extensiv begrünter Flachdächer. *Zeitschrift für Vegetationstechnik*. 1988, S. 56-66.
24. Appl, R. und Mann, G. Gründächer und Dachgärten. [Buchverf.] Manfred Köhler. Handbuch Bauwerksbegrünung. Planung – Konstruktion – Ausführung. Köln : s.n., 2012.
25. Palmaricciotti, Giovanni. Abbildung von Extremniederschlägen zur Berechnung des Abflussverhaltens von Dachbegrünungen. *Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2015*. 2015, S. 10-15.
https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-symposien/Gruendachsymposium/13_FBB-Gruendachsymposium_2015.pdf
26. Lösken, Gilbert. Abflussverhalten von Extensivbegrünungen bei 0-Grad-Dächern. *Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2015*. 2015, S. 16-26.
https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-symposien/Gruendachsymposium/13_FBB-Gruendachsymposium_2015.pdf
27. Mersmann, Marco. Quantifizierbarkeit der Abkühlungswirkung. *Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2011*. 2011, S. 46-50.
28. Mann, Gunter. Faunistische Untersuchungen von drei Dachbegrünungen in Linz. *Dachbegrünungen als ökologische Ausgleichsflächen. Öko-L Zeitschrift für Ökologie, Natur- und Umweltschutz* 18/3. 1996, S. 5 ff. https://www.zobodat.at/pdf/OEKO_1996_3_0003-0011.pdf
29. Köhler, M. und Ksiazek, K. Untersuchungen zur Biodiversität begrünte Dächer. 12. Internat. FBB-Gründachsymposium : s.n., 2014.
https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-symposien/Gruendachsymposium/12_FBB-Gruendachsymposium_2014.pdf
30. Brenneisen, Stephan. Biodiversitätsförderung mit Dachbegrünung - Wie kann die ökologische und naturschutzfachliche Ausgleichs- und Ersatzfunktion optimiert werden? *Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2017*. 2017, S. 28.
https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/wgic_vortraege/Brenneisen_Stephan.pdf
31. Hietel, Elke. Biodiversität begrünter Dächer. Ergebnisse eines Forschungsprojektes der Forschungsinitiative RLP. *Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2016*. 2016, S. 8.
https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-vortraege/ditzingen2016/GDS_2016_Elke_Hietel_Biodiversitaet.pdf
32. Hofmann, Michaela. Wildbienen auf Gründächern - Hoch hinaus. *GebäudeGrün*. 2017, 2, S. 25-29.

33. Witt, R. Wildbienen und Wespen auf Gründächern - Ergebnisse einer Studie aus dem Jahr 2015. Stadt + Grün. 3/2016, S. 35-40 <https://stadtundgruen.de/artikel/wildbienen-und-wespen-auf-gruendaechern-8614>
34. Wolverton, B.C. & Wolverton, J.D.. (1996). Interior plants: their influence on airborne microbes inside energy-efficient buildings. J. Miss. Acad. Sci.. 41. 99-105. <https://www.calameo.com/read/000914374aa662fe8cbb0>
35. Herfort, S., Tschuikowa, S. und Ibanez, A. CO₂-Bindungsvermögen der für die Bauwerksbegrünung typischen Pflanzen. Berlin : Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte Humboldt Universität, 2012. https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-untersuchungen/F002_co2_bindung.pdf
36. Frahm, J.-P. Schadstofffilterung auf dem Dach mit Moosen. Tagungsband 7. Internationales FBBGründachsymposium in Ditzingen 2009. 2009, S. 28-31. https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-symposien/Gruendachsymposium/7_FBB-Gruendachsymposium_2009.pdf
37. Getter, K., et al. Carbon Sequestration Potential of Extensive Green Roofs. s.l. : Environmental Science Technology 43, 2009. S. 7564-7570. <https://lter.kbs.msu.edu/docs/robertson/Getter2009EnvSciTech.pdf>
38. Yang, J., Yu, Q. und Gong, P. Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. s.l. : Atmospheric Environment 42, 2008. S. 7266-7273. https://www.researchgate.net/publication/222705703_Quantifying_air_pollution_removal_by_green_roofs_in_Chicago
39. Gorbachevskaya, O., Herfort, S. (2012): Feinstaubbindungsvermögen der für Bauwerksbegrünung typischen Pflanzen. Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin, 2013. https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-untersuchungen/F001_feinstaubbindung.pdf
40. Liesecke und Borgwardt. Abbau von Luftschadstoffen durch extensive Dachbegrünung. Versuche mit vorkultivierten Vegetationsmatten und granuliert Aktivkohle. Stadt und Grün. 1997, 46.
41. Lagström, J. Do Extensive Green Roofs Reduce Noise? Malmö : s.n., 2004.
42. Van Renterghem, T. und Botteldooren, D. Numerical evaluation of sound propagating over green roofs. 2008, Journal of Sound and Vibration 317 (3-5), S. 781-799. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022460X08002654>
43. Connelly, M. und Hodgson, M. Thermal and Acoustical Performance of Green Roofs. Sound Transmission Loss of Green Roofs. Baltimore : s.n., 2008. https://commons.bcit.ca/greenroof/files/2012/01/2008_grhc_connelly_hodgson.pdf
44. Hegger, M. UrbanReNet. Vernetzte regenerative Energiekonzepte im Siedlungs- und Landschaftsraum. Schlussbericht, Anlage II. 2012. https://www.researchgate.net/profile/Christoph-Drebes/publication/311100248_UrbanReNet_I_-_Vernetzte_regenerative_Energiekonzepte_im_Siedlungs-_und_Landschaftsraum/links/583d7ad908ae8e63e614d928/UrbanReNet-I-Vernetzte-regenerative-Energiekonzepte-im-Siedlungs-und-Landschaftsraum.pdf
45. Rath, J., Kiessl, K. und Gertis, K. Auswirkungen von Fassadenbegrünung auf den Wärme- und Feuchtehaushalt von Außenwänden und Schadensrisiko. Stuttgart : s.n., 1989. <https://www.irbnet.de/daten/rswb/89009501418.pdf>
46. Hämmerle, Fritz. Kosten und Nutzen von Dachbegrünungen. 2002.
47. Freie und Hansestadt Hamburg. Ökonomische Lebenszyklusbetrachtung. 2017, Hamburgs Gründächer - Eine ökonomische Bewertung, S. 16-17. <https://www.hamburg.de/resource/blob/281306/8023dad2c3130442c4683b45ca71beed/d-eine-oekonomische-berwertung-data.pdf>

48. Kaiser, M. Kühlen mit Regenwasser. s.l. : Erneuerbare Energie, Zeitschrift für eine nachhaltige Energiezukunft, 2008. <https://www.aee.at/zeitschrift-erneuerbare-energie?id=251>
49. Wölfl, K. Dachbegrünung erhöht Erträge der Photovoltaik. Versuchsanlage liefert den Beweis. s.l. : ZinCo GmbH, 2011. <https://www.zinco.de/solarmessung>
50. Jauch, Martin. Aus Grün wird Grau - Bewässerung extensiver Dachbegrünungen mit Grauwasser. Tagungsband 12. Internationales FBB-Gründachsymposium in Ditzingen 2014. 2014, S. 31. https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-symposien/Gruendachsymposium/12_FBB-Gruendachsymposium_2014.pdf
51. Pfoser, Nicole. Fassade und Pflanze - Potenziale einer neuen Fassadengestaltung. s.l. : Dissertation, TU Darmstadt, 2016. https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/5587/1/Dissertation_Pfoser.pdf
52. N.-H. Wong. Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. Building and Environment, 45(3). 2010 b, S. 663–672. Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls - ScienceDirect
53. Brandhorst, Jörg. Grundlagen der Bauphysik begrünter und unbegrünter Wände. Tagungsband 7. Internationales FBB-Symposium Fassadenbegrünung in Berlin 2014. 2014, S. 40-46.. https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-symposien/Fassadenbegruenungssymposium/7_FBB-Fassadenbegruenungssymposium_2014.pdf
54. Pfoser, N. Schadensvermeidung bei der Anbringung von Fassadenbegrünung. Biotope City – International Journal for City as Nature. 2012.
55. Matzinger, Andreas. Integrierte Maßnahmenplanung unter Berücksichtigung der vielfältigen Potenziale der Regenwasserbewirtschaftung - Ergebnisse des Projektes KURAS. Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2017. 2017, S. 82
56. Schröder, F.-G. Automatisierte, biologische, senkrechte, städtische Fassadenbegrünung mit dekorativen funktionellen Parametern; Abschlussbericht zum Kooperationsprojekt im Rahmen von PRO INNO II. Dresden : Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, 2009.
57. KIT. „Grüne Wände“ gegen Luftverschmutzung. Anpflanzungen an Straßen reduzieren die Belastungen deutlicher als bislang angenommen. s.l. : Presseinformation Nr. 130, 1e, 21.08.2012, 2012. https://www.kit.edu/downloads/pi/KIT_PI_2012_130_Gruene_Waende_gegen_Luftverschmutzung.pdf
58. Bartfelder, F. und Köhler, M. Experimentelle Untersuchungen zur Funktion von Fassadenbegrünungen. Berlin : PhD Technische Universität Berlin, 1987.
59. Scharf, B., Pitha, U. und Oberarzbacher, S. Living Walls - more than scenic beauties. s.l. : IFLA – International Federation of Landscape Architects, Landscapes in Transition, 2012. https://www.academia.edu/6649534/Living_Walls_more_than_scenic_beauties
60. Köhler, M. Historie und positive Wirkung von Fassadenbegrünungen. Tagungsmappe 1. FBB-Fassadenbegrünungssymposium 2008 in Remscheid. 2008, S. 14 f.
61. Feldmann, J., Möser, M. und Volz, R. Umweltbelastung durch Verkehrsgeräusche sowie Aspekte der Schallausbreitung und Schallabsorption in Straßenschluchten. o.J. https://www.researchgate.net/profile/Rudi-Volz/publication/322601365_Umweltbelastung_durch_Verkehrsgerauesche_sowie_Aspekte_der_Schallausbreitung_und_Schallabsorption_in_Strassenschluchten/links/5a6218554585158bca4afe84/Umweltbelastung-durch-Verkehrsgerauesche-sowie-Aspekte-der-Schallausbreitung-und-Schallabsorption-in-Strassenschluchten.pdf

62. Buchta, E., Hirsch, K. und Buchta, C. Lärmindernde Wirkung von Bewuchs in Straßenschluchten und Höfen. Bonn : s.n., 1984.
63. Wong. Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls. 2010, Building and Environment, 45(2), S.411-420.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132309001632>
64. Ottel , M. The Green Building Envelope. s.l. : Dissertation Universität Delft, 2011.
<https://www.carlstahl.nl/wp-content/uploads/2019/06/The-Green-Building-Envelope-def.pdf>
65. Baumann, R. Pflanzliche Verschattungselemente an der Geb u doberfl che als Maßnahme zur Reduzierung der Strahlungsbelastung unter sommerlichen Bedingungen. Kassel : s.n., 1980.
66. Schmidt, Marco. Fassadenbegrünung zur Primärenergieeinsparung durch Geb u deverschattung und -kühlung. Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2014. 2014, S. 89-91.
67. Köhler, M. Fassaden- und Dachbegrünung. Stuttgart : s.n., 1993.
68. Stocker, Michael. Zur Biodiversität begrünter Fassaden. Tiere in und an Geb u den. Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2016. 2016, S. 85.
69. Schl  er, S. Zur Akzeptanz von Fassadenbegrünung. Meinungsbild Kölner Bürger - eine Bevölkerungsbefragung. s.l. : PhD Universität Köln, 2003. <https://kups.ub.uni-koeln.de/924/2/Hauptteil.pdf>
70. Gunkel, Susanne. Positive Resonanz kommt von allen Seiten. Dach+Grün. 2013, 1, S. 36-40.
71. MBW. Empfehlungen zur Fassadenbegrünung an öffentlichen Bauwerken. Düsseldorf : Nordrhein-Westfalen, Ministerium für Bauen und Wohnen des Landes, 1991.
72. Preuss, S., Riedel, U. und Szemeitzke, B. Fassadenbegrünung als stadt kologische Bewohneraktivit t Bremen : s.n., 1993.
73. BfLR. Lokale Identität und lokale Identifikation. Information zur Raumentwicklung. 1987, 3.
74. Fjeld, T., et al. The effect of interior planting on health and discomfort among workers and school children. Horttechnology 10(1). 2000, S. 46-52.
<https://journals.ashs.org/downloadpdf/view/journals/horttech/10/1/article-p46.pdf>
75. Fjeld, T. und Bonnevie, C. The effect of plants and artificial daylight in the wellbeing and health of office workers, school children and health care personnel. Floriade: Plants for People Symposium. 2002. <https://greenplantsforgreenbuildings.org/wp-content/uploads/2014/01/PlantsArtificialDaylight.pdf>
76. Park, S.H. und Mattson, R.H. Therapeutic Influences of Plants in Hospital Rooms on Surgical Recovery. Hortscience 44. 2009, S. 102 - 105.
<https://journals.ashs.org/hortsci/downloadpdf/view/journals/hortsci/44/1/article-p102.pdf>
77. Kluge, B.M. BMW-Pilotprojekt: Das gr ne B ro. s.l. : Deutsche Gesellschaft f r Hydrokultur, 2012.
https://www.systemgruen.com/wp-content/uploads/Das_gruene_Buero.pdf
78. Knight, C. und Haslam, S. The relative merits of lean, enriched and empowered offices. Journal of Experimental Psychology Vol. 16. 2010, S. 158 –172.
https://www.researchgate.net/publication/44689760_The_Relative_Merits_of_Lean_Enriched_and_Empowered_Offices_An_Experimental_Examination_of_the_Impact_of_Workspace_Management_Strategies_on_Well-Being_and_Productivity
79. Dravigne, A., et al. The Effect of Live Plants and Window Views of Green Spaces on Employee Perceptions of Job Satisfaction. Hortscience 43(1). 2008, S. 183-187.
https://www.researchgate.net/publication/288753443_The_Effect_of_Live_Plants_and_Window_Views_of_Green_Spaces_on_Employee_Perceptions_of_Job_Satisfaction
80. Banse, B. Luftreinigung durch Pflanzen - Innenraumbegrünung. Bonn: Zentralverband Gartenbau, 1995.

81. Zluwa, Irene, et al. Vertikale Innenraumbegrünung in Klassenräumen - Ergebnisse zu Systemeignung und Raumklima. GebäudeGrün. 2018, Bd. 3, S. 34-38. GebäudeGrün.online: Verlagsbeilage der Fachmedien in Grün und Bau
82. Nieuwenhuis, M., et al. The relative benefits of green versus lean office space: Three field experiments. Journal of Experimental Psychology. 28. 07 2014, S. 199-214.
https://www.researchgate.net/publication/264395358_The_Relative_Benefits_of_Green_Versus_Lean_Office_Space_Three_Field_Experiments
83. Bringslimark, T., Hartig, T. und G.Patil. Psychological benefits of indoor plants in workspaces: putting experimental results into context. Hortscience 42(3). 2007, S. 581-587.
<https://journals.ashs.org/downloadpdf/view/journals/hortsci/42/3/article-p581.pdf>
84. Lohr, V.I., Pearson-Mins, C.H. und Goodwin, G.K. Interior plants may improve worker productivity and reduce stress in a windowless environment. Environmental Horticuture. 06 1996, S. 97 - 100.
<http://hrijournal.org/doi/pdf/10.24266/0738-2898-14.2.97>
85. Bucher, Anette, et al. Unterstützung der Klimatisierung von energetisch hocheffizienten Gebäuden durch vertikale Innenraumbegrünung. Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2017. 2017, S. 30.
86. Grüne Schulen GRÜNEzukunftSCHULEN. Grüne Schuloasen im Neubau. Fokus Planungsprozess und Bestandsgebäude. Executive Summary, 2020 https://smartcities.at/wp-content/uploads/sites/3/20211116_GZS_Executive-Summary.pdf
87. Tudiwer, D., Korjenic, A. The effect of an indoor wall system on humidity, mould spores and CO2 concentration, Energy and Buildings, 2017, Bd. 146, S.73-86
<https://repositum.tuwien.at/handle/20.500.12708/146528>
88. Case Study Biotope city Vienna, OPPLA 21373, provided by Stiftung Biotope City, 2020
<https://oppla.eu/casestudy/21373>
89. Manso, M., Teotónio, I., Silva, C. M., & Cruz, C. O. (2021). Green roof and green wall benefits and costs: A review of the quantitative evidence. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 135, 110111. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110111>
90. Dong, J., Lin, M., Zuo, J., Lin, T., Liu, J., Sun, C., Luo, J. (2020): Quantitative study on the cooling effect of green roofs in a high density urban Area - A case study of Xiamen, China. Journal of Cleaner Production 255 (2020) 120152. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120152>
91. Teemusk A., Mander, Ü. (2009). Temperature regime of planted roofs compared with conventional roofing systems. Ecological Engineering 36, 91-95. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.09.009>
92. Solcerova, A., van den Ven, F., Wang, M., Rijdsdijk, m. van de Giesen, N. (2017). Do green roofs cool the air? Building and Environment 111 (2017) 249-255.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.10.021>
93. Baryla, A., Gnatowski, T., Karczmarczyk, A., Szatylowicz, J. (2019). Changes in Temperature and Moisture Content of an Extensive-Type Green Roof. Sustainability 2019, 11, 2498.
<https://doi.org/10.3390/su11092498>
94. Richter, M. (2021). Klimafolgenanpassung durch Dachbegrünung - Quantifizierung des Potenzials durch Vergleich internationaler Studien und Messungen an Hamburger Beispielen. Dissertation.
https://repos.hcu-hamburg.de/bitstream/hcu/643/3/2022-05-12_richter-michael_dissertation.pdf
95. Pisello, A. L., Piselli, C., Cotana, F. (2015). Thermal Physics and energy performance of an innovative green roof system: The Cool-Green Roof. Solar Energy 116 (2015) 337-356
https://www.academia.edu/26126597/Thermal_physics_and_energy_performance_of_an_innovative_green_roof_system_The_Cool_Green_Roof
96. Gößner, D., Mohri, M., Krespach, j. J. (2021). Evapotranspiration Measurements and Assessment of Driving Factors: A Comparison of Different Green Roof Systems during Summer in Germany. Land

- 2021, 10 (12), 1334. <https://doi.org/10.3390/land10121334>
97. Beradi, U. (2016). The outdoor microclimate benefits and energy saving resulting from green roofs retrofits. *Energy and Buildings* 121 (2016) 217-229. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.03.021>
 98. Catalano, C., Laudicina, V.A., Badalucco, L., Guarino, R. (2018). Some European green roof norms and guidelines through the lens of biodiversity: Do ecoregions and plant traits also matter? *Ecological Engineering* 115 (2018) 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.01.006>
 99. Köhler, M.; Ksiazek-Mikenas, K. (2018): Green Roofs as Habitats for Biodiversity. In: Perez, G., u. K. Perini (Hrsg.). *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*. 239-249. Elsevier Butterwoth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812150-4.00022-7>
 100. Vanstockem, J.; Bastiaens, A.; Helsen, K.; Somers, B.; Hermy, M., 2019: Community assembly on extensive green roofs: Effects of dispersal-, abiotic- and biotic filtering on the spontaneous species- and functional diversity. *Journal of Vegetation Science* 30: 1078-1088. <https://doi.org/10.1111/jvs.12789>
 101. Filazzola, A., Shrestha, N., MacIvor, S. (2019). The contribution of constructed green infrastructure to urban biodiversity: A synthesis and meta-analysis. *J Appl Ecol.* 2019: 1–13. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13475>
 102. Ksiazek-Mikenas, K. (2017): *The Potential of Green Roofs to Provide Habitat for Native Plant Conservation Dissertation*. Bot. Garten Chicago, Chicago. https://www.researchgate.net/publication/285578811_The_potential_of_green_roofs_to_support_urban_biodiversity
 103. Heller, P. (2020). *Heuschreckenerhebungen auf begrünten Dächern in Basel, Zürich und Aarau – Kurzbericht zuhanden der ZHAW Forschungsgruppe Stadtökologie*. <https://www.zhaw.ch/storage/lsvm/institute-zentren/iunr/stadtoekologie/heuschrecken-auf-gruendaechern.pdf>
 104. MacIvor, J. S., & Lundholm, J. (2011). Insect species composition and diversity on intensive green roofs and adjacent level-ground habitats. *Urban ecosystems*, 14(2), 225-241. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-010-0149-0>
 105. Kratschmer, S., Kriechbaum, M., & Pachinger, B. (2018). Buzzing on top: Linking wild bee diversity, abundance and traits with green roof qualities. *Urban Ecosystems*, 1-18. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-017-0726-6>
 106. Coffman, R. R., & Waite, T. (2011). Vegetated roofs as reconciled habitats: rapid assays beyond mere species counts. *Urban Habitats*, 6(1). https://www.urbanhabitats.org/v06n01/vegetatedroofs_full.html
 107. Nash, C., Clough, J., Gedge, D., Lindsay, R., Newport, D., Ciupala, M. A., & Connop, S. (2016). Initial insights on the biodiversity potential of biosolar roofs: a London Olympic Park green roof case study. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 62(1-2), 74- 87. <https://doi.org/10.1080/15659801.2015.1045791>
 108. Dettmar, J., Drebes, C., Sieber, S. (2020). *Energetische Stadtraumtypen – Strukturelle und energetische Kennwerte von Stadträumen*. Stuttgart.
 109. Brunetti, G., Papagrigoriu, I.-A., Simunek, J., Stumpp, C. (2021). Green Roofs for domestic wastewater treatment: Experimental analysis of nitrogen turnover. *Journal of Hydrology* 603 (2021) 127132. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.127132>
 110. Kuronuma, T., Watanabe, H., Ishihara, T., Kou, D., Touda, K., Ando, M., Shindo, S. (2018). CO2 Payoff of Extensive Green Roofs with Different Vegetation Species. *Sustainability* 2918, 10, 2256. <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/7/2256>

111. Quelle: Engel, T. (2023) Brandschutz für biogene Fassaden – Experimentelle Untersuchungen als Grundlage brandschutztechnischer Prinzipien, Dissertation TU München.
<https://mediatum.ub.tum.de/doc/1715368/1715368.pdf>
112. Heusinger, J., Weber, S. (2017). Extensive green roof CO₂ exchange and its seasonal variation quantified by eddy covariance measurements. *Science of The Total Environment*.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.052>
113. Kratschmer, S.; Kriechbaum, M.; Pachinger, B. (2018): Buzzing on top: Linking wild bee diversity, abundance and traits with green roof qualities. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-017-0726-6>
114. Engel, T.; Werther, N. (2024) Fire Safety for Green Facades: Part 1: Basics, State-of-the Art Research and Experimental Investigation of Plant Flammability. *Fire Technology: Fire Safety for Green Façades: Part 1: Basics, State-of-the-Art Research and Experimental Investigation of Plant Flammability | Fire Technology*
<https://mediatum.ub.tum.de/doc/1740594/6davegy1lpwtor52zl1xljxpl.s10694-024-01566-0.pdf>
115. Zhao, M., Srebric, J., Berghage, R. D., Dressler, K. A. (2015). Accumulated snow layer influence on the heat transfer process through green roof assemblies. *Building and Environment* 87 (2015) 82-91.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.12.018>
116. Penalvo-Lopez, E., Carcel-Carrasco, J., Alfonso-Solar, D., Valencia-Salazar, I., Hurtado-Perez, E., (2020). Study of the Improvement on Energy Efficiency for a Building in the Mediterranean Area by the Installation of a Green Roof System. *Energies* 2020, 13, 1246. <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/5/1246>
117. Zirkelbach, D., Schafaczek, B. (2013). Ermittlung von Materialeigenschaften und effektiven Übergangsparametern von Dachbegrünungen zur zuverlässigen Simulation der hygrothermischen Verhältnisse in und unter Gründächern bei beliebigen Nutzungen und unterschiedlichen Standorten. IBP-Bericht HTB-13/2013. <https://www.ibp.fraunhofer.de/content/dam/ibp/ibp-neu/de/dokumente/publikationen/ht/abschlussbericht-hygrothermische-energetische-auswirkung-gruendaechern.pdf>
118. BuGG – Bundesverband GebäudeGrün (2021). BuGG-Marktreport GebäudeGrün 2021 – Dach-, Fassaden und Innenraumbegrünung Deutschland. Eigenverlag. ISSN 2750-3763
https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-fachinfos/Marktreport/BuGG-Marktreport_Gebaeudegruen_2021.pdf
119. Teotonio, I., Oliveira Cruz, C., Matos Silva, C., Morais, J. (2020). Investing in Sustainable Built Environments: The Willingness to Pay for Green Roofs and Green Walls. *Sustainability* 2020, 12, 3210.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/8/3210>
120. Gupta, S., Anand, P., Kakkar, S., Sagar, P., Dubey, A. (2017). Effect of evapotranspiration on performance improvement of photovoltaic-green roof integrated system. *International Journal of Renewable Energy*. Vol. 12, No. 1, January-June 2017
<https://thaiscience.info/Journals/Article/IIRE/10985921.pdf>
121. Walker, R., Schenk, D., Jauch, M., Krummradt, I., Schmitz, H.-J., Iohr, D., Meinken, E. (2016). Optimierung der Evapotranspirations- und Kühlleistung extensiver Dachbegrünungen durch gezielte Nutzung von Grauwasser. Abschlussbericht über das AZ 28577-23 von der Deutschen Endstiftung Umwelt geförderte Forschungsprojekt. <https://opac.dbu.de/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-28577.pdf>
122. Krampfl, R. (2016): Bedeutung von Flachdächern für den Bruterfolg der Haubenlerche (*Galerida cristata*) an ausgewählten Standorten in Wien. Edited by Wiener Umweltschutzabteilung - MA 22. Wien. https://www.zobodat.at/pdf/MA22-Wien_111_0001-0008.pdf

123. PROGREENCITY (2014): Modellierung von Fassadenbegrünungen auf den Außenraum- Vergleich mit einem extremen Szenario. Zugriff am 15.11.2015
124. Mazzali, U., Peron, F., Romagnoni, P., Pulselli, R. M. (2013). Experimental investigation on the energy performance of Living Walls in a temperate climate. *Building and Environment* 64 (2013), 57-66. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036013231300084X>
125. Cameron, R. W. F., Taylor, J., Emmett, M. (2015). A Hedera green façade e Energy performance and saving under different maritime-temperate, winter weather conditions. *Building and Environment* 92 (2015), 111-121. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.04.011>
126. Hoelscher, M.-T., Nehls, T., Jäniche, B., Wessolek, G. (2016). Quantifying cooling effects of facade greening: Shading, transpiration and insulation. *Energy and Buildings* 114 (2016) 283-290. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778815300761>
127. Perez, G., Goma, J., Chafer, M., Cabeza, L. F. (2022). Seasonal influence of leaf area index (LAI) on the energy performance of a green façade. *Building and Environment* 207 (2022), 108497. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132321008921>
128. Sternberg, T., Viles, H., Cathersides, A., Edwards, M. (2010). Dust particulate absorption by ivy (*Hedera helix* L) on historic walls in urban environments. *Science of the Total Environment* 409 (2010) 162-168 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.09.022>
129. Pugh, T., MacKenzie, A.R., Whyatt, J.D., Hewitt, C.N. (2012). Effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons. *Environ Sci Technol*, 46:7692-9. <https://doi.org/10.1021/es300826w>
130. Jayasooriya, V., Ng, A., Muthukumaran, S. & Perera, B. (2017). Green infrastructure practices for improvement of urban air quality. *Urban For Urban Green*, 21, 34-47. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.11.007>
131. ZAE Bayern (Hrsg.). (2018) Messungen des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) an Vertiko- Begrünungselementen. 2018 – unveröffentlicht
132. Lanner, J. (2022): Endbericht Wildbienen an Vertikalbegrünungen. <https://www.wien.gv.at/kontakte/ma22/studien/pdf/wildbienen-vertikalbegrueunungen.pdf>
133. Kloster, N., Malla, F., Lorenz, L. (2021). Akustische Eigenschaften von vertikalen Begrünungssystemen. *GebäudeGrün*, 3/2020, 32f.
134. Raanaas, R., Evensen, K. H., Rich, D. Sjöstrom, G., Patil, G. (2011). Benefits of indoor plants on attention capacity in office setting. *Journal of Environmental Psychology* 31 (2011) 99-105. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.11.005>
135. Cirkel, D., Voortman, B., van Veen, T., & Bartholomeus, R. (2018). Evaporation from (Blue-) Green Roofs: Assessing the Benefits of a Storage and Capillary Irrigation System Based on Measurements and Modeling. *Water*, 10(9), 1253. <https://doi.org/10.3390/w10091253>
136. Liu K, Minor J. Performance evaluation of an extensive green roof 1. Washington DC.: Presentation at Green Rooftops for Sustainable Communities; 2005. p. 1–11. https://sustainabletechnologies.ca/app/uploads/2013/03/NRC_EastviewGRrept.pdf
137. Bevilacqua, P., Mazzeo, D., Bruno, R., Arcuri, N. Experimental investigation of the thermal performances of an extensive green roof in the Mediterranean area. *Energy Build* 2016;122:63–79 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778816302183>
138. Bevilacqua, P., Mazzeo, D., Bruno, R., Arcuri, N. Surface Temperature Analysis of an Extensive Green Roof for the Mitigation of Urban Heat Island in Southern Mediterranean Climate – 2017 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778817318984>

139. Xiao M., Lin Y., Han J., Zhang G. A review of green roof research and development in China. *Renew Sustain Energy Rev* 2014;40:633–48.
https://www.researchgate.net/publication/267747871_A_Review_of_Green_Roofs_Research_and_Development_in_China
140. Santamouris, M., (2014) Cooling the cities - a review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Sol Energy* 2014;103:682–703 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X12002447>
141. Stec W.J., van Paassen A.H.C., Maziarz A. Modelling the double skin facade with plants. *Energy Build* 2005;37:419–27.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778804002531>
142. Esfahani, R.E., T.A. Paço, T.A., Martins, D., Arsénio, P. (2022). Increasing the resistance of Mediterranean extensive green roofs by using native plants from old roofs and walls. *Ecological Engineering*: 178, 106576
<https://repositorio.ulisboa.pt/bitstream/10400.5/26868/1/Increasing%20the%20resistance%20of%20Mediterranean%20extensive%20green%20roofs%20by%20using%20native%20plants%20from%20old%20roofs%20and%20walls.pdf>
143. Rocha, B., Paço, T. A., Luz, A. C., Palha, P., Milliken, S., Kotzen, B., Branquinho, C., Pinho, P., & de Carvalho, R. C. (2021). Are Biocrusts and Xerophytic Vegetation a Viable Green Roof Typology in a Mediterranean Climate? A Comparison between Differently Vegetated Green Roofs in Water Runoff and Water Quality. *Water*, 13(1), 94 <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/1/94>
144. Paço, T. A., Cruz de Carvalho, R., Arsénio, P., & Martins, D. (2019). Green Roof Design Techniques to Improve Water Use under Mediterranean Conditions. *Urban Science*, 3(1),14.
<https://www.mdpi.com/2413-8851/3/1/14>
145. Silva, J., Paço, T. A., Sousa, V., & Silva, C. M. (2021). Hydrological Performance of Green Roofs in Mediterranean Climates: A Review and Evaluation of Patterns. *Water*, 13(18), 2600.
<https://www.mdpi.com/2073-4441/13/18/2600>
146. Ecology of Green Roofs - GROOVES (Green Roofs Verified Ecosystem Services) - Regional biodiversity agency of Ile-de-France – 2021
https://en.institutparisregion.fr/fileadmin/NewEtudes/000pack2/Etude_2782/green_roofs_bat.pdf
147. Hédont M., Steffen J. and P. Prunier. La biodiversité floristiques des toitures végétalisées du canton de Genève. In Rochefort S., Prunier P. Boivin P., Camponovo R. & D. Consuegra. Rapport final du projet “Toitures végétalisées” (TVEG) | Plante & Cité Suisse. 2014. 193 S.
148. Prunier P. & J. Steffen (Ed.) 2018. Végétalisation des surfaces minérales urbaines. Toitures, murs, carrières : retours d'expériences. Résumés des communications et programme de la journée. 18 p.
https://plante-et-cite.ch/wp-content/uploads/2018/06/R%C3%A9sum%C3%A9s_journ%C3%A9e_valorisation_8juin.pdf
149. Pineda-Martos, R. et al. (2024). Implementing Nature-Based Solutions for a Circular Urban Built Environment https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-45980-1_28
150. Wong I, Baldwin AN. Investigating the potential of applying vertical green walls to high-rise residential buildings for energy-saving in sub-tropical region. *Building and Environment* 97(10):34–39 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132315301906>
151. Varela, Z., Real, C., Branquinho, C., do Paço, T. A., & Cruz de Carvalho, R. (2021). Optimising Artificial Moss Growth for Environmental Studies in the Mediterranean Area. *Plants*, 10(11), 2523.
<https://www.mdpi.com/2223-7747/10/11/2523>
152. Cruz de Carvalho, R., Varela, Z., do Paço, T. A., & Branquinho, C. (2019). Selecting Potential Moss Species for Green Roofs in the Mediterranean Basin. *Urban Science*, 3(2), 57.
<https://www.mdpi.com/2413-8851/3/2/57>

153. Fournier M. & P. Boivin. Etude des substrats et de l'hydrologie des toitures végétalisées du canton de Genève. In Rochefort S., Prunier P. Boivin P., Camponovo R. & D. Consuegra. Rapport final du projet "Toitures végétalisées" (TVEG) | Plante & Cité Suisse. 2016. 193 S. https://plante-et-cite.ch/wp-content/uploads/2018/06/TVEG_compil_final_R.pdf
154. Connelly, M., Hodgson, M. Experimental investigation of the sound transmission of vegetated roofs. *Applied Acoustics* 74 (10) (2013) 1136–1143.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.apacoust.2013.04.003>
155. Coma, J., Pérez, G., Solé, C., Castell, A., & Cabeza, L. F. (2016). Thermal assessment of extensive green roofs as passive tool for energy savings in buildings.
<https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/78475e9a-b693-4401-91fb-9b5c716c1506/content>
156. Gruchmann-Bernau, E. (2019): Wildbienen auf Solargründächern in Großraum Wien, Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien https://efb-greenroof.eu/wp-content/uploads/2025/03/20190314_Masterarbeit_GruchmannBernau_WildbienenaufSolargrunda- chern-.pdf
157. Köhler, M., Wiartalla, W. & Feige, R. (2007): Interaction between PV-Systems and extensive green roofs. Session 3.3: Energy and Thermal Performance at the Fifth Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Minneapolis <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/20926951>
158. Hui, S. & Chan, S. (2011): Integration of green roof and solar photovoltaic systems. Paper submitted to Joint Symposium: Integrated Building Design in the New Era of Sustainability, Hongkong. http://ibse.hk/cmhui/JS-2011-samhui_fullpaper01.pdf
159. Osma-Pinto, G., Ordóñez-Plata, G. (2019): "Measuring factors influencing performance of rooftop PV panels in warm tropical climates"; *Solar Energy*, Volume 185, Pages 112-123, Measuring factors influencing performance of rooftop PV panels in warm tropical climates - ScienceDirect
160. Dockx, Y., Täubel, M., Bijnens, E. M., Witters, K., Valkonen, M., Jayaprakash, B., Hogervorst, J., Nawrot, T. S., & Casas, L. (2022). Indoor green can modify the indoor dust microbial communities. *Indoor Air*, 32(3), e13011. <https://lirias.kuleuven.be/retrieve/683483>
161. Henke, A. (2017): Photovoltaik in Kombination mit Dach- und Fassadenbegrünungen. *GebäudeGrün*, 1/04, pg. 30-33. Ulrich Patzer Verlag, Berlin
162. Baumann et al. (2018): Performance Analysis of Vertically Mounted Bifacial PV Modules on Green Roof System
https://www.researchgate.net/publication/328020470_Performance_Analysis_of_Vertically_Mounted_Bifacial_PV_Modules_on_Green_Roof_System
163. Steffen J., Heiniger C., Mörch F., Winkelmann J. & P. Prunier. 2024. Projet PLANETE (PLANtes, ENergie & TEMpérature). Rapport final. HEPIA & SIG, Genève. 57 p.
164. Besir, A. B., and E. Cuce. Green roofs and facades: A comprehensive review; 2018. p. 927-928. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117313680?via%3Dihub>
165. Pérez G., Coma J., Sol S., & Cabeza L. F. (2017). Green facade for energy savings in buildings: The influence of leaf area index and facade orientation on the shadow effect.
<https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/fa1e295d-ef7f-429c-9cfd-3c73c1d0a76c/content>
166. Alexandri, E. and Jones, P. (2008) Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment* 43 (2008) 480–493.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.10.055>.

167. Talhinhos, P., Ferreira, J. C., Ferreira, V., Soares, A. L., Espírito-Santo, D., & Paço, T. A. d. (2023). In the Search for Sustainable Vertical Green Systems: An Innovative Low-Cost Indirect Green Façade Structure Using Portuguese Native Ivies and Cork. *Sustainability*, 15(6), 5446
<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/6/5446>
168. Marchi M, Pulselli RM, Marchettini N, Pulselli FM, Bastianoni S. Carbon dioxide sequestration model of a vertical greenery system. *Ecol Model* 2015;306:46–56
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304380014003925>
169. Djedjig R., Belarbi R., & Bozonnet E. (2017). Green wall impacts inside and outside buildings: experimental study.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217356679>
170. Rodrigues, M., Arsénio, P., & Paço, T. A. d. (2024). The Use of Drought-Tolerant Vegetation on Green Roofs: A Method for the Digital Photographic Monitoring of Its Development. *Horticulturae*, 10(1), 106. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10010106>
171. Magistratsabteilung 39. (2020). Brandverhalten von Grünfassaden in großmaßstäblichen Versuchen. Wiener Wohnbauforschung. Project team: Danzinger K., Pommer G., Pomper S., Werner D. <https://www.wohnbauforschung.at/index.php?id=502>

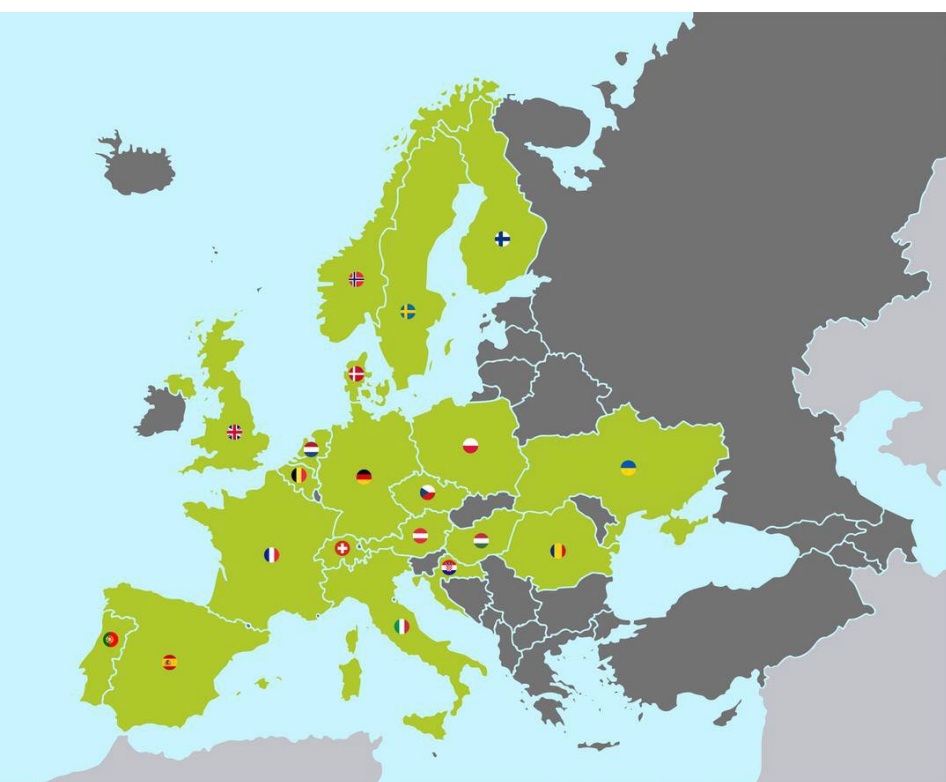
6. Despre EFB - Federația Europeană a Asociațiilor de Acoperișuri și Pereți Verzi

Federația Europeană a Asociațiilor de Acoperișuri Verzi și Pereți Verzi (EFB) este o organizație non-profit, înființată în 1997 ca Organizație Umbrelă Europeană pentru asociațiile naționale de infrastructură verde, asigurând reprezentarea activă a intereselor internaționale la nivel european.

EFB oferă o rețea prietenoasă pentru cei 18 membri naționali actuali, acoperind peste 1600 de întreprinderi mici și mijlocii, universități, institute de cercetare, administrații locale, factori de decizie publică și diverse entități legate de planificare și arhitectură, implicate în fabricarea, furnizarea și construirea de acoperișuri și pereți verzi. Membrii sunt activi în diferite domenii, cu conferințe și evenimente de informare, ghiduri, standarde, proiecte de cercetare și implementare.

Domenii cheie de activitate ale EFB:

- Rețeaua umbrelă a asociațiilor naționale de acoperișuri verzi și pereți verzi (sectorul NPO) din Europa
- Comunicare deschisă publicului, diseminare prin intermediul platformelor de socializare, interviuri, evenimente etc.
- Schimb deschis de cunoștințe și bune practici prin seminarii, webinare, întâlniri și alte evenimente
- Expertiză în afaceri, chestiuni legate de piață și CSR în soluții bazate pe natură (NBS) pentru clădiri
- Partajarea expertizei în tehnologia vegetației pentru ecologizarea sistemelor de construcții în toate zonele climatice
- Furnizarea de expertiză în politicile UE și naționale, reglementările și standardele planurilor de construcții legate de NBS
- Legătura cu Comisia Europeană și implicarea în diverse grupuri de lucru și platforme
- Implementarea de acțiuni comune cu ramura verde Europa: SoGreen, ELCA, IFLA, EILO, ENA, WUP, WGIN, ECTP etc.



7. Asociațiile Naționale de Acoperișuri Verzi și Pereți Verzi din Europa

Austria: [Verband für Bauwerksbegrünung \(VfB\)](#)



Misiunea Asociației Austriece pentru Acoperișuri Verzi și Pereți Vii (VfB), fondată în 1991, este de a promova conștientizarea publicului cu privire la beneficii, de a colabora cu standardele tehnice de calitate și de a le dezvolta în continuare, precum și de a informa părțile interesate cu privire la diverse aspecte. Din 2017, asociația austriacă deține 100% centrul de competență austriac și unitatea centrală de coordonare. [GRÜNSTATGRAU](#) cu peste 380 de parteneri.

Belgia: [Federația belgiană pentru DAK și GEVELgroen \(BFDG\)](#)



Încă de la înființarea sa în 2021, misiunea BFDG este de a crește calitatea și gradul de conștientizare a acoperișurilor verzi și a pereților verzi pe piața construcțiilor și de a îmbunătăți calitatea și reputația acoperișurilor verzi și a fațadelor verzi pe piața construcțiilor. Pentru a realiza acest lucru, diverse comitete specializate se concentrează pe determinarea calificărilor diferiților stratificatori și a relației dintre aceștia, pe baza ghidurilor europene și a expertizei științifice.

Croația: [Asociația Națională pentru Acoperișuri și Fațade Verzi \(GRoF\)](#)



Înființată în iulie 2024, GRoF este o asociație profesională voluntară care promovează integrarea acoperișurilor și fațadelor verzi în planificarea urbană. Ca răspuns la practicile fragmentate, aceasta își propune să definească standarde clare și să consolideze rolul spațiilor verzi din clădiri în politica de construcții. Din 2025, GRoF face parte din rețeaua EFB.

**Republica Cehă: [Svaz zakládání a údržby zeleně, zs\(SZÚZ.\) - Asociace zelených](#)
[intindere și etansare \(AZSF\)](#)**



Asociația Cehă pentru Acoperișuri Verzi și Pereți Vii (AZSF) a fost fondată în 2013 în cadrul Asociației Cehe pentru Grădini Peisagistice (SZÚZ). Aceasta cuprinde persoane fizice și juridice care desfășoară activități comerciale în domeniile amenajării peisagistice și amenajării spațiilor verzi pentru clădiri, în special acoperișuri și fațade verzi. Oferă seminarii, publică ghiduri de specialitate, rapoarte de piață verzi și organizează concursul național „Acoperișul Verde al Anului”.

**Franța: [Association de la végétalisation de l'îlot bâti et des infrastructures vertes](#)
[\(ADIVET\)](#)**



Fondată în 2002, ADIVET și-a extins atenția dincolo de misiunea sa inițială de ecologizare a clădirilor pentru a include și infrastructura, deoarece ecologizarea acestor zone abordează aceleași probleme, implică adesea aceiași actori și oferă servicii ecosistemice similare. Asociația este activă în comunicare, formare și colaborare internațională, contribuind la dezvoltarea durabilă a ecologizării urbane. Aceasta reunește toți actorii din lanțul valoric al ecologizării clădirilor și infrastructurii urbane din Franța.

Germania: [Bundesverband GebäudeGrün e. V. \(BuGG\)](#)



Bundesverband GebäudeGrün e. V. (BuGG), formată prin fuziunea celor două asociații consacrate, care anterior acționau independent, Deutscher Dachgärtner Verband eV (DDV) și Fachvereinigung Bauwerksbegrünung eV (FBB), reprezintă peste 560 de membri din diverse sectoare ale acoperișurilor verzi, pereților verzi și amenajărilor interioare. Promovează ecologizarea clădirilor prin advocacy, expertiză tehnică, creare de rețele și informare publică. BuGG oferă resurse neutre față de companii, cum ar fi ghiduri, fișe informative și rapoarte de piață, găzduiește simpozioane și premii și colaborează cu factorii de decizie și asociațiile comerciale pentru a promova practicile de ecologizare în Germania.

**Ungaria: [Magyar Kertépítők Országos Szövetsége \(MAKEOSZ\)](#)
[Zöldtető- és Zöldfal Építők Országos Szövetsége \(ZEOSZ\)](#)**



MAKEOSZ (Asociația Antreprenorilor Peisagiști din Ungaria) reprezintă antreprenori peisagiști dedicați lucrărilor profesionale de înaltă calitate. O divizie specializată (ZEOSZ) se concentrează pe acoperișuri și pereți verzi, reflectând rolul semnificativ al acestora în portofoliile multor membri. MAKEOSZ promovează construcțiile ecologice prin îndrumări, educație și colaborare.

Italia: [Associazione Italiana Verde Pensile \(AIVEP\)](#)



AIVEP este o organizație non-guvernamentală, non-profit, fondată în 1997, care promovează toate activitățile naționale legate de acoperișuri verzi, fațade verzi și alte tehnologii cu funcții legate de vegetație în arhitectură. Reunește toți cei care lucrează profesional și științific în domeniul acoperișurilor verzi sau sunt interesați de tema acoperișurilor verzi pentru a combina resursele și energiile.

Olanda: [Vereniging Bouwwerk Begroeners \(VBB\)](#)



VBB este Asociația Olandeză pentru Construcții Verzi, fondată în 2008. Aceasta acționează ca o platformă de cunoștințe pentru acoperișuri multifuncționale și verzi, fațade verzi și amenajări interioare. În calitate de deținător al licenței standardului de calitate olandez VBB-FLL, misiunea VBB este de a împărtăși cunoștințe, de a oferi servicii de consultanță și de a menține un standard de înaltă calitate în sectorul ecologizării.

Polonia: [Polskie Stowarzyszenie „Dachy Zielone” \(PSDZ\)](#)



POLSKIE STOWARZYSZENIE
DACHY ZIELONE

Membrii unității Asociației Poloneze pentru Acoperișuri Verzi, inclusiv cercetători, arhitecți, consultanți și oficiali guvernamentali, se concentrează pe acoperișuri verzi și pereți verzi din 2009. Asociația promovează infrastructura verde și beneficiile acesteia prin traininguri și conferințe. Scopul este cooperarea cu birourile municipale, contribuind la crearea de politici locale și naționale privind importanța infrastructurii verzi pentru orașe. Lucrează la crearea de linii directoare și politici naționale pentru a încuraja utilizarea acoperișurilor și pereților verzi.

Portugalia: [Associação Nacional de Coberturas Verdes \(ANCV\)](#)

GREENROOFS®

INNOVATED BY ANCV

ANCV este o organizație non-profit, fondată în 2015, care își propune să promoveze infrastructura verde în orașe, în special pe cea care poate fi instalată pe clădiri, cum ar fi acoperișurile verzi, subliniind importanța și numeroasele contribuții pe care acestea le pot aduce la posibilitatea de a crea teritorii urbane sănătoase, sustenabile, biodiversă și rezistente.

România: [Asociația Constructorilor de Acoperișuri, Pereți și Fațade Verzi – \(Converde\)](#)



Converde a apărut după o perioadă lungă de timp în care fondatorii s-au străduit individual să contribuie la dezvoltarea pieței de acoperișuri și fațade verzi din România. Realizarea lor colectivă a dus la înființarea în 2023 a unei entități tinere și profesioniste. Aceasta colaborează cu arhitecți, dezvoltatori și municipalități pentru a integra infrastructura verde în planificarea urbană, pledând în același timp pentru o legislație și standarde de susținere.

Scandinavia: [Asociația Scandinavă pentru Infrastructură Verde \(SGIA\)](#)



SGIA este o organizație non-profit cu membri din mediul academic, departamente municipale, antreprenori în domeniul acoperișurilor verzi, arhitecți, dezvoltatori și alte organizații interesate de acoperișuri verzi și infrastructura verde urbană. Asociația construiește o punte între actorii scandinavi ai infrastructurii verzi prin crearea unei platforme pentru schimbul de cunoștințe, obținerea de inspirație și crearea de colaborări între actorii dedicați dezvoltării unei infrastructuri verzi reziliente. SGIA lucrează activ pentru a ghida dezvoltarea orașelor scandinave către orașe locuibile prin procesul de renaturalizare a zonelor urbane și, în acest fel, pentru a obține beneficii atât pentru natură, cât și pentru oameni și economie.

Elveția: [Schweizerische Fachvereinigung Gebäudebegrünung \(SFG\)](#)



SCHWEIZERISCHE FACHVEREINIGUNG GEBÄUDEBEGRÜNUNG
ASSOCIATION SUISSE DES SPECIALISTES DU VERDISSEMENT DES EDIFICES

Fondată în 1996, SFG reunește profesioniști, planificatori și companii pentru a promova acoperișuri verzi, fațade și interioare în Elveția. Cunoscută pentru angajamentul său față de calitatea durabilă și execuția profesională, publică standarde și ghiduri recunoscute de asigurare a calității. Astăzi, este recunoscută ca o instituție specializată de top la nivel național în domeniile acoperișurilor verzi, înverzirii fațadelor și înverzirii interioare, cu accent pe biodiversitate și acoperișuri verzi solare.

Spania: [Asociación Española de Cubiertas Verdes y Ajardinamientos Verticales \(ASESCUVE\)](#)



Fondată în 2010, ASESCUVE este punctul de întâlnire pentru profesioniștii care dezvoltă acoperișuri verzi și amenajări peisagistice verticale în Spania. Misiunea sa este de a promova acoperișurile și fațadele verzi, de a susține reglementări și standarde tehnice și de a spori sustenabilitatea urbană prin intermediul Soluțiilor Bazate pe Natură care au avut un impact pozitiv asupra mediului urban. Oferă instruire tehnică, reprezintă sectorul în instituțiile publice și colaborează la proiecte naționale și europene pentru dezvoltarea infrastructurii verzi.

Spania: [PRONATUR Natura și Agricultură Urbană \(PRONATUR\)](#)



PRONATUR este Societatea Spaniolă pentru Promovarea Naturii în Zonele Urbane și Rurale și a fost fondată în 1992. Aceasta promovează și coordonează activități între universitate, administrație și firme pentru îmbunătățirea naturii în mediul urban cu dimensiuni socioeconomice. Printre domeniile prioritare se numără sănătatea generală, mediul înconjurător, schimbările climatice, agricultura urbană durabilă, conservarea resurselor naturale, biodiversitatea, economia circulară, gestionarea apei, amenajarea peisagistică și recreerea, toate fiind aplicabile dezvoltării de proiecte de cercetare, organizării de evenimente, publicării de cărți și articole în colaborare cu instituții publice și private, atât internaționale, cât și naționale și locale.

Regatul Unit: [Organizația Acoperișurilor Verzi \(GRO\)](#)



GRO este o asociație comercială independentă, non-profit, înființată pentru a sprijini și dezvolta industria acoperișurilor verzi din Marea Britanie. Înființată în 2008, GRO reprezintă producători, contractori, furnizori și diverse părți interesate, precum ONG-uri, mediul academic și arhitecți. Organizația a elaborat Codul de bune practici pentru acoperișuri verzi GRO, publicat pentru prima dată în 2011 și actualizat în 2014 și 2021, pentru a oferi standarde și îndrumări industriale. Codul a fost adoptat pe scară largă în sectorul construcțiilor din Marea Britanie.

Ucraina: [Asociația Ucraineană pentru Infrastructură Verde \(UAGI\)](#)



UAGI este o organizație non-guvernamentală care reunește experți în industria peisagistică, oameni de știință și entuziaști care lucrează pentru a crea orașe sustenabile prin ecologizarea zonelor urbane. Fondată în 2023 pentru a combina experiența internațională a partenerilor cu abilitățile practice ale profesioniștilor și oamenilor de știință din industria peisagistică ucraineană. Obiectivele sale includ reconstrucția postbelică, schimbul de bune practici globale, organizarea de evenimente și conectarea științei cu practica pentru a crea orașe mai verzi și mai moderne.

8. Lista instituțiilor de cercetare axate pe cercetarea clădirilor ecologice

Austria

Universitate / Instituție de cercetare	Facultate / Institut / Departament	Persoana de contact	Legătură
Universitatea de Științe ale Vieții din Viena, BOKU	Institutul de Bioinginerie a Solului, Construcții peisagistice și Inginerie Vegetațională IBLB	Stangl R., Pitha U., Scharf B.	https://boku.ac.at/en/baunat/iblb
Universitatea de Științe ale Vieții din Viena, BOKU	Institutul de Amenajare a Peisajului (ILAP)	Reinwald, F.; Schneider, G.	https://boku.ac.at/en/rali/ilap
Universitatea de Științe ale Vieții din Viena, BOKU	Institutul de Peisaj Planificarea dezvoltării, recreerii și conservării ILEN	Brandenburg C.	https://boku.ac.at/en/rali/ilen
Universitatea de Științe ale Vieții din Viena, BOKU	Institutul de Inginerie Sanitară și Controlul Poluării Apei SIG	Langergraber G.	https://boku.ac.at/en/wau/sig
Universitatea Tehnică din Viena	Unitatea de Cercetare pentru Tehnologii Ecologice ale Clădirilor	Korjenic A.	https://www.tuwien.at/en/cee/mbb/obt
Universitatea Tehnică din Viena	Unitatea de cercetare arhitectură peisagistică	Hauck T.	https://ar.tuwien.ac.at/en/faculty/Institutes/Institutul-de-Design-Urban-și-Arhitectură-peisagistică/peisaj-arhitectură-și-planificare-peisagistică
Universitatea de Medicină din Viena	Centrul pentru sănătate publică	Haluza, D.	https://www.meduniwien.ac.at/web/en/about-us/organization/medical-science-divizii/centru-pentru-sănătate-publică/
Joanneum Research	Institutul pentru Climă, Sisteme Energetice și Societate	Kaltenegger I., Schwaiger H.	https://www.joanneum.at/life/en/
Institutul Austriac de Tehnologie	Trasee urbane rezistente la schimbările climatice	Tötzer T.	https://www.ait.ac.at/en/research-subiecte/căi-urbane-reziliante-la-climă
Institutul de Ecologie a Construcțiilor IBO - Asociația de Cercetare și GmbH		Figl G.	https://www.ibo.at/en/
GRÜNSTATTTGRAU Cercetare și Dezvoltare GmbH		Formanek S.	https://gruenstattgrau.at/en/partner/database/
Alchemia Nova - Institutul pentru economie circulară și soluții bazate pe natură			https://www.alchemia-nova.net/
Institutul de Cercetare a Fermei Verticale GmbH		Podmirseg D.	https://verticalfarminstitute.com/
Green4Cities GmbH		Schnepf D., Scharf B.	https://www.green4cities.com/en/
GreenPass GmbH		Kraus F., Scharf B.	https://greenpass.io/
AEE Intec - Institutul pentru Tehnologii Durabile			https://www.aee-intec.at/index.php?params=&lang=en

Republica Cehă

Universitate / Instituție de cercetare	Facultate / Institut / Departament	Persoana de contact	Legătură
Centrul Universitar pentru Clădiri Eficiente Energetice ale CTU (UCEEB)	Cercetare în Ecohidrologie Urbană Echipă (performanță termică, foc, retenție)	Sněhota M.	https://www.uceeb.cz/ro/home/
Universitatea Tehnologică din Brno	Facultatea de Inginerie Civilă - Materiale Avansate, Structuri și Tehnologii (AdMaS) (retenție, bilanț energetic)		https://admas.eu/ro/

(BUT)			
Jan Evangelista Purkyně Universitatea din Ústí nad Labem (UJEP)	Institutul pentru Economie și Politica de Mediu (IEEP) (economia mediului)	Hekrlé M.	https://www.ieep.cz/en/
Výzkumný ústav pro krajinu (VUKOZ) (Institutul de Cercetare a Peisajului)	(testarea substratului)	Dubský M.	https://www.vukoz.cz/
Universitatea Cehă de Științe ale Vieții (ČZU)	Facultatea de Științe ale Mediului (FŽP) - Departamentul de Ecologie - Ecologie insectă (biodiversitate insectă)	Knapp M.	https://www.fzp.czu.cz/cs/r-6894-o-facultate/r-6895-katedry-a-soucasti/r-7298-katedry/r-7299-katedra-ekologie/r-13227-vyzkumne-skupiny/r-13220-ekologie-hmyzu/r-13221-aktualitate
Universitatea din Boemia de Sud (JČU)	Facultatea de Științe - Departamentul de Botanică - Grupul de Ecologie Restauratoare (biodiversitate botanică)	Řehounková K.	https://www.restoration-ecology.eu/

Franța

Universitate / Instituție de cercetare	Facultate / Institut / Departament	Persoana de contact	Legătură
Științific și Tehnic Centrul pentru Construcții (CSTB)			https://www.cstb.fr/
Centrul pentru Studii privind Riscurile, Mediul, Mobilitatea și Urbanismul Planificare (Cerema)			https://www.cerema.fr/en/cerema
Muzeul Național de Istorie Naturală (MNHN)			https://www.mnhn.fr/en
Institutul de Ecologie și Științe ale Mediului din Paris (iEES Paris)			https://iees-paris.fr/en/
Laboratorul de Apă, Mediu și Sisteme Urbane (Leesu)			https://www.leesu.fr/?lang=ro

Germania

Universitate/Instituție de cercetare	Facultate / Institut / Departament	Persoana de contact	Legătură
Nürtingen- GeislingenUniversitatea (HfWU)	Facultatea de Peisagistică Arhitectură, Mediu și Planificare Urbană	Pfoser N.	https://www.hfwu.de/
Universitatea Tehnică din München (TUM)	Facultatea de Arhitectură	Ludwig F.	https://www.arc.ed.tum.de/en/gtla/profess-sefa/
Universitatea Hochschule Geisenheim (HGU)	Institutul de Amenajare a Peisajului și Tehnologie a Vegetației	Birgelen A. Stollberg M.	https://www.hs-geisenheim.de/forschung/institute/landsc-haftsbau-und-vegetationstechnik/ueberblick-institut-pentru-construcții-peisagistice-și-tehnică-de-vegetație
Universitatea de Științe Aplicate din Dresda (HTW)	Facultatea de Agricultură/ Mediu/Chimie	Günther H.	https://www.htw-dresden.de/en/luc
Neubrandenburg Universitatea de Științe Aplicate (HSNB)	Departamentul de Științe ale Peisajului și Geomatică		https://www.hs-nb.de/fachbereich-landschaftswissenschaften-und-geomatik/

Weihenstephan- Universitatea din Triesdorf Științe Aplicate (HSWT)	Institutul de Horticultură	Bucher, A.	https://www.hswt.de/en/research/researchprofil-h/instituții-de-cercetare/institut-de-horticultură
Universitatea Tehnică din Berlin (TUB)	Institutul de Peisaj Arhitectură și planificare de mediu	Richter S. Schmidt M.	https://www.tu.berlin/en/ilaup
Universitatea de Științe Aplicate și Tehnologie din Berlin (BHT)	Departamentul de Științe ale Vieții și Tehnologie	Gradul S.	https://www.bht-berlin.de/v
Universitatea din Kassel	Departamentul de Arhitectură, Urbanism și Amenajare Peisagistică	-	https://www.uni-kassel.de/fb06/en/
Universitatea de Științe Aplicate din Osnabrück	Facultatea de Științe Agricole și Arhitectură Peisagistică	Kiehl K.	https://www.hs-osnabrueck.de/wir/fakultaeten/aul/
Universitatea HafenCity din Hamburg (HCU)	Departamentul de planificare urbană și infrastructură durabilă (USIP)	Dickhaut W. Richter M.	https://www.hcu-hamburg.de/master/reap
Universitatea Leibniz din Hanovra (LUH)	Institutul de Arhitectură Peisagistică	-	https://www.ila.uni-hannover.de/en/
Institutul de Stat Bavarez pentru Viticultură și Horticultură (LWG) Veitshöchheim	Institutul de Spații Verzi Urbane și Amenajare a Peisajului	Eppel J.	https://www.lwg.bayern.de/landespflege/index.php
Centrul Bavarez pentru Energie Aplicată Cercetare (ZAE Bayern) Würzburg	Eficiență energetică	Ebert HP	https://en.zae-bayern.de/
Institutul pentru Proiecte Ecologice Agricole și Urbane (IASP) de la Universitatea Humboldt din Berlin	Departamentul de materii prime biogene	Herfort S.	https://www.iasp-berlin.de/forschung/biogene-rohstoffe
Institutul pentru Sustenabilitate Arhitectură peisagistică (INLA) la HfWU		Knoll S.	http://www.hfwu-inla.de/
Centrul de competențe pentru ecologizarea clădirilor și Urban Climate eV Nürtingen		Pekrun C.	https://www.kgs-nt.de/en-gb/home
Centrul Helmholtz pentru MediuCercetare (UFZ)	Departamentul de Sistemică Biotehnologie de mediu (SUBT)	Moeller L.	https://www.ufz.de/index.php?en=34238
Grădina Botanică Frankfurt pe Main		Alberternst B. Nawrath S.	https://www.botanischergarten-frankfurt.de/projekte/lebendige-daecher-însotit-de-fundația-kfw
Centrul pentru Cercetare Energetică Aplicată (CAE)	Institutul pentru cercetare energetică	Ebert H. Reim M.	https://www.cae-zeroarbon.de
Institutul Federal de Cercetare a Materialelor și Testare (BAM)	Departamentul de materiale de construcții	Von Werder J.	https://www.bam.de/Navigation/EN/Home/home.html
Institutul Fraunhofer pentru Fizica Construcțiilor	-	Hofbauer W.	https://www.ibp.fraunhofer.de
Instituția germană pentru Cercetare în domeniul textilelor și fibrelor (DITF)	Centrul de Tehnologie Textilă pentru Viață Inteligentă	Riethmüller C.	https://www.ditf.de
Institutul Independent pentru Probleme de Mediu (UfU Berlin)	Departamentul pentru Protecția Climei și Educație Transformativă	Rosenwinkel S.	https://www.ufu.de
Institutul de Acustică și Fizică a Construcțiilor de la Universitatea din Stuttgart		Wochner M.	https://www.iabp.uni-stuttgart.de

Institutul de Dezvoltare Urbană și Regională Ecologică (IÖR)		Janssen G.	https://www.ioer.de
Institutul pentru Cercetarea Economiei Ecologice (IÖW)	Climă și energie	Kegel J.	https://www.ioew.de
Institutul de Statică și Construcții TU Darmstadt	Domeniul eficienței energetice în construcții	Bishara N.	http://www.ismd.tu-darmstadt.de
Inter 3 Berlin	Institutul pentru managementul resurselor	Kondra M.	https://www.inter3.de
Renan-Westfalian Universitatea Tehnică (RWTH)	Institutul de Planificare Urbană și Transporturi	Witte A. Heine S.	https://www.rwth-aachen.de/go/id/a
Formare și Cercetare Institutul pentru Horticultură (LVG)		Scharsich K.	https://lvg-heidelberg.info/
Universitatea Tehnică din Köln	Facultatea de Plante, Energie și Sisteme Mecanice	Kloster N.	http://www.th-koeln.de
Universitatea Tehnică din Nürnberg	Construcții și Inginerie, Tehnologie și Construcții Departamentul de plicuri	Krippner R.	https://www.th-nuernberg.de
Universitatea Tehnică Bingen	Științe ale vieții și inginerie	Hietel E.	https://www.th-bingen.de
Universitatea Tehnică din Braunschweig	Institutul de Geoecologie	Weber S.	https://www.tu-braunschweig.de
Universitatea Tehnică din Dortmund	Facultatea de Resurse și Sisteme Energetice	Kaiser M.	https://www.tu-dortmund.de
Universitatea Tehnică din Dresda	Institutul pentru amenajarea teritoriului	Lohaus I.	https://tu-dresden.de
Institutul de Formare și Cercetare pentru Horticultură și Arboricultură (LVAG)	-	Kaiser D. Schulz H.	https://www.lvga-bb.de
Universitatea din Köln	Institutul de Educație Biologică	Edelmann H.	https://biologiedidaktik.uni-koeln.de
Universitatea HAWK pentru științe aplicate și arte	Facultatea de Management, Asistență Socială și Construcții	Käsmaier M.	https://www.hawk.de/en
Zittau/Görlitz Universitatea de Științe Aplicate	Facultatea de Inginerie Mecanică	Scholz S.	https://www.hszg.de
Universitatea de Științe Aplicate FH Münster	Facultatea de Inginerie Civilă	Uhl M.	https://www.fh-muenster.de

Ungaria

Universitate / Instituție de cercetare	Facultate / Institut / Departament	Persoana de contact	Legătură
Universitatea din Budapesta Tehnologie și Economie (BME)	Departamentul de Construcții	Horvath S.	https://www.epszerk.bme.hu/en/
Universitatea Maghiară de Agricultură și Științe ale Vieții (MATE)	Institutul de Arhitectură Peisagistică, Departamentul de Planificare Urbană și Infrastructură Verde Municipală	Báthoryne Nagy IR	https://tjepiteszet.unim-mate.hu/telep%C3%BCI%C3%A9s%C3%A9p%C3%ADt%C3%A9szeti-%C3%A9s-telep%C3%BCI%C3%A9si-z%C3%B6ldinfrastrukt%C3%BAra-tansz%C3%A9k

Portugalia

Universitate / Instituție de cercetare	Facultate / Institut / Departament	Persoana de contact	Legătură
Universitatea din Lisabona	Institutul Superior de Agronomie (ISA) - Legătura dintre Peisaj, Mediu, Agricultură și Alimente (LEAF)	Afonso do Paço T.	https://www.isa.ulisboa.pt/en/leaf/presentație
Universitatea din Lisabona	Institutul Superior de Agronomie (ISA) - Departamentul de Științe și Inginerie a Biosistemelor (DCEB)		https://www.isa.ulisboa.pt/dceb/apresentacao

Spania

Universitate / Instituție de cercetare	Facultate / Institut / Departament	Persoana de contact	Legătură
Universitatea din Sevilla	Grupul de cercetare AGR-268 - Urban Ingineria Ecologistă și a Biosistemelor (NATURIB)	Fernandez Cañero R.	https://grupo.us.es/naturib/
Universitatea din Lleida	Grupul de Cercetare pentru Tehnologii Inovatoare pentru Sustenabilitate	Pérez G.	https://it4s.cat/
Universitatea Tehnică din Cartagena	Facultatea de Agronomie - Unitatea de Cercetare pentru Peisagistică și Horticultură Urbană	Ochoa J.	https://personas.upct.es/perfil/jesus.ochoa

Suedia

Universitate / Instituție de cercetare	Facultate / Institut / Departament	Persoana de contact	Legătură
Universitatea Suedeză din Științe Agricole (SLU)	Departamentul de Peisaj arhitectură, planificare și management	Emilsson T.	https://www.slu.se/en/departments/departament-de-planificare-arhitectură-peisagistică-management/
Universitatea din Lund	Divizia de inginerie a resurselor de apă	Sörensen J.	http://www.tvrl.lth.se/english
IVL Suedeză de Mediu Institutul de Cercetare	Soluții bazate pe natură într-un mediu urban	Hansson K.	https://www.ivl.se/english/ivl/our-ofertă/serviciile-noastre/bazate-pe-natură-soluții-într-un-medi-urban.html
Institutul de cercetare RISE	Medii construite, Adaptare la schimbările climatice, Dezvoltare urbană	Schade J.	https://www.ri.se/en/expertise-domenii/proiecte/investiții-de-medi-instrumente-și-comparații-pentru-acoperișuri-verzi-cu-lca

Elveția

Universitate / Instituție de cercetare	Facultate / Institut / Departament	Persoana de contact	Legătură
Universitatea de Științe Aplicate din Elveția Occidentală	Institutul Land Nature Landscape (inTNP) - Laborator de acoperișuri verzi	Prunier P.	https://www.hesge.ch/hepia/en/laboratoire/laborator-acoperișuri-verzi

Școala de Științe ale Vieții și Facilități ZHAW Management	Institutul de Științe ale Resurselor Naturale - Unitatea de Cercetare Dezvoltarea Spațiilor Verzi	Brenneisen S. Baumann N.	https://www.zhaw.ch/en/lsfm/institutes-centre/iunr
	Institutul de Mediu și Resurse Naturale (IUNR) Wädenswil	Trachsel Geissmann E.	https://www.zhaw.ch/en/lsfm/institutes-centre/iunr/ecosysteme-urbane
Hochschule Luzern Technik & Architektur	Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE Institut für Bauingenieurwesen IBI Forschungsgruppe Fassaden und Metallbau	Settembrini G. Arnold K.	https://www.hslu.ch/de-ch/technik-architektur/ueber-uns/organisation/kompetenzzentren-und-forschungsgruppen/bau/gebaeudechnik-energie-redues/ https://www.hslu.ch/de-ch/technik-architektur/ueber-uns/organisation/kompetenzzentren-und-forschungsgruppen/bau/kompetenzzentrum-gebaeudehuelle-und-ingenieurbau/gebaeudehuelle/bauteile-sistem-und/

Regatul Unit

Universitate / Instituție de cercetare	Facultate / Institut / Departament	Persoana de contact	Legătură
Universitatea Deschisă	Școala de Mediu, Științe ale Pământului și Ecosistemelor	Maseyk K.	https://www5.open.ac.uk/stem/environmen-științele-ecosistemelor-pământului/
Universitatea din West England	Școala de Arhitectură și Mediu Construit	Rumble H.	https://www.uwe.ac.uk/about/colleges-și-școli/arte-tehnologie-și-mediul-arhitectură-și-mediul
Universitatea Swansea	Facultatea de Științe Umaniste și Sociale	Bohata K.	
Universitatea Sheffield	Centrul de acoperișuri verzi	Dunett N.	https://www.sheffield.ac.uk/architecture-peisaj/cercetare/peisaj/ecologie/gr-acoperiș
Școala Bartlett de Arhitectură - University College London	Facultatea Mediului Construit	Cameron B.	https://www.ucl.ac.uk/bartlett/
Universitatea Salford	Școala de Științe, Inginerie și Mediu	Elkadi H.	https://hub.salford.ac.uk/ignition-living-lab

Ucraina

Universitate / Instituție de cercetare	Facultate / Institut / Departament	Persoana de contact	Legătură
Universitatea Națională de Construcții din Kiev Arhitectură	Departamentul de Sănătate Muncii și Mediu Protecție	Tkachenko T.	https://eng.knuba.edu.ua/