

Właściwości retencyjne „zielonych dachów”

Ewelina Szajda

“Green Roof’s”
Retention
Capability of
Rainwater

Zazielenione sztuczne profile glebowe wprowadzane na powierzchni dachowe, figurujące w literaturze pod nazwą „zielonych dachów” czy coraz częściej po prostu dachów zielonych cieszą się na zachodzie Europy już od 60. XX wieku ogromną popularnością. Przyczyną takiego stanu rzeczy stała się nie tylko wizja życia bliższego naturze oraz chęć rekompensaty za tereny masowo przeznaczane pod zabudowę, ale także wiele korzyści technicznych, ekologicznych czy w końcu ekonomicznych, spośród których ogromne znaczenie ma retencjonowanie wody deszczowej w warstwach „zielonych dachów”, oddawanie jej środowisku drogą parowania oraz możliwość powtórnego wykorzystania jej nadmiaru, odpływającego z opóźnieniem z zazielenionych powierzchni dachowych. Wyniki badań terenowych prowadzonych nad ich skutecznością retencyjną są zróżnicowane, zależne od metodyki oraz rozwoju systemów zieleni dachowej.

W retencjonowaniu wody opadowej na „zielonych dachach” bierze udział nie tylko występująca na nich roślinność, ale całość profilu gromadząca spory jej udział. Duża część wody trafia w ten sposób, poprzez parowanie z powierzchni roślin (transpiracja) oraz substratów glebowych (ewapotranspiracja), do naturalnego obiegu nie obciążając swoją objętością kanalizacji miejskich. Zarówno objętość zretencjonowanej wody opadowej jak i wydłużony czas jej odpływu z powierzchni dachu osiągają szczególnie imponujące wartości przy zazielenieniach intensywnych.

Badania terenowe prowadzone na terenie Niemiec Zachodnich już na przełomie lat 70. i 80. XX wieku [Liesecke 1985] udowodniły, iż także dachy pokryte roślinnością typu ekstensywnego o małej miąższości posiadają znaczne możliwości w retencjonowaniu wody opadowej. Podczas 3,5 miesięcznych pomiarów wielkości odpływu z dachów eks-



Intensywnie zazielenione dachy mogą zatrzymać do ponad 90% wody opadowej [Stifter 1988]

Intensively greened roofs have retention capability above 90% of rainfall water

perymentalnych o 7 centymetrowej grubości warstw zarejestrowano brak odpływu wody z profilu zazielenionego, 42% odpływ z warstw „zielonego dachu” pozbawionego roślinności oraz 68% z powierzchni dachu pokrytego warstwą żwiru o podanej grubości. Badania prowadzone były w okresie letnim, przy intensywnym nasłonecznieniu i ekspozycji nawietrznej, co nie pozwala na ich uogólnienie.

W przypadku pomiarów przeprowadzonych sporadycznie podczas opadu określonej wartości udowodnion [Kolb 1987], iż profil o 12 centymetrowej grubości jest w stanie zretencjonować aż do 70% wody opadowej. Inne, trzyletnie badania [Liesecke i in. 1989] dokonane na dachach eksperymentalnych o miąższości warstwy wegetacyjnej od 2 cm do 16 cm, ukazały zróżnicowaną (zależne od warunków meteorologicznych, budowy warstwowej i. in.) skuteczność badanych profili w retencjonowaniu wody opadowej. Odnotowane wahania dotyczyły zarówno całego okresu analizowanych badań, jak i zmian w konkretnych latach, jednak średnia wartość zretencjonowanej w modelach wody wyniosła ok. 70%. W półroczach letnich, charakteryzujących się sprzyjającymi warunkami pogodowymi, wartości zatrzymanej wody opadowej oscylowały w granicach 70-100% w stosunku do towarzyszących opadów, natomiast podczas półroczy zimowych w stanie zahamowanej wegetacji i towarzyszących



tej porze roku niskich temperatur wynosiły około 40-50% [Liesecke i in. 1989, Liesecke 1989]. Przy realizacji powyższych badań stwierdzono również, iż odpływ zmagazynowanej w warstwach „zielonego dachu” wody opadowej przebiegał z kilkugodzinnym opóźnieniem.

Badania wielkości odpływu wody opadowej z warstw „zielonego dachu” przeprowadzono również na Uniwersytecie w Kassel (Universitaet Gesamthochschule in Kassel) [Katzschner 1991]. Obiektem eksperymentalnym był profil o grubości warstw 14 centymetrów i nachyleniu 12°. Wyniki zarejestrowane po 18 godzinach intensywnego opadu wykazały wydłużenie się czasu jego odpływu o około 12 godzin. Zakończenie odpływu wystąpiło około 21. godziny po ustaniu opadu. Należy dodać, iż badania przeprowadzone były na obiekcie pokrytym mieszanką gleby piaszczystej (50%) oraz kruszywa ceramicznego (50%) o niskich właściwościach retencyjnych, pokrytej słabo rozwiniętą warstwą wegetacyjną.

Badanie czasu odpływu wody opadowej z warstw „zielonych dachów” przeprowadziła również Bawarska Ogólnokrajowa Instytucja d.s. Upraw Winorośli

i Ogrodnictwa (Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau) w Veitshöchheim. W tym przypadku wykorzystano dwa płaskie modele o grubości wynoszącej jedynie 10 cm, z których pierwszy pokryty był substratem glebowym, natomiast drugi warstwą żwiru. Badania wykonane przy opadzie rzędu 20 l/m² wykazały, iż po 15 minutach trwania opadu z wariantu pokrytego substratem glebowym odpłynęło zaledwie 5 l/m², natomiast z dachu pokrytego żwirem 16 l/m² [Kolb, Schwarz 1999].

Zarówno proces retencjonowania wody opadowej przez omawiane profile oraz jej spowolniony odpływ zależny był przede wszystkim od grubości profili glebowych, miąższości warstwy wegetacyjnej, właściwości chłonnych wykorzystanych materiałów oraz ich przepuszczalności – przy użyciu materiałów o średnich i wysokich parametrach chłonnych rezultaty przeprowadzanych badań byłyby lepsze [FLL 2002]. Doświadczenia wykazały, iż wymieniany w normie DIN¹ 1986 dotyczącej instalacji kanalizacyjnych dla budynków i działek współczynnik spływu² dla „ogrodów dachowych” $\psi = 0,3$ może być przyjmowany dla praktycznie wszystkich rozwiązań z zielenią

The yearly average green roof's retention capability [%] of rainwater depending on the top layer's thickness

RODZAJ ZAZIELENIA	GRUBOŚĆ WARSTW [cm]	FORMA WEGETACJI	ŚREDNIA ROCZNA RETENCJA [%]	WSPÓŁCZYNNIK SPŁYWU ψ
ZAZIELENIE TYPU EKSTENSYWNEGO	2 – 4	mech – rozchodnik	40	0,60
	>4 – 6	rozchodnik – mech	45	0,55
	>6 – 10	rozchodnik – mech – zióło	50	0,50
	>10 – 15	rozchodnik – zióło – trawy	55	0,45
	>15 – 20	trawy – zióło	60	0,4
ZAZIELENIE TYPU INTENSYWNEGO	15 – 20	trawnik – niskie rośliny zagajnikowe	60	0,4
	>25 – 50	trawnik – byliny – krzewy	70	0,3
	>50	trawnik – byliny – krzewy – drzewa	>90	0,1

ekstensywną [Liesecke i in. 1989, Kolb 1987], natomiast dla typów z zielenią intensywną jest raczej za niski. Wyjątkiem miały być cienkowarstwowe rozwiązania o miąższości nie przekraczającej 8 cm, w przypadku których otrzymany wówczas współczynnik spływu wyniósł 0,5 [Liesecke i in. 1989]. Dla porównania podano również wielkości odpływu dla płaskich powierzchni dachowych pokrytych żwirem, których wartość wahała się w granicach od 0,7 do 0,9 zależnie od pory roku.

Wyniki doświadczeń terenowych przeprowadzanych przed przeszło dwudziestoma laty nie znajdują jednak do końca odzwierciedlenia w efektach prac dzisiejszych naukowców. Rola „zielonych dachów” w retencjonowaniu wody opadowej poddawana została dalszym analizom. U schyłku lat dziewięćdziesiątych, dzięki wzmożonej „świadomości ekologicznej” oraz czynnikom finansowym³ temat ten stał się w Niemczech niezwykle modny. Z końcem 2001 roku grupa FLL (Forschungsgesellschaft Land-

schaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. – Towarzystwo ds. badań nad rozwojem i strukturą krajobrazu) opracowała najnowsze wytyczne dotyczące m. in. pomiaru wielkości odpływu, które ukazały się na początku roku 2002 w formie broszury pt. *Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen*. W rozszerzeniu wydania z 1995 roku znalazły się wszelkie informacje dotyczące planowania, zakładania i pielęgnacji „zielonych dachów”, a także zupełnie nowe wyniki prowadzonych kompleksowo badań na obiekcie w Krauchenwies dotyczących odwadniania dachów. Ich rezultaty stosowane są zarówno przez praktyków zajmujących się zakładaniem zieleni dachowej jak i naukowców zajmujących się zagadnieniem decentralnego gospodarowania wodą opadową za pomocą „zielonych dachów”.

Badania FLL potwierdziły, iż roczna retencja zależna jest w mniejszym stopniu od rodzaju zazielenienia czy jego warstw. Dużo większe znaczenie ma grubość warstw profili

glebowych wprowadzanych na dachy pod zazielenienie, skuteczność retencyjna użytych materiałów, ich przepuszczalność oraz nachylenie połaci dachowe. Różnice w wynikach badań na obiektach o zróżnicowanej miąższości warstwy wegetacyjnej uwydatniają się w szczególności podczas miesięcy letnich. Na ten okres przypada większość opadu rocznego, retencja znacznie wzrasta. W półroczu zimowym natomiast, w obliczu niskich wartości opadu, ale również małej ewapotranspiracji oraz transpiracji, wielkości odpływu z „zielonego dachu” są najwyższe [FLL 2002].

W przypadku dachów pokrytych roślinnością ekstensywną różnego gatunku, przy grubości profilu od 2 do 20 centymetrów retencja waha się w granicach od 40 do 60% opadu rocznego. Współczynnik spływu maleje wraz ze wzrostem miąższości i wynosi od 0,6 do 0,4. W odniesieniu do cienkowarstwowego typu zazielenień dachowych, grubsze profile glebowe pokryte zielenią zaliczaną do prostej intensywnej (jak na przykład mieszanki trawiaste) oraz intensywnej (zaliczające do swej grupy byliny, krzewy czy drzewa) są w stanie zretencjonować od 60 do 90 (100)% wody opadowej, a ich współczynnik spływu maleje, osiągając przy ponad 50 centymetrowej grubości profilu wartość 0,1. Wyniki odnoszą się do miejsc, w których średnie roczne sumy opadów wynoszą od 650 do 800 mm oraz badań długoletnich.

W regionach o niewielkich rocznych sumach opadów retencja wody opadowej będzie większa, w regionach o wysokich rocznych sumach opadów adekwatnie mniejsza.

Zmniejszenie czy wręcz minimalizowanie wielkości odpływu opadu z warstw „zielonych dachów”, retencja dostępnej dla roślin wody opadowej, jej parowanie oraz wydłużony odpływ nadmiaru wody z warstw „zielonych dachów” to jedne z najważniejszych ich funkcji. Badania prowadzone w tym zakresie od przeszło ćwierć wieku udowodniły wysokie znaczenie zazielenionych dachów jako jednego ze znaczących ogniw w zakresie efektywnego gospodarowania wodą opadową na terenach zabudowanych. Za ich pomocą możliwa jest bowiem nie tylko zmiana estetycznego wizerunku miast oraz ich ekologiczne pozytywy. Niezwykle ważne są również oszczędności finansowe (podwójnie dłuższa ‘żywołność’ zazielenionych dachów, możliwość powtórnego wykorzystania wody opadowej oraz, jak w krajach zachodnioeuropejskich,

zredukowane koszty odprowadzania wód deszczowych itp.), a także rola „zielonych dachów” w gospodarce przeciwpowodziowej.

Ewelina Szajda

Instytut Kształowania i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Institute of Environmental Development and Protection
Wrocław University of Environmental and Life Sciences

Literatura

1. Liesecke H.-J., 1985, *Begrünung von Flachdächern. Wirkungen – Bauwesen – Anforderungen*: cz. 1. Deutsches Dachdecker – Handwerk DDH 116, z. 7 s. 81-86; cz. 2., z. 8, s. 58-64.
2. Kolb W., 1987, *Abflussverhältnisse extensiv begrünter Flachdächer*, Zeitschrift für Vegetationstechnik 10, cz. 1. Abflussspenden und Wasserrückhaltung im Vergleich mit Kiessdächern, z. 3, s. 111-116; cz. 2. Wirkung des Sättigungsgrades der Vegetationsschicht auf Abflussspenden und Wasserrückhaltung, z. 4, s. 162-165.

3. Liesecke H.-J., Krupka B., Loesken G., Brueggemann H., 1989, *Grundlagen der Dachbegreenung*, Berlin, s. 17-19, 170.

4. Liesecke H.-J., 1989, *Wasserrückhaltung und Abflussspende bei Extensivbegrünungen auf Flachdächern*, Bundesblatt 38, z. 4, s. 176-183 oraz Dachdecker – Handwerk 110, z. 8, s. 37-42, 51-54.

5. Katzschner L., 1991, *Ergebnisse des Versuchs zur Abflussmessung eines Gründachs*: Gesamthochschule Kassel.

6. Kolb W., Schwarz T., 1999, *Dachbegrünung intensiv und extensiv*, Stuttgart, s. 17.

7. Roth-Kleyer S., 2005, *Wasserhaushalt und Abflussverhalten von Gruendaechern*, Basel, s. 214, 216.

8. FLL Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V., 2002, *Richtlinie fuer Planung, Ausfuehrung und Pflege von Dachbegreenungen*, Bonn, s. 33-36.

Przypisy

¹ DIN – Deutsches Institut für Normung (Niemiecki Instytut Norm) jest spółką otwartą z siedzibą w Berlinie założoną w 1917 roku. DIN jest organizacją odpowiedzialną za prace instytucji normalizujących w Niemczech i jest ich przedstawicielem w ogólnościowych i europejskich organizacjach normalizujących.

² Stosunek rocznej sumy odpływu opadu do rocznej objętości opadu określony w normie DIN 4045.

³ Od 1999 roku w Nadrenii Północnej – Westfalii dotacje w wysokości 15 E za każdy m² zazielenionej powierzchni dachu, z której współczynnik spływu ψ nie przekracza $\psi = 0,3$.

Współczynnik spływu ψ w zależności od grubości warstw „zielonego dachu” oraz kąta jego nachylenia [FLL 2002]

Runoff index ψ depending on the top layer's thickness and his slope

GRUBOŚĆ WARSTW [cm]	NACHYLENIE DACHU < 15°	NACHYLENIE DACHU > 15°
> 50	$\psi = 0,1$	-
50 – 25	$\psi = 0,2$	-
25 – 15	$\psi = 0,3$	-
15 – 10	$\psi = 0,4$	$\psi = 0,5$
10 – 6	$\psi = 0,5$	$\psi = 0,6$
6 – 4	$\psi = 0,6$	$\psi = 0,7$
4 – 2	$\psi = 0,7$	$\psi = 0,8$