

Zdzisław Jan Małecki, Izabela Małecka

DACHY ZIELONE JAKO ELEMENT ARCHITEKTURY URBANISTYCZNEJ MIASTA KALISZA

Streszczenie

Autorzy w opracowaniu opisali korzyści związane z zastosowaniem „zielonych dachów” (często nazywanych eko-dachami lub dachami roślinnymi), a mianowicie: m.in. utworzenie powierzchni biologicznie czynnej, poprawę bioróżnorodności biologicznej i estetyki architektonicznej terenów zurbanizowanych wraz z poprawą mikroklimatu oraz zmniejszeniem natężenia hałasu. Z powodu niskich opadów atmosferycznych w regionie kaliskim, stosowanie „dachów zielonych” ze względu na duże koszty przedsięwzięcia inwestycyjnego i eksploatacyjnego (nawadnianie i pielęgnacja) ma uzasadnienie tylko od strony estetyki architektonicznej terenów zurbanizowanych. Nie zaleca się stosowania „zielonych dachów” na połaciach dachowych charakteryzujących się podwyższonym standardem sanitarnym (rozwój pleśni, roztoczy itp.).

Słowa kluczowe: dachy zielone, warunki klimatyczne, substrat glebowy, mała retencja, estetyka architektoniczna.

WPROWADZENIE

Istotnymi czynnikami skłaniającymi do ewentualnej budowy „zielonych dachów” (eko-dachy lub dachy roślinne) jest odtworzenie powierzchni biologicznie czynnej, a poprzez to poprawa estetyki krajobrazu terenów zurbanizowanych oraz w mniejszym stopniu zwiększenie małej retencji. W ostatnim czasie podejmuje się działania związane z wdrażaniem opłat za odprowadzenie wody opadowej.

W Polsce w ostatnich latach zauważa się podjęcie działań zmierzających do zagospodarowania wód opadowych w aglomeracjach miejskich w oparciu o zjawisko wsiąkania (infiltracji) wody opadowej wraz z powtórny jej wykorzystaniem.

Koszty związane z budową „dachów zielonych” są obecnie stosunkowo jeszcze zbyt wysokie. Ponadto warunki klimatyczne charakteryzujące się niedoborami wód opadowych w Polsce (np. w Wielkopolsce południowo - wschodniej) nie są sprzyjające w przypadku eksploatacji „dachów zielonych”, co skutkować będzie znacznymi kosztami związanymi z pielęgnacją dachów. Dlatego też niedopuszczalne jest traktowanie właściwości retencyjnych dachów zielonych w sposób dalece uogólniający, ale wskazane jest analizowanie przedmiotowego przedsięwzięcia pod kątem konkretnego obiektu i zamierzonego celu z uwzględnieniem tła lokalnych warunków klimatycznych i estetycznych krajobrazu.

prof. nadzw. dr hab. inż. Zdzisław Jan MAŁECKI – Instytut Badawczo-Rozwojowy Inżynierii Łądowej i Wodnej „Euroxbud” w Kaliszu.

dr inż. Izabela MAŁECKA – Instytut Badawczo-Rozwojowy Inżynierii Łądowej i Wodnej „Euroxbud” w Kaliszu.

Ze względu na technologię i przeznaczenie „dachów zielonych” w literaturze naukowej wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje dachów: ekstensywne i intensywne. Dachy intensywne, często nazywane ogrodami dachowymi (kwietniki, krzewy, a nawet niektóre gatunki drzew oraz elementy małej architektury – ścieżki, oczka wodne itp.). Podstawowym celem stosowania dachów ekstensywnych jest funkcjonalność i efektywność urozmaicona różnymi gatunkami roślin stosowanych na dachach ekstensywnych, takich jak: mchy, rozchodniki, zioła, kostrzewa i wiele innych.



Fot. 1. Dachy zielone (Niemcy)

UWARUNKOWANIA DOTYCZĄCE PROJEKTOWANIA DACHÓW ZIELONYCH

Substrat glebowy, np. gr. 20 cm, nie ma istotnego wpływu na współczynnik przenikania ciepła przez stropodach, co wynika z poniższych przykładowych obliczeń.

Obliczenia współczynnika przenikania ciepła [U] (bez substratu glebowego) przez docieplany stropodach:

$$U = \frac{1}{R + R_i + R_e} [W / m^2 K]$$

gdzie: R – współczynnik oporu przenikania ciepła przez materiały

$$R = \frac{\text{grubość warstwy [m]}}{\text{współczynnik przewodzenia ciepła } \left[\frac{W}{m} * K \right]}$$

• tynk cementowo-wapienny –	$R_1 = 0,015/0,82 = 0,0183$
• płyta żelbetowa –	$R_2 = 0,15/1,70 = 0,0882$
• warstwa wyrównująca betonowa –	$R_3 = 0,05/1,70 = 0,0294$
• styropian –	$R_4 = 0,20/0,040 = 5,00$
• papa –	$R_5 = 0,014/0,18 = 0,0778$
Razem	$\Sigma R_1 \div R_5 = 5,2137$

$$U = 1/R + R_i + R_e \quad R_i = 0,12; \quad R_e = 0,04$$

$$U = 1/5,2137 + 0,12 + 0,04 = 1/5,3737 = 0,19 < 0,30 U_{max} [W/m^2K]$$

Obliczenia współczynnika przenikania ciepła przez stropodach z uwzględnieniem substratu glebowego

Substrat glebowy np. gr. 20 cm przez analogię do gruntu roślinnego – współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda = 0,90 W/(mK)$

$$R_6 = 0,20/0,90 = 0,2222$$

$$\Sigma R_1 \div R_6 = 5,2137 + 0,2222 = 5,4359$$

$$U = 1/5,4359 + 0,12 + 0,04 = 1/5,5959 = 0,18 < 0,30 U_{max}$$

Uwaga:

1. Współczynnik przewodzenia ciepła przyjęto z PN-EN ISO 6946, październik 1999 (stara norma jakości już nie obowiązuje, a mianowicie PN 91/B-02020 Ochrona cieplna budynków – wymaganie i obliczenia).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dla stropodachu przy $t_i > 16 ^\circ C$ (ogrzewane pomieszczenie) współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 0,30 [W/(m^2K)]$.

Istnieje zawsze uzasadniona obawa (pomimo izolacji termicznej) (ekstremalne temperatury oraz duża wilgotność powietrza) wystąpienia **punktu rosy** w przekroju technologicznym warstw „dachu zielonego”, co skutkować będzie zamarzaniem wody, a tym samym mechaniczne uszkodzenie (rozrywanie warstw przez lód) jego konstrukcji, szczególnie w okresie wczesnowiosennym (zmiennosc występowania temperatur powietrza, tj. dodatnich i ujemnych).

Przemieszczanie się wody przez strefę substratu glebowego (S)

Przemieszczanie się wody przez strefę aeracji profilu glebowego w warunkach terenowych (naturalnych) w porównaniu do przemieszczania się wody przez strefę substratu glebowego (S) z dużym prawdopodobieństwem będzie się kształtowało następująco: T:S – 1,0:2,5 (3,0) [Małecki Z., Rozprawa doktorska, 2004]. Jeżeli ten sam substrat glebowy jako „przeszczep” będzie wbudowany w warstwę aeracji gleby w warunkach terenowych (naturalnych), to przemieszczanie się wody będzie mniejsze, o czym decydować będzie podsiak kapilarny i powietrze glebowe. Powietrze glebowe i woda glebowa w profilu aeracji gleby (substratu glebowego) są w stosunku do siebie antagonistami.

Wymuszony ruch powietrza glebowego (także w substratach glebowych) przez wsiąkającą wodę np. podczas intensywnego opadu, może także wpływać na kształtowanie się właściwości filtracyjnych (pulsacyjne przepływy).

Zyski ciepła przez połać dachową (stropodach) pokrytą dachami zielonymi

Zyski ciepła przez stropodach w okresie wysokich temperatur (lato) będą znacznie mniejsze, co w przypadkach pomieszczeń wentylowanych z regulacją temperatury znajdujących się na ostatniej kondygnacji skutkować będzie obniżeniem kosztów eksploatacji obiektu z tytułu stabilizacji parametrów temperatury nawiewanego powietrza do pomieszczeń lub zmniejszeniem krotności wymiany powietrza. Natomiast w okresie występowania niskich temperatur (zima) zmniejszenie strat ciepła z powodu „zielonych dachów” (substratu glebowego i innych elementów) będzie stosunkowo znikome.

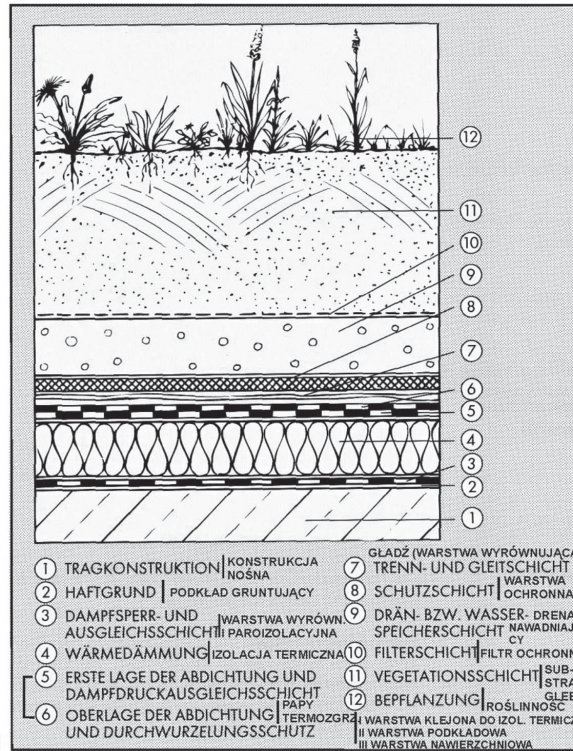
Przykład: Zyski ciepła przez stropodach z uwzględnieniem substratu glebowego.

Założenie:

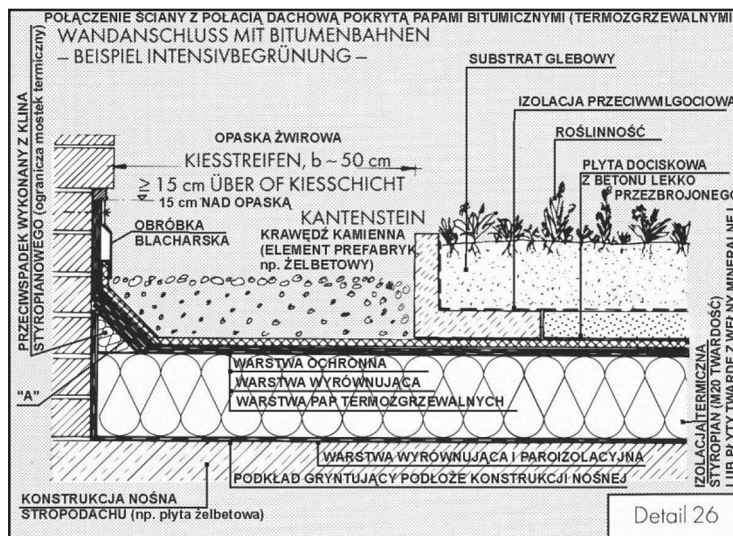
- współczynnik przenikania ciepła (dane jak wyżej) $U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
- powierzchnia przegrody (stropodach) – $A = 1,0 \text{ m}^2$
- różnica temperatur po obu stronach stropodachu (przegrody)
 $t_z = 30 \text{ }^\circ\text{C}; t_w = 21 \text{ }^\circ\text{C}; \Delta t = 30 - 21 = 9 \text{ }^\circ\text{C}$
- zyski ciepła przez przegrody
 $Q = U \times A \times \Delta t = 0,18 \times 1,0 \times 9 = 1,62 \text{ W}$

Uwaga:

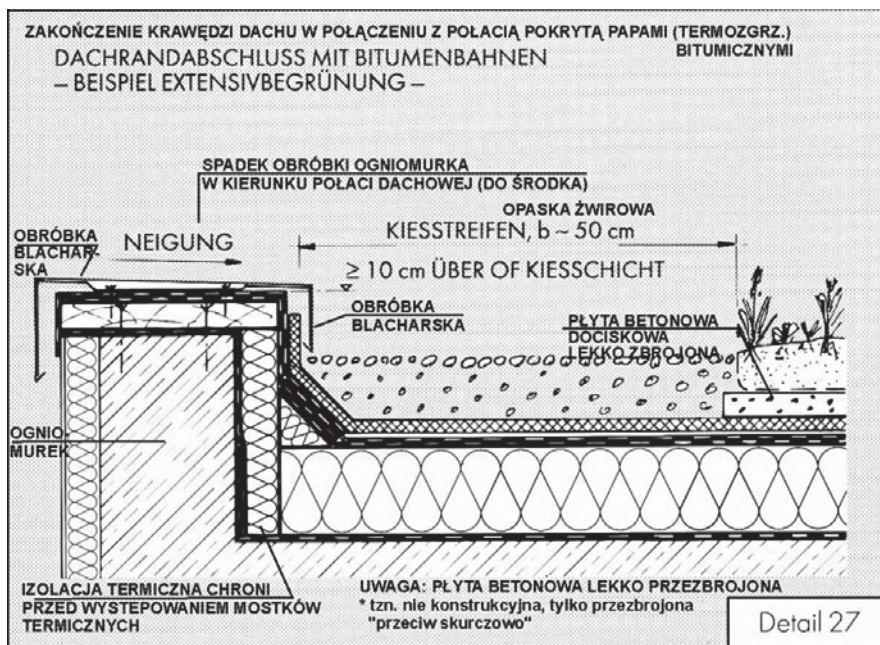
Do obliczeń uwzględniono substrat glebowy (glebę roślinną) o $l = 90 \text{ W/(mK)}$, ale należy także przeanalizować wpływ roślinności na zyski ciepła – zmniejszenie ciepła może skutkować wzrostem (lub spadkiem) zysków ciepła w pomieszczeniach pod stropodachem $Q_2 \gg Q_1 = 1,62 \text{ W}$.



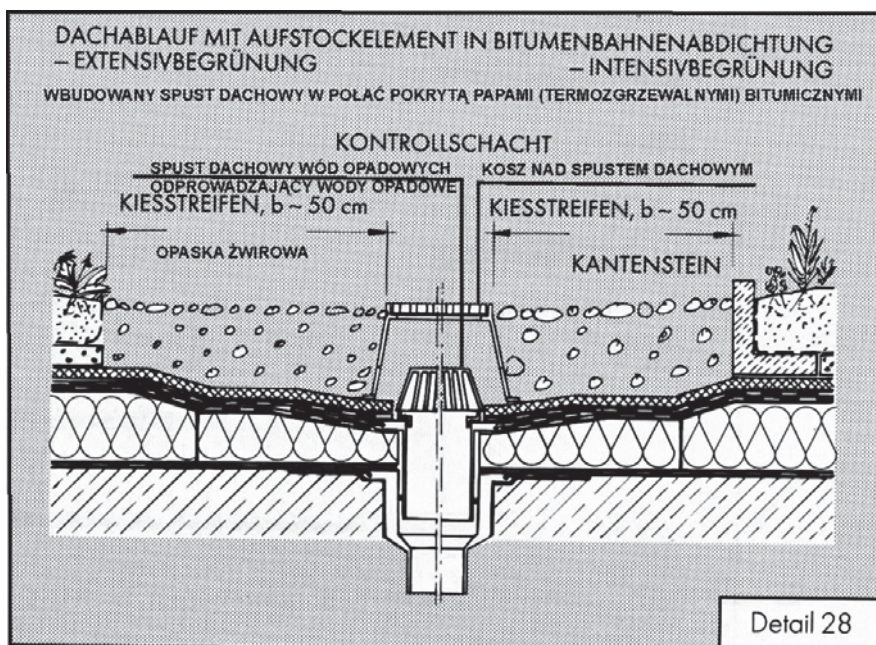
Rys. 1. Technologia wykonania dachu zielonego



Rys. 2. Połączenie ściany z połacią dachową (dachy zielone)



Rys. 3. Połączenie ogniomurka z połącią dachową (dachy zielone)



Rys. 4. Wbudowany wpust dachowy w połąć dachową (dachy zielone)

Przy wykonawstwie „zielonych dachów” należy spełnić szereg wymagań, do których należy zaliczyć m.in.:

- konstrukcja dachu musi wytrzymać dodatkowe obciążenie,
- spadek połaci dachowej nie powinien przekroczyć max 30%,
- wykonanie zabezpieczeń hydroizolacyjnych, paroizolacji oraz powłoki ochronnej zabezpieczającej przez wrastaniem korzeni roślin,
- prawidłowy dobór substratu glebowego (grubości) zapewniającego właściwą wegetację roślin,
- wykonanie drenażu nawadniającego zabezpieczającego odpowiednią wilgotność substratu glebowego w okresach bezopadowych.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA KLIMATU W REGIONIE KALISKIM

W przedziale klimatycznym Niziny Wielkopolskiej miasto Kalisz należy do Regionu Południowowielkopolskiego, w którym wyróżnia się dni w roku:

- z pogodą przymrozkową – przeciętnie 78,
- słonecznych lub z małym zachmurzeniem – śr. 118,
- z dużym zachmurzeniem – prawie 42,
- bardzo ciepłych – przeciętnie 88.

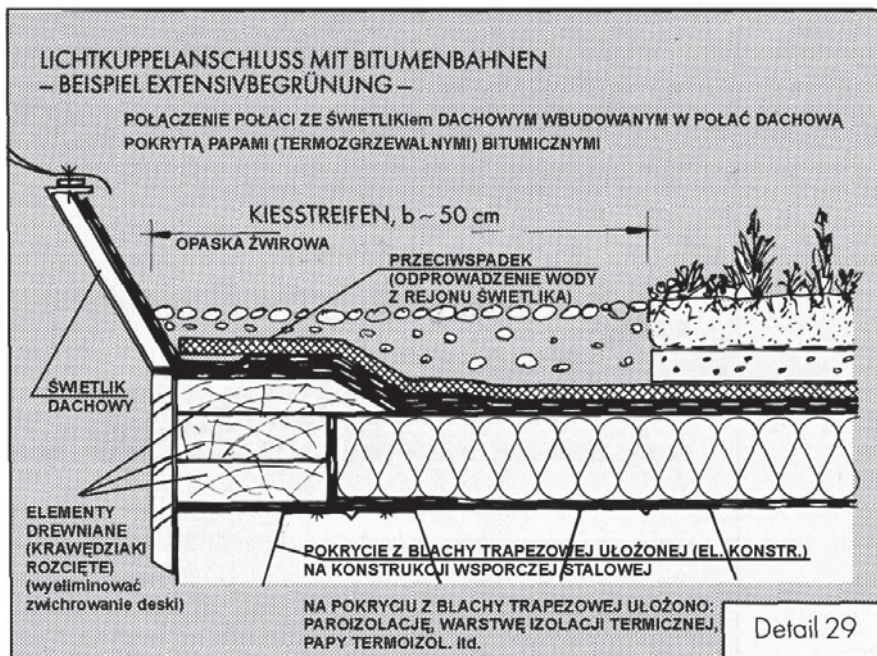
Ponadto region charakteryzuje się względnie dużą ilością dni bez opadów oraz bardzo małą z opadem. Lato trwa tu 80-90 dni, podobnie jak zima.

Średnia roczna suma opadów atmosferycznych z okresu wielolecia wynosiła:

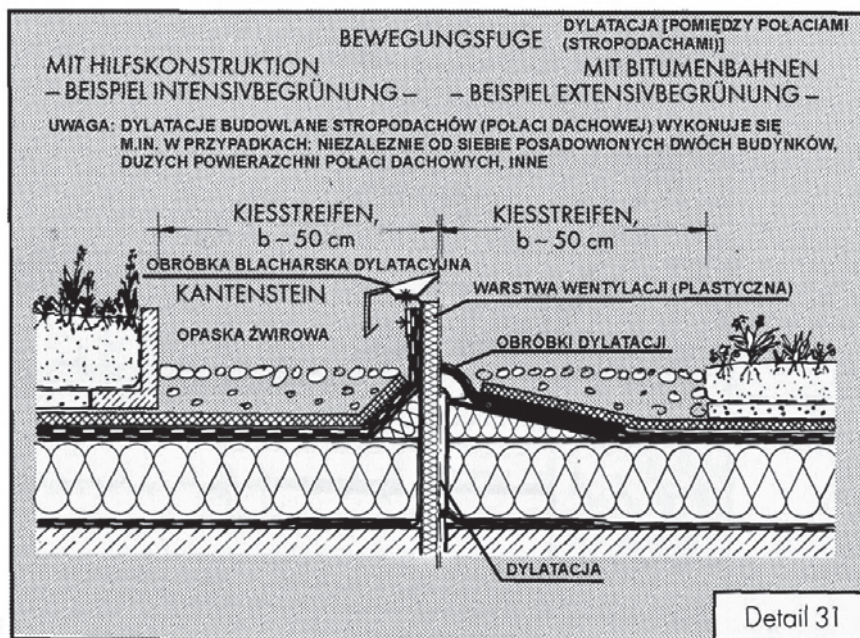
- od 1985 do 1989 r. – średnio 485 mm,
- od 1989 do 1990 r. – średnio 479 mm,
- od 1991 do 2000 r. – średnio 505 mm,
- od 2004 do 2006 r. – średnio 450 mm.

Z kolei średnie roczne temperatury w Kaliszu wahały się od 6,9 °C w 1987 r. do 10 °C w 2000 r., co dało średnią roczną temperaturę z okresu wielolecia 8,7 °C. Najczęściej w rejonie kaliskim występuje wiatr północny, natomiast najslabiej wieje ze wschodu (średnia prędkość wiatru wynosi 3,8 m/s) [Delegatura IMGW w Kaliszu].

Powyższe dane mające istotne znaczenie przy ocenie wpływu „dachów zielonych” na środowisko oraz zasadność ich stosowania w odniesieniu do różnych obiektów budowlanych w regionie Kalisza wskazują, że eksploatacja „dachów zielonych” będzie zbyt kosztowna, a efekt od strony retencji wód opadowych znikomy. „Dachy zielone” poprawiają tylko estetykę krajobrazu obszarów zurbanizowanych.



Rys. 5. Połączenie połaci dachowej ze świetlikiem dachowym (dachy zielone)



Rys. 6. Dylatacje pomiędzy połaciami dachowymi (dachy zielone)

PODSUMOWANIE

1. Korzyści z zastosowania „zielonych dachów” to: zwiększenie powierzchni biologicznie czynnej i małej retencji (nieznacznie), ochrona atmosfery, poprawa bioróżnorodności biologicznej oraz estetyki architektonicznej terenów zurbanizowanych wraz z częściową poprawą mikroklimatu.
2. W przypadku pomieszczeń na ostatniej kondygnacji wentylowanych z regulacją temperatury, w wyniku zastosowania „dachów zielonych” zyski ciepła w okresie letnim będą niższe, co wpływa na zmniejszenie kosztów eksploatacji związanej ze „schładzaniem” powietrza wewnątrz pomieszczeń budynku.
3. Z dużą dozą prawdopodobieństwa można przyjąć, że „zielone dachy” wpłyną na redukcję natężenia hałasu i efektu związanego z „wyspami ciepła” na terenach zurbanizowanych oraz na wydłużenie żywotności pokrycia dachowego (ograniczenie promieniowania UV).
4. Ze względu na wystąpienie prawdopodobnie sprzyjających warunków dla rozwoju pleśni, roztoczy itp. w warstwach technologicznych substratu glebowego, a tym samym pogorszenie warunków mikrobiologicznych, nie powinno się stosować „dachów zielonych” na połaciach dachowych obiektów charakteryzujących się podwyższonym standardem sanitarnym związanym z m.in.: przemysłem spożywczym, laboratoriami mikrobiologicznymi, służbą zdrowia (kliniki, szpitale, sanatoria) itp.
5. Ze względu na warunki klimatyczne regionu kaliskiego charakteryzującego się niskimi opadami atmosferycznymi i względnie dużą liczbą dni bez opadów, stosowanie „dachów zielonych” ze względu na cenę przedsięwzięcia inwestycyjnego i koszty eksploatacyjne (nawadnianie, pielęgnacja) ma uzasadnienie tylko od strony estetyki architektonicznej terenów zurbanizowanych.

LITERATURA

1. A, B, C der Bitumem – Bahnen Technische Regeln 1991, vdd Industrieverband Bitumem - Dach- und Dichtungsbahnen e.v Frankfurt/Main, März 1991 (ISBN 3-9801831-1-4).
2. Drożdżał E.: Wykorzystanie „Dachu zielonego“ do retencjonowania wód deszczowych na terenach zurbanizowanych, Politechnika Krakowska, Kraków 2004, s. 2 i 16-20.
3. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Delegatura w Kaliszu. Dane klimatyczne dla regionu kaliskiego, Kalisz 2006.
4. Małecki Z.: Przemieszczanie się wody w strefie aeracji profilu glebowego. Rozprawa doktorska, Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Wrocław 2004.
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
6. Paluch J., Małecki Z., Wardecka L.: Badania roztworu glebowego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu. Wrocław 2006.

GRÜNE DÄCHER ALS TEIL DER URBANEN ARCHITEKTUR IN STADT KALISZ

Zusammenfassung

Die Autoren beschrieben in ihrer Bearbeitung die Vorteile der Anwendung der „grünen Dächer“ (oft Öko-Dächer oder Pflanzen-Dächer genannt). Dazu zählen u.a.: Gründung der biologisch aktiven Fläche, Verbesserung der biologischen Vielfalt und der architektonischen Ästhetik der urbanisierten Gebiete, Verbesserung des Mikroklimas, Verringerung der Lautstärke.

Wegen der niedrigen Niederschläge in der Region Kalisz ist die Anwendung der grünen Dächer“ im Bezug auf die hohen Investitions- und Nutzungskosten (Bewässerung, Pflege) nur eine ästhetische Begründung für urbanisierte Gebiete. Es empfiehlt sich nicht, die „grünen Dächer“ auf den Dachflächen zu bauen, für die ein erhöhter Sanitärstandard charakteristisch ist (Schimmelentwicklung, Milben)

Schlüsselworte: grüne Dächer, Klimabedingungen, Erdesubstrat, kleine Retention, architektonische Ästhetik.

GREEN ROOFS AS AN ELEMENT OF URBAN ARCHITECTURE IN KALISZ

Summary

The authors depicted benefits related to application of “green roofs” (frequently called eco-roofs or plant roofs), by increasing biologically active areas, improving biological variety and architectural appearance of urbanized areas as the microclimate improves and the noise level decreases.

Due to low rainfall levels in Kalisz region, application of “green roofs” taking into account high costs on investment and maintenance is justified for fine appearance of urbanized areas only. “Green roofs” are not recommended on roofs characterized by increased sanitary standard (mould, mites etc.).

Key words: green roofs, climate conditions, soil substrate, low retention, architectural appearance.