

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN—POLONIA

VOL. X, 5.

SECTIO B

1955

Zakład Meteorologii i Klimatologii Wydz. Biologii i Nauk o Ziemi U. M. C. S.
Kierownik: doc. dr Włodzimierz Zinkiewicz

Włodzimierz ZINKIEWICZ i Edward MICHNA

**Częstotliwość występowania gradów w województwie
lubelskim w zależności od warunków fizjograficznych**

**Частота выступления града в Люблинском
воеводстве в зависимости от физико-географи-
ческих условий**

**Die Häufigkeit der Hagelniederschläge in der Lubliner
Wojwodschaft in Beziehung auf die physiographischen
Bedingungen**

T R E S C

1. Wstęp	224
2. Warunki powstawania opadu gradowego	226
3. Burze meteorologiczne na obszarze województwa lubelskiego	233
4. Przebieg dobowy i roczny burz gradowych w Lubel- skim	235
5. Rozmieszczenie opadów gradowych w Lubelskim	239
6. Rozmieszczenie i częstość opadów gradowych pod względem wielkości gradzin	245
7. Częstotliwość gradów a rozkład elementów klima- tycznych	253
8. Korelacja częstotliwości opadów gradowych z wyso- kością względną terenu	255
9. Związek częstotliwości występowania gradów z bu- dową geologiczną i rodzajem gleb	257
10. Zależność częstotliwości występowania gradu od roz- mieszczenia lasów	261
11. Zależność częstotliwości występowania opadów gra- dowych od sieci rzecznej	262
12. Uwagi końcowe	264
13. Ревюме	288
14. Zusammenfassung	295

1. Wstęp.

Grad jest jedną z wielu form lodu atmosferycznego. Ze względu na swą genezę, nie wyjaśnioną dotąd w sposób całkowicie zadowalający, a ponadto i w szczególności, ze względu na skutki jakie wywołuje — ta postać opadu zasługuje na szczególną uwagę.

Ponieważ grad jest przede wszystkim opadem termicznej konwekcji¹⁾, a ta ostatnia związana jest z okresem letnim, stąd gradowa postać opadu, jako występująca w porze wegetacyjnej, jest szczególnie niebezpieczna dla rolnictwa.

Szkody wywołane gradobiciem są bardzo znaczne. Na obszarze województwa lubelskiego w okresie 1946—1950 globalna suma strat w rolnictwie wywołanych przez grady wyniosła 235.047.305 zł, z czego wynika, że roczna suma odszkodowań wypłacanych przez Powszechny Zakład Ubezpieczeń Wzajemnych wynosiła przeciętnie 47.009.461 złotych.

Względy natury rolniczo-gospodarczej wymagają bliższego poznania częstotliwości opadów gradowych i ich przestrzennego rozmieszczenia, a nadto określenia wielkości masy gradzin spadającego lodu atmosferycznego w poszczególnych obszarach, ponieważ ta ostatnia pozostaje w stosunku wprost proporcjonalnym do wielkości strat, które może ponieść rolnictwo.

W literaturze naukowej poświęca się wiele uwagi opadom w postaci gradu. Antoni Dobrowolski w swej pracy pt: „Historia naturalna lodu” zestawiał 165 pozycji w bibliografii, odnoszącej się do zagadnienia gradu.

Niemniej jednak trzeba stwierdzić, że właśnie ten rodzaj opadu w postaci stałej, wyrządzający gospodarującemu człowiekowi niekiedy ogromne straty i szkody — nie został należycie poznany w porównaniu z innymi rodzajami opadów. Przyczyny takiego stanu wiadomości o gradzie szukać należy z jednej strony w trudnościach związanych ze złożonym charakterem zjawiska, z drugiej natomiast — w bardzo niedoskonałych metodach obserwacyjnych. Złożoność zjawiska opadu gradowego polega na tym, że jego tworzenie się jest uzależnione nie tylko od warunków meteorologicznych, ale i od czynników tellurycz-

1) opad gradu może również towarzyszyć frontom depresyjnym.

nych, przy czym obie grupy zjawisk występują w ścisłym powiązaniu ze sobą i we wzajemnej współzależności.

Dotychczasowe metody obserwacyjne polegają, jak wiadomo, głównie na spostrzeżeniach wizualnych, dokonywanych przez obserwatorów-korespondentów gradowych, które niestety, nie pozwalają na dokładne ilościowe uchwycenie zjawiska. Pluviometr nie spełnia w sposób należyty swego zadania w odniesieniu do opadu gradu.

Wynika z tego, że przy braku odpowiednich przyrządów pomiarowych, nie możemy określać masy lodu spadającego z gradem, ani nie jesteśmy w stanie dokładnie wyznaczyć zasięgu obszaru objętego gradobiciem.

Nie trzeba uzasadniać, że ta ostatnia sprawa ma szczególnie doniosłe znaczenie dla rolnictwa. W rolnictwie chcielibyśmy również wiedzieć, jakie jest natężenie opadów gradowych, ponieważ pozostaje ono w stosunku wprost proporcjonalnym do wielkości ryzyka plonów.

Badania przestrzennego rozmieszczenia opadów gradowych są interesujące przede wszystkim dla geografa i klimatologa. Wśród wymienionych wyżej czynników tellurycznych, pewną, nie poznaną bliżej, rolę kształtującą częstotliwość gradów, odgrywa rzeźba powierzchni, budowa geologiczna, sieć wodna i pokrycie terenu. W ścisłym związku z występowaniem gradu pozostają również stosunki hygrotermiczne i anemometryczne poszczególnych obszarów.

W polskiej literaturze klimatologicznej jest niewiele prac poświęconych gradom, chociaż stosunkowo wcześniej zwrócono u nas uwagę na ten rodzaj opadu. Jedną z pierwszych rozpraw o gradzie zawdzięczamy Jędrzejowi Śniadeckiemu, który w 1815 roku wydał „Postrzeżenia nader wielkiego gradu z przyłączeniem niektórych uwag nad jego teorią”. Opis burzy gradowej w Beskidach Zachodnich z dnia 1. VIII. 1805 r. znajdujemy u Staszica w jego „Ziemiorodztwie Karpatów”.

Prace Mereckiego, Satkego, Bujwida, Wierzbickiego, Dobrowolskiego, Gumińskiego, Kosiby, Molgi i Schmucka przyczyniły się w dużym stopniu do rozszerzenia naszych wiadomości o tym typie opadów. W dalszym ciągu daje się jednak odczuwać brak opracowań regionalnych, które w przyszłości pozwoliłyby na dokonanie syntezy odnoszącej się do częstotliwości i rozmieszczenia opadów gradowych w naszym kraju.

Opracowanie niniejsze ma być próbą wypełnienia istniejącej luki, a zarazem zapoczątkowaniem dalszych regionalnych studiów nad gradem.

Wybrano obszar województwa lubelskiego dlatego, że opracowanie stosunków klimatycznych tego terenu wchodzi w zakres badań Katedry Meteorologii i Klimatologii UMCS w Lublinie, a następnie z tego powodu, że się tego domaga rolniczy charakter naszego województwa.

Praca została oparta na materiałach opublikowanych przez PIHM w „Pracach Państw. Inst. Hydrol.-Met.” w Warszawie dla okresu 1946—1950, redagowanych przez doc. mgr. inż. Mariana Moigę.

2. Warunki powstawania opadu gradowego.

Tworzenie się gradowej formy lodu atmosferycznego wiąże się ze zjawiskiem burzy i to zarówno burzy występującej wewnątrz jednolitej masy atmosferycznej, jak i burzy frontowej. W niniejszej pracy nie idzie o analizowanie meteorologicznych warunków burz, ani o rozstrzyganie czy zaobserwowane grady wiązały się genetycznie z frontem chłodnym, czy ciepłym, czy wreszcie z frontem zokludowanym, albo, czy te, które wystąpiły wewnątrz określonych mas atmosferycznych były typowymi burzami termicznymi, czy ewentualnie adwekcyjnymi (frontalnymi).

Zwrócimy jedynie uwagę na pewne szczegóły rozwoju i struktury chmur burzowych ze względu na związki, zachodzące między wykształceniem tych chmur a rozmieszczeniem opadów gradowych na powierzchni Ziemi w czasie przemieszczania się burzy gradowej. Zajmiemy się także warunkami hygrotermicznymi oraz anemometrycznymi, panującymi na terenie Lubelskiego.

Środowiskiem, w którym powstaje grad, jest, jak wiadomo, chmura Cb, bez względu na to, czy genetycznie burza jest frontalną czy termiczną. Warunkami sprzyjającymi powstawaniu gradu są: duży gradient termiczny (często gradient superadiabatyczny) wytwarzający się między czynną powierzchnią gruntu, a wyższymi piętrami troposfery, prowadzący do powstania równowagi chwiejnej, niskie zaleganie powierzchni izotermicznej o wartości 0°C , znaczna wilgotność absolutna w dolnych warstwach troposfery oraz intensywne i o dużej prędkości prądy konwekcyjne, osiągające maksymalnie 15—30 m/sek.

W wyróżnianych fazach rozwojowych chmur burzowych, stadium gradu występuje w drugiej fazie cyklu rozwojowego, w której prądy konwekcyjne wynoszą masy pary wodnej na poziom kondensacyjny, znajdujący się poniżej poziomu powierzchni izotermicznej 0° . Dokonany proces skroplenia na istniejących w atmosferze jądrach kondensacji prowadzi do wytworzenia się kropelek wody. Te ostatnie, wynoszone wyżej, na wysokość około 3000 m nad powierzchnię izotermiczną 0° , zamieniają się w krupy lekkie. W warunkach temperatury ok. -20°C , następuje również sublimacja pary wodnej. Chmura burzowa składa się wówczas z wody występującej w dwóch fazach: w dolnej części z fazy ciekłej i w górnej z fazy stałej. Ciekła faza sięga do wysokości ok. 3000—4000 m. Na tym poziomie wytwarza się rozległy obszar Ac, Sc lub Ci nadający chmurze kształt kowadła, a powstający na poziomie inwersyjnym. W dolnej części chmury burzowej, na wysokości około 1000 m i poniżej, powstaje kołnierz burzowy, zwany inaczej wałem burzowym, będący skutkiem wirów turbulencyjnych o horyzontalnej osi.

Obie części chmury łączą się razem stosunkowo wąskim trzonem uformowanym w wieżycę gradową, która przedstawia postać rozległej poboczniczej walca, często walca skośnego.

Spadające z górnej, najwyższej części chmury krupy lekkie, zamieniają się na poziomie sublimacji na krupy ciężkie, a znalazłszy się w dolnej części chmury, w fazie wody ciekłej, będącej nad poziomem izotermii 0° wodą przechłodzoną — tworzą lód atmosferyczny wykształcony pod postacią gradzin. Rozmiary tych ostatnich zależne są przede wszystkim od zmian prędkości prądu konwekcyjnego, oraz od turbulencyjnego ruchu w chmurze, dzięki czemu, już wytworzone i spadające gradziny mogą ponownie być wynoszone ponad powierzchnię izotermiczną 0° i obniżane poniżej tej powierzchni. Ten proces prowadzi do koncentrycznego nawarstwiania lodu na jądrach zbudowanych ze śniegu, wykształconego jako krupy. Wielkość ziarn gradowych pozostaje również w związku z wysokością wieżycy gradowej. Największe gradziny tworzą się tylko w bardzo silnie rozbudowanych w kierunku pionowym chmurach Cb, o wyniosłych szczytach. Należy nadmienić, że wzrost gradzin odbywa się nie tylko dzięki istniejącej wodzie w dolnej części chmury burzowej, ale i dzięki kryształkom lodowym występującym w górnej części chmury. Zmiany prędkości prą-



Ryc. 1. Szlaki burz gradowych w Polsce w dniu 10. VIII. 1948 r.

Hagelsturmtrassen in Polen am 10. VIII. 1948.

dów konwekcyjnych w chmurze Cb są między innymi wynikiem różnic zależnych od położenia prądu w chmurze, mianowicie w centrum chmury prędkość jest większa, aniżeli w jej partiach peryferycznych.

Według Kołobkowa (23) każda gradzina zwiększa swój promień, przy przechodzeniu poszczególnych odcinków drogi w chmurze, o $1/8$ grubości warstwy osadzającej się na niej wody.

Opady gradowe nie pokrywają powierzchni Ziemi na tak znacznych obszarach jak opady deszczowe lub śnieżne. Jedną z cech charakterystycznych dla opadów gradowych, spadających na powierzchnię Ziemi, jest brak przestrzennej ciągłości tych opadów. Obszary objęte gradami tworzą często na powierzchni Ziemi wydłużone smugi. Na podkreślenie zasługuje fakt ścisłego związku smug gradowych na po-

wierzchni Ziemi z genetycznym typem burzy. Burze termiczne nie tworzą smug, ponieważ te burze mają raczej charakter stabilny, albo niekiedy ruchomy, ale o niezdecydowanym kierunku ruchu. Burze frontowe są burzami ruchomymi, przemieszczającymi się w kierunku ruchu frontu depresyjnego z prędkością przekraczającą 30 km/godz, a niejednokrotnie ze znacznie większą prędkością. Jedyne ten typ burzy może wytworzyć znane szlaki gradowe na powierzchni Ziemi.

Tab. 1.

Szlaki gradowe w Polsce dnia 10. VIII. 1948 r.
Hagelsturmtrassen in Polen am 10. VIII. 1948 r.

Położenie szlaków	Długość	Szerokość	Średnia prędkość przemieszczania się burzy gradowej
A. od górnej Odry, od Raciborza przez Jurę Krakowską, dorzecze górnej Nidy, południową część Wyżyny Kielecko - Sandomierskiej, na obszar Wyż. Lubelskiej po górny Por.	320 km	10—25 km	54 km/godz.
B. od dolnej Dłubni (lewy dopływ Wisły) wzdłuż Wisły, przez dorzecze Sanny na Wyż. Lubelską do środkowego Wieprza.	250 km	20 km	24 km/godz.
C. od Podhala, w poprzek Dunajca, Białej, górnej Wisłoki, Jasiołki, Wisłoka, w kierunku na Dynów nad Sanem.	170 km	5—20 km	36 km/godz.

Szlak gradowy powstaje jako ślad przemieszczającej się nad danym terenem wieżycy gradowej, względnie całego pasa chmur Cb, ciągnącego się czasami na setki kilometrów. Szerokość szlaku gradowego odpowiada średnicy wieżycy gradowej.

Graficzną ilustrację szlaków gradowych stanowią wykonane przez autorów mapy z trzech różnych dni z przemieszczającym się nad obszarem Polski opadem gradowym. Mapa I przedstawia rozmieszczenie gradu dnia 10.VIII.1948 r. Wystąpiły tutaj dwa główne szlaki gradowe — oba w południowej części kraju. Trzeci szlak umiejscowił się



Ryc. II. Szlaki burz gradowych w Polsce w dniu 26. V. 1950 r
Hagelsturmtrassen in Polen am 26. V. 1950.

nad Karpatami i wyżynami podkarpackimi. Długość pierwszego szlaku wynosi 320 km, długość drugiego 250 km. Przeciętna szerokość wszystkich szlaków wynosi 18 km.

Mapa II ilustruje przejście burz gradowych nad Polską w dniu 26. V. 1950 r. Gradobicie wystąpiło w trzech pasach: — północnym, środkowym i południowym. Odległości tych pasów względem siebie wynosiły około 130 km i 70 do 90 km. Najdłuższym szlakiem był północny, bo ciągnął się na przestrzeni 452 km, osiągając średnią szerokość 10—25 km. Szlak południowy, złożony z dwóch części, liczył 188 i 212 km długości, a 20—25 km i 10—40 km szerokości. Natomiast środkowy szlak był najkrótszy, bo liczył jedynie 102 km długości i 5—12 km szerokości.

Gradobicie przedstawione na mapie III miało miejsce dnia 12.IX. 1950 r. Są tu cztery główne szlaki gradowe. Północny jest rozdzielony doliną Wisły na dwie części. Na obszarze Wyżyny Kielecko - Sandomierskiej szlak posiada małą szerokość: 6—8 km, przy 112 km długo-

Tab. 2.

Szlaki gradowe w Polsce dnia 26. V. 1950 r.
Hagelsturmtrassen in Polen am 26. V. 1950.

Położenie szlaków	Długość	Szerokość	Średnia prędkość przemieszczania się burzy gradowej
A. od Kujaw na obszar północnego Mazowsza do dorzecza górnej Wkry	10,5 km	15—20 km	20,5 km/godz.
B. od Zbaszynia przez Poznań do źródeł Noteci	167 km	10—12 km	44 km/godz.
C. od źródeł Noteci i j. Gopła, przez Włocławek w kierunku na Zambrów i Wysokie Mazowieckie	285 km	10—25 km	75 km/godz.
D. od podnóża Sudetów, od miejscowości Jawor i Strzegom, przez Wrocław po Namysłów	102 km	5—12 km	98 km/godz.
E. od Nysy Kłodzkiej po g. Ścinawę	79 km	5—10 km	40,8 km/godz.
F. od g. Odry przez N część Jury aż do dorz. Czarnej i dorz. Bobrzy	188 km	20—25 km	67,2 km/godz.
G. od dorz. Czarnej Nidy przez Łysogóry, dorz. Kamiennej, Iłżan-ki, Bystrej, Ciemłęgi do dorz. Piwonii	212 km	10—40 km	79 km/godz.

ści. Na Wyżynie Lubelskiej szlak osiąga znaczne rozszerzenie do 35 km w części północnej i rozdzielenie na trzy gałęzie. Długość tych szlaków wynosi 100 km, 76 km i 90 km. Szlak południowy jest stosunkowo krótki (113 km) i wąski (6—10 km).

Do wspólnych cech tych szlaków należą:

a) znaczna ich długość przy małej szerokości;



Ryc. III. Szlaki burz gradowych w Polsce w dniu 12. IX. 1950 r.
Hagelsturmtrassen in Polen am 12. IX. 1950.

- b) położenie pasów względem siebie jest prawie równoległe;
- c) kierunek szlaków jest WSW — ENE albo W — E;
- d) niektóre z wymienionych szlaków, pochodzących z różnych dni, przebiegają przez te same obszary.

Srednia prędkość przemieszczania się burz gradowych nad Polską wynosiła w wymienionych dniach 51,4 km/godz.

Podane przykłady wskazują, że w ciągu jednego dnia burza gradowa może przemieścić się na szlaku liczącym około 3/4 równoleżnikowej rozciągłości Polski, na długości 450 km.

Z przytoczonych przykładów, a w szczególności z analizy materiału okresu 1946—1950 wynika, że szlaki południowe są częściej nawiedzane aniżeli szlaki północne.

Tab. 3.

Szlaki gradowe w Polsce dnia 12. IX. 1950 r.

Hagelsturmtrassen in Polen am 12. IX. 1950.

Położenie szlaków	Długość	Szerokość	Średnia prędkość przemieszczania się burzy gradowej
A. od górnej Warty do g. Pilicy, na linii Wieluń—Sulejów	112 km	6—8 km	69 km/godz.
B. od dolnej Iżanki po środkowy Wieprz	100 km	35 km	20 km/godz.
C. od dorzecza Giełczwi do dorze- cza Włodawki	76 km	5—15 km	28 km/godz.
D. od górnej Wyżnicy po górny Wieprz i Wolicę	90 km	10—25 km	62 km/godz.
E. od górnej Dłubni po dolną Wi- siołę, po południowej stronie Wyż. Małopolskiej na obszar Obniżenia Podkarpackiego	113 km	6—10 km	54 km/godz.

3. Burze meteorologiczne na obszarze województwa lubelskiego.

W naukowej literaturze polskiej istnieje niewiele opracowań odnoszących się do zagadnienia burz w ogólności, a w szczególności brak opracowań burz gradowych na obszarze województwa lubelskiego. Znajdujemy pewne wzmianki o burzach na tym terenie w pracach: Grabowskiego (11), Gumińskiego (17), Panowicza - Lehmana (34) i Wiszniewskiego (58). Prace te oparte były na materiałach dawniejszych; Grabowskiego na materiale 1872—1928, Gumińskiego dla okresu 1930—1937, Panowicza - Lehmana dla okresu 1921—1930, a Wiszniewskiego dla lat 1891—1930.

Europa nie należy do kontynentów o znaczniejszych liczbach dni z burzami w ciągu roku. Z mapy Kłossowskiego (23) przedstawiającej geograficzne rozmieszczenie liczby dni z burzami w ciągu roku na globie ziemskim wynika, że na obszarze Europy ilości dni z burzami wahają się w granicach od 5 do 30. Jedynie w kilku, powierzchniowo małych obszarach, położonych w basenie morza Śródziemnego, liczba dni z burzami dochodzi do 50 na rok. Maksimum,

przekraczające 50 dni, występuje w strefie międzyzwrotnikowej, w szczególności w Ameryce Środkowej, w Afryce nad zatoką Gwinejską, w Azji południowo-wschodniej na półwyspie Indochińskim i półwyspie Malajskim, oraz na wyspach archipelagu Sundajskiego.

W Polsce liczby dni z burzami wynoszą wg. K ł o s s o w s k i e g o 10—30. Minimum występuje w Polsce północnej, maksimum w Polsce południowej.

Liczba dni z burzami na terenie naszego kraju osiąga minimalnie 12, a maksymalnie 36 w ciągu roku, co podaje W i s z n i e w s k i (58) na swojej mapie rozkładu średniej ilości dni z burzą w roku w Polsce. Minimum występuje na Pomorzu w dwóch obszarach — nad zatoką Pucką i w rejonie Ustki. Obszary z dużymi liczbami dni z burzą grupują się w mniej lub więcej izolowanych wyspach w południowo-zachodniej części kraju. Maksimum ulokowane jest w okolicy Sobótki.

Ilość dni z burzą w Lubelskim ma charakterystyczny rozkład. Najwięcej tych dni, bo ponad 22 w ciągu roku, występuje nad dolnym Wieprzem i w południowo-wschodnim kącie województwa na przedpolu Rostocza. Pomiędzy tymi obszarami ilość dni z burzą ulega zmniejszeniu do 16, względnie 15 na rok, osiągając analogiczną liczbę nad środkowym Bugiem. Minimalne wartości występują nad Wisłą i Sanem (13—14 dni).

W i s z n i e w s k i zastrzega się, że w województwach wschodnich (a więc i w województwie lubelskim) ze względu na brak materiałów, izarytmy mają przebieg orientacyjny. Ponieważ mapa podaje rozmieszczenie ilości dni z burzami różnych typów, przeto nie może odzwierciedlać geograficznego rozkładu b u r z g r a d o w y c h w Lubelskim.

Według S ü r i n g a ilość burz gradowych w stosunku do ilości burz zaobserwowanych w ciągu roku wynosi tylko ok. 66‰ (50). Opierając się na powyższym, można z pewnym przybliżeniem przyjąć, że w obszarach, gdzie notuje się 22 dni z burzą, jest ok. 1,5 dn'a z burzą gradową, a tam gdzie obserwuje się 16 dni rozmaitych typów, jest zaledwie 1 dzień z gradem na rok.

G u m i ń s k i (17) uważa, że w obszarach położonych po zachodniej stronie Wisły jest większa częstość opadów gradowych, aniżeli po wschodniej stronie rzeki. Minimum częstości opadu gradowego występuje wg. G u m i ń s k i e g o w dorzeczu dolnego Bugu i Narwi, w południowej części Mazowsza, a nadto w północnych i w południowych terenach Lubelskiego.

Z analizy materiału częstotliwości burz gradowych oraz ilości dni z gradem w okresie 1946—1950 na terenie województwa lubelskiego dokonanej przez autorów niniejszej pracy wynika, że średnie liczby dni z gradem w ciągu roku wynoszące od 1—2,5 i stanowiące wartości maksymalne w województwie (w całym okresie 1946—1950 maksymalna ilość dni z gradem wynosiła 11—12 dni), skupiają się w obszarze położonym na południe od równoleżnika $51^{\circ}25'$ (Mapa X). Najwięcej zaobserwowanych przypadków gradobii było na Wyżynie Lubelskiej, w szczególności w powiatach: krasnostawskim, zamojskim, lubelskim, chełmskim i puławskim. Najmniej gradów obserwowano w północno-zachodniej części województwa w powiecie łukowskim. W stosunku do ogólnej sumy zanotowanych w okresie 1946—1950 burz gradowych w Lubelskim, która osiągnęła 2.257 przypadków, maksymalna częstotliwość w województwie, która wystąpiła w powiecie krasnostawskim, wynosiła 17,0%, a minimalna dla województwa, w powiecie łukowskim — tylko 1,1%.

W świetle przytoczonych faktów wydaje się, że półwysep zwiększonych ilości dni z burzą w roku na mapie W i s z n i e w s k i e g o winien być raczej przedłużony w kierunku południowo-wschodnim i powinien się łączyć z obszarem dużych ilości dni z burzą w obszarze położonym na Pobużu i na Grzędzie Sokalskiej. Bruzda stosunkowo małych ilości dni z burzą, ciągnąca się od Biłgoraja, w poprzek Roztocza w kierunku na Szczepieszyń i Horodło nie znajduje potwierdzenia.

4. Przebieg dobowy i roczny burz gradowych w Lubelskim.

Burze gradowe na terenie województwa lubelskiego występowały w ciągu doby, w większości przypadków, w godzinach popołudniowych. Dzieliąc dobę na dwa okresy od 0,01 — 12h i od 12,01 — 24h stwierdzamy, że w stosunku do ogólnej liczby, wyrażającej częstotliwość opadów gradowych w całym rozpatrywanym okresie, 89,9% stanowiły gradobicia w godzinach od 12,01—24h. (Tab. 4). Szczegółowa analiza pozwoliła stwierdzić, że we wszystkich powiatach roczne maksimum częstotliwości gradów występowało wyłącznie w okresie popołudniowym, między godz. 12,01—24,00.

W powiecie hrubieszowskim obserwowano opady gradowe tylko w jednym przypadku w całym okresie 5-cio letnim w godzinach między 0,01—12,00. W pozostałych powiatach, jakkolwiek wystąpiła większa częstość opadów gradowych w godzinach przedpołudniowych

niż w powiecie hrubieszowskim, to jednak stosunek częstości burz gradowych z okresu popołudniowego, do częstości burz okresu rannego, utrzymywał się w granicach od 4,8 do 25,6 (pominięty został stosunek dla powiatu hrubieszowskiego z 1-ną burzą gradową w okresie przedpołudniowym).

Szczególnie duże wartości stosunku wypadają dla powiatów: biłgorajskiego (11,8), lubartowskiego (16,6), lubelskiego (19,1) i kraśnickiego (25,6). W wymienionych powiatach zaznaczyła się zdecydowana przewaga częstości gradów okresu popołudniowego nad ilością opadów gradowych okresu rannego. W powiecie hrubieszowskim opady gradowe ranne stanowiły 2,5% częstości popołudniowych, a w pow. kraśnickim 3,9%.

Częstotliwość opadów gradowych w poszczególnych powiatach województwa lubelskiego została wyliczona w przedziałach godzinnych i przedstawiona na tablicach, zamieszczonych poza tekstem (tabl. 23).

Przebieg roczny częstotliwości opadów gradowych w okresie 1946—1950 przedstawiał się jak wskazuje Tab. 5.

Tab. 5.

Częstotliwość gradu w woj. lubelskim w okr. 1946—1950 w ‰/‰.

Die Häufigkeit der Hagelniederschläge in der Wojw. Lublin
in dem Zeitraum 1946—1950.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ogółem 1946—1950
—	0,09	0,17	5,06	11,36	15,5	22,14	35,9	9,56	0,22	—	—	100=2257

Na obszarze woj. lubelskiego wystąpiły opady gradowe w okresie rocznym w ciągu sześciu miesięcy (od kwietnia do września włącznie) z wyraźnym maksimum w sierpniu. W miesiącach — listopadzie, grudniu i styczniu nie obserwowano opadów gradowych. W okresie wegetacyjnym miały miejsce stosunkowo duże wartości częstości opadów pod postacią gradu (V — 11,4%, VI — 15,5%, VII — 22,1%, VIII — 35,9%, IX — 9,6%).

Częstotliwość gradu w poszczególnych powiatach kształtowała się w przebiegu rocznym inaczej niż w obrazie średnim odnoszącym się do całego województwa.

Różnice w przebiegu rocznym częstotliwości opadów gradowych w powiatach woj. lubelskiego przedstawia Tab. 6.

Tab. 6.

Częstotliwość gradu w powiatach woj. lubelskiego w okresie 1946—1950 w ‰. Prozentuale Häufigkeit der Hagelniederschläge in den Bezirken der Wojw. Lublin in dem Zeitraum 1946—1950.

miesiąc powiat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ogółem 1946—1950
Łukowski	—	3,7	—	7,4	33,3	22,2	14,8	14,8	—	3,7	—	—	100 = 27
Radzyński	—	—	—	4,7	10,9	18,7	23,4	37,6	4,7	—	—	—	100 = 64
Białsko-podl.	—	—	—	26,3	15,8	10,5	31,6	10,5	3,5	1,7	—	—	100 = 57
Puławski	—	—	—	6,9	9,2	22,0	18,7	15,8	27,3	—	—	—	100 = 260
Lubartowski	—	—	—	1,7	15,9	13,6	13,6	44,9	10,2	—	—	—	100 = 176
Włodawski	—	1,5	—	33,3	22,7	16,7	6,1	13,6	4,5	1,5	—	—	100 = 66
Lubelski	—	—	0,3	3,1	9,0	16,2	20,8	40,5	9,9	—	—	—	100 = 321
Chełmski	—	—	—	3,3	8,9	11,7	28,2	43,7	3,3	—	—	—	100 = 213
Kraśnicki	—	—	1,5	6,7	5,3	12,8	18,1	45,2	12,0	—	—	—	100 = 133
Krasnostawski	—	—	—	2,1	5,5	14,2	30,4	43,2	4,7	—	—	—	100 = 382
Hrubieszowski	—	—	—	10,0	57,5	12,5	7,5	12,5	—	—	—	—	100 = 40
Zamojski	—	—	0,3	2,4	12,7	16,0	19,5	38,5	10,4	0,3	—	—	100 = 338
Biłgorajski	—	—	—	1,7	14,8	12,2	36,5	31,3	2,6	0,9	—	—	100 = 115
Tomaszowski	—	—	—	4,6	7,7	21,5	9,2	44,6	12,3	—	—	—	100 = 65

Maksimum częstotliwości opadów gradowych zjawiało się w ciągu roku na terenie województwa lubelskiego najwcześniej w kwietniu, a najpóźniej we wrześniu. Sierpniowe maksimum częstotliwości burz gradowych wystąpiło w następujących powiatach: radzyńskim, lubartowskim, lubelskim, chełmskim, krasnostawskim, kraśnickim, zamojskim i tomaszowskim. Największą w województwie częstotliwość burz gradowych w sierpniu miał powiat krasnostawski. W liczbie bezwzględnej częstość ta wynosiła 165 przypadków (w okresie 1946—1950), co stanowi 20,3% rocznego maksimum dla województwa. Najniższą w województwie bezwzględną wartość rocznego maksimum częstotliwości

burz gradowych miał powiat łukowski, bo jedynie 9 przypadków (33,3%). Wartość ta wystąpiła w maju. W powiecie bialskim roczne maksimum częstotliwości przypadło na lipiec (18, 31,6%), we włodawskim na kwiecień (22, 33,3%), w hrubieszowskim na maj (23, 57,5%), w biłgorajskim na lipiec (42, 36,5%), a w puławskim na wrzesień (71, 27,3%).

Najmniejszą roczną częstotliwość opadu gradowego miały w okresie 1946—1950 powiaty północne województwa. Powiaty — lubelski, krasnostawski i zamojski wyróżniały się największą częstością burz gradowych.

Średnia częstotliwości przypadająca na pięciolecie dla wszystkich powiatów województwa wynosi 161,2 przypadków gradobici, czyli 32,24 na rok. W powiatach: lubelskim, krasnostawskim i zamojskim liczby częstotliwości wynoszą kolejno — 321, 382, 338 w okresie 1946—1950, a na rok: 64,2, 76,4 i 67,6.

Liczby te są godne większej uwagi. W całym województwie lubelskim gradobicia pojawiają się średnio przeszło 30 razy w ciągu roku, a w trzech powiatach ponad 60 razy w roku, czyli dwa razy częściej niż przeciętnie na całym obszarze.

Powiat o najmniejszej częstości gradobici, którym na terenie woj. lubelskiego jest powiat łukowski, wyróżnia się ubóstwem burz gradowych, bo na rok zjawia się tychże jedynie 5, co stanowi 6-tą część średniej wartości dla województwa.

5. Rozmieszczenie opadów gradowych w Lubelskim (1946—1950).

Z map rozmieszczenia miejscowości nawiedzonych gradem w Polsce w okresie 1946—1950, a zamieszczonych w publikacjach PIHM (12—16) można wyciągnąć wniosek, że na obszarze kraju dadzą się wyróżnić regiony, w których jest szczególnie duże skupienie miejscowości, gdzie zanotowano opady gradowe.

Do takich regionów należą:

- a) nizina nad dolną Wisłą, na przestrzeni od Torunia po Małbork;
- b) północna część niziny Mazowieckiej, wzdłuż równoleżnika 53° od Wisły po Narew;
- c) Kraina Wielkich Dolin, od Świebodzina w kierunku ku wschodowi do Płońska;
- d) Górny Śląsk;

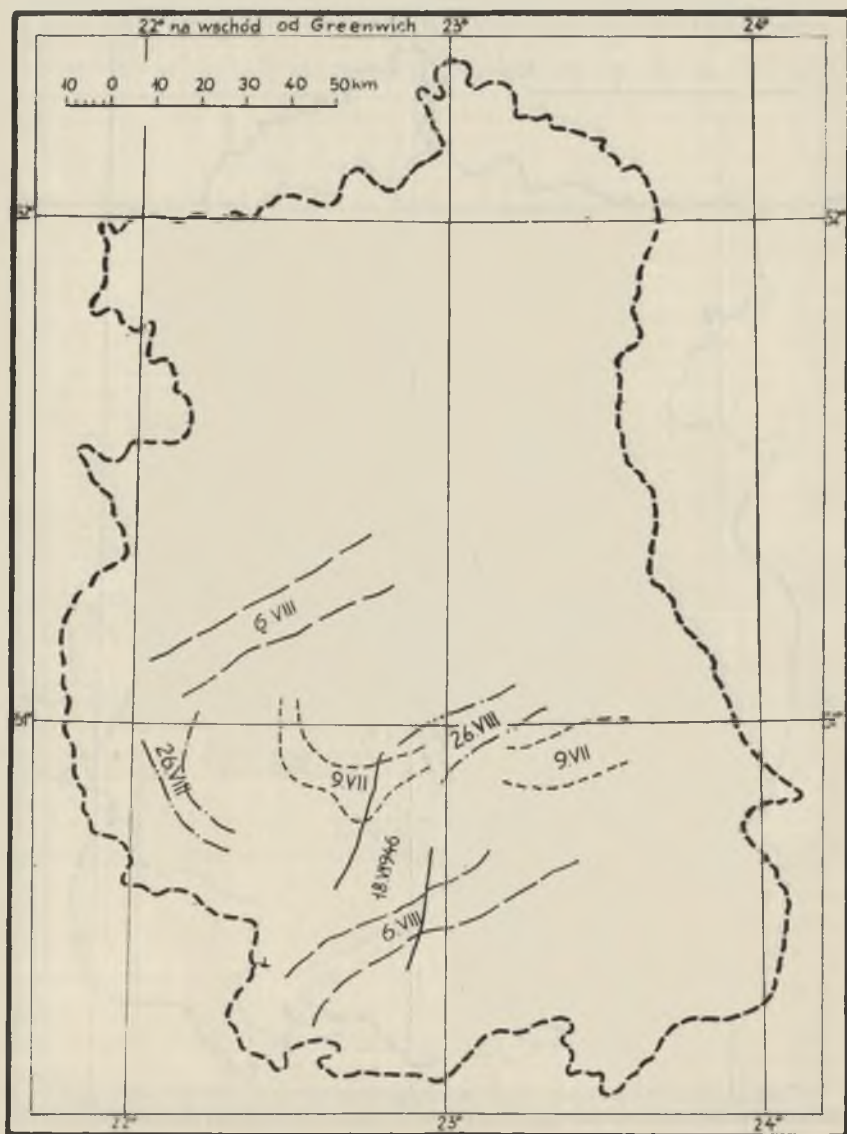
- e) Wyżyna Kielecko-Sandomierska (w części południowej i południowo-zachodniej);
- f) Wyżyna Lubelska;
- g) Obniżenie Podkarpackie (część zachodnia, od Myślenic po linię Tarnów — Mielec).

Omówione wyżej mapy (I, II, III), na których zostały uwidocznione szlaki przemieszczania się burz gradowych ponad Polską, stanowią potwierdzenie stanu rozmieszczenia gradobić wg. map przeglądowych PIHM (12—16). Szlaki gradowe z poszczególnych dni okresu 1946—1950 przebiegają głównie przez te regiony, gdzie występują największe skupienia miejscowości z zaobserwowanym opadem gradu. Rozmieszczenie miejscowości, w których wystąpiły opady gradowe na terenie Lubelskiego w okresie badanego pięciolecia, podaje mapa XI. Rozrzut punktów. oznaczających miejscowości nawiedzone gradem, jest nierównomierny. Znacznie więcej opadów gradowych było w południowej części województwa, aniżeli w północnej. W południowej części Lubelskiego na 100 km² powierzchni przypadało przeciętnie 18,2 miejscowości nawiedzonych gradem. W północnej i wschodniej części województwa na 100 km² powierzchni było średnio zaledwie 3,5 punktów, gdzie wystąpiły opady gradowe.

Na mapie rozmieszczenia miejscowości nawiedzonych gradem w województwie lubelskim dadzą się wyróżnić pewne skupiska. Największe powierzchniowo skupisko występuje w dorzeczu Wieprza (za wyjątkiem dolnej części dorzecza), mniejsze skupiska są w dorzeczu Chodelki i w dorzeczu Bystrej.

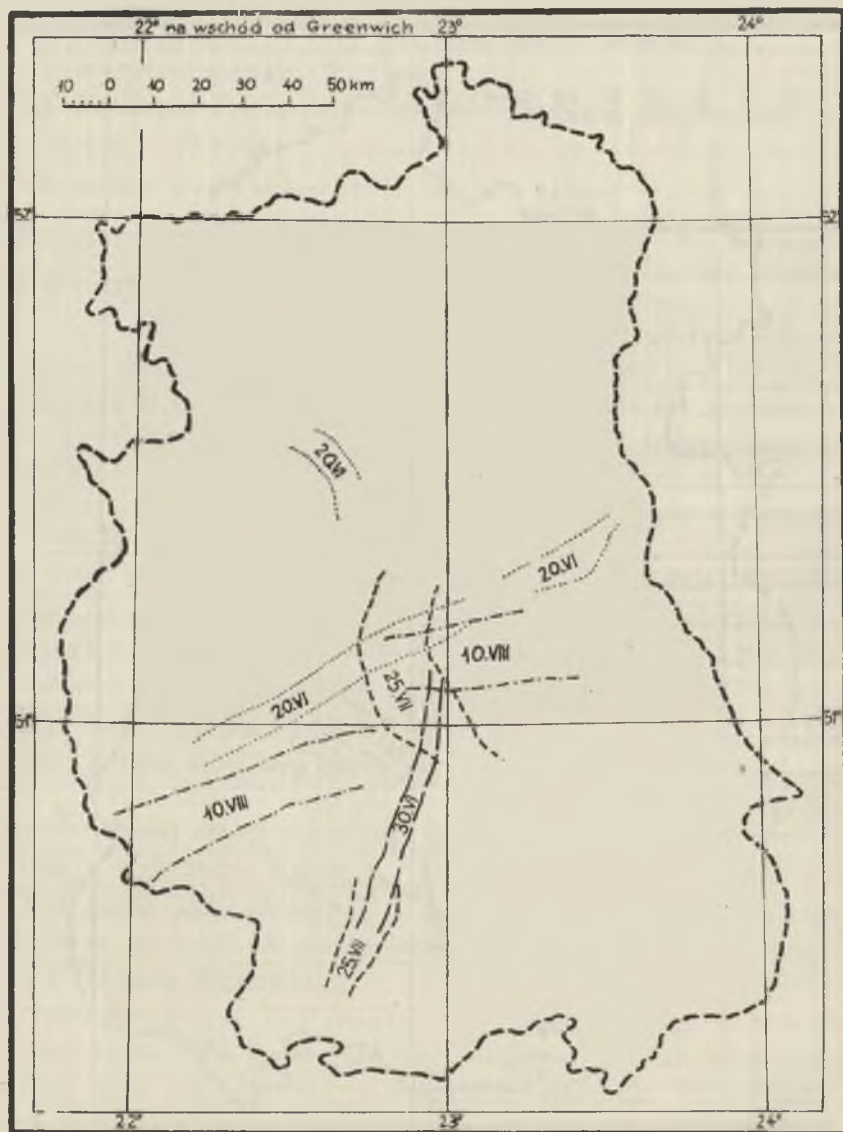
Jest godne podkreślenia, że w dorzeczu Bugu było bardzo mało przypadków gradobić. W szczególności wymienić tu należy dorzecze Krzny i dorzecze Włodawki.

Charakterystyczne jest rozmieszczenie miejscowości, w których w okresie 1946—1950 spadł grad pięć i więcej razy. Tab. 24 daje zestawienie tych miejscowości, a mapa XI uwidacznia ich położenie. Można stwierdzić, że miejscowości o największej częstotliwości opadów gradowych układają się na obszarze Wyżyny Lubelskiej w kierunku NW — SE, tworząc pas, który może być uważany za szlak gradowy. Granice szlaku gradowego przebiegają na północy od dolnego Wieprza przez Kock, Sosnowicę, Sawin do Świerza nad Bugiem, a na południu — od Józefowa nad Wisłą przez Janów Lubelski, Krasnobród do Kryłowa n. Bugiem.



Ryc. IV. Szlaki burz gradowych na obszarze woj. lubelskiego w 1946 i 1947 r.
Die Hagelsturmtrassen im Gebiete der Wojw. Lublin im. J. 1946 und 1947.

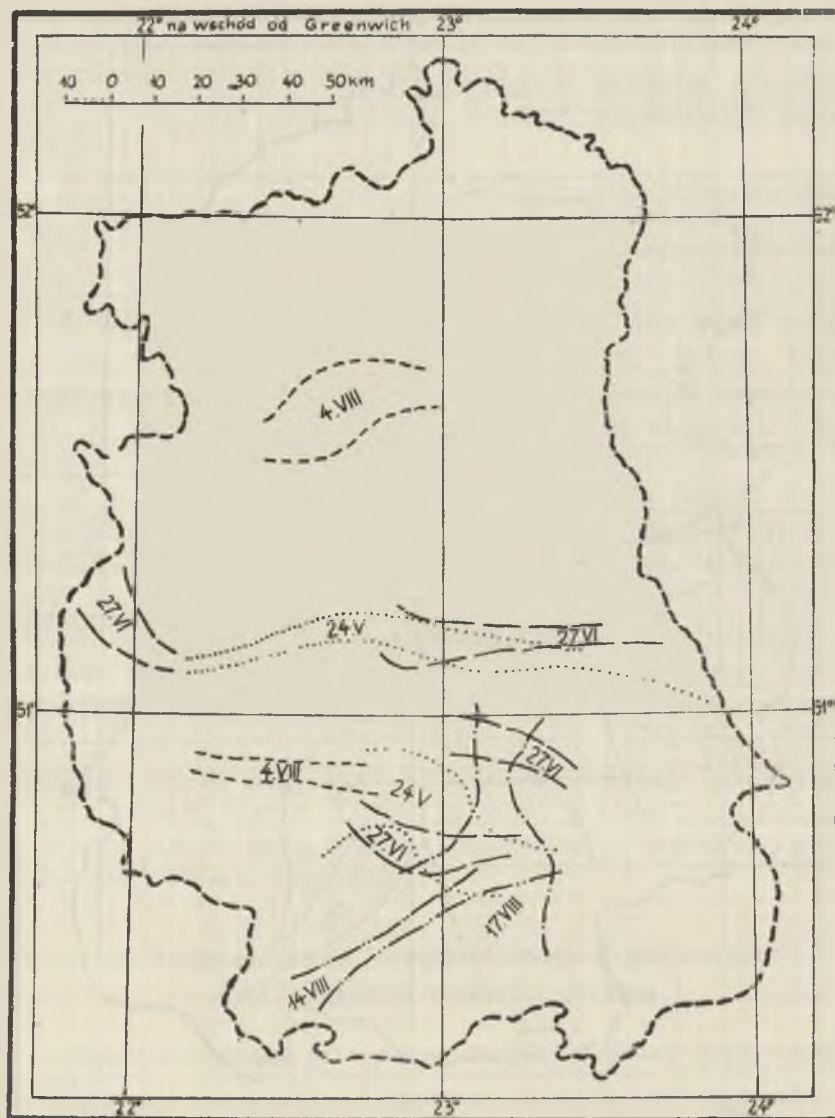
Na zewnątrz wyznaczonych szlaków znajduje się jedynie kilka miejscowości na obszarze naszego województwa, w których obserwowane były gradobicia w liczbie większej od 5 (w okresie 1946—1950).



Ryc. V. Szlaki burz gradowych na obszarze wojew. lubelskiego w 1948 r.

Die Hagelsturmtrassen im Gebiete der Wojw. Lublin im. J. 1948.

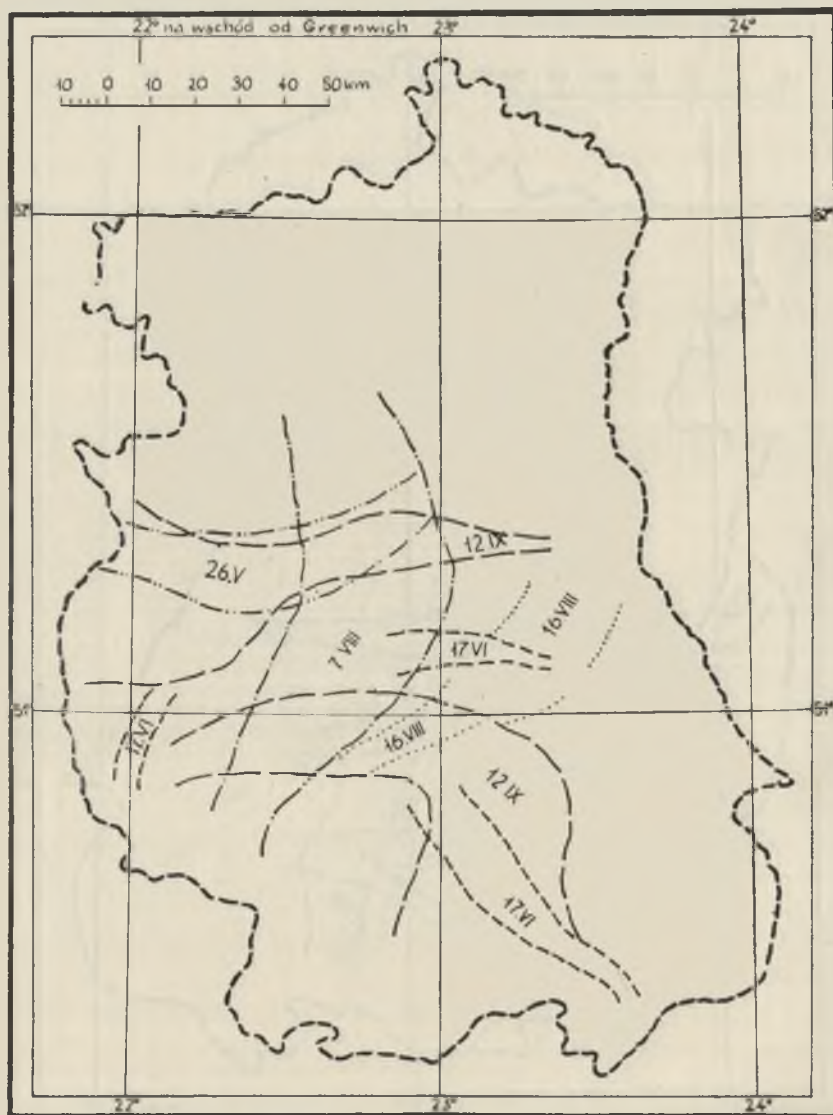
Porównanie szlaku gradowego wyznaczonego przez autorów z mapką Gumińskiego (17) daje ogólne podobieństwo. Cechy podobne odnoszą się przede wszystkim do położenia szlaku gradowego



Ryc. VI. Szlaki burz gradowych na obszarze woj. lubelskiego w 1949 r.

Die Hagelsturmtrassen im Gebiete der Wojw. Lublin im. J. 1949.

na terenie woj. lubelskiego. W obu przypadkach jest on uplasowany między równoleżnikami $50^{\circ} 35'$ a $51^{\circ} 30'$. Różnice dotyczą w szczególności kierunku osi szlaków. U Gumińskiego kierunek ten jest równoleżnikowy, a na naszej mapie, jak już wyżej podano: NW—SE.



Ryc. VII. Szlaki burz gradowych na obszarze woj. lubelskiego w 1950 r.
Die Hagelsturmtrassen im Gebiete der Wojw. Lublin im J. 1950.

Wyznaczenie szlaków gradowych na obszarze woj. lubelskiego zostało dokonane jeszcze w inny sposób.

Na podkład mapy woj. lubelskiego w podz. 1:300 000 nanoszono miejscowości nawiedzone gradem, stosując odrębne oznaczenia, dla

każdego dnia z gradem z osobna. Na tej drodze uzyskano po sześć map miesięcznych (dla miesięcy od IV—IX włącznie) dla każdego roku okresu 1946—1950, razem 30 map, stanowiących materiał roboczy.

W niektórych dniach dało się wyróżnić, jako ślady przemarszu burz gradowych, wyraźnie zaznaczające się pasy gradowe, które z kolei przedstawiono na oddzielnych mapach syntetycznych (mapy nr IV, V, VI, VII).

Z map tych wynika, że na północy województwa szlaki nie przekraczają równoleżnika $51^{\circ}30'$, względnie doliny dolnego Wieprza i skupiają się wyłącznie na południu województwa. W sumie wyróżniono 31 szlaków. Niektóre z nich pokrywają się wzajemnie i w ten sposób ogólna ich ilość ulega redukcji (do 20). Większość pasów gradowych ma przebieg równoleżnikowy (18), reszta posiada kierunek południkowy (9) albo ukośny względem wymienionych (4).

Szlaki gradowe skupiają się głównie na obszarze Wyżyny Lubelskiej. Jest charakterystyczne, że szlaki gradowe nie przecinały wschodniej części Wyżyny, a w szczególności należy podkreślić nieobecność szlaków po wschodniej stronie górnego Wieprza.

Szlaki gradowe omijają Roztocze. Wyjątek stanowią cztery szlaki przebiegające poprzecznie przez Roztocze, przez południkowe rozcięcie, znajdujące się na pograniczu Roztocza Zachodniego i Środkowego.

Na północy Wyżyny Lubelskiej szlaki gradowe wybiegają poza Wyżynę w jednym tylko obszarze, położonym na pograniczu Małego Mazowsza i Polesia Lubelskiego.

6. Rozmieszczenie i częstość opadów gradowych pod względem wielkości gradzin.

Biorąc pod uwagę przyjętą w służbie gradowej skalę wielkości gradzin:

- | | | | |
|---|---|----------|-------------------|
| a | — | wielkość | wyki |
| b | — | „ | grochu |
| c | — | „ | bobu |
| d | — | „ | orzecha laskowego |
| e | — | „ | orzecha włoskiego |
| f | — | „ | jaja gołębiego |
| g | — | „ | jaja kurzego |

i określając pod tym względem zaobserwowane gradobicia w Lubel-

skim, stwierdzamy, że w okresie 1946—1950 były reprezentowane w naszym województwie wszystkie wielkości gradzin.

W całym województwie największą częstością odznaczały się gradziny o wielkości grochu (b). Stosunkowo często spadały gradziny większe, aż do wielkości orzecha laskowego włącznie. Gradziny o rozmiarach jaja gołębiego, a także o wielkości jaja kurzego, należały do wyjątków, były jednakże obserwowane.

Tab. 7.

Częstotliwość gradu pod względem wielkości gradzin w woj. lubelskim
w okresie 1946—1950 r. w ‰/‰.

Prozentuale Häufigkeit der Hagelniederschläge in Bezug auf Hagelkorngrosse
in der Wojw. Lublin in dem Zeitraum 1946—1950.

a	b	c	d	e	f	g	Ogółem 1946—1950
16,8	35,6	22,7	18,2	4,7	1,9	0,1	100=4360

Trzeba podkreślić, że w powiecie Biała Podlaska, który miał ogólną małą częstość gradobii w omawianym okresie — największą częstość w całym województwie osiągnęły gradziny o wielkości „b”. W powiecie tym zaobserwowano także gradziny o największych rozmiarach tzn. o wielkości jaja kurzego.

Tab. 8.

Częstotliwość gradu pod względem wielkości gradzin w powiecie Biała Podlaska
w okresie 1946—1950 r. w ‰/‰.

Prozentuale Häufigkeit der Hagelniederschläge in Bezug auf Hagelkorngrosse
im Bezirk Biała Podlaska in den Jahren 1946—1950.

a	b	c	d	e	f	g	Ogółem 1946—1950
14,6	44,0	18,6	16,0	5,3	0	1,3	100 = 75

Na drugim miejscu pod względem częstości gradzin o wielkości „b” wymienić należy powiat włodawski, a następnie lukowski. Do obszarów o dużej częstości gradzin o rozmiarach „b” zaliczyć na-

leży także powiat zamojski. Z powyższego wynika, że w szczególności powiaty północne i północno-wschodnie mają największą częstość gradzin wielkości „b”.

Tab. 9.

Częstotliwość gradu pod względem wielkości gradzin w powiatach: włodawskim i łukowskim, w okresie 1946—1950 r. w ‰‰‰.

Prozentuale Häufigkeit der Hagelniederschläge in Bezug auf Hagelkorngrosse in den Bezirken Włodawa und Łuków in den J. 1946—1950.

Powiat	a	b	c	d	e	f	g	Ogółem 1946 — 1950
Włodawa	22,2	41,6	13,9	15,2	2,8	4,2	0	100 = 72
Łuków	17,1	40,0	22,8	8,6	8,6	2,8	0	100 = 35

Znaczniejsze co do rozmiarów gradziny, osiągające wielkości oznaczane symbolem „c”, wystąpiły w powiatach chełmskim i lubelskim.

Tab. 10.

Częstotliwość gradu pod względem wielkości gradzin w powiatach: chełmskim i lubelskim, w okresie 1946—1950 r. w ‰‰‰.

Prozentuale Häufigkeit der Hagelniederschläge in Bezug auf Hagelkorngrosse in den Bezirken Chełm und Lublin in den J. 1946—1950.

Powiat	a	b	c	d	e	f	g	Ogółem 1946 — 1950
Chełm	13,4	36,0	28,0	19,2	2,3	1,1	0	100 = 433
Lublin	16,5	32,6	27,3	18,5	3,5	1,4	0	100 = 628

W południowych obszarach województwa obserwowana była znaczna częstość gradzin o wielkości orzecha laskowego i orzecha włoskiego. Takimi gradobiciami nawiedzone zostały powiaty: tomaszowski, hrubieszowski, krasnostawski, biłgorajski i kraśnicki.

Tab. 11.

Częstotliwość gradu pod względem wielkości gradzin w powiatach: tomaszowskim, hrubieszowskim, krasnostawskim, biłgorajskim i kraśnickim, w okresie 1946—1950 r. w ‰.

Prozentuale Häufigkeit der Hagelniederschläge in Bezug auf Hagelkorngrosse in den Bezirken Tomaszów, Hrubieszów, Krasnystaw, Biłgoraj und Kraśnik in den J. 1946—1950.

Powiat	a	b	c	d	e	f	g	Ogółem 1946 — 1950
Tomaszów	18,9	35,3	22,8	20,9	1,9	0	0	100 = 153
Hrubieszów	7,2	26,7	17,9	28,6	17,9	1,7	0	100 = 56
Krasnystaw	13,3	33,2	24,8	21,2	5,0	2,3	0,1	100 = 916
Biłgoraj	12,7	34,2	25,4	21,0	3,9	2,8	0	100 = 181
Kraśnik	19,2	28,6	22,4	18,0	7,3	4,5	0	100 = 245

Największa częstość gradobii (na obszarze całego województwa) o gradzinach wielkości „a” wystąpiła w powiecie radzyńskim.

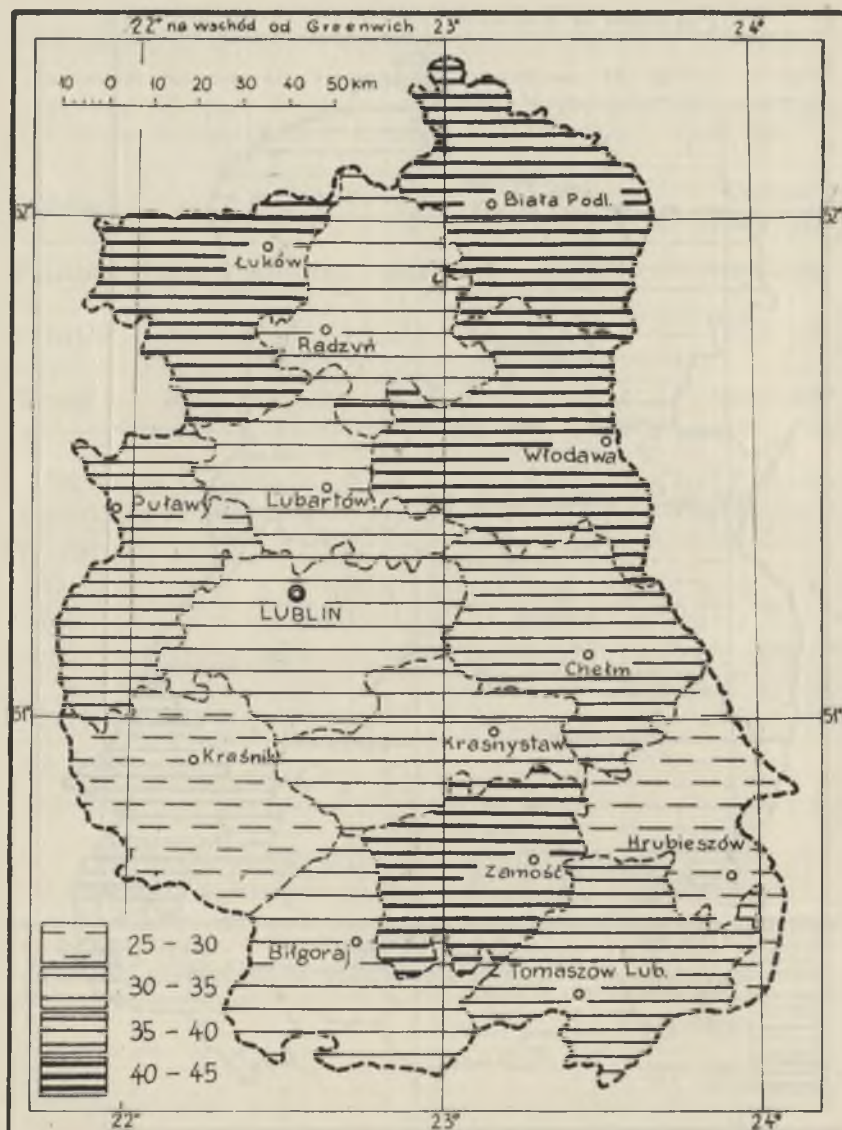
Tab. 12.

Częstotliwość gradu pod względem wielkości gradzin w powiecie radzyńskim w okresie 1946—1950 r. w ‰.

Prozentuale Häufigkeit der Hagelniederschläge in Bezug auf Hagelkorngrosse in dem Bezirk Radzyń in den J. 1946—1950.

Powiat	a	b	c	d	e	f	g	Ogółem 1946 — 1950
Radzyń	29,1	34,9	19,4	12,6	1,9	1,9	0	100 = 103

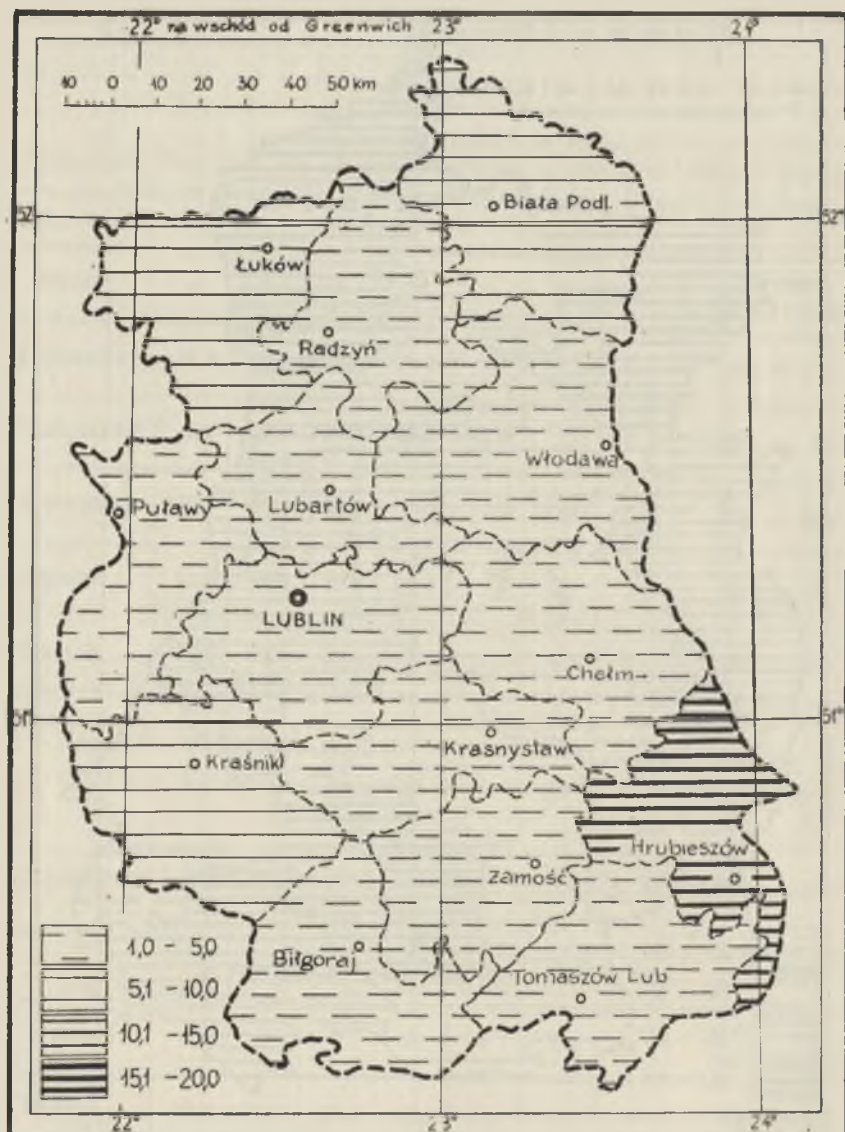
Zbliżone względem siebie stosunki kształtowania się wielkości gradzin oraz prawie identyczna częstość ich pojawiania się wystąpiły w powiatach: puławskim, lubartowskim i zamojskim. Najważniejsze różnice dotyczą dużej częstości gradzin „b” w powiecie zamojskim, a także stosunkowo znacznej częstości pojawiania się gradzin „d” w pow. lubartowskim.



Ryc. VIII. Częstotliwość opadu gradu wielkości grochu dla powiatów woj. lubelskiego w okresie 1946—1950 r.

Die Häufigkeit der Hagelniederschläge in der Erbsenkorngroße in den Bezirken der Wojw. Lublin im Zeitraum 1946—1950.

Mapa rozmieszczenia gradów wielkości grochu w okr. 1946—1950 na obszarze województwa lubelskiego (mapa VIII) wskazuje, że maksymalne wartości (40—45 przypadków) występują w powiatach — biał-



Ryc. IX. Częstość opadu gradu wielkości orzecha włoskiego dla powiatów woj. lubelskiego w okresie 1946—1950 r.

Die Häufigkeit der Hagelniederschläge in der Walnusskorngroße in den Bezirken der Wojw. Lublin im Zeitraum 1946—1950.

skim, włodawskim i łukowskim. Analogiczne wartości miał także powiat zamojski. Najmniejsze wartości (25—30) były w powiatach — krańcikiem i hrubieszowskim.

Tab. 13.

Częstotliwość gradu pod względem wielkości gradzin w powiatach: puławskim, lubartowskim i zamojskim, w okresie 1946—1950 r. w ‰/‰.
 Prozentuale Häufigkeit der Hagelniederschläge in Bezug auf Hagelkorngrösse in den Bezirken Puławy, Lubartów, Zamość in den J. 1946—1950.

Powiat	a	b	c	d	e	f	g	Ogółem 1946 — 1950
Puławy	17,9	36,5	26,1	16,8	1,9	0,6	0	100 = 506
Lubartów	16,6	34,1	24,6	20,6	1,7	2,2	0	100 = 349
Zamość	16,6	40,2	23,4	17,1	1,5	1,3	0	100 = 608

Na mapie IX widzimy, że gradziny o wielkości orzecha włoskiego występują z największą częstością w powiecie hrubieszowskim (17—19).

Ogólnie biorąc, w powiatach północnych, obserwowano większą częstość gradzin o wielkościach „a” i „b”, w porównaniu z południowymi powiatami województwa. Stosunkowo znaczną częstość dużych, co do masy gradzin „f”, zanotowano w powiecie krańickim. Na podkreślenie zasługuje fakt pojawiania się gradzin „g” w powiecie Biała Podlaska.

Tab. 14.

Przybliżona wielkość masy poszczególnych rozmiarów gradzin.
 Approximative Massenmenge von vorkommenden Hagelkorngrößen.

Przyjęta skala wielkości gradzin	Średnia długość promienia gradziny	Średnia wielkość masy 1 gradziny
a	0,2 cm	0,031 g
b	0,3 „	1,035 „
c	1,0 „	3,834 „
d	0,8 „	2,064 „
e	1,5 „	13,016 „
f	1,7 „	18,841 „
g	2,3 „	46,660 „

Na podstawie określanych wielkości gradzin i znanego ciężaru właściwego lodu atmosferycznego ($0,916 \text{ g/cm}^3$) można wyliczyć w sposób przybliżony masę tego lodu.

Zakładając, że na 1 dm^2 powierzchni gruntu spada w czasie burzy gradowej ok. 140 gradzin „a”, uzyskamy na 1 m^2 ok. 0,43 kg lodu. W odniesieniu do gradzin „b”, ilość ulegnie redukcji do 56 na dm^2 , czyli na 1 m^2 gruntu spada przeciętnie ok. 5,80 kg lodu. Dla gradzin „c” i gradzin większych rozmiarów, wraz ze wzrostem ich wielkości następuje zmniejszanie się ilości gradzin spadających na 1 m^2 powierzchni gruntu. Można tu posłużyć się następującym przybliżeniem:

Tab. 15.

Ilość i masa gradzin spadających na 1 m^2 powierzchni gruntu ²⁾.
 Massenmenge von Hagelniederschlägen, berechnet auf 1 m^2 Bodenfläche.

Skala wielkości gradzin	Średnia ilość gradzin na 1 m^2	Masa lodu atmosferycznego w kg/m^2
a	14000	0,43
b	5600	5,80
c	800	3,10
d	600	1,24
e	200	2,60
f	50	0,94
g	10	0,47

Największą masę lodu spadającą w czasie burzy gradowej na 1 m^2 powierzchni gruntu dają na obszarze woj. lubelskiego gradziny o wielkości „b”. Dlatego one przedstawiają najpoważniejsze niebezpieczeństwo dla naszych pól. Ze względu na maksymalną częstotliwość gradzin „b” w powiatach: — bialskim, włodawskim, lukowskim i zamojskim, należy się liczyć w tych właśnie powiatach z dużymi stratami w rolnictwie.

²⁾ dane oparte na obserwacjach i częściowo na szacunku.

Wielkość gradzin jest zależna od prędkości prądu pionowego. Według Sziszkina (51) zachodzi tu zależność wprost proporcjonalna i graficznie wyraża się jako zależność liniowa.

Wiążąc rozwój gradzin z prędkością prądów pionowych i z wysokością, na jakiej dokonuje się w chmurze przyrost masy lodu, należy stwierdzić, że na największych wysokościach, przy dużej prędkości prądu pionowego, osiągającego 25 m/sek., mogą się tworzyć gradziny o wielkości promienia poniżej 0,5 cm. Gradziny o większych rozmiarach ($r=2-3$ cm) przy tej samej prędkości prądu pionowego powstaną na wysokościach stosunkowo małych (poniżej 5 km). W miarę gdy prędkość prądów pionowych maleje, zmniejszają się zarówno rozmiary gradzin, jak i wysokość, na której się tworzą.

W powiatach północnych województwa, w których powstają w przewodzie gradziny „a” i „b”, mogą się one wytworzyć przy niezbyt dużych prędkościach prądów pionowych. Jeśli natomiast w południowych obszarach spadają gradziny „d”, „e” i „f” — wymagają one do swego powstania prądów powietrznych o znacznych prędkościach.

Nawiązując do wyrażonego wyżej związku między wielkością gradzin, a wysokością wieżycy gradowej, należałoby wyprowadzić wniosek, że przeciętnie częściej występują wysokie wieżycy gradowe w południowej części województwa aniżeli w północnej, z czym wiązałby się fakt istnienia korzystniejszych warunków w terenach leżących na Wyżynie Lubelskiej dla powiększania pionowej rozbudowy chmur gradowych.

7. Częstotliwość gradów a rozkład elementów klimatycznych.

Spośród elementów meteorologicznych, mających wpływ na powstawanie gradów najważniejszą rolę odgrywają: temperatura powietrza, wilgotność i wiatr.

Rozkład temperatury powietrza na obszarze Lubelskiego w okresie tworzenia się gradów, tzn. w okresie od kwietnia do września włącznie, jest tego rodzaju, że najwyższe temperatury lokują się w rejonie północno-zachodniej i południowej części województwa, z wyjątkiem obszaru Rostocza. W całym ciepłym okresie Rostocze jest chłodniejsze od terenu Wyżyny Lubelskiej. W najcieplejszym miesiącu (VII) Rostocze ma temperatury $17,5^{\circ}-17,8^{\circ}$, gdy Wyżyna wykazuje wyższe temperatury, wynoszące $18,5^{\circ}\text{C}$.

Wilgotność względna w lipcu jest mniejsza w północnej części województwa w porównaniu z wartościami wilgotności w części południowej. (Tab. 25).

Przeważającymi co do kierunków wiatrami są na terenie Lubelskiego wiatry o składowej zachodniej, północno - zachodniej, południowo - zachodniej i południowo - wschodniej (Tab. 29).

Konwekcja termiczna i turbulencja termiczna mają najkorzystniejsze warunki rozwoju nad polnymi terenami lessowymi i piaszczystymi (niektóre z nich stanowią tereny wydumowe), gdzie temperatury lata osiągają wysokie wartości, w szczególności w dorzeczu środkowego Wieprza i w dorzeczu Chodelki, a także w dorzeczu Bystrej. Należy podkreślić, że na wyzwalanie się tych prądów mają wpływ tereny termicznie kontrastowe, które znajdują się w najbliższym sąsiedztwie wymienionych obszarów.

Na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim występuje w lecie (VII) lokalna zniżka termiczna, która pociąga za sobą zstępujące prądy powietrzne. Różnice termiczne są tym większe, że podmokły teren Pojezierza wykazuje około dwa razy niższą temperaturę w stosunku do temperatur terenów piaszczystych, albo lessowych. Zstępujące prądy powietrzne są też nad kompleksami leśnymi Roztocza, w szczególności nad Roztoczem Środkowym. Konwekcja dynamiczna nie posiada tu korzystnych warunków rozwoju ze względu na zgodność przeważających kierunków wiatrów z osią Roztocza (w szczególności wiatrów NW). Lepsze pod tym względem warunki ma północna krawędź Wyżyny Lubelskiej.

Chłodny front depresyjny, albo front zokludowany, nasuwający się od zachodu na obszar Lubelskiego w okresie wiosny czy w okresie lata — napotyka na swej drodze termiczne prądy konwekcyjne, które są najsilniej rozwinięte nad terenami o temperaturach wyższych w stosunku do okolicy. Szczególne znaczenie ma w tym zjawisku przestrzenny rozkład dobowych maksimów termicznych oraz rozmieszczenie średnich rocznych liczb dni letnich.

Według danych Gumińskiego (17) wymienione elementy —lokują się nad północno-zachodnią oraz nad południowo-zachodnią częścią Lubelskiego.

Obok pionowych prądów wstępujących, istnieją nad Lubelszczyzną w ciepłym okresie roku, także prądy opadające, jak to wyżej podano. Opadające prądy powietrzne nie sprzyjają procesom climuro-

twórczym, a przeciwnie uniemożliwiają ich rozwój. Gwałtowne prądy konwekcyjne, wzmożone adwekcją mas powietrza nasuwającego się frontu chłodnego, mogą się wytwarzać głównie na przedpolu Roztocza oraz na zachód i południe od Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, a także na przedpolu północnej krawędzi Wyżyny Lubelskiej.

Prędkość pionowych ruchów powietrza wywołanych termicznie nie jest wielka i jak wiadomo nie przekracza 5 m/sek. Gwałtowny wzrost prędkości prądów konwekcyjnych aż do wielkości ok. 45 m/sek., która jest potrzebna do utrzymania w powietrzu gradzin „g” — następuje dopiero w przypadku nasunięcia się frontu chłodnego lub frontu zokludowanego o charakterze frontu chłodnego.

Należy stwierdzić zależność między częstotliwością gradów a rozmieszczeniem temperatury powietrza i rozmieszczeniem wilgotności. Większa częstotliwość opadów gradowych w Lubelskim występuje na terenach o wyższych temperaturach powietrza oraz o większej wilgotności powietrza. Wiatry o przeważających kierunkach stają się przyczyną wymuszonych prądów pionowych, które osiągają na terenie Lubelskiego największe rozmiary na północ od krawędzi Wyżyny Lubelskiej, nad Wyniosłością Giełczewską i na obszarze zachodniego Roztocza.

8. Korelacja częstotliwości opadów gradowych z wysokością względną terenu.

Dawno zwrócono uwagę na fakt, że istnieje pewien związek między hipsometrią terenu a rozmieszczeniem opadów gradowych. Obserwacje wykazały, że w obszarach górskich grady nie występują, względnie zdarzają się bardzo rzadko, natomiast są częste na przedgórzu, a także w okolicy krawędzi wyżyn.

W naszych rozważaniach doszliśmy do przeświadczenia, że na rozmieszczenie przestrzenne gradów oddziałują nie tyle wysokość bezwzględna terenu, ile różnice wysokości względnej. Przemieszczająca się burza gradowa może być zależna od wysokości względnej, ponieważ ta ostatnia może oddziaływać na wymuszone prądy pionowe. Ponadto różnice wysokości względnej decydują w dużej mierze o kierunkach i prędkościach wiatrów dolnych, które z kolei mogą odegrać rolę w rozmieszczeniu terytorialnym opadów gradowych. (mapa nr XI).

Na mapie wysokości względnych województwa lubelskiego w podziałce 1:300.000 (27) wzięto pod uwagę izohipsy 0 m, 40 m, 80 m

i 120 m i wyliczono częstotliwość opadów gradowych na polach zawartych między wymienionymi izarytmami.

Obliczono również powierzchnię pól i określono ich wielkość w procentach w stosunku do ogólnej powierzchni województwa.

Tab. 16.

Zależność częstotliwości występowania gradu od wysokości względnej terenu.
Die Häufigkeit der Hagelniederschläge in Abhängigkeit von der relativen Terrainhöhe.

Przedziały wysokości wzgl. terenu	Powierzchnia w km ²	% powierzchni województwa	Częstotliwość gradobić	% częstości gradobić
0 — 40 m	16887,82	67,75	975	43,2
40,1 — 80 m	7202,00	28,65	1100	48,7
80,1 — 120 m	401,00	3,60	182	8,1

Największa częstotliwość opadów gradowych obserwowana była na obszarach o wysokościach względnych wahających się w granicach 40,1—80 m. W przedziale wysokości względnej terenu od 0—40 m częstość pojawiania się opadów gradowych była niewiele mniejsza. Najmniejsza częstość gradobić miała miejsce na terenach o maksymalnych różnicach wysokości względnej. Uzasadnienie tego faktu wiąże się prawdopodobnie z warunkami pokrycia terenów o dużych wysokościach względnych. Roztocze, a w szczególności Roztocze Środkowe, posiada znaczne kompleksy lasów, których wpływ na częstość gradobić zaznacza się w kierunku ich zmniejszania.

Zastosowanie analizy statystycznej w celu znalezienia współzależności częstotliwości opadów gradowych od wysokości względnej terenu pozwoliło w sposób wymierny określić wielkość stopnia tej zależności.

Obliczając metodą odchyłeń współczynnik korelacji dla badanych elementów stwierdzamy, że:

$$r = \frac{\sum x y}{\sqrt{\sum x^2 \cdot \sum y^2}} = \frac{690520}{\sqrt{80000 \cdot 7287798}} = 0,9$$

czyli mówiąc inaczej, częstotliwość opadów gradowych pozostaje w dużej zależności od wysokości względnej terenu (w granicach od 0—120 m), na co wskazuje znaczna wartość współczynnika.

9. Związek częstotliwości występowania gradów z budową geologiczną i rodzajem gleb.

Obszar województwa lubelskiego zbudowany jest ze skał czwartorzędowych, trzeciorzędowych oraz z kredy. Największą powierzchnię obejmuje czwartorzęd, reprezentowany tutaj przez piaski, w szczególności piaski rzeczne, piaski pylaste, piaski akumulacji lodowcowej z głazami, mady, lessy, gliny zwałowe, torfy i gitie.

Utwory trzeciorzędowe na obszarze woj. lubelskiego stanowią ility, piaski i wapienie, a utwory kredowe złożone są z piaskowców, a przede wszystkim z margli i wapieni.

Częstotliwość opadów gradowych obliczona w odniesieniu do mapy geologicznej 1:300.000 (38) przedstawia się jak następuje:

Tab. 17.

Częstotliwość występowania opadów gradowych a budowa geologiczna.
Die Häufigkeit der Hagelniederschläge in Bezug auf geologische Struktur.

C z w a r t o r z ę d	Częstotliwość gradobić	% częstości gradobić
Mady i piaski rzeczne	160	7,1
Piaski rzeczne	313	13,8
Piaski pylaste	52	2,3
Piaski akumulacji lodowcowej z głazami	174	7,7
Less	986	43,8
Gliny zwałowe	161	7,1
Torfy i gitie	84	3,7
Trzeciorzęd		
Wapienie	7	0,3
K r e d a		
Piaskowce, margle i wapienie	320	14,2
Suma	2257	100,0 %

Maksymalna częstotliwość występowania opadów gradowych zaznacza się nad utworami lessowymi (986 przypadków). Na drugim miejscu należy wymienić częstość burz gradowych, jaka wystąpiła nad obszarami pokrytymi piaskami (539). Nad skałami wapiennymi i marglami było już tylko 327 przypadków gradobii, a najmniej nad torfami, bo jedynie 84 przypadków.

W procesie powstawania gradzin w chmurze Cb zasadniczą rolę odgrywają, jak wiadomo, prądy pionowe. Jednakże obok tego czynnika natury termodynamicznej, niemniej doniosłe znaczenie posiada stopień zjonizowania powietrza, a więc czynnik natury elektrycznej. Według C. D a u z è r e'a (cyt. za Gumińskim — 18) tworzeniu się gradzin w Cb sprzyja przemieszczanie się tej chmury albo frontu burzowego ponad takimi obszarami terenu, gdzie powietrze odznacza się nadmiarem jonów ujemnych.

D a u z è r e uważa, że nad skałami magmowymi i metamorficznymi powietrze wykazuje wysoki stopień zjonizowania, a wśród skał osadowych — nad glinami i piaskowcami. Bardzo mały stopień jonizacji posiada powietrze nad skałami wapiennymi i nad utworami aluwialnymi. Zjawisko to zależne jest od ilości zawartych w skałach pierwiastków promieniotwórczych.

Tab. 18.

Ilość radu i toru w skałach (według A. Holmes, a) ³⁾.
Radium und Thoriummengen in den Felsen (nach A. Holmes).

	Rad	Tor
	w 1 gramie skały	
Kwaśne skały wulkaniczne	$3,1 \cdot 10^{-12}$	$2,9 \cdot 10^{-5}$
Kwaśne skały plutoniczne	$2,7 \cdot 10^{-12}$	
Zasadowe skały wulkaniczne	$1,1 \cdot 10^{-12}$	$0,5 \cdot 10^{-5}$
Zasadowe skały plutoniczne	$0,9 \cdot 10^{-12}$	
Skały osadowe: gliny	$1,5 \cdot 10^{-12}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$
piaskowce	$1,4 \cdot 10^{-12}$	$0,5 \cdot 10^{-5}$
wapienie	$0,9 \cdot 10^{-12}$	$0,1 \cdot 10^{-5}$

³⁾ V. F. H e s s — Das Verhalten des Bodens gegen Elektrizität und Radioaktivität des Bodens. Handbuch der Bodenlehre herausgegeben von dr E. Blanck Tom IV. str. 390.

Na obszarze województwa lubelskiego największą powierzchnię zajmują gleby piaszczyste obejmujące 9530 km², co stanowi 30,5% obszaru województwa.

Częstotliwość opadów gradowych w okresie 1946—1950, notowana na terenie gleb piaszczystych woj. lubelskiego (wg. mapy gleb Mieczysławskiego 1:300.000), wynosiła 375 przypadków, czyli 16,6% w stosunku do całkowitej ilości gradobii.

Powierzchnia gleb lessowych liczy 6287 km² (20,2% ogólnej powierzchni województwa). Na obszarze tych gleb wystąpiła największa częstotliwość opadów gradowych, mianowicie 934 przypadków, co stanowi 41,3% wszystkich gradobii okresu 1946—1950.

Częstotliwość burz gradowych nad obszarami o glebach bielichowych wynosiła 83 przypadki, chociaż powierzchnia tych gleb jest stosunkowo duża i zajmuje 3921,5 km² (tj. 12,5% powierzchni województwa).

Nad szczykami obserwowano 170 burz gradowych w okresie 5-cioletnim. Powierzchnia tych gleb liczy 4350 km² (13,9% pow. województwa).

Tab. 19.

Częstotliwość gradobii a gleby.

Die Häufigkeit der Hagelniederschläge in Bezug auf Bodenarten.

Rodzaj gleb	Powierzchnia w km ²	% pow. wojew.	Częstotliwość gradobii	% w stosunku do wszystkich gradobii
Gleby piaszczyste	9530,0	30,5	375	16,7
Bielice	3921,5	12,5	83	3,7
Szczerki	4350,0	13,9	170	7,5
Lessy	6287,0	20,2	934	41,3
Rędziny	1817,0	5,8	350	15,5
Mady	822,0	2,6	175	7,8
Czarnoziemy	560,0	1,8	9	0,4
Gleby torfowe	369,0	1,2	161	7,1

Rędziny, które pokrywają 1817 km² powierzchni (5,8‰ pow. woj.) miały 350 przypadków z opadem gradowym.

Podobnie było dużo gradobić nad obszarami maď, bo 175 przypadków w stosunku do niewielkiej powierzchni tych gleb, liczącej 822 km² (2,6‰).

Ponad obszarami gleb torfowych, zajmujących powierzchnię 369 km² (1,2‰), zanotowano 161 burz gradowych.

Czarnoziemy, które pokrywają 560 km² (1,8‰), miały najmniejszą liczbę zaobserwowanych opadów gradowych (9 przypadków).

Nasuwa się pytanie, dlaczego częstość gradobić nad glebami piaskowymi, obejmującymi 30,5‰ ogólnej powierzchni województwa, zaobserwowano jedynie 16,7‰ burz gradowych, a nad obszarami lessowymi aż 41,3‰ wszystkich notowanych gradobić

Analogicznie, jak nad skałami, także nad niektórymi glebami o dużej promieniotwórczości powietrze staje się silnie zjonizowane. Do takich gleb należą przede wszystkim gleby gliniaste, a następnie gleby lessowe. Najmniej aktywne są gleby piaskowe (52).

W świetle powyższych wywodów okazuje się, że przyczyną maksymalnej częstości burz gradowych nad obszarami lessowymi jest stosunkowo duży stopień jonizacji powietrza nad tymi terenami.

Nad lessami stopień niebezpieczeństwa gradobić jest większy, aniżeli nad obszarami pokrytymi piaskami.

Stosunkowo niewielka częstotliwość opadów gradowych wystąpiła nad maďami, rędzinami i torfami.

Jak wynika z przytoczonych liczb (Tab. 17), także nad skałami wapiennymi i marglami miało miejsce niewiele burz gradowych. Ale właśnie te skały zawierają bardzo mało radu i nie są zdolne wywołać większego zjonizowania powietrza.

Południowe powiaty województwa lubelskiego (w szczególności — lubelski, krasnostawski i zamojski), jako pokryte przeważnie glebami lessowymi, z tego właśnie powodu nawiedzane są częściej gradami. Północne powiaty (lukowski, radzyński, bialski, włodawski i lubartowski) o glebach głównie piaskowych mają mniej gradobić.

10. Zależność częstotliwości występowania gradu od rozmieszczenia lasów.

Prądy konwekcyjne, tak nieodzowne w procesie chmurotwórczym chmur Cb, mogą być wyzwolone, bądź dynamicznie, bądź termicznie. Przyczyną pierwszych jest orografia, gdy drugie zależne są od rodzaju podłoża, w szczególności od jego składu petrograficznego, oraz od jego barwy, a nadto od pokrycia.

W okresie wegetacyjnym jedynie bardzo niewielkie obszary pozabawione są pokrycia roślinnego, za wyjątkiem niektórych terenów, np. wydmych.

Termiczne prądy konwekcyjne są intensywne nad obszarami kontrastowymi pod względem cieplnym. W okresie letnim, przy pogodzie antycyklonalnej, mogą wytwarzać się silne prądy wstępujące nad wydmami piaszczystymi i nad plażami, podczas gdy nad mokradłami, a przede wszystkim nad obszarami leśnymi są to prądy albo bardzo słabe, wymuszone, albo brak ich całkowicie. Niejednokrotnie lasy powodują prądy opadające.

Ogólna powierzchnia lasów na obszarze woj. lubelskiego wynosi 5006,5 km² (wg. stanu z 1930 r.) ⁴⁾, wobec powierzchni bezleśnej województwa o wielkości 22505,3 km² (z r. 1930). Stanowi to w procentach 18,2% ogólnej powierzchni województwa, wobec wielkości powierzchni bezleśnej równej 81,8%.

Tab. 20.

Częstotliwość występowania opadów gradowych na terenach zalesionych i bezleśnych w województwie lubelskim.

Die Häufigkeit der Hagelniederschläge in bewaldeten und in waldlosen Gebieten der Wojwodschaft Lublin.

Ogólna powierzchnia lasów w woj. lubelskim		Powierzchnia bezleśna		Częstość opadów gradowych na terenach lasów		Częstość gradów na terenach bezleśnych	
km ²	%	km ²	%	suma	%	suma	%
5006,5	18,2	22505,3	81,8	232	10,3	2025	89,7

⁴⁾ Wg. danych Rocznika Statystycznego z r. 1938 powierzchnia lasów w woj. lubelskim wynosiła 5810 km²; liczba 5006,5 km² zaczerpnięta została z pracy H. Maruszczaka (28).

Wyliczając częstotliwość występowania opadów gradowych w oparciu o mapę lasów woj. lubelskiego (28), okazuje się, że na obszarze lasów naszego województwa było 232 przypadków z gradem w okresie 1946—1950, natomiast na terenach bezleśnych 2025 przypadków. W procentach, liczby te wyrażają się wartościami 10,3% i 89,7% (w stosunku do ogólnej liczby obserwowanych gradów w woj. lubelskim).

Ta wybitna przewaga (blisko 9-ciokrotna) częstości opadów gradowych na terenach pozbawionych lasów, w porównaniu z częstością gradów na obszarach leśnych, może być w dwojaki sposób interpretowana. Albo przytoczone stosunki liczbowe ilustrują istotny stan rzeczy, tzn. są wyrazem braku prądów konwekcyjnych na terenach leśnych, albo są jedynie konsekwencją faktu, że korespondenci gradowi główną uwagę zwracają na gradobicia na polach, a znacznie mniejszą na opady gradowe w lasach.

Biorąc pod uwagę przeciętną wartość, wyrażającą częstotliwość gradów, która przypada na 1 km² powierzchni województwa, uzyskamy 0,08; analogicznie, liczby średnie, wyliczone dla powierzchni lasów wynoszą na 1 km² — 0,05, a dla terenów bezleśnych — 0,09.

Porównanie średniej częstości opadów gradowych, które spadły na obszarze lasów i na obszarach pozaleśnych, ze średnią liczbą gradów na 1 km² powierzchni województwa lubelskiego wskazuje, że różnice są niewielkie i jeśli tylko dane obserwacyjne dla terenów leśnych mają jednakową wartość z danymi dla obszarów bezleśnych — powyższe liczby są porównywalne.

11. Zależność częstotliwości występowania opadów gradowych od sieci rzecznej.

W celu zbadania ewentualnej zależności częstotliwości opadów gradowych od sieci rzecznej zastosowano metodę ekwidystant na mapie woj. lubelskiego w podz. 1:300.000 (26). W ten sposób uzyskano strefy odległości od rzek: I strefa o odległości mniejszej od 3 km, II strefa: 3—6 km, III strefa 6—9 i IV — 9—12 km odległości.

W obrębie każdej strefy wyliczono częstotliwość gradów, która podana została w Tab. 21.

Przytoczone liczby wskazują na to, że opady gradowe występują tym częściej, im mniejsza jest odległość od rzek. Maksymalną czę-

Tab. 21.

Częstotliwość opadów gradowych w zależności od oddalenia od rzek
w województwie lubelskim.

Die Häufigkeit der Hagelniederschläge in Bezug auf die Entfernung von Flüssen
in der Wojw. Lublin.

Strefy odległości od rzek	Częstotliwość gradów	%	Powierzchnia w km ²	% (w stosunku do pow. wojew.)
I < 3 km	1757	77,8	19181,9	78,3
II 3 — 6 ..	452	20,1	4938,5	20,2
III 6 — 9 ..	48	2,1	355,2	1,5
IV 9 — 12 ..	0	9	15,2	0,06

stotliwość występowania gradów ma strefa poniżej 3 km odległości od rzek, gdzie spada 77,8% opadów gradowych w stosunku do ogólnej liczby gradobić w całym województwie. Nie należy jednak pomijać tej okoliczności, że największa częstotliwość gradów przypada na obszar o maksymalnej powierzchni.

Zależność jest stosunkowo znaczna, na co wskazuje wyliczony współczynnik korelacji:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \cdot \sum y^2}} = \frac{49041}{\sqrt{450 \cdot 8387706}} = 0,8$$

W rozdziale o związku częstotliwości gradów z budową geologiczną i rodzajem gleb stwierdziliśmy, że największa częstość gradobić występuje na terenach lessowych. Ponieważ gleby lessowe są nieprzebieżnie aktywne, przeto i wody, przepływające przez te obszary są radioaktywne. E. Trembaczowski stwierdził największą radioaktywność wód, które wypływają na utworach lessowych zalegających na wapieniach. (52). Wody te odznaczają się znaczną absorpcją radonu. Z 129 obiektów zbadanych przez Trembaczowskiego w Lubelskim — wody, występujące w południowej części województwa wykazywały większą zawartość radonu aniżeli w północnej. W szczególności rzeka Sanna odznacza się dużą promieniotwórczością. Według Skłodowskiej (44) radon znajduje się w wodach źródeł naturalnych, z którymi następnie może przedostawać się do wody

rzek. Zdaniem Skłodowskiej, rola jonów jest bardzo istotna w procesach powstawania chmur i w zjawiskach burz. W zjawiskach tych, jony stają się jądrami kondensacji pary wodnej, a nadto będąc nośnikami elektryczności, ułatwiają wyładowania elektryczne między powierzchnią Ziemi, która zazwyczaj ma ładunek ujemny, a chmurami, o przewodze ładunków dodatnich.

Nad rzekami i źródłami o znaczniejszych ilościach zaabsorbowanego radonu także powietrze pod wpływem owej promieniotwórczości staje się zjonizowane.

12. Uwagi końcowe.

Na terenie woj. lubelskiego wyodrębniają się dwie oddzielne części pod względem przestrzennego rozmieszczenia częstotliwości występowania opadów gradowych — Wyżyna Lubelska oraz północne obszary niżowe.

Stosunek częstotliwości występowania gradów na Nizinie do częstotliwości na Wyżynie Lubelskiej ma się jak: 1 do 3,5.

Na terenie Wyżyny najwięcej gradów wystąpiło na Wyniosłości Gielczewskiej (346 przypadków, czyli 15,4%). Wymieniona jednostka geograficzna jest szczególnie korzystnie położonym obszarem pod względem kontrastowości termicznej. Na Wyniosłości Gielczewskiej istnieją wyjątkowo dobre warunki dla rozwoju prądów konwekcyjnych. Różnice wysokości względnej są tutaj dość znaczne i wahają się w granicach od 30 do 80 m. Obecność lessów, zalegających na kredzie, oraz piaskowców sarmackich, wpływa na zwiększanie jonizacji powietrza nad tymi terenami. Nie jest także bez znaczenia ta okoliczność, że Wyniosłość Gielczewska położona jest w widłach Bystrzycy i Wieprza; oraz, że jest to jednostka o krajobrazie polnym, prawie pozbawiona powierzchni leśnej.

Stosunkowo dużo gradobić wykazał obszar Padolu Zamojskiego i Roztocze Zachodnie. Roztocze Środkowe miało mniejszą częstość gradobić. Stosunek częstotliwości gradobić na Roztoczu Środkowym w porównaniu z Roztoczem Zachodnim przedstawia się jak 1:2. Przyczyna takiego rozkładu zjawiska tkwi z jednej strony w odmiennym rodzaju podłoża, a z drugiej strony — w różnicach odnoszących się do pokrycia terenu. Roztocze Zachodnie posiada gleby lessowe, a Roztocze Środkowe pokrywają gleby wapienne oraz gleby piaszczyste.

Tab. 22.

Częstotliwość występowania gradów w poszczególnych krainach fizjograficznych województwa lubelskiego w okresie 1946—1950 r.

Die Häufigkeit der Hagelniederschläge in besonderen physiographischen Gebieten der Wojw. Lublin in den J. 1946—1950.

Kraina fizjograficzna *)	Ilość obserwowanych gradów	%
Podlasie	38	1,7
Zakłęśłość Łomaska	54	2,4
Małe Mazowsze	230	10,3
Równina Parczewska	21	0,9
Garb Włodawski	13	0,6
Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie	44	1,9
Obniżenie Dorohuckie	61	2,7
Obniżenie Dubienki	37	1,6
Płaskowyż Nałęczowski	108	4,8
Równina Łuszczowska	72	3,2
Pagóry Chełmskie	132	5,9
Grzęda Horodelska	5	0,2
Równina Bełżycka	69	3,2
Wyniosłość Giełczewska	346	15,4
Działy Grabowieckie	174	7,8
Padół Zamojski	231	10,3
Kotlina Chodelska	126	5,6
Wzniesienie Urzędowskie	137	6,2
Roztocze	205	9,2
Grzęda Sokalska	47	2,2
Równina Puszczańska	74	3,3
Płaskowyż Tarnogrodzki	25	1,2
Pobuże	8	0,4
Ogółem	2257	100,0

Na Roztoczu Zachodnim są pola uprawne, gdy na Roztoczu Środkowym znajdują się rozległe kompleksy leśne, złożone z lasów o drzewostanie mieszanym, bukowo-jodłowym.

Warto także nadmienić, że w zachodniej części Roztocza jest bogatsza sieć wodna w porównaniu z częścią środkową.

Dość znaczna liczba częstotliwości opadów gradowych na terenie Padolu Zamojskiego znajduje wytłumaczenie w kontrastowości termicznej tej jednostki geograficznej, kontrastowości wynikającej z różnic rodzaju podłoża oraz rodzaju pokrycia, a nadto w kierunku

*) Podział na krainy wg. A. Chałubińskiej i T. Wilgata (39).

przeważających wiatrów, które tutaj przenoszą chmury burzowe z obszaru Wyniosłości Gielczewskiej.

Pojezierze Łęczyńsko - Włodawskie jest terenem o bardzo małych różnicach wysokości względnej, wahających się w granicach od 0 do 15 m. Należy podkreślić, że w obszarze tym występuje nie tylko znaczna powierzchnia wodna i podmokłość terenu, ale i największa na terenie województwa powierzchnia łąk.

Zespół warunków panujących na terenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego nie sprzyja tworzeniu się opadów gradowych. Warto przytoczyć w tym miejscu opinię Skłodowskiej, że nad obszarami jezior jonizacja powietrza jest mała. (44).

W związku z tym, częstotliwość występowania gradów na terenie Pojezierza nie uzyskała większych wartości i wyniosła 44 przypadki w okresie pięciolecia, co stanowi jedynie 1,9‰ wszystkich zanotowanych gradów w województwie.

Ten bardzo nierównomierny rozkład częstotliwości gradów znajduje usprawiedliwienie w różnicach fizjograficznych poszczególnych krain. Te krainy mają większą częstość opadów gradowych, które posiadają wyższe maksima termiczne i wyższą wilgotność absolutną powietrza. Występowanie największej częstości opadów gradowych w przebiegu rocznym w miesiącu sierpniu wiąże się niewątpliwie z przebiegiem rocznym miesięcznych ekstremów termicznych, gdyż absolutne roczne maksima temperatury w Lubelskim przypadają właśnie na ten okres. W tym okresie czasu powstają również najbardziej intensywne prądy konwekcyjne powietrza, które posiadają najlepsze warunki rozwoju nad terenami termicznie kontrastowymi. Niezależnie od konwekcji termicznej, w zjawisku opadów odgrywa również rolę konwekcja dynamiczna, która osiąga znaczny rozwój przed północną krawędzią Wyżyny Lubelskiej.

Występowanie i częstość pojawiania się gradów pozostaje w zależności od wysokości względnej terenu, budowy geologicznej, gleb, sieci rzecznej i pokrycia. Częstotliwość gradów wykazuje największą współzależność z wysokością względną. Stosunkowo niewielką wartość współczynnika korelacji wykazuje współzależność od oddalenia od rzek.

Częstotliwość opadów gradowych i jej rozmieszczenie terytorialne na obszarze Lubelskiego nie jest więc zależne od jakiegoś jednego czynnika, ale stanowiąc zjawisko o charakterze kompleksowym, wiąże się z oddziaływującymi w sposób złożony warunkami fizjograficznymi.

Tab. 23.

Częstotliwość opadów gradowych w woj. lubelskim w okresie 1946—1950 r. w przedziałach godzinnych.
Die Häufigkeit der Hagelniederschläge in der Wojw. Lublin in den J. 1946—1950 je nach Tagesstundenabschnitten.

Łuków

Godz. Mies.	1 01	2 01	3 01	4 01	5 01	6 01	7 01	8 01	9 01	10 01	11 01	12 01	13 01	14 01	15 01	16 01	17 01	18 01	19 01	20 01	21 01	22 01	23 01	24 01
I																								
II											1													
III																								
IV														1	1									
V											2			1	1	1	2	2						
VI											1			2	3									
VII												1			1	1	1							
VIII													1		1	1	1							
IX																								
X															1									
XI																								
XII																								
Razem											4	1	1	4	8	3	4	2						

(c. d. tab. 23)

Lubartów

Godz.		001	101	201	301	401	501	601	701	801	901	1001	1101	1201	1301	1401	1501	1601	1701	1801	1901	2001	2101	2201	2301
Mies.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
I																									
II																									
III																									
IV																	2			1					
V															1	4	1	1	1						20
VI															2	8	5	5	1	1	1	1			
VII												1	3			4	7	0	2	1					
VIII											2	2	2	7	6	16	21	12	6	1		1	2		1
IX																2	1	14	1						
X																									
XI																									
XII																									
Razem											2	3	5	7	9	34	37	38	11	4	1	2	2		21

(c. d. tab. 23)

Lublin

Godz. Mies.	001 1	101 2	201 3	301 4	401 5	501 6	601 7	701 8	801 9	901 10	1001 11	1101 12	1201 13	1301 14	1401 15	1501 16	1601 17	1701 18	1801 19	1901 20	2001 21	2101 22	2201 23	2301 24
I																								
II																								
III																1								
IV														1	2	3	2		1	1				
V												1		3	4	5	2	2			1		1	10
VI											1	5	15	1	13	8	3	2						
VII													4	11	5	8	22	10	4	1	1	1		
VIII				7	1							1	15	23	17	20	9	29	6				2	
IX													1		1	13	16	1						
X																								
XI																								
XII																								
Razem				7	1						1	7	35	39	42	58	54	44	11	6	2	1	3	10

(c. d. lat. 23)

Krasnystaw

Godz. Mies.	00 ^{oi}	10 ^{oi}	20 ^{oi}	30 ^{oi}	40 ^{oi}	50 ^{oi}	60 ^{oi}	70 ^{oi}	80 ^{oi}	90 ^{oi}	100 ^{oi}	110 ^{oi}	120 ^{oi}	130 ^{oi}	140 ^{oi}	150 ^{oi}	160 ^{oi}	170 ^{oi}	180 ^{oi}	190 ^{oi}	200 ^{oi}	210 ^{oi}	220 ^{oi}	230 ^{oi}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
I																								
II																								
III																								
IV											2	1	3					2						
V													4	4	2	2	2	3	1	3				
VI												4	8	8	7	8	8	4	4	2				
VII										1	1	2	1	9	24	22	28	19	6	2				1
VIII		1	17	10	1						1	5	9	8	24	38	24	8	5	5	8	1		
IX													1	2	2	4	7	1		1				
X																								
XI																								
XII																								
Razem		1	18	10	1					1	4	12	26	31	59	74	69	37	16	13	8	1		1

(c. d. tab. 23)

Zamość

Godz.	0 ⁰¹	10 ⁰¹	20 ⁰¹	30 ⁰¹	40 ⁰¹	50 ⁰¹	60 ⁰¹	70 ⁰¹	80 ⁰¹	90 ⁰¹	100 ⁰¹	110 ⁰¹	120 ⁰¹	130 ⁰¹	140 ⁰¹	150 ⁰¹	160 ⁰¹	170 ⁰¹	180 ⁰¹	190 ⁰¹	200 ⁰¹	210 ⁰¹	220 ⁰¹	230 ⁰¹
Mies.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
I																								
II																								
III											1													
IV													3	1	2		1		1					
V													3	4	6	3	13	11	2		1			
VI			1										4	7	5	9	3	13	7					
VII			1							1	1	1	3	3	16	14	10	9	4	2			1	
VIII		9	8	7			2				1	5	5	21	8	15	20	16	10	1	1		1	
IX	2			1							1		1	1	1	1	14	12	1					
X																1								
XI																								
XII																								
Razem	2	9	10	8			2			3	5	8	19	37	38	43	61	61	25	3	2			2

(c. d. tab. 23)

Bitgoraj

Godz.		00i	10i	20i	30i	40i	50i	60i	70i	80i	90i	100i	110i	120i	130i	140i	150i	160i	170i	180i	190i	200i	210i	220i	230i
Mies.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
I																									
II																									
III																									
IV											1				1										
V												1	2			2	3	2	7						
VI											1				2	5	3	2	1						
VII														3	7	10	5	6	2	4		2	1	1	1
VIII				1			3						1	1	5	4	9	2	2	5			1	2	
IX			1											1					1						
X																	1								
XI																									
XII																									
Razem		1	1			3					1	1	2	7	15	21	21	12	13	9		2	2	3	1

(c. d. tab. 23)

Tomaszów

Godz. Mieś.	001	101	201	301	401	501	601	701	801	901	1001	1101	1201	1301	1401	1501	1601	1701	1801	1901	2001	2101	2201	2301	2401
I	1																								
II																									
III																									
IV													1			1	1								
V													1	1		2		1							
VI										1				2		3	6	1	1						
VII															1	1	2	1		1					
VIII													2	2	2	2	4	4	2	1	1	1			1
IX															2	1		5							
X																									
XI																									
XII																									
Razem		2	3	1	1					1	2	4	8	4	12	12	9	3	1	1					1

(c. d. tab. 23)

Hrubieszów

Godz.	00 ⁰¹	10 ⁰¹	20 ⁰¹	30 ⁰¹	40 ⁰¹	50 ⁰¹	60 ⁰¹	70 ⁰¹	80 ⁰¹	90 ⁰¹	100 ⁰¹	110 ⁰¹	120 ⁰¹	130 ⁰¹	140 ⁰¹	150 ⁰¹	160 ⁰¹	170 ⁰¹	180 ⁰¹	190 ⁰¹	200 ⁰¹	210 ⁰¹	220 ⁰¹	230 ⁰¹
Mies.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
I																								
II																								
III																								
IV													2	1	1									
V												1		1	7	6	6	2						
VI																1			2	2				
VII															1		2							
VIII														1	1	1	2							
IX																								
X																								
XI																								
XII																								
Razem												1	2	3	10	8	8	4	2	2				

(c. d. tab. 23)

Chetm

Godz	0 ⁰¹	1 ⁰¹	2 ⁰¹	3 ⁰¹	4 ⁰¹	5 ⁰¹	6 ⁰¹	7 ⁰¹	8 ⁰¹	9 ⁰¹	10 ⁰¹	11 ⁰¹	12 ⁰¹	13 ⁰¹	14 ⁰¹	15 ⁰¹	16 ⁰¹	17 ⁰¹	18 ⁰¹	19 ⁰¹	20 ⁰¹	21 ⁰¹	22 ⁰¹	23 ⁰¹	24 ⁰¹
Mies.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
I																									
II																									
III																									
IV									1		1	1	1	1	1	1	1								
V														2	5	1	4	7							
VI											2	6	2	3	3	3	3	2	3	1					
VII											1	5	2	12	6	9	17	4	4						
VIII	1		3	6	1						1	7	16	6	14	15	5	6	1	4	7				
IX											2	2			1	2	2								
X																									
XI																									
XII																									
Razem	1		3	6	1				1	1	11	18	33	22	30	42	18	13	2	4	7				

(c. d. tab. 23)

Włodawa

Godz. Mies.	001	101	201	301	401	501	601	701	801	901	1001	1101	1201	1301	1401	1501	1601	1701	1801	1901	2001	2101	2201	2301
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
I																								
II																		1						
III																								
IV										1		3	5	6	3	1	3							
V	2	1											1		3		3						1	4
VI													3	3		1	2	1	1					
VII														1	1	1	1							
VIII	1													1	2	3	2							
IX			1									1			1									
X															1									
XI																								
XII																								
Razem	3	1	1							1		4	9	11	11	6	11	2	1				1	4

(c. d. tab. 23)

Biała Podlaska

Godz. Mies.	001	101	201	301	401	501	601	701	801	901	1001	1101	1201	1301	1401	1501	1601	1701	1801	1901	2001	2101	2201	2301	2401
I																									
II																									
III																									
IV												1	3	3	2	3	3								
V	1												1	1	1		2		2					1	
VI													1	1			3	1							
VII											2			1		4	4	2	3		2				
VIII										1			1	1	2							1			
IX					1											1									
X												1													
XI																									
XII																									
Razem	1				1					1	2	2	6	7	5	8	12	3	5		2	1	1		

(c. d. tab. 23)

Radzyń

Godz. Mies.	00 ^{oi} 1	10 ^{oi} 2	20 ^{oi} 3	30 ^{oi} 4	4 ^{oi} 5	50 ^{oi} 6	60 ^{oi} 7	7 ^{oi} 8	80 ^{oi} 9	90 ^{oi} 10	10 ^{oi} 11	110 ^{oi} 12	120 ^{oi} 13	130 ^{oi} 14	140 ^{oi} 15	150 ^{oi} 16	160 ^{oi} 17	170 ^{oi} 18	180 ^{oi} 19	190 ^{oi} 20	200 ^{oi} 21	210 ^{oi} 22	220 ^{oi} 23	230 ^{oi} 24
I																								
II																								
III																								
IV														1		1		1						
V	1										1	2	1	1	1	1								
VI								1		2	2		1	1	1	3			1		1			
VII						1						1	1	1	1	3	6	1						
VIII											1	1	1	1		9	7	3	1	1				
IX											1	2												
X																								
XI																								
XII																								
Razem	1					1		1		2	6	6	5	3	17	13	5	2	1	1				

(c. d. tab. 23)

Kraśnik

Godz. Mies.	00 ^{oi} 1	10 ^{oi} 2	20 ^{oi} 3	30 ^{oi} 4	40 ^{oi} 5	50 ^{oi} 6	60 ^{oi} 7	70 ^{oi} 8	80 ^{oi} 9	90 ^{oi} 10	100 ^{oi} 11	110 ^{oi} 12	120 ^{oi} 13	130 ^{oi} 14	140 ^{oi} 15	150 ^{oi} 16	160 ^{oi} 17	170 ^{oi} 18	180 ^{oi} 19	190 ^{oi} 20	200 ^{oi} 21	210 ^{oi} 22	220 ^{oi} 23	230 ^{oi} 24
I																								
II																								
III													2											
IV										1				2	1	3	2							
V															1	1	1	3		1				
VI									1					2	2	8	4							
VII													3		3	8	3	1	4					
VIII								1				1	2	2	2	21	13	8	6	2	1		1	
IX											1					3	10	2						
X																								
XI																								
XII																								
Razem								1		1	3	7	6	9	44	33	14	10	3	1			1	

(c. d. tab. 23)

Puławy

Godz.	001	101	201	301	401	501	601	701	801	901	1001	1101	1201	1301	1401	1501	1601	1701	1801	1901	2001	2101	2201	2301
Mies.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
I																								
II																								
III																								
IV											2	1	1	1	3	6	3	1						
V												1	3	2	3	3	1	2					3	6
VI	1										5	6	18	14	6	6							1	
VII		2									1		10	9	4	10	4	6	2	1				
VIII											2		2	1	5	7	3	7	4		1	4	5	
IX		1									3	1	5	3	1	36	20	1						
X																								
XI																								
XII																								
Razem	1	3									13	9	39	30	22	68	31	17	6	1	1	4	9	6

Tab. 24.

Miejscowości nawiedzone gradem w okresie 1946—1950 r. pięć razy i więcej.

Gebiete, die in den J. 1946—1950 von Hagelstürmen fünfmal und mehr heimgesucht wurden.

L. p.	Miejscowość	Powiat	Szer. geogr.	Dług. geogr.	Częstość
1	Biała Podlaska	B. Podlaska	52°02	23°07	8
2	Terespol	„	52°04	23°37	6
3	Bełżec	Tomaszów	50°23	23°26	5
4	Góra Lubartowska	Lubartów	51°31	22°39	5
5	Leszkowice	„	51°34	22°37	6
6	Lubartów	„	51°28	22°37	6
7	Łucka	„	51°26	22°38	6
8	Cyganka	Lublin	51°11	22°52	5
9	Bystrzejowice	„	51°10	22°45	5
10	Brzezice	„	51°09	22°53	5
11	Ignaców	„	51°13	22°15	5
12	Jaszców	„	51°13	22°56	7
13	Łysołaje	„	51°11	22°56	5
14	Lublin	„	51°15	22°35	6
15	Popławy	„	51°12	22°54	5
16	Żuków	„	51°02	22°47	5
17	Sobianowice	„	51°18	22°41	6
18	Tarnawka	Krasnystaw	50°54	22°37	5
19	Topola	„	50°55	23°12	6
20	Wierzchowina	„	50°51	22°50	5
21	Wysokie	„	50°55	22°40	5
22	Joanin	„	50°54	22°57	6
23	Stara Wieś	„	50°57	22°33	6
24	Stawce	„	51°53	22°32	7
25	Ignasin	„	51°06	22°56	5
26	Izbica	„	50°54	23°10	5
27	Białka	„	50°58	23°03	7
28	Tarnogród	Biłgoraj	50°22	22°40	5
29	Uście	„	50°36	22°30	8
30	Dyle	„	50°36	22°48	5

(c. d. tab. 24)

L. p.	Miejscowość	Powiat	Szer. geogr.	Dług. geogr.	Częstość
31	Wojśławice	Chełm	50°55	23°32	9
32	Wólka Końska	„	51°08	23°04	6
33	Turka	„	51°08	23°48	6
34	Kanie	„	51°08	23°07	5
35	Liszno	„	51°07	23°17	5
36	Poniatówka	„	50°58	23°35	5
37	Dorohusk	„	51°10	23°49	5
38	Borysów	Puławy	51°30	22°03	5
39	Kaliszany	„	51°05	21°49	5
40	Elżbieta	„	51°07	21°56	9
41	Łopoczno	„	51°04	21°49	5
42	Łaziska	„	51°09	21°52	5
43	Kazimierz Dolny	„	51°20	21°57	5
44	Puławy	„	51°25	21°57	5
45	Wąwolnica	„	51°18	22°09	11
46	Wola Rudzka	„	51°10	21°59	10
47	Wólka Gołębska	„	51°29	21°55	6
48	Szastarka	Kraśnik	50°51	22°20	10
49	Brzozówka	„	50°50	22°22	9
50	Zwierzyniec	Zamość	50°37	22°58	8
51	Wieprzec	„	50°39	23°10	5
52	Wierzba	„	50°50	23°12	5
53	Wirkowice	„	50°52	23°06	7
54	Zamość	„	50°43	23°15	6
55	Zawada	„	50°43	23°07	7
56	Tworyczów	„	50°47	22°56	5
57	Wielącza	„	50°43	23°05	5
58	Mokre	„	50°42	23°12	6
59	Niedzieliska	„	50°43	23°05	5
60	Nielicz	„	50°48	23°03	5

(c. d. tab. 24)

L. p.	Miejscowość	Powiat	Szer. geogr.	Dług. geogr.	Częstość
61	Płaskie	Zamość	50°43	23°11	5
62	Deszkowice	„	50°45	23°00	5
63	Jarosławiec	„	50°43	23°22	7
64	Ustrzesz	Radzyń	51°48	22°41	5
65	Działyń	„	51°36	22°42	5
66	Zaruda	Włodawa	51°25	23°10	10
67	Dubica Górna	„	51°48	23°09	7
68	Krynka	Łuków	52°00	22°24	5
69	Werbkowice	Hrubieszów	50°45	23°46	5

Tab. 25.

Średnie wartości wilgotności względnej w ‰ dla okresu 1947—1950 r.

Prozentuale relative Mittelfeuchtigkeit der Luft in den J. 1947—1950.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Lublin	83	84	81	74	66	74	75	79	81	82	88	88	79,5
Zemborzyce	82	81	83	79	74	80	79	83	84	85	87	88	82,0
Puławy	83	81	79	70	65	73	74	78	79	90	87	86	78,0

Tab. 26.

Średnia prędkość wiatru w m/sek. w okresie 1947—1950 r.

Mittelwerte der Windgeschwindigkeit in den J. 1947—1950 berechnet in m/sek.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Lublin	2,6	2,7	3,0	2,3	1,8	2,1	1,5	1,7	1,5	2,1	2,7	2,4	2,2
Zemborzyce	2,3	2,3	2,1	1,8	1,6	1,4	1,1	1,2	1,3	1,6	2,5	2,1	1,8
Puławy	2,7	2,9	2,7	2,1	1,8	1,9	1,3	1,5	1,3	2,0	2,2	1,9	2,0

Tab. 27.

Częstotliwość występowania wiatrów o prędkości > 8 m/sec.
w okresie 1947—1950 r.

Die Häufigkeit der Windstärken in den J. 1947—1950 bei Windgeschwindigkeit
 > 8 m/sec.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Lublin	5,0	4,0	8,5	4,5	1,2	3,8	1,0	3,2	2,8	4,5	4,2	3,0	46
Zemborzyce	2,2	2,8	2,2	2,2	0,5	—	0,2	—	0,5	0,2	3,2	2,2	16
Puławy	4,0	3,5	4,2	2,0	0,5	1,8	—	1,0	0,8	1,5	1,8	2,8	24

Tab. 28.

Częstotliwość występowania wiatrów o prędkości > 15 m/sec.
w okresie 1947—1950 r.

Die Häufigkeit der Windstärken in den J. 1947—1950 bei Windgeschwindigkeit
 > 15 m/sec.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Lublin	0,75	0,25	2,25	0,75	—	0,25	—	—	—	0,50	0,25	—	5,00
Zemborzyce	0,50	0,25	1,00	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	2,25
Puławy	0,75	0,50	—	—	—	0,75	—	—	—	—	—	—	2,00

Tab. 29.

Częstotliwość kierunków wiatru w ‰‰ w okresie 1947—1950 r.

(c — cisza).

Prozentuale Häufigkeit der Windrichtungen in den J. 1947—1950. (c-Windstille).

Puławy

Kierunek	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
N	5,4	8,9	9,8	5,3	8,1	8,2	5,2	9,0	4,4	4,4	2,1	3,5	6,2
NE	4,8	9,0	2,7	4,7	10,2	4,9	3,1	3,0	3,3	5,2	3,8	1,3	4,7
E	14,1	13,6	9,9	6,5	22,4	8,0	4,9	6,2	10,0	12,1	12,1	8,5	10,7
SE	20,5	10,7	16,0	19,1	13,2	5,7	5,4	7,1	13,1	10,2	15,5	19,7	13,0
S	10,6	10,7	8,6	11,7	5,5	2,8	2,2	7,4	6,4	6,9	12,9	14,0	8,3
SW	5,0	7,8	4,0	6,6	3,2	1,1	3,2	3,2	3,3	6,3	7,4	9,4	5,0
W	13,8	18,1	10,8	13,2	6,5	10,4	11,8	10,5	13,6	13,0	15,5	14,4	12,6
NW	12,9	9,6	21,2	12,9	11,0	31,7	25,6	22,4	11,7	16,6	11,3	8,2	16,3
C	12,9	11,6	17,0	20,0	19,9	27,2	38,6	31,2	34,3	25,3	19,4	21,0	23,2

Lublin

N	2,2	3,8	3,5	4,2	3,8	5,8	5,7	4,4	1,7	1,9	0,2	1,6	3,2
NE	9,5	10,6	9,0	6,2	16,7	6,7	4,1	5,4	4,3	6,4	8,0	7,3	7,9
E	9,4	9,0	7,8	3,0	6,7	4,7	3,5	2,7	6,9	8,1	9,7	7,0	6,5
SE	11,9	8,3	10,0	12,1	16,7	6,3	4,3	7,2	7,7	9,7	13,7	12,8	10,1
S	6,2	6,8	7,2	11,7	5,9	3,3	2,1	5,1	7,2	7,0	8,4	8,3	6,6
SW	23,7	31,3	20,6	22,0	11,0	20,5	21,4	17,1	21,7	17,7	26,2	31,7	22,1
W	11,9	8,5	12,0	9,4	5,9	14,5	10,8	10,5	8,1	6,7	8,9	7,3	9,5
NW	9,2	10,0	11,9	10,8	11,1	22,3	18,3	17,5	5,1	13,5	7,1	7,8	12,0
C	16,0	11,7	18,0	20,6	22,2	15,9	29,8	30,1	37,3	29,0	17,8	16,2	22,1

Zemborzyce

N	3,3	5,8	2,7	2,8	2,2	5,3	2,7	2,2	2,5	3,0	—	2,7	2,9
NE	11,3	10,9	7,3	4,2	11,8	6,7	4,0	5,1	3,3	4,3	4,4	4,1	6,5
E	7,5	10,3	4,6	1,7	10,2	2,5	2,7	6,2	5,3	7,3	6,1	4,3	5,7
SE	10,2	6,2	7,2	10,8	12,6	8,6	5,7	6,7	11,1	8,1	14,7	11,2	9,4
S	4,9	5,5	3,5	7,0	5,1	2,5	1,9	3,5	4,4	3,0	8,9	4,6	4,6
SW	21,8	20,8	17,7	15,8	8,4	6,7	9,4	6,7	12,5	13,4	23,3	30,7	15,6
W	13,1	13,9	15,5	9,2	6,2	10,3	11,0	10,7	10,8	9,6	10,7	6,7	10,6
NW	7,2	7,7	12,4	12,8	6,1	21,6	15,8	15,1	3,1	12,6	8,0	7,2	10,8
C	20,7	18,9	29,1	35,7	37,4	35,8	46,8	43,8	47,0	38,7	23,9	28,5	33,9

L I T E R A T U R A I M A T E R I A Ł Y

1. W. Arabadzi: Geograficzskie osobienosti groz. Priroda Nr VII. 1954
2. T. Arendt: Die geographische Verbreitung des Hagels in Nord — und Mitteldeutschland. Pet. Mitt. 1922.
3. C. Brejdo: Issledowanie mechanizma adsorpcji jonow kaplami wodi. Izwestia Akad. N. SSSR. Seria geograficzesk. Moskwa. Nr. 6. 1955.
4. J. Browne, H. Palmer, T. Wolmel: Physics of rainy clouds. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. 1954.
5. O. Bujwid: Grad 4 maja 1887 r. Wszechświat II. XII. Warszawa 1887.
6. A. Dąbrowski: Historia naturalna lodu. Warszawa 1923.
7. H. Flohn: Witterung und Klima in Deutschland. Leipzig 1942.
8. R. Geiger: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1942
9. A. Gockel: Das Gewitter. Berlin und Bonn, 1925.
10. W. Gorczyński: Materiały do poznania opadów w Królestwie Polskim (1901—1910). Warszawa 1912.
11. J. Grabowski: Klimat woj. lubelskiego. Monografia Statystyczno-Gospodarcza woj. lubelskiego. T. I. Lublin 1932.
12. Grady w Polsce — Prace Państw. Inst. Hydr.-Met. Warszawa 1946.
13. Grady w Polsce — „ „ „ „ „ 1947.
14. Grady w Polsce — „ „ „ „ „ 1948.
15. Grady w Polsce — „ „ „ „ „ 1949.
16. Grady w Polsce — „ „ „ „ „ 1950.
17. R. Gumiński: Ważniejsze elementy klimatu rolniczego Polski południowo-wschodniej. Wiadom. Służby Hydr.-Met. T. III. Warszawa 1950.
18. R. Gumiński: Grady w woj. tarnopolskim (w okresie od r. 1926—1933). Prace Państw. Inst. Met. Warszawa 1934.
19. R. Gumiński: Rozkład kierunków i prędkości wiatru na niektórych stacjach meteorologicznych Polski. Wiad. Służby Hydr. Met. Warszawa 1952.
20. R. Gumiński: Grad, jego pochodzenie i walka z nim. Prace Państw. I. M. Nr 1. 1930.
21. R. Gumiński: Las jako czynnik makroklimatyczny. Wiad. Służby H. M. T. III. Warszawa 1950.
22. E. Heyer: Über einige Gewitter des Sommers 1950. Zeitschrift für Meteorologie. Bd. 5. H. 2. Berlin 1951.
23. N. W. Kołobkow: Grozy i szkwały. Moskwa — Leningrad 1951.
24. A. Kosiba: O związku między występowaniem kryształków lodu w atmosferze a występowaniem burz. Gazeta Obserw. III. Warszawa 1954.
25. U. Kühn: Die Gewitterhäufigkeit in Nordwest-Thüringen. Zeitschrift für Meteorologie. H. 8. Berlin 1953.
26. Mapa sieci rzecznej, F. Uhorzak — 1:300.000. Atlas Regionalny Lubelskiego.
27. Mapa wysokości względnych, H. Strojna — 1:300.000. Atlas Reg. Lubelskiego.
28. H. Maruszczak: Lasy woj. lubelskiego w 1930 roku, mapa 1:300.000. Stan i zmiany lesistości woj. lubelskiego w latach 1830—1930. Annales UMCS Vol. 5. Sectio B. Lublin 1951.

29. T. Mieczysławski: Mapa gleb woj. lubelskiego. 1:300.000. Monografia Sta-
tystyczno-Gospodarcza woj. lubelskiego. T. I. Lublin 1932
30. M. Molga: Mapka częstości występowania opadu gradowego na terenie
województw: gdańskiego, olsztyńskiego i białostockiego (okres obs. 1946—1950).
Gaz. Obserw. IX. Warszawa 1951.
31. M. Molga: Grad i jego znaczenie w gospodarstwie wiejskim. Gaz. Obs. VI.
Warszawa 1948.
32. W. Parczewski: Elementy termicznych prądów pionowych. Przegląd Met.
i Hydr. z. 1—2. Warszawa 1952.
33. W. Parczewski: Studia nad prądami pionowymi w obszarach wystę-
powania chmur Cumulus i Cumulonibus. Przegl. M. i H. z. 1. Warszawa 1955.
34. F. Panowicz i P. Lehman: Das Klima von Pulawy. Berichte der Land-
wirtschaftlichen Forschungsanstalt des General-gouvernements. T. I. z. 1.
Kraków 1943.
35. S. Pettersen: Weather analysis and forecasting. New York and London
1940.
36. S. Pettersen: Introduction to Meteorology. New York and London 1942.
37. D. Piasecki: Wiatry o maksymalnych prędkościach na obszarze Polski
w latach 1928—1938. Wiad. Służby Hydr. Met. Warszwa 1952.
38. Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300.000.
arkusze: Biała Podlaska C 5 1953
Radom D 4 1947
Lublin D 5 1947
Kielce E 4 1948
Zamość E 5 1953
39. Przewodnik V Ogólnopolskiego Zjazdu Polskiego Tow. Geograficznego.
Lublin 1954.
40. H. Reinhard: Die Gewitter in Mecklenburg. Zeitsch. f. Met. H. 3
Berlin 1950.
41. E. Romer: O wpływie lasów na klimat i wody gruntowe. Kosmos z. 10—12.
Lwów 1913.
42. A. Schmuck: Burze gradowe. Czas. Geogr. T. XX. z. 1—4: Wrocław 1949.
43. N. Seljakow: Isparienie leda w pieriod jewo kristalizacji. Izwestia Ak. N.
SSSR. Seria Geofiziceskaja Nr. 5. Moskwa 1953.
44. M. Skłodowska: Promieniotwórczość. Warszawa 1953.
45. W. Smosarski: Bieg dobowy opadów i burz w Poznaniu. Poznańskie
Tow. Przyj. Nauk. Prace Kom. Mat.-Przyr. T. VI. z. 14: Poznań 1952.
46. W. Smosarski: Electricité atmosphérique à Poznań. Acta Geophysica
Polonica. Vol. I. No. 1. Warszawa 1953.
47. J. Śniadecki: Postrzeżenia nader wielkiego gradu z przyłączeniem nie-
których uwag nad jego teorią. Dziennik Wileński. Wilno 1815.
48. S. Staszic: O ziemiorodztwie Karpatów, innych gór i równin Polski.
Warszawa 1815.
49. A. Stäger: Gewitter und Luftelektrizität. Innsbruck — Wien — München
1927.
50. R. Süring, J. Hann: Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1940.

51. N. I. Sziszkin: Oblaka, osadki i grozoweje elektricestwo. Moskwa 1954.
52. E. Trembaczowski: Promieniotwórczość wód Lubelszczyzny. Acta Geophysica Polonica. T. I. z. 2. Warszawa 1953.
53. A. Wegener: Thermodynamik der Atmosphäre. Leipzig 1928.
54. A. Viaut: Aspects du temps en Europe occidentale. Paris 1947.
55. P. Vujević: L'influence de relief du sol sur le climat dans les environs de la montagne Bjelašnica. Zbiór prac poświęcony przez Tow. Geograficzne we Lwowie Eugeniuszowi Romerowi. Lwów 1934.
56. W. Wiszniewski: R. Gumiński, L. Bartnicki: Przyczynki do klimatologii Polski. Cz. II. Wiad. Służby Hydr. i Met. z. 5. Warszawa 1949.
57. W. Wiszniewski: Atlas opadów atmosferycznych w Polsce (1891—1930). Warszawa 1953.
58. W. Wiszniewski: O burzach w Polsce. Gaz. Obserw. VI. Warszawa. 1949.
59. Wierzbicki: Grady w Galicji w roku 1892. Sprawozd. Komisji Fizj. Lwów 1893.
60. G. Zimmermann: Die Abhängigkeit der Wolkenbrüche von Orographie. Met. Rdsch. H. 7/8 1952.

РЕЗЮМЕ

Авторы настоящей работы констатировали, что во время с 1946 по 1950 год на территории Люблинского воеводства средние числа дней с градом на протяжении года составляли 1—2,5. Наибольшее количество случаев выпадения града наблюдалось в пределах Люблинской возвышенности в частности в уездах: Красныставском, Замостском, Люблинском, Хелмском и Пулавском. Наименее градов наблюдалось в северо-западной части воеводства, в Луковском уезде. В отношении к общей сумме зарегистрированных в период времени 1946—1950 градовых гроз в Люблинском воеводстве выражающейся числом 2257 случаев, максимальная частота в рассматриваемом районе, какая выступала в Красныставском уезде, достигла 17,0%, а минимальная в воеводстве, в Луковском уезде — лишь 1,1%.

Градовые грозы в Люблинском воеводстве выступали в течение суток преимущественно во второй половине дня. Разделив сутки на два периода, от 0⁰¹ — 12⁰⁰ ч. и от 12⁰¹ — 24 ч. констатировано, что в отношении к общему числу, выражающему частоту градовых осадков во всем рассматриваемом времени, 89,9% составляли грады во время с 12⁰¹ до 24⁰⁰ ч. (табл. 4). Градовые осадки выступали чаще всего в часовом интервале 15⁰¹—16. Суточный максимум частоты выпадения града

появлялся ранее всего между 13^{01} — 14^{00} ч., а самый поздний в часовом интервале 17^{01} — 18^{00} ч. (табл. 23).

Годовой ход частоты градовых осадков в период 1946—1950 представляет табл. 5. В пределах Люблинского воеводства градовые осадки выступали в течение года на протяжении шести месяцев (с апреля до сентября включительно) с максимумом в августе. В вегетационном периоде имели место относительно большие величины частоты осадков в виде града (V—11,4%, VI—15,5%, VII—22,1%, VIII—35,9%, IX—9,6%).

Годовой максимум частоты градовых осадков в Люблинском воеводстве намечался в апреле (самый ранний максимум), самый же поздний максимум — в сентябре месяце.

На составленной авторами карте представляющей размещение мест, в которых отмечены осадки града в Люблинской воеводстве можно выделить некоторые группировки (карта XI). Самое большое в поверхностном отношении сгруппирование выступает в бассейне Вепша (за исключением нижней части бассейна), меньшее сгруппирование пунктов с градом находится в бассейне Ходельки и в бассейне Быстрой. В бассейне Буга, в частности в бассейне Кшны и в бассейне Влодавки случаи выпадения града были весьма редкими.

В табл. 24 составлены местности, в которых с 1946 по 1950 год упал град 5 и больше раз, а карта 11 указывает их расположение. Эти местности располагаются в пределах Люблинской возвышенности полосой NW — SE простираясь, которую можно считать путем градовых гроз.

На картах IV, V, VI, VII по другому показаны градовые пути в пределах Люблинского воеводства. Каждый наблюдаемый случай выпадения града в данный день нанесен на карту воеводства в масштабе 1 : 300.000. Получено таким образом по 6 месячных карт для года за время с 1946 по 1950 год. Переход градовых гроз в некоторые дни создал отчетливые полосы, представленные на синтетической карте (карты IV, V, VI, VII).

Градовые пути концентрируются преимущественно в пределах Люблинской возвышенности, но нет их к востоку от верхнего отрезка реки Вепша. Градовые пути обходят Ростоцье. Исключением являются четыре пути пересекающие поперек Ростоцье вдоль меридианного расчленения отделяющего Западное и Среднее Ростоцье.

Принимая во внимание величину градин согласно принятой градовой службой шкале, мы констатировали, что на территории воеводства наибольшей частотой отмечались градины величиной зерен гороха (b) табл. 7.

В уездах северной части воеводства более часто отмечались градины величины „a” и „b” по сравнению с уездами расположенными в южной части воеводства. Относительно значительную частоту больших по отношению массы градин „f” отмечено в Красницком уезде. Заслуживает внимания факт появления градин „g” в уезде Бяла Подляска.

Самую большую массу льда выпадающую во время градовой грозы на 1 м^2 поверхности грунта дают в Люблинском воеводстве градины величины „b” ($0,43\text{ кг/м}^2$). Поэтому они представляют самую серьезную опасность для посевов воеводства.

Важнейшую роль в явлении формирования града играют три метеорологических элемента: температура воздуха, влажность и ветер.

В период формирования градов (с апреля по сентябрь) самые высокие температуры в пределах Люблинского воеводства помещены в северо-западной и южной частях воеводства, за исключением Ростоцьа, которое имеет более низкие температуры. Относительная влажность в июле меньше в северной части воеводства по сравнению с величиной влажности в южной части (табл. 25). Преобладающими направлениями ветров на территории Люблинского воеводства являются западные, северо-западные и юго-восточные (табл. 29).

Термическая конвекция и термическая турбулентция имеют наилучшие условия развития над лессовыми и песчанистыми почвами, где температуры лета достигают высоких показателей в частности в бассейне среднего течения р. Венша и в бассейне р. Ходельки, а также в бассейне р. Быстрой. На возникание этих токов влияют термически контрастные районы, находящиеся в ближайшем соседстве указанных территорий.

В пределах Ленчинско-Влодавского поозерья выступает летом (VII) локальное термическое обнижение, подобным образом как на среднем Ростоцьи.

Резкие конвекционные токи вспомогательные адвекцией масс воздуха надвигающегося холодного фронта могут формироваться главным образом на предполыи Ростоцьа и к западу и к югу

от Ленчинско-Влодавского поозерья, а также на предгорьях северного склона Люблинской возвышенности.

Анализируя связь частоты градовых осадков с относительной высотой местности авторы констатировали, что наибольшая частота выпадения града наблюдалась в районах с относительными высотами 40,1 — 80,0 м (48,7% частоты всех наблюдаемых градов) (табл. 26). Уменьшение частоты града на выше расположенных участках (8,1%) обусловлено вероятно растительным покровом среднего Ростоуья (лесные комплексы).

Сопоставляя частоту выпадения градовых осадков с геологическим строением и почвами Люблинского воеводства (6, 10) удалось установить, что максимальная частота градовых осадков (41,3%) имела место в лессовых районах, несмотря на то, что поверхность этих почв занимает лишь 20% поверхности воеводства (табл. 19).

Самую большую часть поверхности воеводства занимают песчаные почвы (30,5%), но частота градовых осадков над этими почвами достигала лишь 16,7%.

Аналогично горным породам также и над некоторыми, довольно сильно радиоактивными почвами, воздух становится сильно ионизированным. К таким почвам принадлежат прежде всего суглинистые, а затем лессовые почвы. Наименее активными являются песчаные почвы (46).

Причиной максимальной частоты градовых гроз над лессовыми районами является относительно большая степень ионизации воздуха над этими районами.

Южная часть Люблинского воеводства (в особенности уезды: Люблинский, Красныставский и Замостский) богата лессовыми почвами, именно поэтому имеет больше градовых осадков. Уезды расположенные в северной части воеводства (Луковский, Радзыньский, Бяльский, Влодавский и Любартовский) в основном с песчаными почвами, имеют меньшее количество случаев градовых осадков.

Как вытекает из приведенных в табл. 17 данных также над известковыми породами и мергелями, случаи выпадения града редки. Именно эти породы содержат ничтожно мало радия и они не в состоянии вызвать более значительной ионизации воздуха.

При вычислении частоты выступления градовых осадков, опираясь на карту лесов Люблинского воеводства (28), оказывается, что лесные районы за время с 1946 по 1950 год

имели 10,3% градовых осадков, а безлесные пространства — 89,7% (табл. 20). Эти данные следует принимать с некоторой осторожностью, так как главное внимание градовых корреспондентов уделяется градовым осадкам на полях, а значительно меньше градам в лесах.

Принимая во внимание среднюю частоту градов на 1 км² поверхности воеводства, мы получим 0,08, аналогично средние данные вычисленные для поверхности леса на 1 км² составляют 0,05, для безлесных пространств 0,09/км².

Анализ зависимости частоты выступления градовых осадков от речной сети позволил прийти к выводу, что чем ближе реки тем градовые осадки более часты (табл. 21). Максимальную частоту выпадения града имеет зона ниже 3 км. расстояния от рек, где выпадает 77,8% градовых осадков, по отношению к общей сумме случаев выпадения града во всем воеводстве. Следует однако иметь в виду и то, что наибольшая частота выпадения града относится к зоне с максимальной поверхностью.

Самая большая радиоактивность воды была обнаружена Е. Трембачёвским в водах вытекающих из лессовых образований — залегающих на известняках (46). Воды выступающие в южной части воеводства содержат больше радона чем воды северной части. Над реками и источниками с более значительным количеством заабсорбированного радона, также воздух под влиянием этой эманации становится ионизированным.

В пределах Люблинского воеводства выделяются две части разные в отношении пространственного размещения частоты градовых осадков — Люблинская возвышенность и низменные районы расположенные к северу от возвышенности. Соотношения частоты выпадения градов на низменности к частоте на Люблинской возвышенности представляются как 1:3,5. В пределах возвышенности наиболее градов было на Гелчевском возвышении (346 случаев, что составляет 15,4%) (табл. 22). Упомянутая географическая единица имеет особенно благоприятные условия термической контрастности. На Гелчевском возвышении имеются хорошие условия для развития конвекционных токов. Разницы относительных высот колеблются в границах от 30 до 80 м. Наличие лессов залегающих на меловых известняках, а также сарматских песчаников влияет на увеличение ионизации воздуха над этими районами. Не без значения остается и то обстоятельство, что Гелчевское возвышение располо-

жено в междуречьи Быстрицы и Вепша, а также и то, что это единица с преобладанием полей, почти лишенная лесного покрова.

Ленчинско-Влодавское поозерье имеет очень малые разницы относительных высот от 0—15 м. В этом районе выступает наибольшая во всем воеводстве поверхность лугов. Комплекс условий господствующих в районе Ленчинско-Влодавского поозерия не способствует формированию градовых осадков. Частота выпадения градовых осадков достигла в этом районе 44 случаев в период 5 лет, что составляет 1,9% всех зарегистрированных случаев выпадения града в воеводстве.

Это очень неравномерное размещение частоты градов находит оправдание в физико-географических условиях отдельных районов. Большую частоту градовых осадков имеют те районы, которые имеют высшие термические максимумы и высшую абсолютную влажность воздуха. Выступление и частота появления градов остается в зависимости от относительной высоты местности, геологического строения, почвы, речной сети и растительного покрова. Частота градов указывает наибольшую взаимозависимость с относительной высотой ($=0,9$). Относительно небольшую величину коэффициента корреляции указывает взаимозависимость расстояния от рек.

Частота градовых осадков и ее территориальное размещение в пределах Люблинского воеводства становится явлением комплексного характера и вяжется с воздействующими сложным образом физико-географическими условиями.

КАРТЫ И ТАБЛИЦЫ

- | | | | |
|-------|-------|--|----------------|
| Карта | I. | Пути градовых гроз в Иольше числа | 10. 8. 1948 г. |
| Карта | II. | " " " " " | 26. 5. 1950 г. |
| Карта | III. | " " " " " | 12. 9. 1950 г. |
| Карта | IV. | Пути градовых гроз на территории Люблинского воеводства в 1946 — 1947 годах. | |
| Карта | V. | Пути градовых гроз на территории Люблинского воеводства в 1948 году. | |
| Карта | VI. | Пути градовых гроз на территории Люблинского воеводства в 1949 году. | |
| Карта | VII. | Пути градовых гроз на территории Люблинского воеводства в 1949 — 1950 годах. | |
| Карта | VIII. | Частота осадка града величиной зерна гороха для уездов Люблинского воеводства за время с 1946 по 1950 г. | |

Карта IX. Частота осадка града величиной грецкого ореха для уездов Люблинского воеводства за время с 1946 по 1950 г.

Карта X. Количества дней с градом в пределах Люблинского воеводства за время 1946 — 1950.

Карта XI. Размещение и частота градовых осадков на территории Люблинского воеводства за время с 1946 по 1950 год.

Табл. 1. Градовые пути в Польше числа 10. 8. 1948 г.

Табл. 2. " " " " 26. 5. 1950 г.

Табл. 3. " " " " 12. 9. 1950 г.

Табл. 4. Частота градовых осадков в Люблинском воеводстве за время с 1946 по 1950 год.

(г — 0⁰¹ — 12⁰⁰ — первая половина суток, р — 12⁰¹ — 24⁰⁰ — вторая половина суток).

Табл. 5. Частота градовых осадков в Люблинском воеводстве за время с 1946 по 1950 год в процентах.

Табл. 6. Частота градовых осадков в уездах Люблинского воеводства за время с 1946 по 1950 год в процентах.

Табл. 7. Частота града относительно к размерам градин в Люблинском воеводстве за время с 1946 по 1950 год в процентах.

Табл. 8. Частота града относительно к размерам градин в уезде Бяла Подляска за время с 1946 по 1950 год в процентах.

Табл. 9. Частота града относительно к размерам градин во Влодавском и Луковском уездах за время с 1946 по 1950 год в процентах.

Табл. 10. Частота града относительно к размерам градин в Хелмском и Люблинском уездах за время с 1946 по 1950 год в процентах.

Табл. 11. Частота града относительно к размерам градин в Томашовском, Хрубешовском, Красныставском, Билгорайском и Красницком уездах за время с 1946 по 1950 год в процентах.

Табл. 12. Частота града относительно к размерам градин в Радзынском уезде за время с 1946 по 1950 год в процентах.

Табл. 13. Частота града относительно к размерам градин в Пулавском, Любартовском и Замостском уездах за время с 1946 по 1950 год в процентах.

Табл. 14. Приблизительная величина массы отдельных размеров градин.

Табл. 15. Количество и масса градин падающих на 1 м² поверхности грунта.

Табл. 16. Зависимость частоты выступления града от относительной высоты местности.

Табл. 17. Частота выступления градовых осадков и геологическое строение.

Табл. 18. Количество радия и тория в горных породах (по данным A. Holmes)

Табл. 19. Частота градовых осадков.

Табл. 20. Частота выступления градовых осадков на территориях с лесным покровом и лишенных последнего в Люблинском воеводстве.

Табл. 21. Частота градовых осадков в зависимости от расстояния от рек в Люблинском воеводстве.

- Табл. 22. Частота выступления градов в отдельных физико-географических районах Люблинского воеводства за время с 1946 по 1950 год.
- Табл. 23. Частота градовых осадков в Люблинском воеводстве за время с 1946 по 1950 год.
- Табл. 24. Местности, в которых отмечено выпадение града за период 1946—1950 раз пять и больше.
- Табл. 25. Средние величины относительной влажности в % за время с 1947 по 1950 год.
- Табл. 26. Средняя скорость ветра в м/сек. за время с 1947 по 1950 год.
- Табл. 27. Частота выступления ветров скоростью в 8 м/сек. за время с 1947 по 1950 год.
- Табл. 28. Частота выступления ветров скоростью в 15 м/сек. за время с 1947 по 1950 год.
- Табл. 29. Частота направлений ветра в % за время с 1947 по 1950 год—(с — тишина).

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Verfasser dieser Abhandlung haben festgestellt, dass die Durchschnittsjahreszahlen der Hageltage auf dem Gebiete der Lubliner Wojwodschaft in dem Zeitraum 1946—1950 im ganzen Jahre 1 bis 2,5 betragen. Die häufigsten Hagelniederschläge wurden auf der Lubliner Hochebene in den Bezirken Krasnystaw, Zamość, Lublin, Chełm und Puławy beobachtet. Die seltensten dagegen in dem nordwestlichen Teile der Wojwodschaft, in dem Bezirk Łuków. Von der Gesamtsumme der im Zeitraum 1946—1950 im Gebiet Lublin beobachteten Hagelstürme, die 2257 Fälle beträgt, fällt das Häufigkeitsmaximum, 17,0%, auf den Bezirk Krasnystaw, das Minimum, 1,1%, dagegen auf den Bezirk Łuków.

Die Hagelstürme treten in Lubliner Gebiet hauptsächlich in den Nachmittagsstunden auf. Wenn wir den vollen Tag in zwei Abschnitte von 0,01—12 h und 12,01—24 h einteilen und die Häufigkeitszahlen der Hagelniederschläge in dem ganzen Zeitraum in Betracht nehmen, so finden wir 89,9% von allen Hagelstürmen in dem Zeitabschnitt von 12,01—24 h (Taf. 4). Die Hagelniederschläge beobachtete man am häufigsten zwischen 15,01—16 h. Das Tagesmaximum der Hagelniederschläge trat am ehesten in der Zeit 13,01—14 h, am spätesten in der Zeit 17,01—18 h auf. (Taf. 23).

Die Tafel 5 stellt zusammen, wie die Jahreshäufigkeit der Hagelniederschläge im Zeitraum 1946—1950 verlaufen ist. In der Lubliner

Wojwodschaft treten die Hagelniederschläge im Jahre nur während der sechs Monate von April bis einschliesslich September auf, mit dem Maximum in August. In der Zeit des Pflanzenwachstums fanden die Hagelniederschläge verhältnismässig häufig statt: in Mai 11,4%, Juni 15,5%, Juli 22,1%, August 35,9% und in September 9,6%.

Das Häufigkeitsmaximum der Hagelstürme im Jahre wurde am ehesten in April, am spätesten in September beobachtet.

Die Karte, die von den Verfassern angefertigt ist und die vor den Hagelstürmen heimgesuchten Ortschaften in Wojwodschaft Lublin bezeichnet, lässt einige Anhäufungen unterscheiden. (Karte XI). Das grösste Areal umfasst die Anhäufung im Flussgebiet vom Wieprz, (ausgenommen den unteren Lauf des Flusses), eine geringere Anhäufung im Flussgebiet von der Chodelka und der Bystra. Im Flussgebiet vom Bug, insbesondere im Flussgebiet von der Krzna und der Włodawka wurden nur sehr selten Hagelstürme festgestellt.

Auf der Tafel 24 werden Ortschaften zusammengestellt, in denen es in dem Zeitraum 1946—1950 fünfmal und mehr gehagelt hat, die Karte XI, zeigt ihre räumliche Lage. Sie bilden auf der Lubliner Hochebene einen Landstreifen in der Richtung NW—SE, der als Hagelzone angesehen werden darf.

Die Karten IV, V, VI, VII erfasst noch anders die Hageltrassen in der Lubliner Wojwodschaft. Jeder beobachtete Hagelsturm wurde an dem gegebenen Tag in die Karte der Wojwodschaft im Masstab 1:300.000 eingetragen, wodurch sechs Monatskarten für den Zeitraum 1946—1950 entstanden. Die Hagelstürme bildeten an bestimmten Tagen deutlich erkennbare Landstreifen, die auf der synthetischen Landkarte (Karte IV, V, VI, VII) angedeutet sind.

Die Hageltrassen treten gehäuft hauptsächlich auf der Lubliner Hochebene, aber sie fehlen an der östlichen Seite des oberen Wieprz. Die Hageltrassen meiden die Roztocze. Eine Ausnahme bilden die vier Hageltrassen, die Roztocze durch den meridionalen Einschnitt durchqueren, der sich an der Grenze der West- und Mittelroztocze befindet.

Was die Hagelkorngrösse anbelangt, so müssen wir feststellen, dass nach der im Hagelschutzdienst angenommenen Skala auf dem ganzen Gebiete der Wojwodschaft am häufigsten die Hagelkörner in der Grösse von Erbsen (b) vorkamen. (Taf. 7).

In den nördlichen Bezirken beobachtete man öfters als in den südlichen Bezirken der Wojwodschaft die Hagelkorngrösse „a“ und „b“. Auch im Bezirk Kraśnik hat man verhältnismässig sehr oft Hagelkorngrösse „f“ gefunden. Es ist noch hervorzuheben, dass im Bezirk Biała Podlaska die Hagelkörner von der Grösse „g“ notiert wurden.

Die grösste Eismasse, die während des Hagelsturmes auf 1 m² Erdboden niedergeschlagen hatte, bestand aus den Hagelkörnern in der Grösse „b“ (0,43 kg/m²). Sie bilden also die ernsteste Bedrohung der Baufelder in dem Lubliner Gebiet.

In dem Bildungsprozess der Hagelniederschläge spielen drei Elemente ausschlaggebende Rolle: die Lufttemperatur, die Luftfeuchtigkeit, und der Wind.

In dem Zeitraum der Bildung der Hagelstürme also in der Zeit von April bis incl. September entstehen die höchsten Temperaturen im nordwestlichen und südlichen Gebiet der Wojwodschaft, die Roztocze ausgenommen, wo kühlere Temperaturen vorwiegen. Die relative Luftfeuchtigkeit ist im nördlichen Teil der Wojwodschaft kleiner in Juli als in dem südlichen Teil. (Taf. 25). Die vorherrschenden Winde auf diesem Terrain sind der West, der Nordwest, und der Südost. (Taf. 29).

Die thermische Konvektion und die thermische Turbulenz finden die günstigsten Entwicklungsbedingungen über den Löss und Sandböden, wo die Sommertemperaturen hohe Werte erreichen, besonders im Flussgebiet des mittleren Wieprz und im Flussgebiet der Chodelka und auch im Flussgebiet der Bystra. Die Entwicklung dieser Strömungen beeinflussen die thermischen Kontrastterrains, die sich in unmittelbarer Nachbarschaft von diesen Gebieten befinden.

In dem Seeland Łęczna - Włodawa erscheint im Sommer (Juli) lokale Temperatursenkung, ähnlich wie über dem Mittelgebiet der Roztocze.

Die stürmischen Konvektionsströmungen, die noch durch die von der kühleren Luftfront geleiteten Luftmassen verstärkt werden, können sich hauptsächlich auf dem Vorfelde der Roztocze und westlich und südlich von dem Łęczna-Włodawa Seeland entwickeln, ebenso wie an dem nördlichen Rande der Lubliner Hochebene.

Wenn wir die Häufigkeit der Hagelniederschläge in Beziehung auf die relative Terrainshöhe analysieren, (Karte XI), so müssen wir zum Schluss kommen, dass die grösste Häufigkeit der Hagelnieder-

schläge auf den Gebieten von relativen Höhen 40,1—80,0 m (48,7% aller beobachteten Hagelniederschläge) festgestellt wurde. (Tafel 16). Die Häufigkeitsabnahme der Hagelstürme auf den höher gelegenen Gebieten (8,1%), ist wahrscheinlich durch dass mit Wäldern bestandene Gebiet der Mittelożtocze bedingt (Waldgebiet).

Die Beziehung der Häufigkeit der Hagelstürme auf die geologische Struktur und auf die Böden der Wojwodschaft Lublin (cfr. Quellen 6, 10) hat die Feststellung ermöglicht, dass das Häufigkeitsmaximum der Hagelstürme (41,3%) über den Lössgebieten zustande kommt, wiewohl die Lössflächen nur 20% der Gesamtfläche der Wojwodschaft ausmachen (Taf. 19).

Den grössten Teil der Gesamtfläche der Wojwodschaft bilden die Sandböden (30,5%) aber die Häufigkeit der Hagelniederschläge über diesen Gebieten beträgt nur 16,7%.

Ähnlich wie über den Felsen wird auch die Luftschichte über manchen Böden mit bedeutender Wärmestrahlung stark ionisiert. Zu diesen gehören vor allen Lehm Böden, dann Lössböden. (46). Die kleinste Aktivität zeigen dagegen die Sandböden.

Als Ursache der maximalen Häufigkeit der Hagelstürme über Lössgebieten ist, also der verhältnismässig hohe Grad der Ionisierung der Luftschichten über diesen Gebieten anzunehmen.

Die südlichen Bezirke der Lubliner Wojwodschaft insbesondere die Bezirke Lublin, Krasnystaw und Zamość als vorwiegend die mit Löss bedeckten, werden eben aus diesem Grunde von Hagelstürmen öfters heimgesucht. Die nördlichen Bezirke Łuków, Radzyń, Biała, Włodawa und Lubartów dagegen, die meistens Sandböden haben, leiden bedeutend weniger infolge der Hagelstürme.

Die in der Tafel 17, angeführten Zahlen zeigen, dass auch über den Kalkfelsen und Mergelböden die Hagelstürme sehr selten sind. Diese Felsen enthalten, wie bekannt, so kleine Radiummengen, dass sie nicht imstande sind eine stärkere Ionisierung der Luft zu verursachen.

Die Analyse der Häufigkeit des Auftretens von Hagelniederschlägen in Bezug auf Waldflächen der Wojwodschaft, (Quellen 9) zeigt, dass während des Zeitraumes 1946—1950 über den Waldgebieten nur 10,3% Hagelstürme festgestellt wurden, über den waldlosen Gebieten dagegen 89,7% (Taf. 20). Diese Zahlen sollen aber mit gewisser Vorsicht angenommen werden, da die Terrainkorespondenten mehr Aufmerk-

samkeit den Hagelniederschlägen auf Feldern, viel weniger denjenigen in Wäldern widmen.

Wenn wir den durchschnittlichen Wert, der die Häufigkeit der Hagelniederschläge auf 1 km² Fläche in der Wojwodschaft bezeichnet, in Betracht nehmen, so erhalten wir 0,08, während analoge Durchschnittszahlen für 1 km² Waldfläche 0,05 und für waldlose Gebiete 0,09 km² betragen.

Die Analyse der Beziehung, die zwischen der Häufigkeit der Hagelniederschläge und dem Flussnetz vorkommt, lässt den Schluss ziehen, dass die Hagelniederschläge desto häufiger auftreten, je kleiner die Entfernung von den Flüssen ist. (Taf. 21). Die Hagelniederschläge erreichen ihr Häufigkeitsmaximum, wenn die Entfernung von Flüssen unter 3 km ist; auf dieses Gebiet fällt 77,8% Hagelniederschläge im Verhältnis zu der Gesamtzahl der Hagelniederschläge in der ganzen Wojwodschaft. Man darf aber nicht vergessen, dass das Häufigkeitsmaximum der Niederschläge auf dem Gebiet von maximaler Fläche auftritt.

Die grösste Radioaktivität hat E. Trembaczowski in diesen Quellen festgestellt, die aus den Lössschichten, die die Kalkfelsen bedecken, entströmen (46). Die Gewässer des südlichen Teiles der Wojwodschaft enthalten mehr Radongehalt als die nördlichen. Über den Flüssen und Quellen, die bedeutendere Radonmengen absorbiert haben, wird auch die Luft infolge dieser Wärmestrahlung ionisiert.

In der Lubliner Wojwodschaft lassen sich zwei besondere Zonen in Bezug auf räumliche Verteilung der Hagelsturmhäufigkeit unterscheiden: die Hochebene und das nördlich von der Hochebene gelegene Tiefland. Das Häufigkeitsverhältnis des Auftretens der Hagelstürme im Tiefland zu der Hochebene beträgt 1:3,5. Auf der Hochebene haben wir die höchste Zahl der Hagelstürme auf der Höhe von Gielczew zu verzeichnen, 346 Fälle d. i. 15,4%. (Taf. 22). Diese Zone begünstigt besonders die thermische Kontrastbildung. Auf dieser sind besonders günstige Bedingungen für die Entwicklung von Konvektionsströmungen vorhanden. Die Höhenunterschiede schwanken von 30 m bis 80 m. Der Lössboden, der die Kreidenunterlage und den sarmatischen Sandstein bedeckt, trägt zur stärkeren Ionisierung der Luftschichten über diesem Gebiet bei. Es darf auch nicht übersehen werden, dass die Gielczew Höhe in der Gabel zwischen der Bystrzyca und dem

Wieprz gelegen ist und dass sie landschaftlich eine bebaute Landschaft darstellt.

Das Seeland Łęczna - Włodawa weist sehr kleine relative Höhenunterschiede auf, von 0 bis 15 m. Dieses Gebiet umfasst die grössten Wiesenflächen in der Wojwodschaft. Das Ensemble der herrschenden Bedingungen auf diesem Gebiet kann nicht die Bildung der Hagelniederschläge begünstigen. In dem Zeitraum von fünf Jahren werden auf diesem Gebiet nur 44 Fälle von Hagelstürmen notiert, was nur 1,9% aller Hagelstürme in der Wojwodschaft ausmacht.

Diese mannigfache, ungleichmässige Verteilung der Hagelsturmhäufigkeit wird also durch die physiographischen Unterschiede der einzelnen Zonen erklärt. Die grössere Häufigkeit der Hagelniederschläge finden wir in den Zonen, die höhere thermische Maxima und höhere absolute Luftfeuchtigkeit aufweisen. Das Auftreten und die Häufigkeit der Hagelniederschläge bleibt in enger Beziehung mit der relativen Höhe des Terrains, mit der geologischen Struktur, mit dem Boden, dem Flussnetz und mit der Waldbedeckung. Diese Häufigkeit steht in der grössten Korrelation mit der relativen Höhe ($r = 0,9$). Verhältnismässig klein ist der Koeffizient der Korrelation mit der Entfernung von dem Fluss. Die Häufigkeit der Hagelniederschläge und ihre Raumverteilung auf dem Gebiete der Lubliner Wojwodschaft hat einen komplizierten Charakter und steht in Beziehung mit mannigfachen physiographischen Bedingungen.

