

Рис. 3.16. Ранжирування МТК за часткою їхньої довжини, що перебуває в умовах загроз від прояву просідання %

Найбільші загрози від просідання лесових ґрунтів для безпеки МТК існують насамперед для МТК Гданськ–Одеса та Пан'європейського МТК № 3, оскільки понад 30% їхньої довжини перебувають на потенційно небезпечних територіях.

3.4. БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОСТІВ

Мостове господарство є одним із найважливіших складників техногенної безпеки дорожньої інфраструктури, який потребує постійної уваги з боку державних органів і достатніх бюджетних асигнувань. Значна кількість мостів на автошляхах загального користування (понад 50%) була побудована за технічними нормами, що діяли до 1962 р. і нині не відповідають початковим проектним параметрам, а також не задовольняють чинним нормам і за вантажопідйомністю, і за габаритами проїжджої частини [1, 8].

В Україні експлуатуються 7502 автомобільних мости, 2070 пішохідних мостів і 850 шляхопроводів загальною протяжністю 615 км [1]. Значне зростання інтенсивності руху, особливо великовагових навантажень, призводить до руйнування покриття проїзної частини вулично-дорожньої мережі й елементів конструкцій мостових споруд.

Так, із загальної кількості мостів і шляхопроводів 599 споруд (6%) мають обмежену несучу спроможність або перебувають в аварійному стані. Найгірший показник мають Донецька (22%) та Львівська (18%) області.

У середньому розрахунковий ресурс мостів на автошляхах становить від 70 до 100 років, і відповідно до міжремонтних термінів щорічно мають перебудовуватися до 1% мостів, а капітально ремонтуватися – не менше 3% мостів, що за сумарною довжиною їхніх прольотів становить близько 12 км [1, 8, 14]. За експертними оцінками, щорічні витрати на реалізацію таких завдань мають становити не менше ніж 1 млрд грн.

Проте однією з найважливіших проблем дорожньої галузі є не тільки будівництво нових мостів, а й збереження мостового господарства,

утримання його в стані, придатному для безпечного та комфортного пропуску транспортних засобів. Адже обсяг невиконаних ремонтів штучних споруд на дорогах загального користування, починаючи лише з 1998 р., становить 118,2 км. Фактично більша частина шляхового та мостового комплексу України наближається до межі своєї довговічності. Кількість мостів, стан яких не відповідає нормативним умовам експлуатації і які потребують термінового капітального ремонту чи реконструкції, становить понад 400 од., що складає близько 5% від загальної кількості і в 4-5 разів вище припустимих лімітів. За даними Ради національної безпеки та оборони України, фізичний стан та організація експлуатації автодорожніх мостів є незадовільними, загрозливими для безаварійного функціонування споруд і дорожньої мережі [8]. Погіршення умов експлуатації прискорює процес руйнування залізобетонних конструкцій мостів і підвищує ризик НС.

Названі чинники посилюються тим, що протягом останніх 25–30 років на значній частині території України відбувається регіональна активізація НЕГП при комплексній дії техногенних і природних чинників, що призводить до збільшення кількості НС різного походження з негативними наслідками для населення та навколишнього середовища [4, 14, 19]. У цілому це зумовлює формування регіональних інженерно-геологічних загроз від індивідуального та сукупного впливу процесів підтоплення, карсту і просідання, а також виникнення відповідних зон ризику в ТГС «мостовий комплекс – геологічне середовище», в яких відбувається концентрація порушень ГС. Це призводить до зниження геомеханічної стійкості породного масиву, розвитку критичних деформацій в інженерних спорудах мостів і прилеглих ділянок шляхів із підвищенням ризику їх руйнування (мостових опор, сполучень шляхів і мостів тощо).

За таких умов відбувається збільшення інженерно-геологічної небезпеки для функціонування відповідальних життєзабезпечувальних систем, розташованих у зазначених зонах чи таких, що перетинають їх. Крім того, загроза від сукупного впливу НЕГП суттєво зростає у місцях дислокації потенційно небезпечних об'єктів, що відрізняються підвищеною чутливістю до зниження інженерно-геологічної стійкості ТГС зі значними масо-енергетичними навантаженнями [18, 23].

Зазначені чинники зумовлюють необхідність уточнення змін інженерно-геологічних умов і підвищення рівня безпеки функціонування мостів на автошляхах. Передусім, на наш погляд, вимагає удосконалення методика прогнозування рівня загроз із боку спільного впливу зазначених НЕГП, насамперед підтоплення, карстових процесів і просідання лесових ґрунтів, з якими пов'язане виникнення послаблень у породах підґрунтя мостів і розвиток їх руйнівних деформацій.

3.4.1. Оцінка загроз від регіонального підтоплення земель для безпеки функціонування мостів

Останніми роками підтоплення території України має прогресуючий характер і стійку тенденцією до активізації на регіональному та локально-об'єктовому рівнях із постійним збільшенням площ із критично неглибоким заляганням рівнів ґрунтового й техногенного водонесних горизонтів [14, 24, 25]. За даними МНС і Державної служби геології та надр України, найбільш несприятливі умови з підтоплення територій склалися насамперед у південних і східних регіонах, де середній приріст підтоплення становить до 300 км²/рік. За наявними даними, з 1982 р. відбулося майже подвоєння площ підтоплення земель на регіональному рівні та у промислово-міських агломераціях.

Ураженість території України підтопленням і розташування мостів на автошляхах у межах його регіональних зон показана на рис. 3.17.

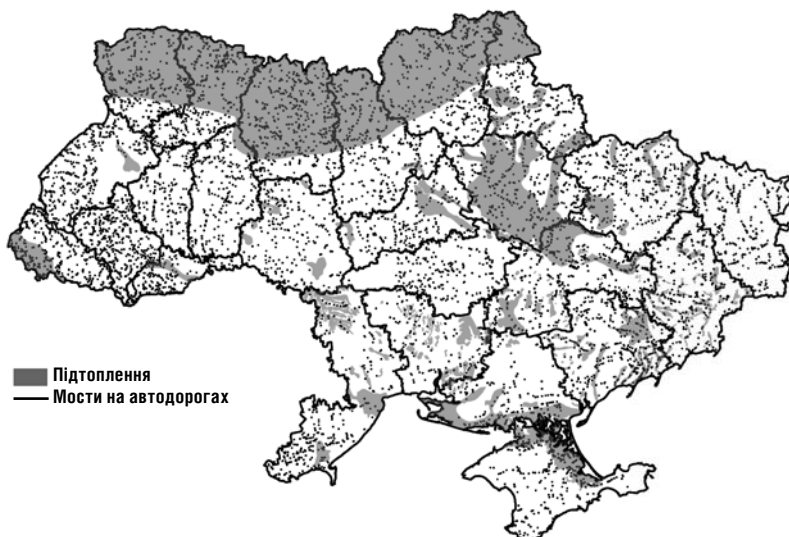


Рис. 3.17. Розповсюдження регіонального підтоплення земель і зон його можливих загроз безпеці мостів на території адміністративних областей України [8]

Дані моніторингу МНС і Державної служби геології та надр України свідчать про збереження останніми роками небезпечної тенденції щодо випереджального розвитку процесів підтоплення на території країни.

Найнесприятливіші умови з підтоплення склалися переважно у центральних і південних областях. Особливу загрозу для безпеки життєдіяльності населення викликають процеси підтоплення у понад 2 тис. містах і селищах міського типу України. Крім того, у деяких регіонах (зокрема в Херсонській області) підтоплення стало вагомим чинником, що безпосередньо впливає на зміни геологічного середовища.

Треба також зважати на те, що останніми роками зростає вплив глобальних змін клімату на активізацію підтоплення міст і селищ міського типу, беручи до уваги недостатню захисну здатність гідротехнічних споруд (дренажів, зливостоків тощо) до підвищення рівня опадів, зростання щільності й глибини забудови, а також збільшення площ і часу повеней [24].

З використанням геоінформаційних технологій здійснено просторову оцінку загрози підтоплення для безпеки функціонування мостів. Фізичною основою критерію безпеки експлуатації мостів прийнято ділянки мостів у зонах стійкого просторово-часового розвитку підтоплення земель, а його кількісної величини – відсоток кількості мостів у межах адміністративних областей у межах зон підтоплення. Результати оцінки для території адміністративних областей України представлені у табл. 3.9.

Таблиця 3.9

**Загрози від підтоплення для безпеки функціонування мостів
в адміністративних областях України [8]**

Адміністративні області	Площа, тис. км ²	Площа поширеності підтоплення, тис. км ²	Частка кількості мостів на підтоплених територіях, %
АР Крим	27,0	4,43	38,93
Вінницька	26,2	0,054	1,79
Волинська	20,2	13,91	73,67
Дніпропетровська	31,9	7,3	34,43
Донецька	26,5	7,67	17,99
Житомирська	29,9	20,13	83,14
Закарпатська	12,8	3,02	28,61
Запорізька	27,2	3,2	33,84
Івано-Франківська	13,9	0,008	0
Київська	28,9	8,1	45,43
Кіровоградська	24,6	0,142	1,36
Луганська	26,7	0,164	3,42

Закінчення табл.

Адміністративні області	Площа, тис. км ²	Площа поширеності підтоплення, тис. км ²	Частка кількості мостів на підтоплених територіях, %
Львівська	21,8	0,218	1,08
Миколаївська	24,6	10,672	16,42
Одеська	33,3	9,975	7,55
Полтавська	28,8	8,5	73,10
Рівненська	20,1	12,8	56,73
Сумська	23,8	0,423	43,54
Тернопільська	13,8	0	0
Харківська	31,4	3,02	20,52
Херсонська	28,5	7,79	37,25
Хмельницька	20,6	0,014	3,15
Черкаська	20,9	0,08	13,30
Чернівецька	8,1	0,4	10,05
Чернігівська	31,9	4,4	72,70
Усього	603,4	126,42	31,57

Аналіз цієї таблиці дозволяє виявити небезпечні області з погляду найбільшої кількості мостів, розташованих у зонах імовірного прояву підтоплення, а також здійснити ранжирування адміністративних областей України за цим критерієм. Привертає увагу той факт, що в середньому по Україні 31,57% мостів розташовано на територіях імовірного підтоплення. Зважаючи на їх досить велику кількість (до 8 тис.), а також важливе значення для багатьох сфер життєдіяльності й господарювання, можна стверджувати, що є загроза від підтоплення для функціонування близько 2300 мостів.

Отримані результати також свідчать, що найбільш несприятливі умови з погляду безпечного функціонування мостів склалися у Житомирській, Волинській, Чернігівській, Полтавській, Рівненській, Київській, Сумській, Херсонській, Запорізькій, Дніпропетровській областях та АР Крим, оскільки понад 31,57% мостів (середнє значення по Україні) перебувають у них під загрозою підтоплення. Також слід узяти до уваги, що Волинська, Рівненська, Житомирська та Чернігівська області розташовані в зоні Українського Полісся, яке відрізняється переважанням у верхній зоні геологічного розрізу піщаних ґрунтів, які є відносно стійкими в умовах перезволоження.

Варто також зазначити, що найбільш комплексним впливом підтоплення відрізняється в межах міст і селищ України, загальна площа яких складає близько 3% території держави, але в них зосереджено до 70% населення, що суттєво підвищує (до 10–100 разів) вплив підтоплення на безпеку життєдіяльності [24].

3.4.2. Оцінка карстових загроз для безпеки функціонування мостів

За даними Державної служби геології та надр України та МНС України, на 38% території держави поширені породи, в яких можуть відбуватися процеси і природного, і техногенно активізованого карстоутворення [4, 14, 24]. Ураженість території України карстовими процесами, а також загрози, спричинені ними для функціонування мостів, показано на рис. 3.18.

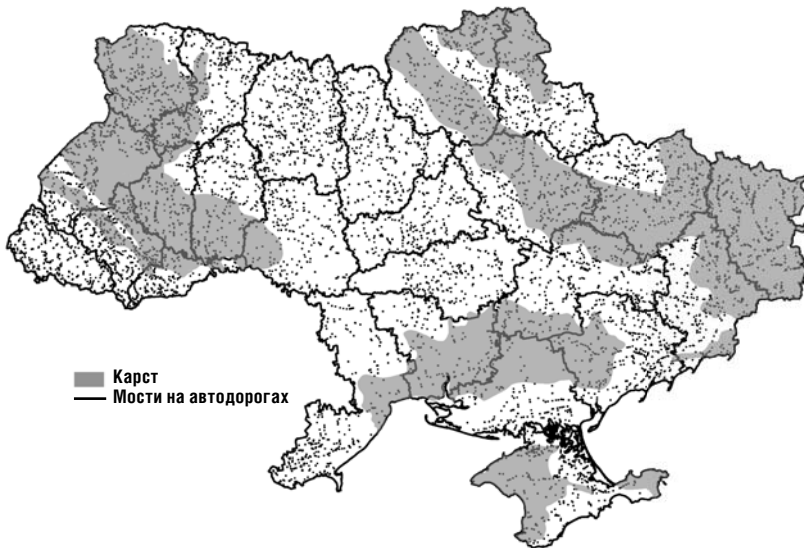


Рис. 3.18. Загрози від карсту для функціонування мостів на території адміністративних областей України

Наведені дані свідчать, що найбільша загроза від прояву карсту існує насамперед у західних, східних і південних областях України [3, 7]. Це стосується передусім територій АР Крим, Вінницької, Волинської, Донецької, Луганської, Львівської, Миколаївської, Рівненської, Тернопільської та Хмельницької областей.

З допомогою ГІС-технологій здійснено просторову оцінку карстових загроз для безпеки мостів на автошляхах в адміністративних областях України, результати якої наведено в табл. 3.10.

Таблиця 3.10

**Загрози від карсту для безпеки функціонування мостів
в адміністративних областях України [8]**

Адміністративні області	Площа, тис. км ²	Ураженість території карстом, %	Частка кількості мостів на уражених територіях, %
АР Крим	27,0	48,8	39,93
Вінницька	26,2	20,8	12,11
Волинська	20,2	100	90,67
Дніпропетровська	31,9	22,2	34,68
Донецька	26,5	69,8	51,52
Житомирська	29,9	0	0
Закарпатська	12,8	6,3	0
Запорізька	27,2	27,6	22,90
Івано-Франківська	13,9	35,9	49,46
Київська	28,9	0	0
Кіровоградська	24,6	1,6	0
Луганська	26,7	99,6	100
Львівська	21,8	58,3	70,08
Миколаївська	24,6	70,7	60,45
Одеська	33,3	15,9	7,86
Полтавська	28,8	1,0	61,70
Рівненська	20,1	80,0	39,18
Сумська	23,8	42,0	28,57
Тернопільська	13,8	100	83,06
Харківська	31,4	34,4	67,01
Херсонська	28,5	53,3	21,57
Хмельницька	20,6	65,5	34,25
Черкаська	20,9	0	0
Чернівецька	8,1	46,9	20,10
Чернігівська	31,9	13,2	70,19
Усього	603,4	40,5	39,12

Аналіз цієї таблиці дозволяє виявити найбільш небезпечні регіони відносно кількості мостів на автошляхах, які перебувають під загрозою прояву карсту, а також здійснити ранжирування адміністративних областей України за таким критерієм.

Отримані дані свідчать, що найбільша загроза від можливої активізації карсту існує для мостів у Луганській, Волинській, Тернопільській, Чернігівській, Львівській, Харківській, Полтавській, Миколаївській і Донецькій областях. За результатами здійснених оцінок у середньому понад 50% мостів у зазначених областях перебувають у зонах імовірного прояву карсту. Крім того, понад 90% мостів Луганської та Волинської областей перебувають у зонах карстових загроз, які останніми роками мають підвищену тенденцію до реалізації внаслідок випереджального розвитку процесів підтоплення, у т.ч. унаслідок закриття шахт, значних втрат води з гідротехнічних споруд, а також глобальних змін клімату [8, 14].

3.4.3. Оцінка регіональних загроз унаслідок спільного впливу НЕГП на безпеку експлуатації мостів

В умовах зростаючих природних і техногенних змін геологічного середовища значну загрозу представляють території спільного впливу різних НЕГП, оскільки концентрація кількох НЕГП суттєво збільшує загрози від їх імовірного прояву для безпеки просторово розподілених життєзабезпечувальних і транспортних систем за рахунок додаткових навантажень на їх відповідальні конструктивні елементи. За даними Державної служби геології та надр України й МНС України, з використанням ГІС-технологій здійснено оцінку та картографування ураженості території України спільними проявами карсту, підтоплення й просідання лесових ґрунтів.

Ураженість території України спільними проявами НЕГП, а також загрози від їх впливу на безпеку експлуатації мостів на автошляхах показано на рис. 3.19.

З використанням ГІС-технологій здійснено просторову оцінку загроз від спільного прояву підтоплення, карсту й просідання лесових ґрунтів (розповсюджені на 70% території України) для безпеки мостів в адміністративних областях України, яку наведено в табл. 3.11 і рис. 3.19. У якості критерію оцінки застосовано частку кількості мостів, розташованих на уражених спільними проявами зазначених НЕГП територіях. Регіональні значення такого критерію (який фактично є показником геодинамічного ризику) розраховувалися як відношення кількості мостів на автошляхах, що знаходяться в зонах спільного прояву НЕГП, до загальної кількості мостів на території адміністративної області.



Рис. 3.19. Загрози від спільного прояву ЕГП (карст, підтоплення, просідання) для безпеки експлуатації мостів на території України [8]

Таблиця 3.11

Загрози спільного прояву НЕГП в адміністративних областях України [8]

Адміністративні області	Площа території, тис. км ²	Площа поширеності спільних проявів НЕГП, тис. км ²
АР Крим	27,0	0,136
Вінницька	26,2	0,251
Волинська	20,2	0
Дніпропетровська	31,9	0,921
Донецька	26,5	0,179
Житомирська	29,9	0
Закарпатська	12,8	0
Запорізька	27,2	0,462
Івано-Франківська	13,9	0
Київська	28,9	0

Закінчення табл.

Адміністративні області	Площа території, тис. км ²	Площа поширеності спільних проявів НЕГП, тис. км ²
Кіровоградська	24,6	0
Луганська	26,7	0,074
Львівська	21,8	0
Миколаївська	24,6	1,008
Одеська	33,3	0,746
Полтавська	28,8	5,273
Рівненська	20,1	0
Сумська	23,8	0,091
Тернопільська	13,8	0
Харківська	31,4	1,815
Херсонська	28,5	0,485
Хмельницька	20,6	0
Черкаська	20,9	0
Чернівецька	8,1	0,089
Чернігівська	31,9	2,687
Усього	603,4	14,217

Аналіз табл. 3.11 дозволяє виявити найбільш небезпечні області за величиною найбільшої кількості мостів на автошляхах, що перебувають під загрозою спільного впливу НЕГП, а також здійснити ранжирування адміністративних областей України за таким критерієм (рис. 3.20).

Виконані розрахунки свідчать, що 10 адміністративних областей України мають перевищення 1% рівня інженерно-геологічного ризику, що становить від 1,3–2,78 до 9,1–18,4 разу.

Наведені оцінки також дозволяють дійти висновку, що найбільша загроза від спільного впливу НЕГП для безпеки експлуатації мостів існує на території Полтавської, Чернігівської, Харківської, Миколаївської, Дніпропетровської областей, оскільки значення критерію оцінки в цих областях перевищує середньоукраїнське (2,48%). Привертає увагу той факт, що адміністративні області з високим рівнем техногенного навантаження (зокрема Донецька, Запорізька, Луганська, Харківська) також перебувають у зонах імовірного спільного впливу НЕГП. Це зумовлює додаткове підвищення рівня природно-техногенної небезпеки цих регіонів за рахунок впливу інженерно-геологічних чинників [3, 17].

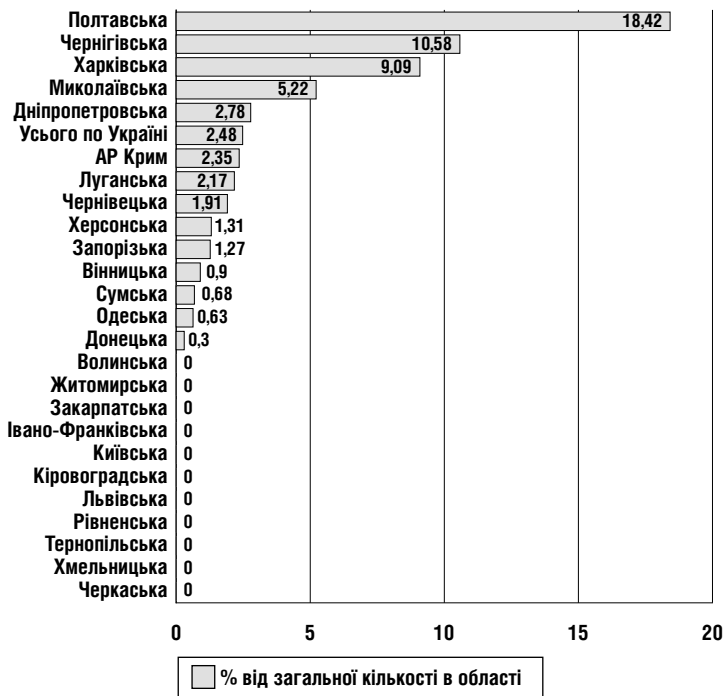


Рис. 3.20. Ранжирування адміністративних областей України за кількістю мостів, які перебувають в умовах загроз від спільного прояву підтоплення, карсту і просідання

Геоінформаційний аналіз регіонального розповсюдження небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України дозволив виявити зони їх імовірного індивідуального та спільного впливу і на цій основі визначити найбільш небезпечні адміністративні області, у яких наявні підвищені загрози для експлуатації мостів. Отримані результати свідчать, що найбільший рівень інженерно-геологічних загроз від спільного впливу НЕГП існує на території Полтавської, Чернігівської, Харківської, Миколаївської та Дніпропетровської областей.

Концентрація різних екзогенних геологічних процесів на потенційно небезпечних територіях відчутно збільшує інженерно-геологічні загрози НС щодо відповідальних конструктивних елементів об'єктів критичної транспортної інфраструктури. Зважаючи на площинний характер розвитку НЕГП в умовах постійних змін геологічного середовища, особливо уразливими стають просторово-розподілені об'єкти, зокрема