

Міжнародний проект «EU-WATERRES: Інтегрована в ЄС система управління транскордонними ресурсами підземних вод та антропогенними небезпеками»

концептуальне розуміння гідрогеологічних процесів та динаміки потоків
через національні кордони

Михайло Гейченко

Спілка геологів України

e-mail: geich@ukr.net

EU-WATERRES

WE STAND
WITH UKRAINE





Країни-учасники:

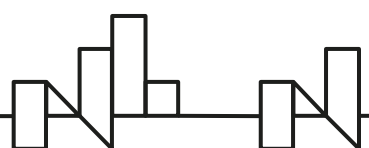
- **Норвегія** - Геологічна служба Норвегії (NGU)
- **Польща** - Польський геологічний інститут - Національний науково-дослідний інститут (PIG-PIB), Інтеграф (Intergraph Polska)
- **Україна** – Державне підприємство "Українська геологічна компанія", Дочірнє підприємство "Західукргеологія" Національної акціонерної компанії "Надра України "
- **Латвія** - Латвійський центр геології та метеорології навколишнього середовища (LEGMC); Латвійський університет (UL)
- **Естонія** - Геологічна служба Естонії (GSE)

Фінансується Європейською економічною зоною та Норвезьким грантовим фондом для регіонального співробітництва.

Обсяг фінансування трохи менше 2,5 млн. євро.

На сьогодні підготовлено 3 проміжних звіти, з якими можна ознайомитися на сайті проекту www.eu-waterres.eu

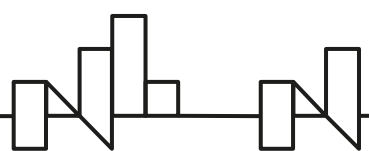
Проект спрямований на збільшення спроможності державних установ керувати транскордонними ресурсами підземних вод шляхом створення інтегрованої інформаційної платформи, впровадження нових засобів аналізу даних та рішень для скоординованого управління та спільного захисту підземних вод. Рекомендації за результатами проекту спрямовані на широкий спектр цільових груп — наукові та навчальні заклади геологічного профілю, органи управління водними ресурсами, підприємства, діяльність яких пов'язана з використанням природних ресурсів (в тому числі видобувні та геологорозвідувальні), регіональні та місцеві органи влади, спільнота, яка цікавиться питаннями екології, надро- і водокористування. Тобто, всі органи, компанії та приватні підприємці, в сферу інтересів і діяльності яких входять питання охорони навколишнього середовища.



Першим етапом роботи була оцінка транскордонних потоків та підземних вод і визначення територій транскордонних басейнів, що мають значний потенціал для обміну підземними водами між Польщею та Україною. Надійний розрахунок у цьому відношенні був можливим лише з використанням числових гідродинамічних моделей. Їх основою стала концептуальна гідрогеологічна модель як опис структури та природних та антропогенних факторів, що формують систему циркуляції підземних вод.

У світі налічується більше півтисячі транскордонних водоносних шарів, які належать двом (або більше) країнам. В Європі таких налічується більше 300. Вироблення спільних підходів до їх використання, збереження та охорони від забруднення є вкрай актуальним. В рамках даного проекту проводяться дослідження на двох різних пілотних регіонах — польсько-українській та латвійсько-естонській прикордонних територіях. Підписання Угоди про асоціацію між Україною та ЄС та його державами-членами в 2014 році зобов'язує Україну впроваджувати європейські стандарти в різних сферах суспільного життя, включаючи управління водними ресурсами, їх захист та боротьбу із забрудненням води. Тому результати даних досліджень можуть (і повинні) використовуватись для всієї території України.

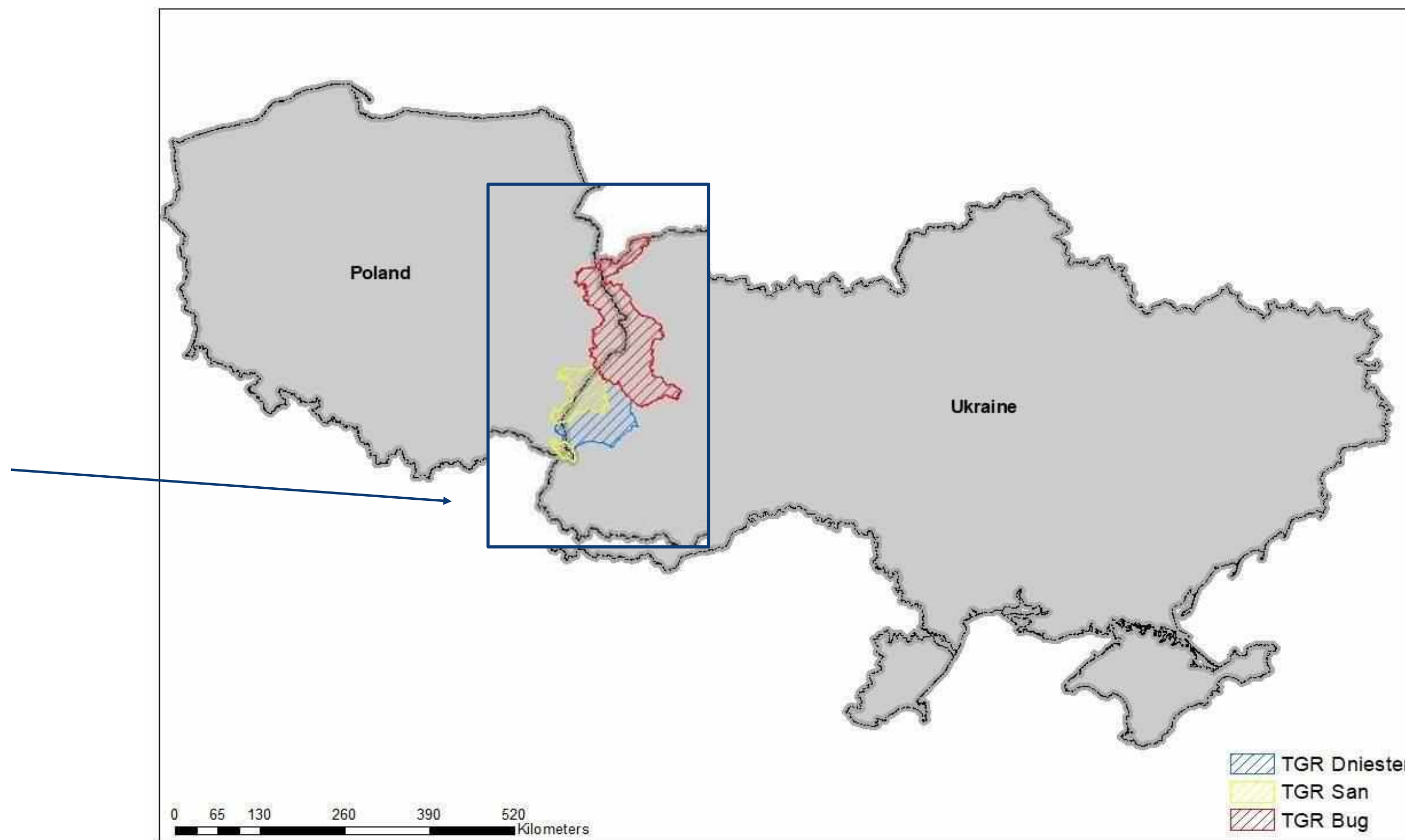
Відповідно до фізико-географічного поділу зона дослідження польсько-української прикордонної території розташована на межі двох мегарегіонів - Східноєвропейської платформи та Карпатського регіону.

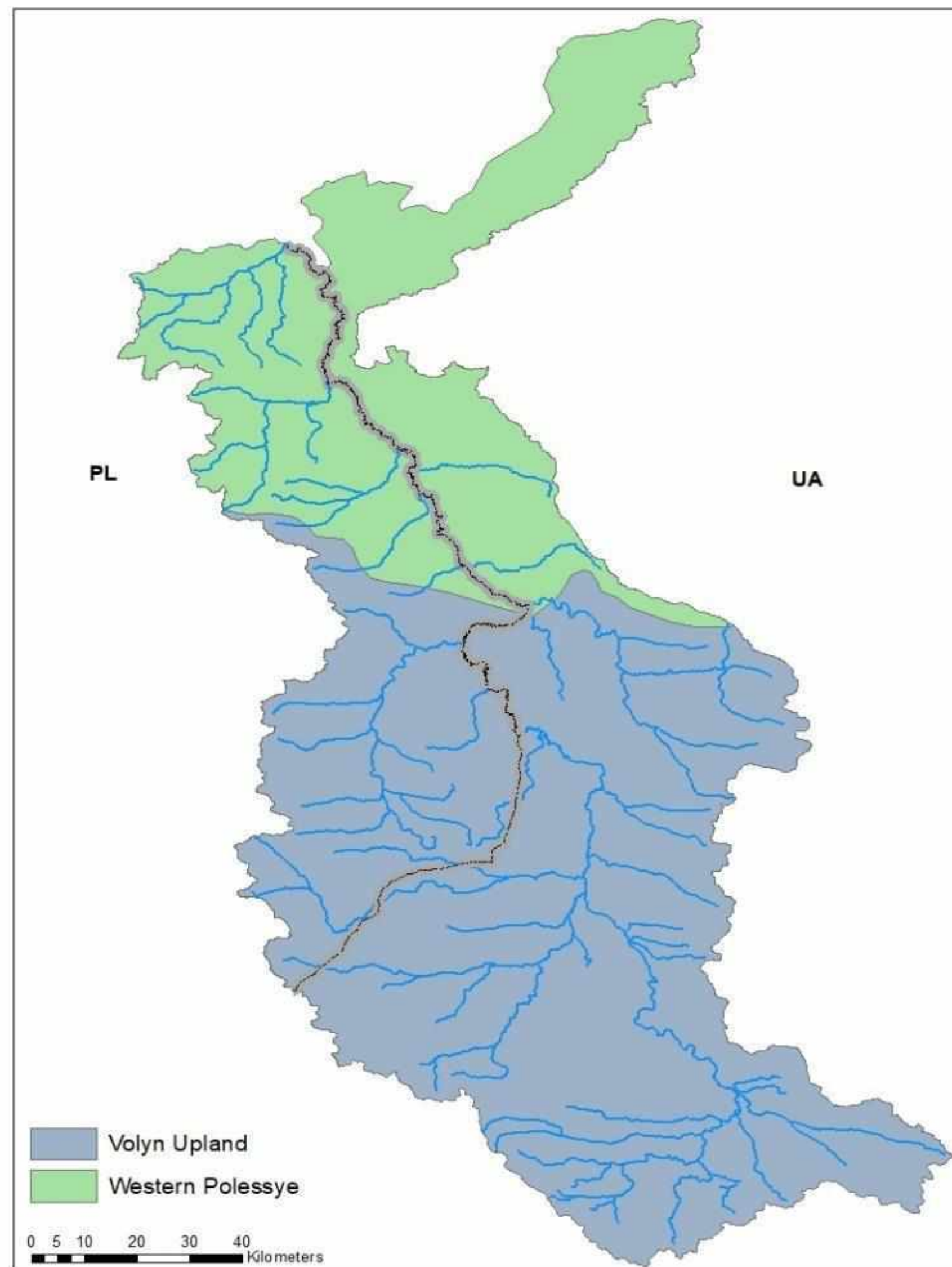




Польсько-українські транскордонні водойми підземних вод у межах водозбірних басейнів річок Буг, Сян та Дністер

На польсько-українському прикордонному просторі до початку проекту був відомий один транскордонний басейн підземних вод, обмежений вододілом басейну р. Західний Буг. В рамках проекту були визначені ще два транскордонних водозбірних басейни підземних вод – річок Сян та Дністер

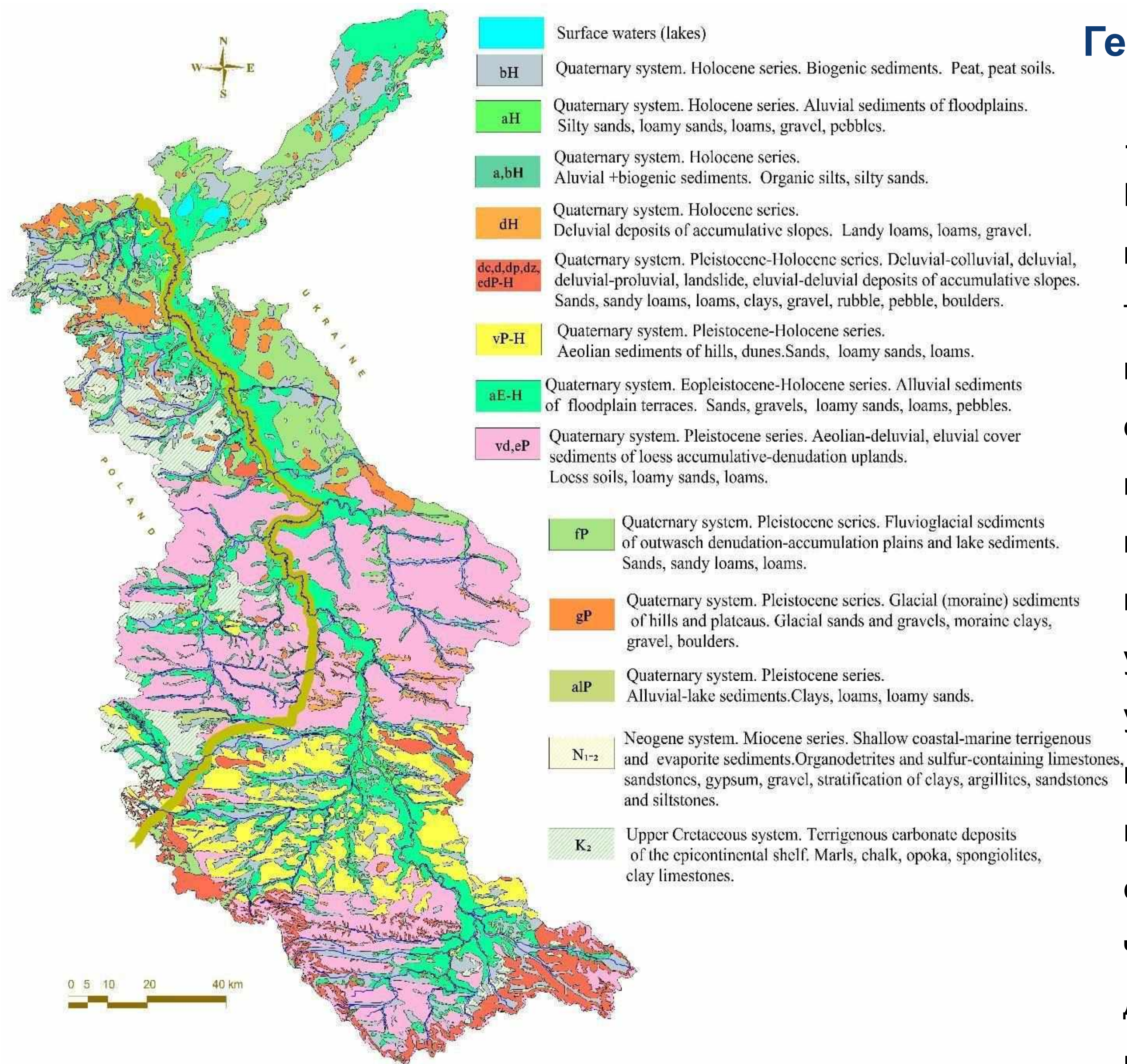




Карта фізико-географічного районування території Західного Бугу

Транскордонний басейн підземних вод **Західного Бугу** знаходиться в межах Східноєвропейської платформи. У його північній частині (в межах Західного Полісся) домінують денудаційні або акумуляційні рівнини з невеликим нахилом. Тут багато торф'яних боліт, заболочених земель та озер. Південна частина цього басейну знаходиться в районі Волино-Подільського підняття.

Характерною його особливістю є почергова поява підвищених ділянок та великих западин і долин. Найбільшою геоморфологічною структурою в цьому регіону є верхня та середня частини долини річки Західний Буг, шириною до 4 км і глибиною 20-30 м з чітко вираженими терасовими рівнями

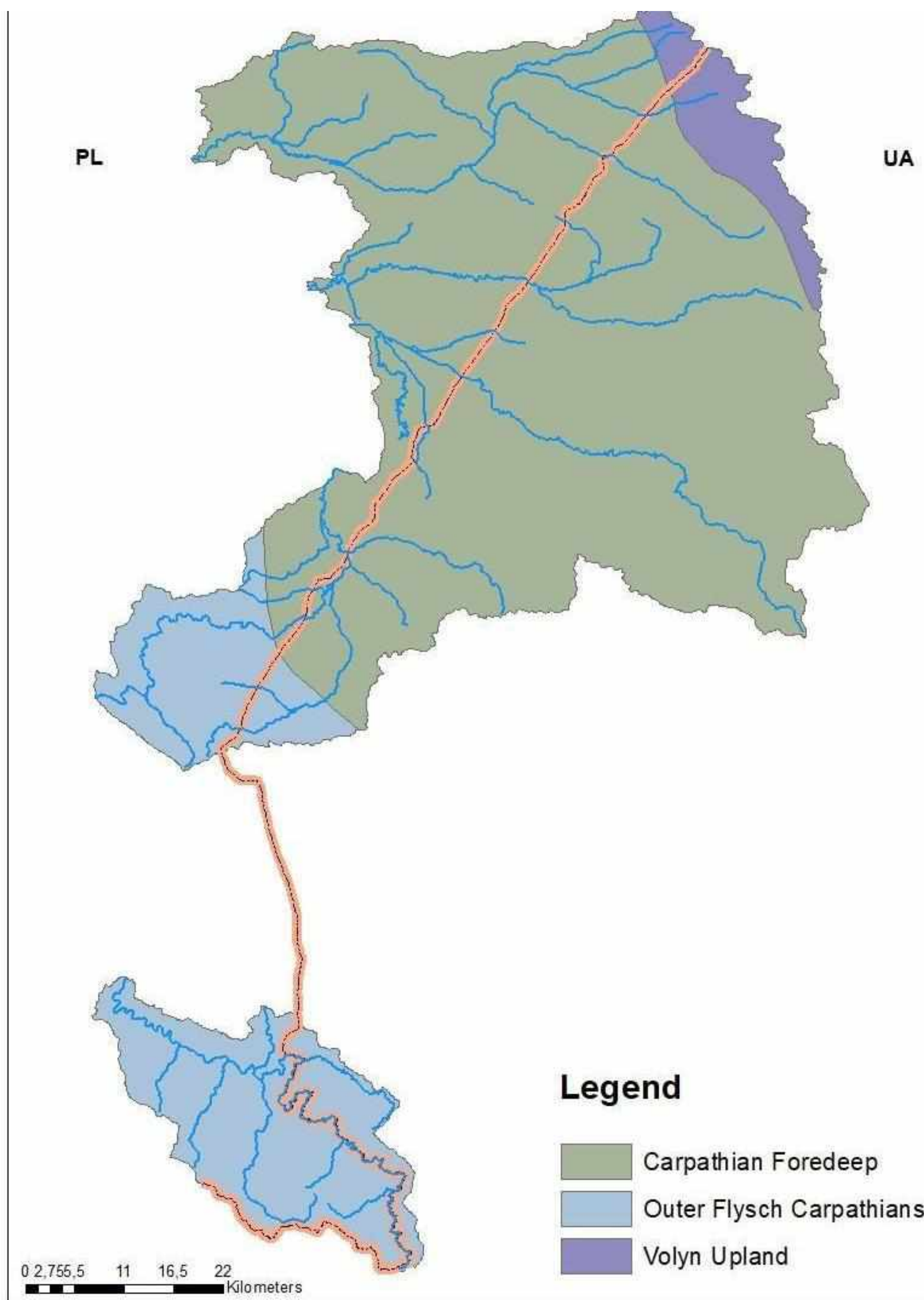


Геологічна карта району Західного Бугу



. Низовинна частина Полісся потрапляє до височини Кумова, а нагірна - у басейн Влодави-Львова. У межах височини на протерозойських породах залягають юра, крейда і тонкий кайнозойський шар. У депресивній частині покрив платформи утворений едіакарськими, кембрійськими, силурійськими та девонськими відкладами, на яких карбонові відклади лежать незгідно. Вони вкриті юрськими та верхньомеловими відкладами, на них місцями залягають неоген і палеоген у вигляді плям різної потужності. Верхньокрейдові утворення на поверхні, як правило, відслонюються на пагорбах і утворені карбонатними (писальною крейдою та мергелем) та карбонатно-кремнієво-глинистими формаціями верхнього маастрихту. Потужність карбонатного комплексу верхньої крейди сягає 500-700 м. На більшій частині району на поверхні є четвертинний покрив, потужністю, як правило, 2-10 м, лише в долинах більших річок серія лімнічних та флювіогляціальних відкладів сягає 30 м.

У районі транскордонного басейну **Бугу** корисний водоносний шар в основному пов'язаний з верхньокрейдовими формаціями. Водоносний шар складається переважно з тріщинуватих мергелів та писальної крейди. Циркуляція підземних вод здійснюється системою взаємопов'язаних тріщин. Товщина крейдових утворень може досягати декількох сотень метрів, однак глибина зони активного обміну зменшується з глибиною і оцінюється в 100-150 м від денної поверхні. Верхньокрейдовий водоносний горизонт поповнюється шляхом прямого просочування поверхневих вод. Живлення відбувається особливо у підвищених районах відслонення верхньокрейдових відкладів. Основна дренажна база — р. Західний Буг та її притоки.

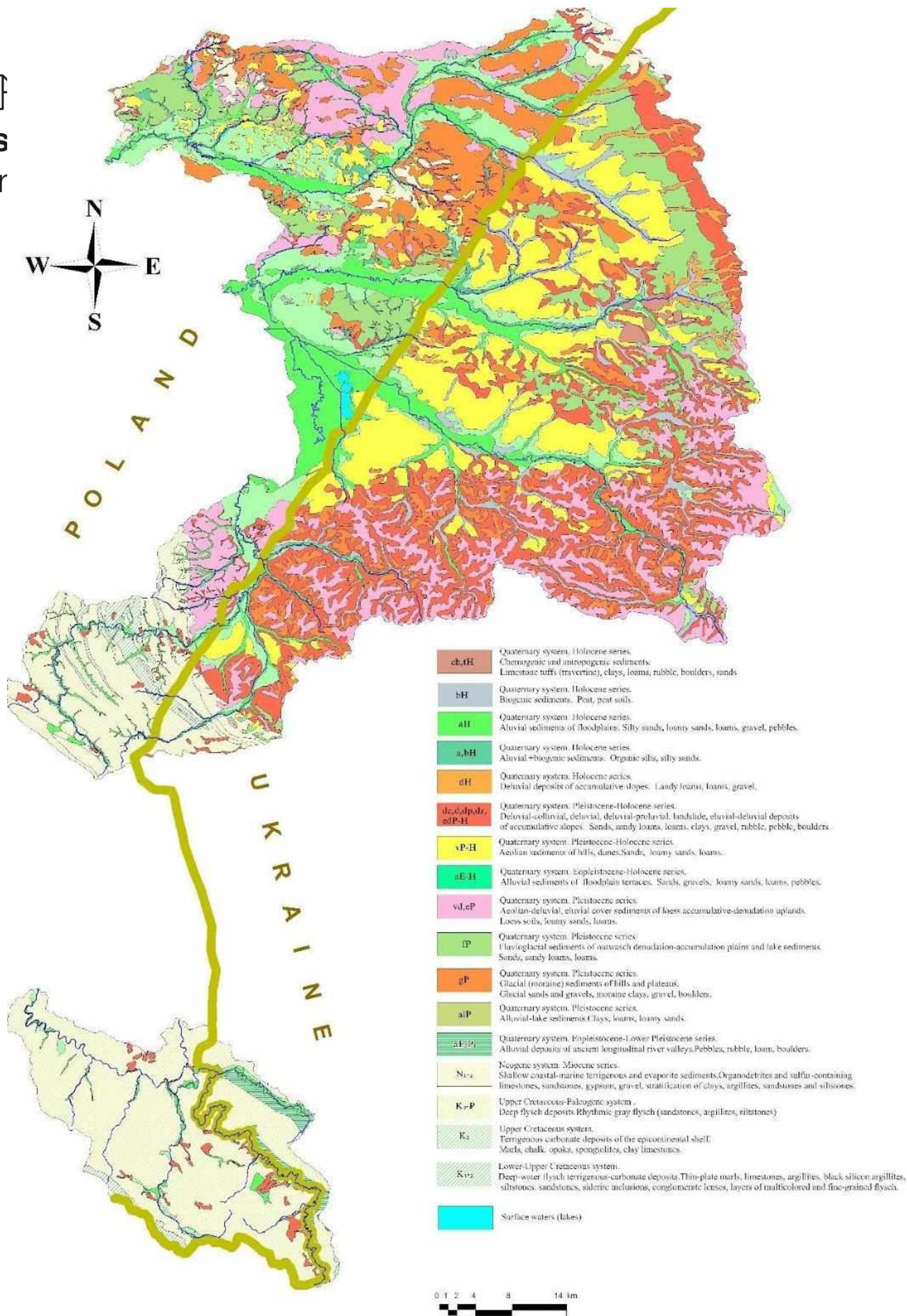


Карта фізико-географічного районування території р. Сян

Сян — річка в Україні (Турківський район, Львівська область) та Польщі. Найбільша карпатська (права) притока Вісли. Починається у Східних Бескидах біля Ужоцького перевалу.

Басейн підземних вод Сяну знаходиться в Розточчі в північній частині та в переважній більшості Карпатського регіону - в центральній та південній частинах.

Розт́оччя — порівняно вузьке горбисте пасмо на заході України та в південно-східній Польщі. Простягається від Львова (на південному сході) до Томашова, Щебрешина і Красника (на північному заході, Польща)



Геологічна карта району р. Сян

Територія належить трьом геолого-тектонічним одиницям

Баденські відклади пагорбів Розточчя утворені кварцовими пісками та вапняками. На території досліджень найбільш поширені детритні вапняки.

У районі передкарпатської западини відклади міоценових вапняків скидаються розломами на значну глибину. Потужний шар сарматських відкладів у вигляді так званих "краківських суглинків" складається із суглинків, мулів та дрібнозернистих пісків. У приграничній зоні вони також включають пісковики та мергелі. Товщина сарматських відкладів різноманітна і сягає до 3000 м. На поверхні краківські суглинки відслонюються лише на пагорбах.

Південна частина басейну підземних вод Сяну, що належить до Зовнішніх Карпат, характеризується відкладами флішу. Вони представлені чередуванням крейдових та палеогенових пісковиків і сланців, що має значний вплив на гідрогеологічні умови. Співвідношення сланцю та пісковика різне. Кроснові шари мають найбільшу частку сланцю в структурі флішу, отже мають гірші гідрогеологічні характеристики.

Переважна більшість території транскордонного басейну підземних вод **Сяну** (понад 90%) вкрита четвертинними відкладами різної потужності (до декількох десятків метрів у заглиблених долинах) та різного генезису. Долини річок заповнені алювіальними відкладами - піском, гравієм, галькою. Ці відклади, як правило, добре проникні, товщина водоносного шару, як правило, не перевищує 5 м. Окрім долин річок Розточчя та передкарпатського прогину, четвертинні формації представлені льодовиковими, лімногляціальними, флювіогляціальними та еоловими відкладами. На території флішових Карпат четвертинні утворення представлені вивітрилими глинами порівняно невеликої потужності, як правило, до декількох метрів.

У районі Сяну водоносні горизонти є в крейдових, неогенових і четвертинних формаціях.

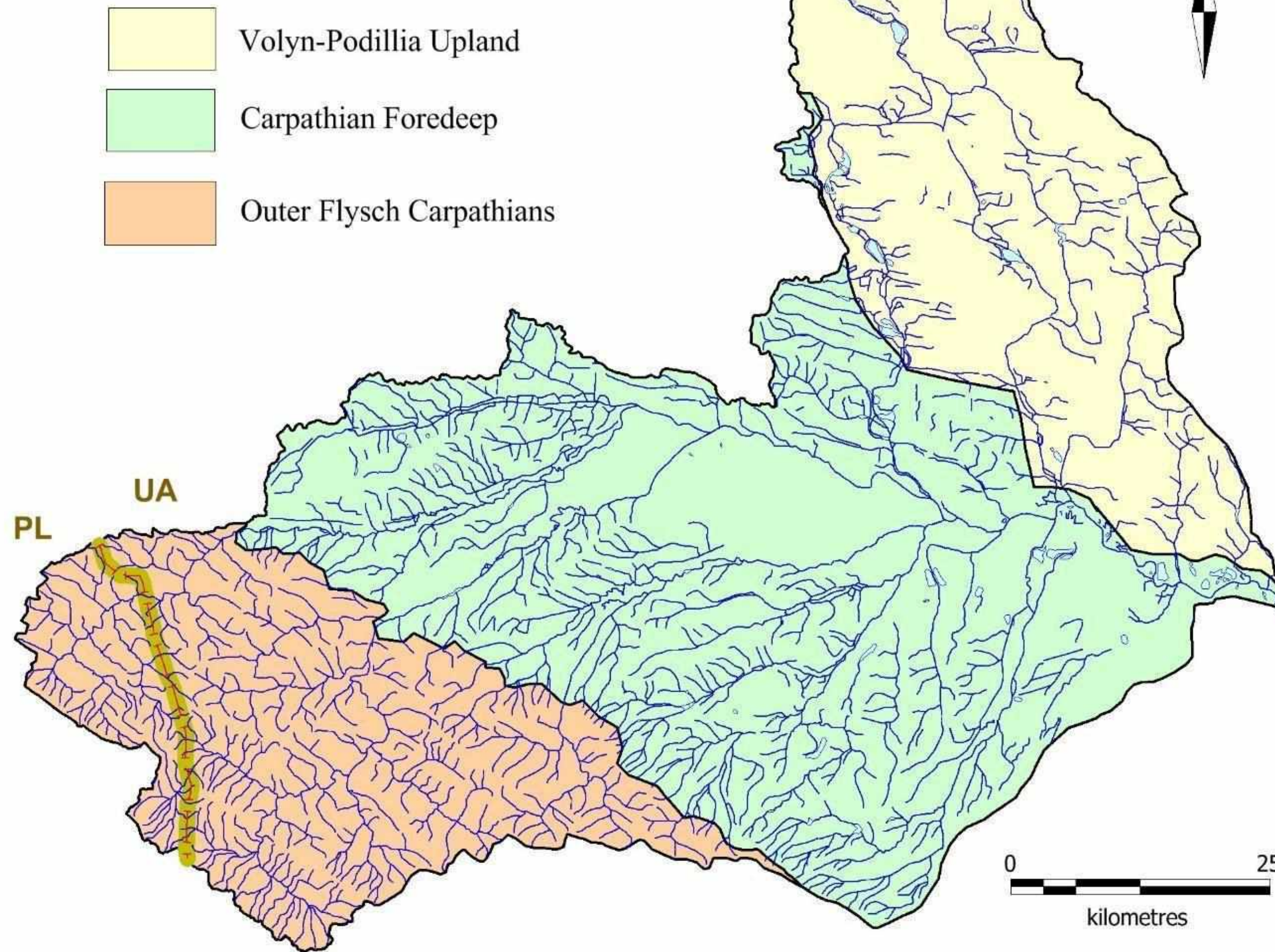
Корисний верхньокрейдвий водоносний шар у Розточчі знаходиться переважно в польській частині площі.

Неогеновий водоносний шар у польській частині має обмежене (місцеве) значення, оскільки більша частина басейну заповнена потужними шарами краківських глин. В межах української частини неогеновий водоносний шар є головним водоносним горизонтом західних водозаборів Львівської області. Неогеновий водоносний шар поширений у піщаних відкладах, пісковиках, гіпсі та вапняних глинистих формаціях. Їх середня потужність становить близько 30 м. Вони залягають на глибині 16,0 - 21,0 м і заглиблюються на південний захід. Четвертинний водоносний шар побудований з річкових відкладів долини Сян та її притоків, а також водноольодовикових утворень та відкладів похованих русол (наприклад, прогляціальних долин Сяну та Любачувки). Вони виповнені гравієм та піском. Потужність четвертинних утворень у долині Сяну становить до 20,0 метрів. Поза цим регіоном потужність четвертинних утворень зазвичай не перевищує декількох метрів. Найкращі умови для інфільтрації є в голоценових терасах Сяну, Шкло та Любачівки, тобто там, де є утворення з високою проникністю. Водоносний шар, як правило, знаходиться на відстані 1-5 м нижче рівня землі.

Четвертинний водоносний горизонт не обмежений (зазвичай у долинах річок) або знаходиться під тиском.

Дністёр — річка на південному заході України та в Молдові (частково на кордоні обох країн). Дністер у верхній частині (в межах Українських Карпат) — типова гірська річка з вузькою й глибокою долиною. На рівнину виходить нижче міста Старий Самбір. Звідти й до гирла Дністер має рівнинний характер. Басейн річки лежить у межах трьох країн: Польщі, України та Молдови. Більша його частина розташована в Україні. Витік Дністра розташований біля села Вовчого Турківського району Львівської області. Спершу річка (у вигляді невеликого потічка) тече на південний захід, далі — на північний захід, невдовзі повертає на північ та (місцями) північний схід. Від міста Старого Самбора тече переважно на північний схід. Нижче міста Самбора, неподалік від села Чайковичі, річка повертає на південний схід і тече в цьому напрямку аж до свого гирла.

Карта фізико-географічного районування території р. Дністер



Трансграничний (польсько-український)

басейн підземних вод річки Дністер в основному знаходиться в Україні. Ця територія належить трьом геологічним і тектонічним одиницям

1. Північна частина - Розточчя - належить до Волино-Подільської височини.
2. Центральна частина - Підкарпатська область - до Передкарпатського прогину.
3. Південна частина - Східні Бескиди граничить із Зовнішніми Флішовими Карпатами.

У Розточі міоценовий вапняк є найбільш поширеним. Верхній міоцен (сарматський ярус) виходить на денну поверхню у вигляді так званих "краківських суглинків", складених суглинками, мулами та дрібнозернистими пісками

У районі Дністровського трансграничного басейну підземних вод є два водоносні горизонти: четвертинний і палеоген-крейдовий (фліш). Флішовий водоносний шар зустрічається майже на всій території, тоді як четвертинний - лише локально в долинах річок, загалом на дуже невеликій території

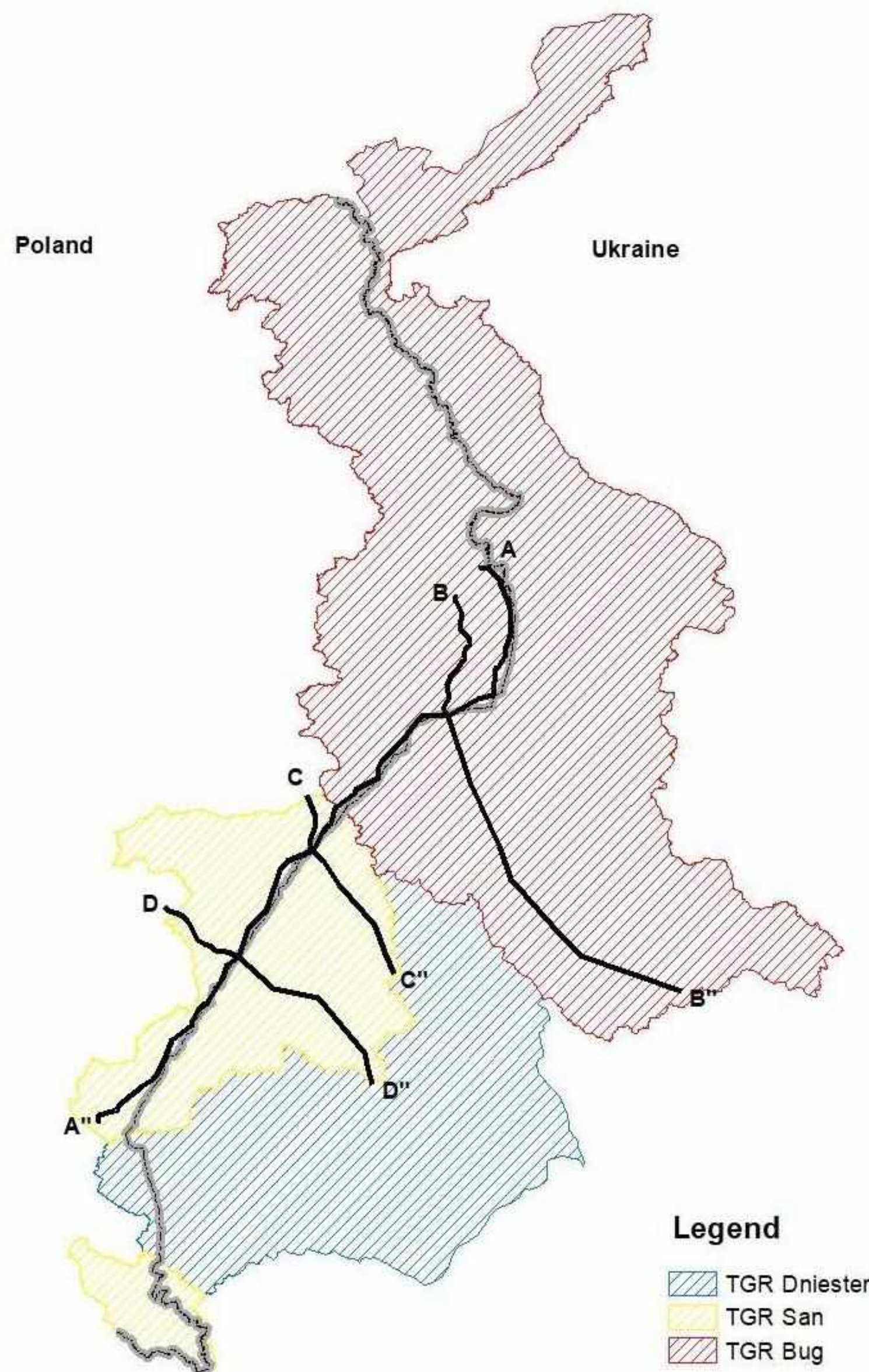
Флішовий шар представлений верхньокрейдовими, палеогеновими і нижньоміоценовими відкладами. Флішовий водоносний шар рифтового характеру - це приповерхнева зона, побудована тріщинними пісковиками, що містять глинисто-мергельні сланцеві вставки, потужністю 40-80 м. Потік ґрунтових вод у флішових формаціях відбувається у тріщинуватій зоні відповідно до морфології рельєфу в напрямку долин річок. Рівень води цього рівня фрагментований, не суцільний, і його форма не може бути відтворена у вигляді гідроізогіпс. З польської сторони палеогеново-крейдяний горизонт має обмежене гідрогеологічне значення.

Четвертинний водоносний шар залягає в гравійно-піщаних, частково глинистих алювіальних відкладах Стрвенжа та Мшанки. Наповнення четвертинного водоносного шару відбувається за рахунок прямого просочування атмосферних опадів, поверхневих вод та поперечного припливу вод із флішових утворень, що сприяє повній гідравлічній зв'язці обох водоносних шарів. Найкращі умови для інфільтрації існують у голоценових терасах річки Стрвенж, тобто там, де є породні комплекси з високою проникністю.

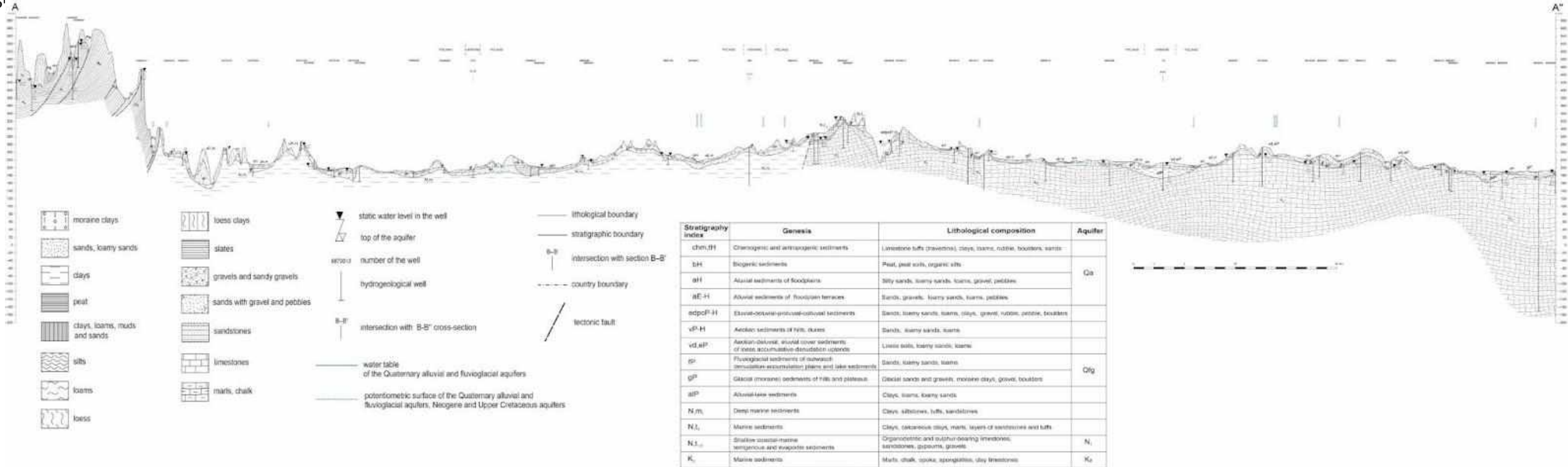
Лінії гідрогеологічних розрізів у польсько-українському прикордонному районі

Під час виконання проекту EU-WATERRES була створена концептуальна модель транскордонних підземних водоносних горизонтів зі значним потенціалом перенесення підземних вод між Польщею та Україною.

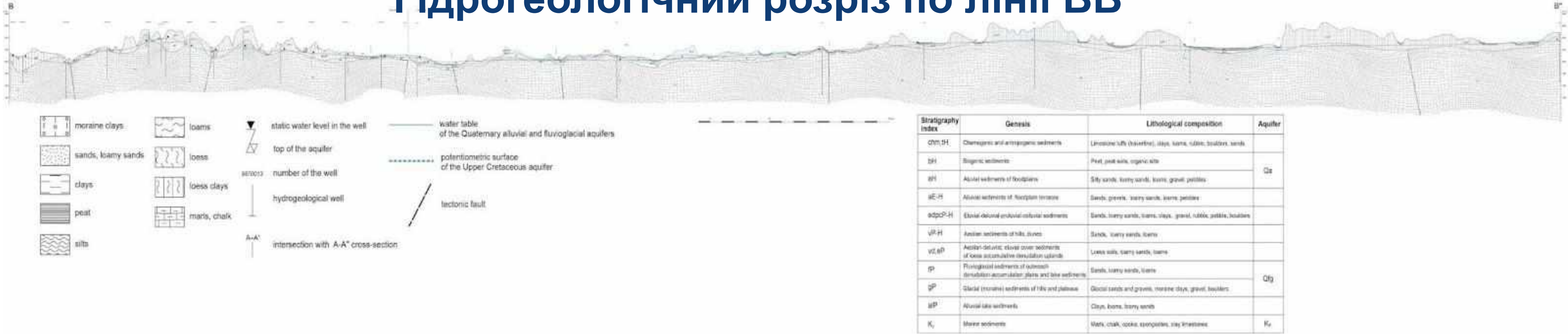
Розробка концептуальної моделі розпочалася з підготовки п'яти розрізів (гідрогеологічних ділянок), що перетинають досліджувану територію вздовж (ділянка А-А'') та перпендикулярно (ділянки В-В'', К-К'', Д-Д'') до польсько-українського кордону. Для їх підготовки використано профілі експлуатаційних та дослідних свердловин. Розрізи дають інформацію про бічний та вертикальний розподіл послідовних водоносних горизонтів та водотривів, а також рівні ґрунтових вод, що у поєднанні із зображенням гідроізогіпсів на гідрогеологічних картах, дозволило інтерпретувати напрямки потоку підземних вод та напрямки просочування через важкопроникні шари.



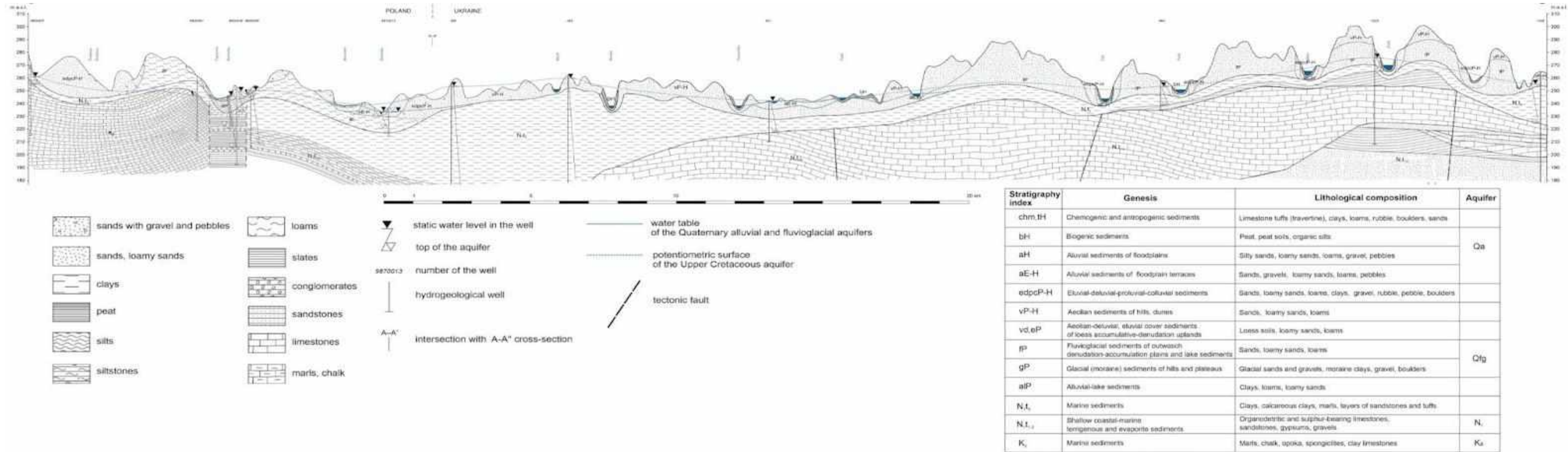
Гідрогеологічний розріз по лінії AA



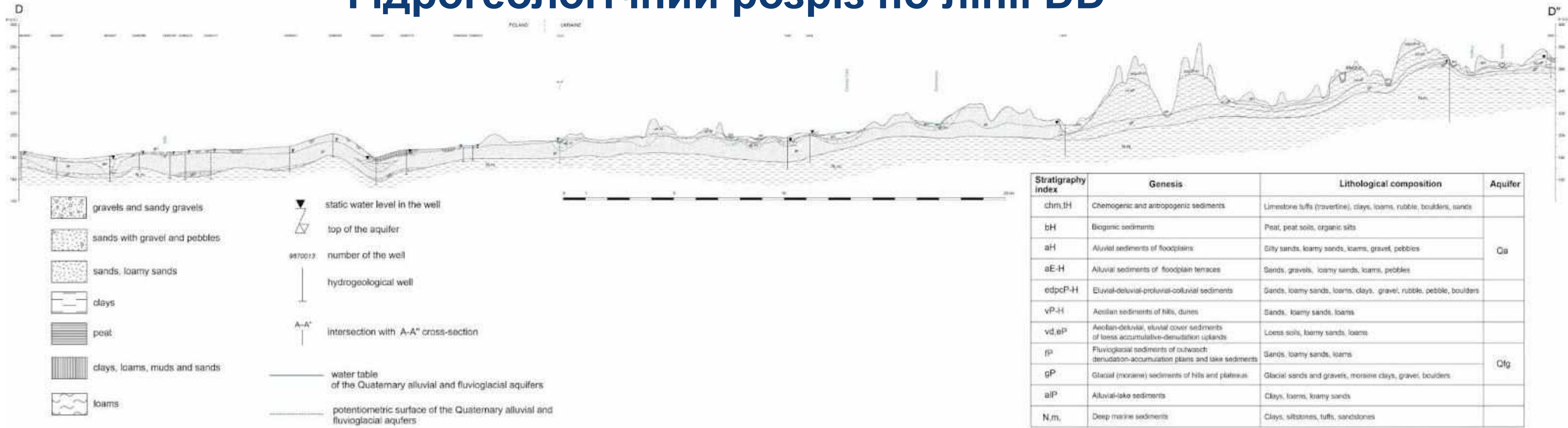
Гідрогеологічний розріз по лінії BB

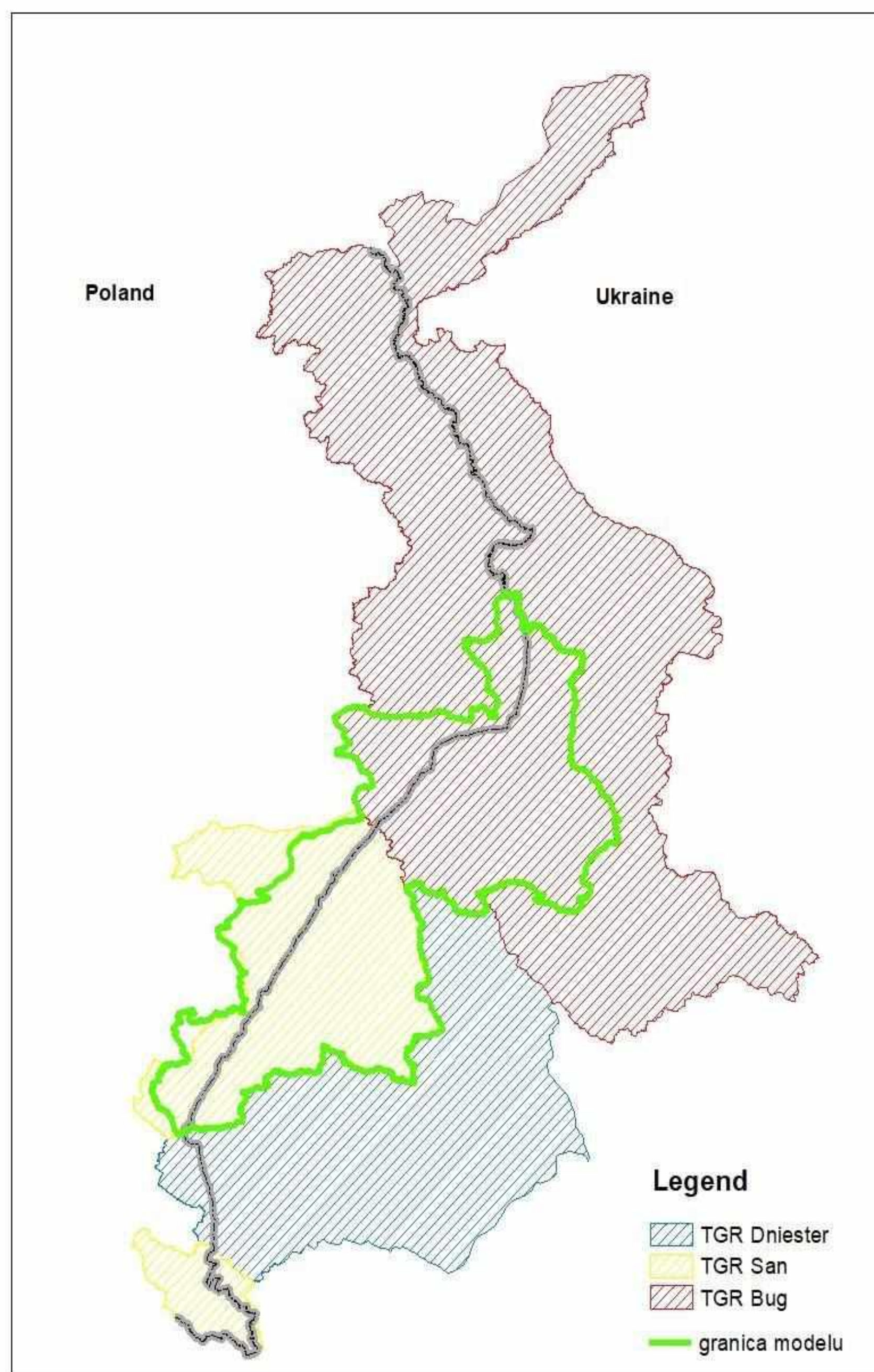


Гідрогеологічний розріз по лінії CC



Гідрогеологічний розріз по лінії DD





Границі гідродинамічної моделі

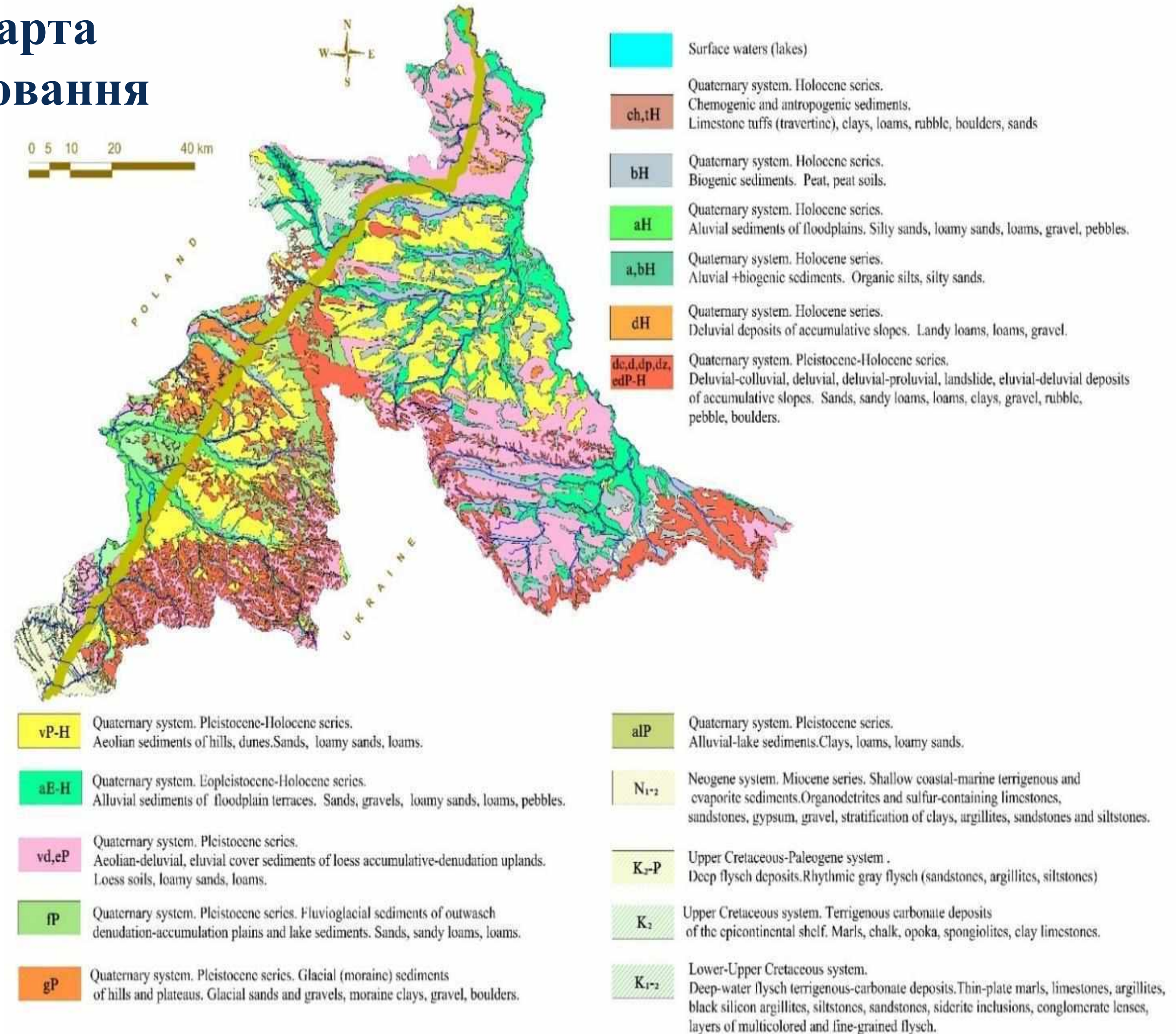
У розробленій моделі в переважній більшості випадків її границі базувались на річках, що осушують перший водоносний шар. Модель охоплює лише південну частину трансграничного басейну підземних вод Бугу - від місця, де Західний Буг перестає бути прикордонною річкою і повертає в бік України, а це означає, що він перестає бути перешкодою для транскордонного потоку підземних вод.

Геологічна карта району моделювання

У рамках концептуальної моделі
досліджуваної області було виділено два
шари:

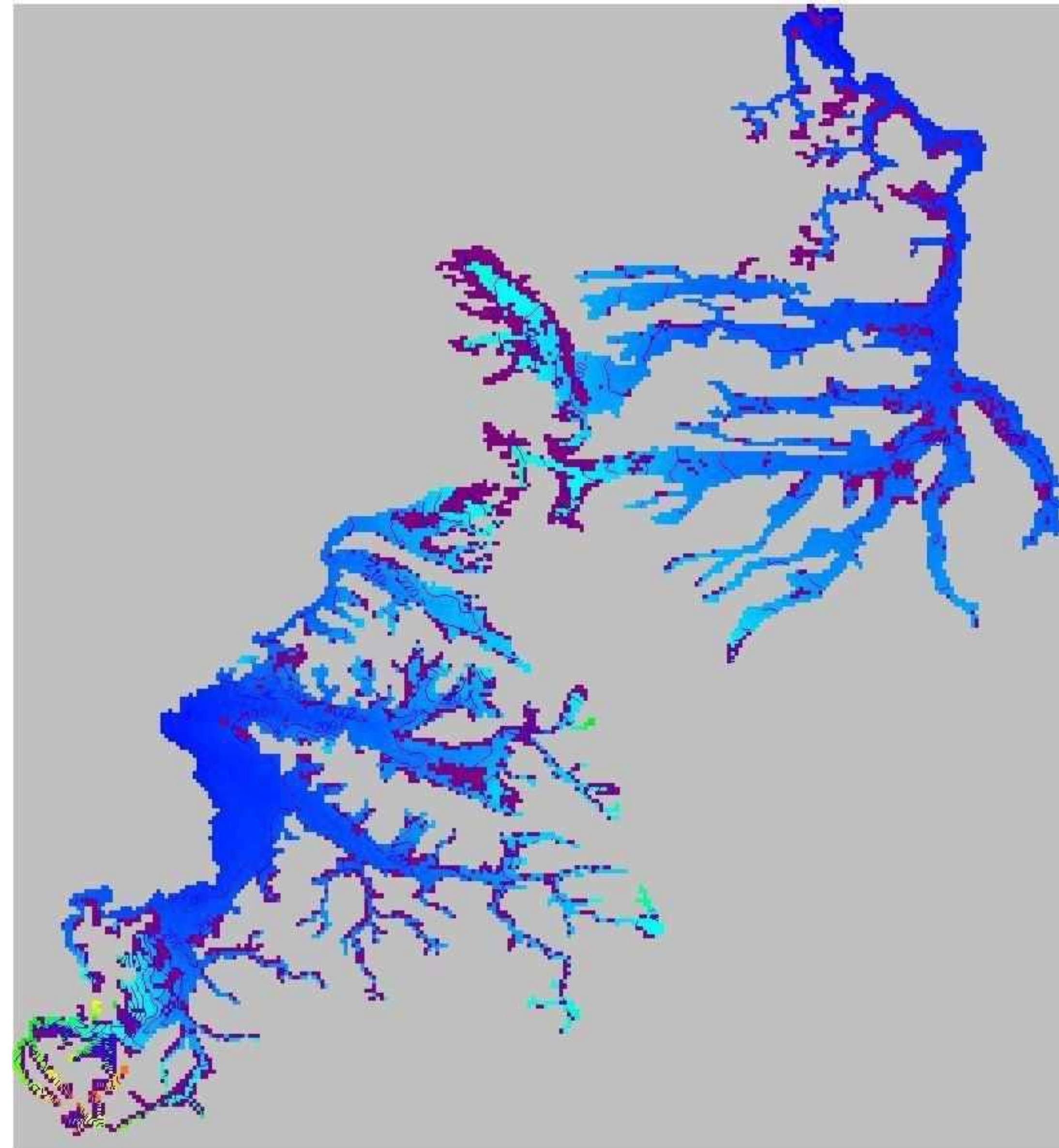
- 1-й шар - алювіальний водоносний шар у долинах великих річок;
- 2-й шар просторово неоднорідний.

На півночі - верхньокрейдовий
тріщинний водоносний горизонт, у
центральній частині - неогеновий тріщинно-
пористий водоносний горизонт, а на півдні -
четвертинний пір-водоносний шар.



Карта гідроізогіпс, розрахованих для шарів І водоносного горизонту моделі

Видно загальну залежність рівня
води від морфології рельєфу



Legend



No Flow



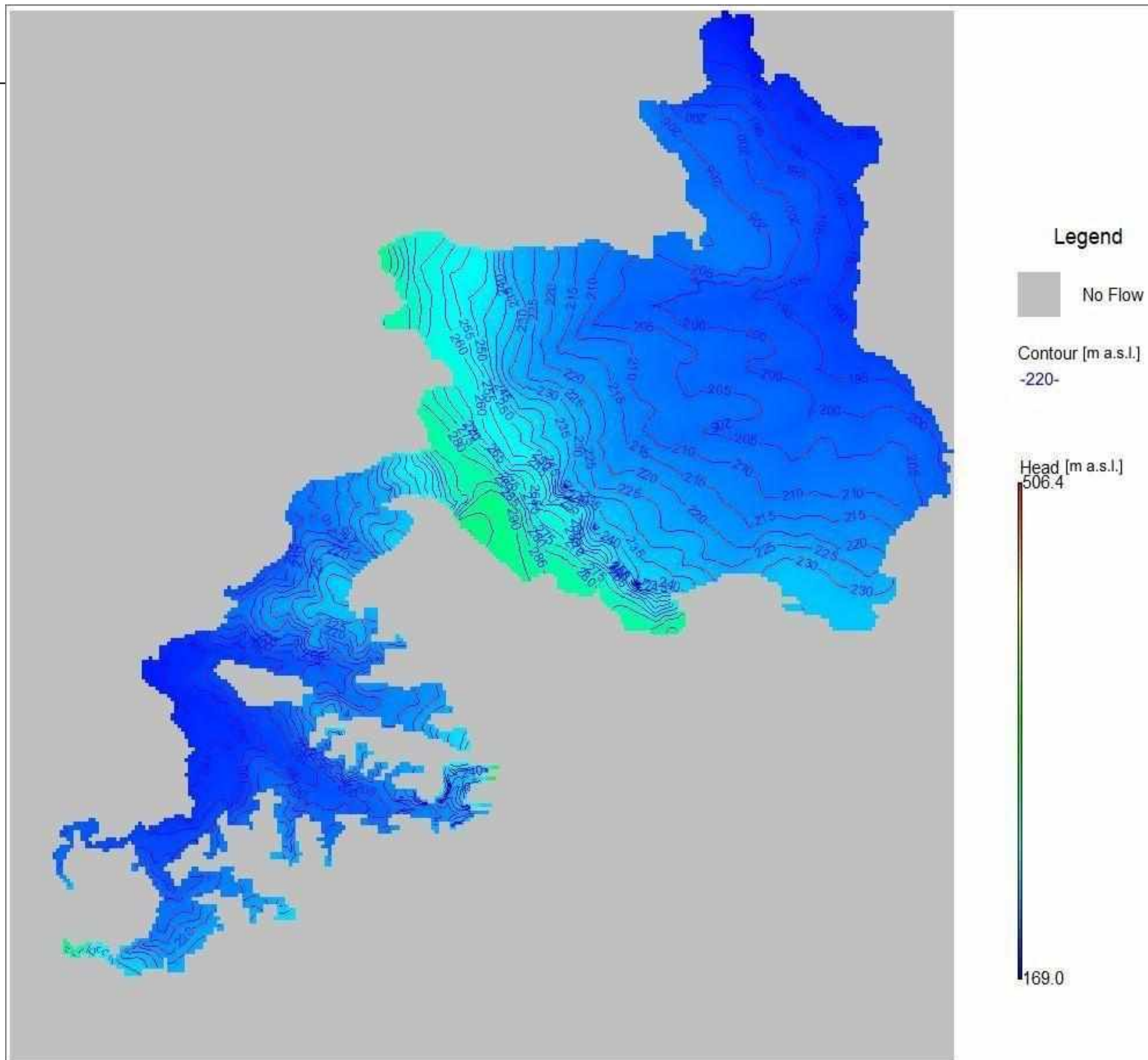
Dry Cell

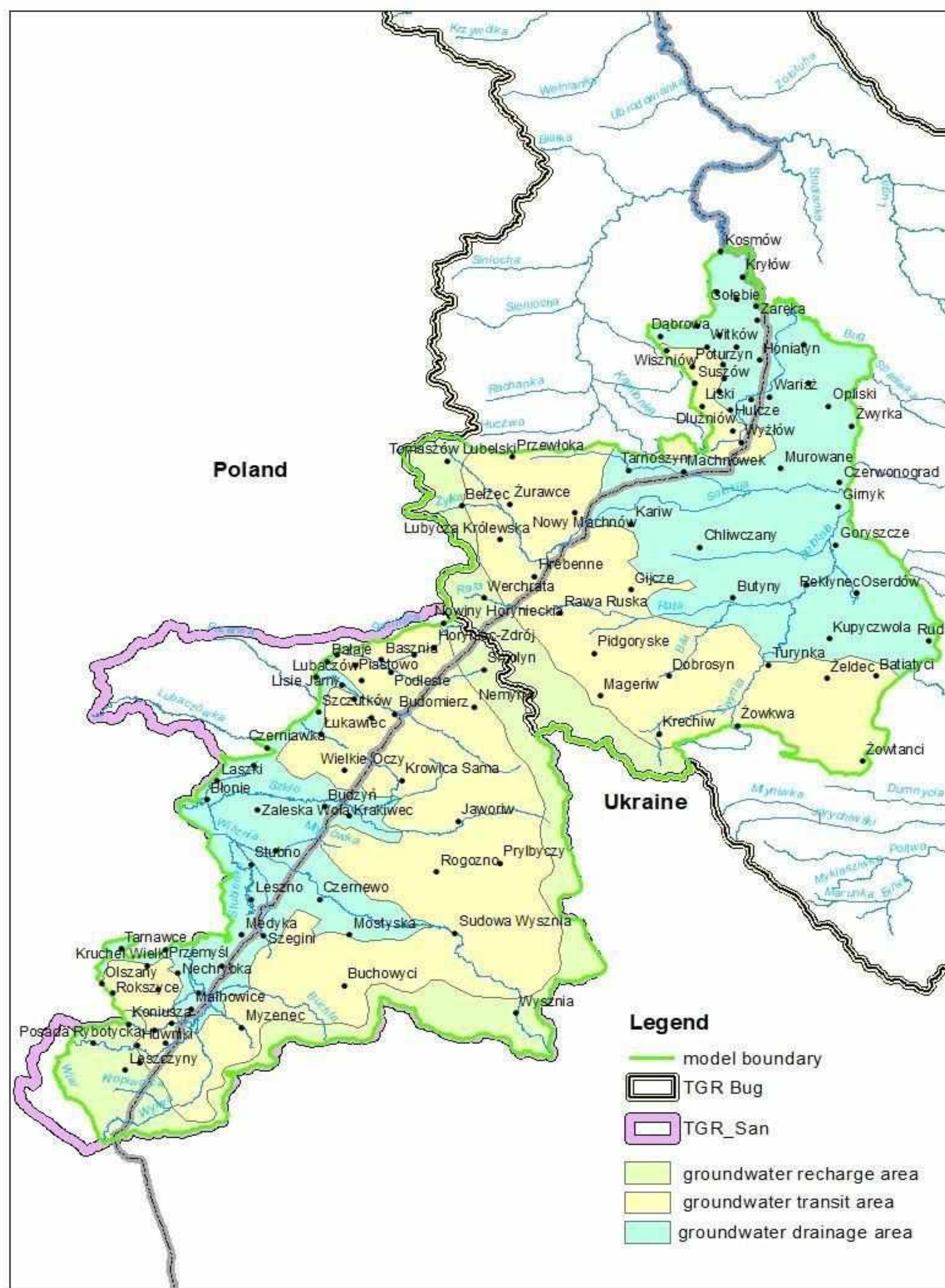
Head
506.4

169.0

Карта гідроізогіпс, розрахованих для шарів II водоносного горизонту моделі

Добре видна регіональна
безперервність водоносного шару,
незважаючи на зміну
літогенетичних утворень та
стратиграфії відкладів





У модельній зоні вододілом між басейнами підземних вод Бугу та Сан є область Розточчя. У цій зоні п'єзометрична поверхня основного корисного водоносного шару (шар II) досягає найвищої висоти - 290 м над рівнем моря. З Розточчя відтік підземних вод відбувається у двох протилежних напрямках - на північний схід у районі водозбору Бугу та на південний захід у водозбірний басейн Сяну. Таким чином, відбувається загальне розділення напрямків транскордонних потоків. У басейні Бугу транскордонний потік підземних вод спрямований переважно в Україну, тоді як з басейну Сяну - в Польщу. На основі розробленої чисельної моделі польсько-української прикордонної зони, в результаті детального аналізу були розраховані значення транскордонних потоків для основного корисного водоносного шару.

В результаті проведених досліджень, зокрема розрахунків балансу, було доведено, що кількість відтоку підземних вод з України до Польщі становить 27 924 м³/добу (в т. ч. по басейнах Бугу та Сяну - 11 632 м³/добу та 16 292 м³/добу відповідно). З іншого боку, приплив в Україну з Польщі становить 42 350 м³/добу (в т. ч. по басейнах Бугу та Сяну - 32 981 м³/добу та 9 369 м³/добу відповідно). Тобто, приплив підземних вод з Польщі в Україну в 1,5 рази більший, ніж з України в Польщу. Цей висновок має особливе значення для подальшого тлумачення можливих транскордонних впливів на водоносні шари

Thank you!

WE STAND
WITH UKRAINE



The project No.2018-1-0137 “EU-WATERRES: EU-integrated management system of cross-border groundwater resources and anthropogenic hazards” benefits from a € 2.447.761 grant Iceland, Liechtenstein and Norway through the EEA and Norway Grants Fund for Regional Cooperation.

Михайло Гейченко

Спілка геологів України

e-mail: geich@ukr.net



REPUBLIC OF ESTONIA
GEOLOGICAL SURVEY

