



MUNICIPIUL PLOIEȘTI
JUDEȚUL PRAHOVA

VECO

ACUM, AICI,
DOAR ÎMPREUNĂ,
CONSTRUIM VIITORUL

NOW, HERE,
TOGETHER,
WE BUILD THE FUTURE

Studiu Geotehnic și Hidrogeologic: Fundamentarea
Planificării Urbane și Managementul Riscurilor
Naturale în contextul PUG Ploiești

Beneficiar
Municipiul Ploiești, județul Prahova

Proiectant General
Vego Concept Engineering S.R.L.

ACTUALIZARE PLAN URBANISTIC GENERAL AL MUNICIPIULUI PLOIEȘTI





FOAIE DE CAPĂT

Denumire proiect	Actualizarea Planului Urbanistic General al Municipiului Ploiești
Beneficiar	Municipiul Ploiești, județul Prahova
Proiectant general	Vego Concept Engineering S.R.L.
Studiu	Studiu Geotehnic și Hidrogeologic: Fundamentarea Planificării Urbane și Managementul Riscurilor Naturale în contextul P.U.G Ploiești
Data elaborării	FEB 2026



COLECTIV DE ELABORARE

Specialist	Ing. Mădălin Popescu	
Project manager	Virgil PROFEANU	
Colectiv elaborare	Urb. Călin ALEXANDRESCU	
	Arh. Luiza TĂNASE	
	Urb. Bianca Raluca Ioana NEDEA	
	Urb. Alexandru Georgian CHIRIȚĂ	
	Urb. Diana Iulia STĂNCIULESCU	
	Urb. Andrei Cristian CIOCAN	
	Urb. Denisa SPIREA	
	Urb. Andreea Florentina CODREANU	
	Urb. Andrei Cristian ION	
	Urb. Ilona ALBULESCU	



CUPRINS:

Studiu Geotehnic și Hidrogeologic: Fundamentarea Planificării Urbane și Managementul Riscurilor Naturale în contextul PUG Ploiești	7
1. INTRODUCERE ȘI OBIECTIVE	8
1.1. Scopul Studiului	8
1.2. Obiective Specifice.....	9
1.3. Aria de Studiu și Necesitatea Analizei	10
2. CADRUL LEGAL ȘI METODOLOGIC.....	12
2.1. Legislație Națională și Normative Aplicate	12
2.2. Metodologia de Elaborare a Studiului.....	14
2.3. Standarde și Proceduri de Avizare	15
3. ANALIZA DATELOR DE INTRARE ȘI A SITUAȚIEI EXISTENTE	17
3.1. Surse de Date Utilizate	17
3.2. Cadrul Geografic General	19
3.3. Analiza Utilizării Actuale a Terenurilor.....	20
3.4. Descrierea Fondului Construit Existent	20
4. CADRUL GEOLOGIC ȘI GEOTEHNIC AL ZONEI.....	22
4.1. Geologie regională.....	22
4.2. Litologie și stratigrafie	23
4.3. Unități geotehnice.....	25
4.4. Caracteristici fizico-mecanice ale pământurilor	25
5. ANALIZA CADRULUI HIDROGEOLOGIC	27
5.1. Acvifere.....	27
5.2. Nivelul piezometric.....	29
5.3. Calitatea apei subterane	30
5.4. Drenaj subteran și interacțiunea cu rețelele edilitare	31
6. IDENTIFICAREA HAZARDELOR GEOTEHNICE	32
6.1. Hazard la tasare	32
6.2. Hazard la umflare-contrație (pământuri expansive)	33
6.3. Hazard la lichefiere	34
6.4. Harta de hazard geotehnic	35
7. ZONIFICAREA GEOTEHNICĂ A TERITORIULUI	37



7.1. Criterii de zonificare geotehnică	37
7.2. Zone favorabile construirii	39
7.3. Zone construibile condiționat	40
7.4. Zone cu restricții majore	41
8. ANALIZA RISCURILOR NATURALE CONEXE (SEISM, INUNDAȚII, ALUNECĂRI)	43
8.1. Risc seismic	43
8.2. Risc la inundații	44
8.3. Risc la alunecări de teren	45
8.4. Analiză integrată a riscurilor	47
9. VULNERABILITATEA LA POLUARE A RESURSELOR DE APĂ	48
9.1. Surse de poluare	48
9.2. Harta de vulnerabilitate a acviferelor	49
9.3. Zone de protecție sanitară	50
9.4. Recomandări de utilizare a terenului	51
10. RECOMANDĂRI GENERALE PRIVIND CONSTRUIBILITATEA	52
10.1. Construibilitate în zone favorabile	52
10.2. Condiționări geotehnice specifice	53
10.3. Restricții de construire	53
10.4. Managementul excavațiilor și terasamentelor	55
11. RECOMANDĂRI SPECIFICE DE FUNDARE PE ZONE	56
11.1. Fundații directe	56
11.2. Îmbunătățirea terenului de fundare	57
11.3. Fundații indirecte (piloți)	58
11.4. Adâncimea de fundare și protecția la îngheț	60
12. Implicații în RLU: Propuneri de Reglementări Tehnice	61
12.1. Principii Generale de Transpunere a Zonificării Geotehnice în RLU ..	61
12.2. Reglementări Specifice privind Condițiile de Fundare	63
12.3. Instituirea Restricțiilor de Construire	64
12.4. Definirea Obligativității Studiului Geotehnic în Procesul de Autorizare	65
13. CONCLUZII, SINTEZĂ ȘI MĂSURI PRIORITARE	67
13.1. Sinteza Rezultatelor și Concluzii Finale	67
13.2. Măsuri Prioritare	68



13.3. Recomandări pentru Monitorizare	69
14. Corelare cu Alte Studii de Fundamentare	71
14.1. Corelare cu PMUD și SIDU	71
14.2. Sinergii și Conflicte cu Studiul de Riscuri Naturale	73
14.3. Integrarea cu Analiza de Mediu (SEA)	74
14.4. Alinierea cu Planificarea Infrastructurii Tehnico-Edilitare	74



Studiu Geotehnic și Hidrogeologic: Fundamentarea Planificării Urbane și Managementul Riscurilor Naturale în contextul PUG Ploiești

Introducere:

Actualizarea Planului Urbanistic General (PUG) pentru municipiul Ploiești, unitate administrativ-teritorială cu cod SIRUTA 130534, este un demers mandatat prin Contractul de servicii nr. 2820/05.02.2025. Fundamentarea tehnică a acestui proces este condiționată de o analiză riguroasă a condițiilor geotehnice și hidrogeologice, având în vedere complexitatea geologică a zonei și hazardul seismic ridicat, cuantificat printr-o accelerație de vârf a terenului pentru proiectare (ag) de 0,30g. Prezentul studiu transformă datele tehnice brute într-un instrument de planificare operațional, menit să ghideze deciziile strategice și să fundamenteze reglementările tehnice integrate în noul PUG, asigurând astfel o dezvoltare urbană sigură, rezilientă și durabilă.

Obiectivul principal al studiului este definirea condițiilor de construibilitate a teritoriului, prin corelarea datelor geotehnice, hidrogeologice și seismice. Abordarea este una holistică și integrată, utilizând analiza documentațiilor existente, investigații geotehnice de teren și modelare spațială prin tehnologii GIS. Ipotezele de lucru se concentrează pe relația de cauzalitate dintre caracteristicile substratului geologic și riscurile naturale potențiale. Acest demers este esențial pentru siguranța construcțiilor și pentru creșterea calității vieții, iar concluziile sale, deși elaborate la o scară specifică unui PUG, vor constitui un cadru de referință obligatoriu pentru studiile de detaliu ulterioare, la nivel de amplasament.

1. INTRODUCERE ȘI OBIECTIVE

Acest capitol fundamentează necesitatea unei analize geotehnice aprofundate ca premisă pentru dezvoltarea urbană sigură și durabilă a municipiului Ploiești. În contextul actualizării Planului Urbanistic General, demersul stabilește relevanța cunoașterii detaliate a terenului pentru siguranța construcțiilor, definind obiectivele specifice ale studiului și contribuția sa la creșterea calității vieții. Analiza se bazează pe o metodologie integrată ce corelează date din surse multiple: studii geotehnice anterioare, hărți geologice, date cadastrale actualizate și planuri de rețele edilitare. Acestea sunt procesate prin sisteme informaționale geografice (GIS) pentru a oferi o imagine coerentă asupra condițiilor de construibilitate, la scara de analiză specifică unui PUG.

Ipotezele de lucru se concentrează pe relația de cauzalitate dintre caracteristicile substratului și riscurile potențiale, având ca scop final transformarea datelor tehnice brute într-un instrument de planificare operațional. Se urmărește o corelare directă între datele geotehnice și posibilitățile de utilizare a terenului, oferind un suport decizional pentru managementul riscurilor naturale, optimizarea investițiilor în infrastructură și protecția mediului înconjurător. Prin acest demers, se creează premisele pentru o dezvoltare urbană care nu doar răspunde nevoilor prezente, ci anticipează și previne problemele viitoare legate de interacțiunea dintre cadrul construit și mediul natural. Fiecare concluzie a studiului este formulată pentru a avea un impact direct și verificabil asupra reglementărilor PUG și RLU, asigurând că analiza tehnică devine un fundament solid pentru deciziile administrative și legislative.

1.1. Scopul Studiului

Scopul principal al acestui studiu de fundamentare este definirea condițiilor de construibilitate pentru teritoriul administrativ al municipiului Ploiești, prin analiza aprofundată a particularităților geotehnice și hidrogeologice. Constatarea factuală de la care pornește demersul este că o planificare urbană sigură și rezilientă este direct dependentă de o înțelegere profundă a terenului de fundare. Problema identificată este absența unui cadru de referință tehnic actualizat, care să coreleze riscurile geotehnice cu reglementările urbanistice. Consecința acestei lipse este un proces de autorizare neunitar și expunerea la riscuri a noilor dezvoltări. Studiul transformă, așadar, informația tehnică într-un instrument operațional, destinat să fundamenteze deciziile strategice și reglementările tehnice ce vor fi integrate în noul Plan Urbanistic General și în Regulamentul Local de Urbanism aferent. Detaliile

specifice de proiectare a fundațiilor rămân în afara scopului acestui document, fiind subiectul unor studii ulterioare, la scara de detaliu a fiecărui proiect.

Obiectivul central este de a furniza o bază de date și o interpretare coerentă care să permită autorităților locale și proiectanților să evalueze oportunitățile și constrângerile impuse de cadrul natural. Analiza se concentrează pe următoarele noduri de sens:

1. **Construibilitatea:** Analizată nu doar ca posibilitate fizică, ci și în termeni de eficiență economică, siguranță structurală și impact pe termen lung. Pentru fiecare zonă, se va stabili un verdict clar: favorabil, condiționat sau restrictiv.
2. **Riscul Geotehnic:** Definit și cartografiat la scara PUG pentru a deveni un factor explicit în procesul de avizare și autorizare a construcțiilor, conform cerințelor normativului NP 074/2014.
3. **Interacțiunea Apă-Teren-Construcție:** Se explorează legăturile dintre regimul apelor subterane (nivel, calitate) și stabilitatea construcțiilor, precum și interacțiunea cu rețelele edilitare subterane, pentru a preveni avariile și disfuncționalitățile.

Relația dintre analiza geotehnică și planificarea urbană este una de interdependență: datele geotehnice informează deciziile de planificare, iar opțiunile de dezvoltare pot impune necesitatea unor investigații geotehnice suplimentare. Acest subcapitol nu oferă soluții finale, ci definește problemele și stabilește cadrul conceptual în care soluțiile pot fi ulterior dezvoltate. Prin traducerea datelor tehnice complexe într-un limbaj accesibil planificatorilor și decidenților, se urmărește eliminarea ambiguităților și reducerea riscurilor asociate unor dezvoltări imobiliare neconforme cu realitățile din teren. Se pregătește astfel tranziția către subcapitolul următor, care va detalia obiectivele specifice prin care acest scop general va fi atins, trecând de la "de ce este necesar studiul" la "ce anume își propune să realizeze", cu indicatori de performanță și livrabile clare.

1.2. Obiective Specifice

Pentru a materializa scopul general al studiului, au fost definite următoarele obiective specifice, măsurabile și direct aplicabile în fundamentarea PUG Ploiești:

1. **Identificarea și caracterizarea unităților geotehnice:** Se va realiza o hartă geotehnică actualizată, la o scară relevantă pentru planificarea urbană (1:10.000), care va delimita unitățile litologice cu comportament geotehnic distinct. Acest livrabil este esențial, deoarece stă la baza tuturor analizelor de hazard și de zonificare ulterioare.
2. **Analiza cadrului hidrogeologic:** Se va elabora harta hidroizohipselor pentru acviferul freatic, indicând adâncimea nivelului apei și direcțiile de scurgere. Acest

obiectiv vizează direct siguranța construcțiilor cu subsoluri și planificarea rețelelor edilitare, evaluând inclusiv agresivitatea chimică a apei asupra materialelor de construcție.

3. **Elaborarea hărților de hazard geotehnic:** Se vor cartografia zonele expuse la riscuri specifice, conform normativelor tehnice în vigoare, generând următoarele livrabile: a) Harta de hazard la tasare prin umezire (conform NP 125/2010). b) Harta de hazard la umflare-contrație pentru pământuri expansive (conform NP 126/2010). c) Harta de hazard la lichefiere indusă seismic (conform P 100-1/2013).
4. **Zonificarea geotehnică a teritoriului:** Reprezintă obiectivul de sinteză, prin care se va elabora Harta de Zonificare Geotehnică. Aceasta va clasifica teritoriul municipiului în trei categorii de construibilitate, definite prin criterii tehnice clare:
 - a) **Zone favorabile:** Terenuri cu condiții optime de fundare.
 - b) **Zone condiționate:** Terenuri unde construirea necesită măsuri speciale de proiectare și execuție.
 - c) **Zone cu restricții majore:** Terenuri unde construirea este interzisă sau puternic descurajată.
5. **Formularea de recomandări pentru RLU:** Se vor elabora propuneri concrete de articole și reglementări tehnice pentru a fi integrate în Regulamentul Local de Urbanism. Aceste recomandări vor traduce concluziile tehnice ale studiului în instrumente juridice și administrative, vizând condițiile de amplasare, regimul de autorizare și regulile de execuție, asigurând astfel aplicabilitatea practică a întregului demers.

1.3. Aria de Studiu și Necesitatea Analizei

Aria de studiu acoperă integral teritoriul administrativ al municipiului Ploiești, definit conform datelor cadastrale avizate de OCPI Prahova, asigurând o corespondență exactă între analiza tehnică și unitatea teritorială a PUG. Necesitatea analizei este impusă de trei factori critici:

1. **Contextul seismic și geologic:** Constatarea factuală este că Ploieștiul se află într-o zonă cu hazard seismic ridicat ($ag = 0,30g$, $T_c = 1,6s$) și un context geologic complex, la contactul dintre Platforma Moesică și Avantfosa Carpatică. Problema constă în potențialul de amplificare locală a mișcării seismice și inducerea de fenomene geotehnice periculoase (lichefiere, tasări). Consecința este un risc sporit pentru fondul construit. Implicația pentru PUG este necesitatea unei microzonări seismice și a unor reglementări de fundare adaptate, conform P 100-1/2013.
2. **Presiunea dezvoltării urbane:** Dezvoltarea urbană intensă din ultimele decenii a modificat regimul hidrologic și a supus terenul unor încărcări noi, activând sau agravând hazarde precum tasările în depozitele loessoide. Problema este că



planificarea anterioară nu a anticipat complet aceste efecte. Consecința este apariția unor disfuncționalități (avarierea clădirilor, a rețelelor). Implicația pentru PUG este obligativitatea unei analize actualizate, care să fundamenteze reglementări preventive pentru noile zone de dezvoltare.

3. **Cadrul legislativ:** Legea nr. 10/1995 și normativul NP 074/2014 impun obligativitatea fundamentării oricărei construcții pe un studiu geotehnic. La scara unui PUG, această cerință se traduce în necesitatea unui studiu de fundamentare care să generalizeze informațiile geotehnice la nivelul întregului teritoriu. Problema este absența unui astfel de document sintetic și actualizat. Consecința este un regim de autorizare neunitar. Implicația este că prezentul studiu devine o componentă obligatorie și esențială a procesului de planificare responsabilă, fundamentând reglementările viitoare.

2. CADRUL LEGAL ȘI METODOLOGIC

Acest capitol stabilește cadrul de conformitate legală și coerență metodologică pentru actualizarea Planului Urbanistic General. Validitatea concluziilor depinde direct de soliditatea acestui cadru de lucru, care integrează legislația în domeniul urbanismului, standardele tehnice geotehnice și etapele procesului de analiză, asigurând o bază solidă pentru deciziile de planificare urbană.

Metodologia adoptată pentru elaborarea studiului de fundamentare corelează date din surse multiple pentru a construi o imagine coerentă asupra teritoriului. Sursele de date principale includ:

1. legislația în vigoare privind urbanismul și construcțiile;
2. normativele tehnice specifice domeniului geotehnic și hidrogeologic;
3. studii și documentații anterioare relevante pentru municipiul Ploiești;
4. date cartografice și cadastrale de la Oficiul de Cadastru și Publicitate Imobiliară (OCPI) Prahova.

Analiza legislativă și documentară este completată de modelarea și analiza spațială în sisteme informaționale geografice (GIS). Limitele acestei abordări sunt date de scara de analiză specifică unui PUG, care necesită detalieri ulterioare la nivel de proiect.

2.1. Legislație Națională și Normative Aplicate

Elaborarea studiului de fundamentare se subordonează cadrului legislativ care asigură coerența și aplicabilitatea recomandărilor sale. Pilonul central este Legea nr. 350/2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismul, care definește rolul studiilor de fundamentare în elaborarea PUG și impune ca deciziile de planificare să se bazeze pe o cunoaștere aprofundată a contextului local. Legea ghidează identificarea zonelor funcționale, a coridoarelor de infrastructură și a zonelor de risc, acestea stând la baza reglementărilor urbanistice. O altă reglementare esențială este Legea nr. 575/2001 privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național - Secțiunea a V-a - Zone de riscuri naturale. Aceasta impune o abordare preventivă, solicitând ca dezvoltarea urbană să minimizeze impactul hazardelor. Studiul operaționalizează aceste cerințe prin analiza detaliată a contextului geotehnic și hidrogeologic, traducând cerințele legale generale în hărți și recomandări specifice.



Studiul se ancorează într-o serie de normative tehnice specifice. Normativul NP 074/2014 privind documentațiile geotehnice pentru construcții definește conținutul-cadru al studiilor și stabilește categoriile de risc geotehnic. Normativele din seria Eurocod, în special SR EN 1997 (Eurocod 7) privind proiectarea geotehnică, oferă cadrul metodologic pentru calculul și verificarea siguranței lucrărilor geotehnice. Alinierea la aceste standarde europene garantează că recomandările sunt fundamentate pe cele mai bune practici ingineresti. Tabelul de mai jos sintetizează principalele acte normative care fundamentează tehnic și legal prezentul studiu.

Normativ / Lege	Titlu complet	Rol în studiu
Legea nr. 350/2001	Legea privind amenajarea teritoriului și urbanismul	Stabilește cadrul general, ierarhia documentațiilor și rolul PUG.
Legea nr. 10/1995	Legea privind calitatea în construcții	Definește cerințele fundamentale de calitate, inclusiv siguranța terenului de fundare.
Legea nr. 575/2001	Legea privind aprobarea PATN - Secțiunea a V-a - Zone de riscuri naturale	Impune obligația identificării și gestionării riscurilor naturale în planificare.
NP 074/2014	Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții	Definește conținutul și metodologia studiilor geotehnice.
SR EN 1997 (Eurocod 7)	Proiectarea geotehnică	Oferă cadrul european pentru calculul și verificarea lucrărilor geotehnice.
P 100-1/2013	Cod de proiectare seismică — Partea I — Prevederi de proiectare pentru clădiri	Stabilește hazardul seismic și metodologia de evaluare a lichefierii.
NP 125/2010	Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri sensibile la umezire	Reglementează proiectarea în zone cu depozite loessoide.

Normativ / Lege	Titlu complet	Rol în studiu
NP 126/2010	Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri expansive	Reglementează proiectarea pe argile cu umflări și contracții mari.
Ordinul nr. 233/2016	Norme metodologice de aplicare a Legii nr. 350/2001	Detaliază procedura de elaborare și avizare a documentațiilor de urbanism.

Procesul de elaborare și avizare a documentațiilor este reglementat de Ordinul nr. 233/2016, care detaliază etapele procedurale, conținutul documentațiilor și modul de corelare între planuri, asigurând un flux de lucru coerent și transparent. Standardele specifice privind realizarea suporturilor topografice și a datelor GIS, impuse de Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară (ANCPPI), garantează compatibilitatea datelor spațiale. Respectarea acestor proceduri este esențială pentru validitatea juridică a demersului.

2.2. Metodologia de Elaborare a Studiului

Metodologia de elaborare este un proces iterativ care transformă datele brute în informații utile pentru planificare, începând cu o documentare exhaustivă. Sunt colectate și analizate surse de date relevante:

- a) studii geotehnice și hidrogeologice anterioare;
- b) hărți geologice, topografice și cadastrale;
- c) PUG-ul în vigoare și PUZ-urile subsecvente;
- d) date privind rețelele edilitare.

Această etapă construiește o imagine de ansamblu asupra cunoștințelor existente și identifică lacunele de informații, creând o bază de date verificabilă.

Următorul pas constă în investigații de teren și analize de laborator, pe baza unui program care include foraje, sondaje penetrometrice și teste pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor. Eșantioanele prelevate sunt analizate în laboratoare autorizate pentru a determina parametri precum granulometria, plasticitatea,

compresibilitatea și rezistența la forfecare. Aceste date sunt corelate pentru a caracteriza unitățile geotehnice și pentru a crea profile reprezentative.

Etapa de analiză și sinteză procesează datele colectate pentru a genera hărțile de hazard și zonificarea geotehnică. Acest proces utilizează sisteme informaționale geografice (GIS) pentru a corela spațial straturile de informație: litologie, nivel freatic, date seismice și distribuția fondului construit. Se aplică modele de calcul recunoscute pentru a evalua potențialul de lichefiere, tasare sau umflare-contracție. Rezultatul este un set de hărți tematice ale hazardelor și, în final, harta de zonificare geotehnică, într-un format direct utilizabil de urbanisti.

Ultimul pas transpune concluziile tehnice în recomandări de reglementare urbanistică. Limbajul ingineresc este tradus într-un limbaj normativ, accesibil. Pe baza hărții de zonificare, se formulează principii de construire, condiționări și restricții pentru fiecare zonă, structurate ca propuneri pentru Regulamentul Local de Urbanism. Acest flux metodologic garantează o legătură trasabilă între datele de teren și reglementările finale.

2.3. Standarde și Proceduri de Avizare

Validitatea studiului este condiționată de respectarea standardelor și procedurilor de avizare. Avizarea suportului topografic și a datelor cartografice de către Oficiul de Cadastru și Publicitate Imobiliară (OCPI) este esențială, asigurând că reprezentările spațiale sunt corecte și realizate în sistemul de proiecție Stereografic 1970. Fără acest aviz, hărțile nu ar avea statut oficial.

Studiul, ca parte a PUG, este supus unui circuit complex de avizare interinstituțională, implicând autorități de mediu, sănătate publică, Inspectoratul pentru Situații de Urgență și autorități din domeniul culturii. Fiecare instituție analizează documentația din perspectiva competențelor sale și poate emite condiționări. Acest proces asigură o abordare integrată și previne conflictele între politici sectoriale.

Un aviz de importanță deosebită este cel emis de verificatorii de proiecte atestați pentru cerința fundamentală Af - Rezistență și stabilitate pentru terenul de fundare și masivele de pământ. Acest aviz confirmă că metodologia, analizele și concluziile respectă normativele tehnice. Verificarea este realizată de experți independenți și reprezintă o garanție suplimentară a rigorii tehnice a studiului.



În final, după parcurgerea circuitului de avizare, documentația PUG este supusă aprobării Consiliului Local al Municipiului Ploiești. Aceasta este etapa finală de validare, în care decizia tehnică devine act cu putere normativă. Procedura implică etape de transparență decizională și consultare publică, închizând ciclul de elaborare și marcând trecerea la implementare.

3. ANALIZA DATELOR DE INTRARE ȘI A SITUAȚIEI EXISTENTE

Acest capitol stabilește linia de bază a teritoriului, având rolul de a fundamenta analizele de specialitate ulterioare. Constatarea factuală este că o diagnoză corectă și o planificare relevantă pornesc de la o imagine clară și actualizată a situației existente, ancorată în surse de date verificabile. Problema abordată este integrarea datelor eterogene (topografice, cadastrale, urbanistice, statistice) într-un model coerent. Consecința este crearea unui suport decizional solid pentru capitolele următoare, care vor avansa propuneri de reglementare.

Metodologia aplicată este una analitică, bazată pe colectarea, integrarea și sinteza datelor. Procesul implică:

1. inventarierea și evaluarea critică a surselor de date (suport topografic, cadastru, PUG anterior);
2. corelarea informațiilor relevante pentru descrierea cadrului geografic;
3. analiza cantitativă a utilizării actuale a terenurilor, prin compararea cu PUG 1999 și PUZ-urile subsecvente;
4. caracterizarea fondului construit, cu accent pe densitate.

Instrumentul principal este sistemul informațional geografic (GIS). Limitele analizei sunt inerente scării de lucru (1:5.000), stabilind un cadru general care va necesita aprofundări punctuale.

3.1. Surse de Date Utilizate

Constatarea factuală este că rigoarea analizei teritoriale depinde direct de calitatea datelor de intrare. Problema constă în armonizarea surselor multiple pentru a crea un suport unitar. Baza cartografică este suportul topografic actualizat la scara 1:5.000, în sistem Stereografic 1970, avizat de OCPI Prahova. Acesta asigură reprezentarea corectă a reliefului și a fondului construit. Implicația este că toate analizele spațiale ulterioare au o fundație geometrică precisă, reducând riscul de erori.

Informațiile cadastrale, preluate de la OCPI Prahova, constituie a doua sursă fundamentală. Problema este corelarea reglementărilor urbanistice cu regimul juridic al terenurilor. Consecința este că analiza situației existente pornește de la o suprapunere riguroasă a datelor topografice cu cele cadastrale. Implicația PUG este că acest demers, conform cu Ordinul nr. 904/2023, asigură aplicabilitatea viitoarelor reglementări și previne litigiile.

PUG-ul aprobat prin HCL nr. 209/1999 este punctul de referință istoric. Constatarea este că viziunea de dezvoltare de la acel moment a fost parțial implementată. Problema este de a evalua gradul de implementare și de a identifica deviațiile. Consecința este o analiză comparativă între PUG 1999 și situația actuală, la care se adaugă inventarierea PUZ-urilor și PUD-urilor aprobate ulterior, care au modificat reglementările inițiale. Implicația PUG este că lecțiile învățate din acest proces vor fundamenta noile reglementări.

Tipul de impact al PUZ	Descrierea impactului	Exemple de zone afectate (localizare pe GRILA TKHC)
Densificare rezidențială	Modificarea regimului de înălțime și a indicatorilor urbanistici (POT, CUT) pentru a permite construcția de ansambluri de locuințe colective.	KILO_CAROURI [X06, Y10], [X07, Y11] (zone de vest și nord), inserții în [X09, Y09].
Reconversie funcțională	Schimbarea destinației unor foste platforme industriale în zone comerciale, de servicii sau rezidențiale.	KILO_CAROURI [X12, Y07] (est), [X09, Y05] (sud), reconvertite în parcuri de retail.
Extindere intravilan	Introducerea în intravilan a unor terenuri anterior extravilane, pentru dezvoltări rezidențiale de tip suburban.	KILO_CAROURI [X08, Y12] (nord) și [X06, Y09] (vest), de-a lungul căilor de acces.
Dezvoltare infrastructură	Realizarea unor proiecte de infrastructură (pasaje, modernizări de străzi) care au necesitat un cadru urbanistic specific.	Proiecte punctuale în KILO_CAROURILE [X09, Y08] și [X11, Y09].

Pe lângă sursele principale, studiul integrează date complementare de la:

1. INS (populație);
2. operatori de rețele edilitare;
3. Agenția pentru Protecția Mediului;

4. studii strategice precum PMUD și SIDU 2021-2027.

Problema este gestionarea eterogenității acestor date. Consecința este utilizarea platformei GIS pentru a crea un cadru unitar de analiză. Implicația este asigurarea unei viziuni holistice, care pregătește tranziția către descrierea cadrului geografic.

3.2. Cadrul Geografic General

Constatarea factuală este că municipiul Ploiești (cod SIRUTA 130534) este situat în Câmpia Ploieștilor, la $44^{\circ}56'24''N$ $26^{\circ}1'48''E$. Problema este de a defini constrângerile și oportunitățile acestui cadru. Relieful plat, cu altitudini între 140-180 m și înclinare N-S, a facilitat dezvoltarea extensivă. Consecința este un țesut urban care necesită acum restructurare și densificare. Implicația PUG este necesitatea de a gestiona această expansiune și de a valorifica poziția de nod regional (DN1, A3), localizat în KILO_CAROURILE [X08, Y07] și [X11, Y06].

Rețeaua hidrografică, formată din râul Teleajen (est) și pârâul Dâmbu (traversează zona centrală, ex. KILOCAROU [X10, Y08]), reprezintă o componentă definitorie. Problema este riscul de inundații și calitatea apelor. Consecința este existența unor zone vulnerabile în luncile acestor râuri, cum ar fi cele din KILOCAROURILE [X12, Y07] și [X12, Y08]. Implicația PUG este necesitatea unor reglementări stricte de construire în aceste zone și a unor măsuri de protecție.

Climatul temperat-continental, cu contraste termice anuale, influențează direct confortul urban. Problema este accentuarea fenomenelor extreme (caniculă, furtuni) sub influența schimbărilor climatice. Consecința este un risc crescut de "insulă de căldură urbană" și o presiune sporită pe sistemul de canalizare pluvială. Implicația PUG este necesitatea de a integra măsuri de adaptare, precum extinderea spațiilor verzi și promovarea infrastructurii verde-albastre.

Din punct de vedere administrativ, Ploieștiul este înconjurat de comunele Blejoi și Bucov (N), Berceni (E), Bărcănești și Brazi (S), și Târgșoru Vechi (V). Problema este gestionarea relațiilor funcționale și a navetismului la nivel metropolitan. Consecința este o presiune constantă pe infrastructura de transport la intrările în oraș, în special pe DN1 și DN1B. Implicația PUG este necesitatea de a aborda planificarea la o scară teritorială mai largă, în corelare cu localitățile învecinate, pentru a gestiona coerent mobilitatea și dezvoltarea.

3.3. Analiza Utilizării Actuale a Terenurilor

Constatarea factuală este că funcțiunea dominantă este locuirea (45% din intravilan), urmată de industrie (20%), comerț și servicii (15%) și spații verzi (10%). Problema este distribuția neuniformă și prezența conflictelor funcționale. Consecința este o presiune crescută asupra infrastructurii în zonele densificate și o subutilizare a terenurilor în fostele areale industriale. Implicația PUG este necesitatea reechilibrării funcționale și a reconversiei zonelor "brownfield".

Analiza comparativă a ortofotoplanurilor (1999 vs. prezent) evidențiază o expansiune rezidențială la periferie (KILOCAROURI [X06, Y09], [X08, Y12]) și o restructurare a zonelor industriale (KILOCAROURI [X09, Y05], [X12, Y07]). Problema este că această dezvoltare a fost adesea fragmentată și necorelată cu o viziune de ansamblu. Consecința este un peisaj urban eterogen, cu zone bine dezvoltate și areale degradate. Implicația PUG este necesitatea de a integra aceste transformări și de a stabili reguli clare pentru reconversia funcțională.

Impactul PUZ-urilor aprobate post-1999 a fost determinant. Problema este că o parte dintre acestea au permis o densificare excesivă sau au generat incompatibilități funcționale. Consecința este apariția unor probleme de trafic și o presiune suplimentară pe serviciile publice în zone precum cartierele de vest. Implicația PUG este că noul regulament trebuie să fie mai robust, să prevină derogările nejustificate și să coreleze dezvoltările punctuale cu capacitatea infrastructurii existente.

Analiza evidențiază conflicte funcționale între zonele industriale active și cele rezidențiale învecinate (ex: KILO_CAROU [X10, Y06]), generate de poluare și trafic greu, precum și între noile centre comerciale mari și rețeaua stradală subdimensionată. Problema este lipsa unor zone tampon eficiente. Consecința este o calitate redusă a locuirii în proximitatea acestor zone. Implicația PUG este necesitatea de a introduce reglementări specifice pentru zonele de tranziție și de a condiționa noile dezvoltări comerciale de realizarea unor studii de trafic aprofundate.

3.4. Descrierea Fondului Construit Existent

Constatarea factuală este că fondul construit prezintă densități neuniforme. Zonele centrale (KILO_CAROU [X10, Y08]) și marile ansambluri de locuințe (Malu Roșu, Ploiești Vest) au densități ridicate, în timp ce zonele periferice și industriale dezafectate sunt subutilizate. Problema este presiunea inegală asupra infrastructurii. Consecința este suprasolicitarea

rețelilor în zonele dense și ineficiența acestora în zonele subutilizate. Implicația PUG este necesitatea unei politici de densificare controlată și de regenerare urbană a zonelor degradate.

Comparativ cu PUG 1999, densitatea a crescut semnificativ în anumite zone (ex: cartierele de vest, KILO_CAROU [X07, Y10]), depășind reglementările inițiale prin PUZ-uri succesive. Problema este că această densificare nu a fost însoțită de o dezvoltare corespunzătoare a dotărilor publice și a spațiilor verzi. Consecința este o scădere a calității vieții în aceste areale. Implicația PUG este că noii indicatori urbanistici (POT, CUT) trebuie să fie corelați cu un coeficient de biotop și cu un standard minim de dotări publice pe cap de locuitor.

Starea fizică a fondului construit este eterogenă. Problema este gradul avansat de degradare a clădirilor istorice din centrul orașului (Sit urban "Centrul istoric", KILO_CAROU [X10, Y08]) și necesitatea reabilitării termice pentru blocurile de locuințe din perioada socialistă. Consecința este o imagine urbană neîngrijită și pierderi energetice semnificative. Implicația PUG este necesitatea de a introduce programe și reglementări care să stimuleze reabilitarea și conservarea fondului construit valoros.

Regimul de înălțime este divers, cu clădiri înalte în zona centrală (P+8E - P+10E), regimuri medii în marile ansambluri (P+4E, P+8E) și regimuri joase în zonele de case (P+1E+M). Problema este lipsa de coerență în zonele de tranziție, unde regimuri de înălțime foarte diferite intră în contact direct.

4. CADRUL GEOLOGIC ȘI GEOTEHNIC AL ZONEI

Acest capitol fundamentează înțelegerea substratului pe care se dezvoltă municipiul Ploiești, cartografiind și descriind unitățile geologice și geotehnice care condiționează procesul de planificare urbană. Constatarea factuală de la care pornește demersul este că o planificare urbană sigură și rezilientă este direct dependentă de o înțelegere profundă a terenului de fundare. Problema identificată este absența unui cadru de referință tehnic actualizat, care să coreleze riscurile geotehnice cu reglementările urbanistice. Consecința acestei lipse este un proces de autorizare neunitar și expunerea la riscuri a noilor dezvoltări. Studiul transformă, așadar, informația tehnică într-un instrument operațional, destinat să fundamenteze deciziile strategice și reglementările tehnice ce vor fi integrate în noul Plan Urbanistic General.

Metodologia de lucru se bazează pe o abordare multi-strat, care integrează date la scări diferite. Procesul de analiză a constat în documentarea surselor existente, incluzând hărți geologice naționale, studii geotehnice anterioare pentru proiecte de infrastructură și date din arhiva tehnică a municipiului. Aceste informații au fost completate și validate prin investigații de teren specifice, precum foraje geotehnice și sondaje, ale căror rezultate sunt centralizate în fișele de foraj anexate studiului (document referențiat [4091_FISE_FORAJE.pdf](#)). Toate datele colectate sunt ulterior integrate într-un model GIS, care permite corelarea spațială a informațiilor și generarea hărților tematice. Limitele acestei abordări sunt date de scara de analiză a PUG-ului, care oferă o viziune de ansamblu, dar impune necesitatea studiilor de detaliu la nivel de amplasament pentru orice proiect de construcție specific.

4.1. Geologie regională

Constatarea factuală este că teritoriul municipiului Ploiești se încadrează într-o arie de complexitate tectonică majoră, la contactul dintre Platforma Moesică la sud și Avantfosa Carpatică la nord, separate de falia pericarpatică. Problema principală derivată din această poziționare este hazardul seismic ridicat, normat la o accelerație de vârf a terenului (ag) de 0,30g pentru proiectare. Consecința directă este că structurile geologice de adâncime, diferite între cele două unități, controlează propagarea undelor seismice și distribuția depozitelor de suprafață, generând condiții de fundare neuniforme și un potențial variabil de amplificare a mișcării seismice. Implicația pentru PUG este că reglementările urbanistice nu pot fi uniforme, ci trebuie să se adapteze acestor variații, impunând cerințe de proiectare antiseismică mai stricte în zonele identificate ca fiind mai vulnerabile.

Platforma Moesică, unitatea sudică, este formată dintr-un fundament cristalin rigid, acoperit de roci sedimentare (calcare, gresii, marne). Prezența acestui fundament stabil la adâncime relativ mare influențează în mod favorabil comportamentul seismic. Problema este că la suprafață, cuvertura sedimentară poate conține structuri faliat și cutate, asociate istoric cu acumulări de hidrocarburi. Consecința exploatarei îndelungate a acestor zăcămintele este o posibilă modificare a stării de eforturi din subsol, cu implicații asupra stabilității la suprafață. Implicația pentru PUG este necesitatea de a cartografia perimetrele fostelor și actualelor exploatare petroliere și de a institui reglementări speciale, care să condiționeze construirea de studii de stabilitate aprofundate.

Avanfosa Carpatică, unitatea nordică, este o zonă de scufundare umplută cu depozite sedimentare noi și groase, predominant detritice (pietrișuri, nisipuri, argile). Problema aici este eterogenitatea și grosimea mare a acestor depozite slab consolidate, care pot amplifica undele seismice. Consecința este un răspuns seismic local potențial mai sever decât cel indicat de hărțile de hazard la scară națională. Implicația pentru PUG este necesitatea fundamentării reglementărilor pe studii de microzonare seismică, care să detalieze efectele de amplificare locală și să permită o proiectare antiseismică mai bine calibrată.

Interacțiunea dintre aceste unități tectonice și activitatea seismică din Vrancea definește un cadru de risc complex. Problema este că simpla aplicare a valorii $ag=0,30g$ este insuficientă fără a înțelege cum răspunde terenul. Consecința este că zone diferite ale orașului vor experimenta mișcări seismice diferite. Implicația pentru PUG este că reglementările privind densitatea, regimul de înălțime și funcțiunile admise trebuie corelate cu harta de microzonare seismică. Obiectivele de importanță critică (spitale, școli, stații de pompieri) trebuie amplasate în zonele cu cel mai favorabil răspuns seismic. Acest subcapitol stabilește cadrul regional; următorul detaliază litologia locală, care controlează direct aceste efecte de sit.

4.2. Litologie și stratigrafie

Constatarea factuală, bazată pe analiza fișelor de foraj, este că subsolul Ploieștiului este alcătuit dintr-o succesiune de depozite cuaternare care acoperă formațiuni mai vechi, pliocene sau miocene. Coloana litostratigrafică sintetică relevă prezența la suprafață a unui pachet de depozite loessoide, urmat în adâncime de complexul de pietrișuri și nisipuri ("Pietrișurile de Cândești"), care stau pe un fundament argilo-marnos. Problema este că proprietățile ingineresti ale acestor straturi sunt fundamental diferite, creând un profil geotehnic complex și neuniform. Consecința este că soluția de fundare și siguranța unei construcții depind direct

de grosimea și caracteristicile acestor straturi. Implicația pentru PUG este că hărțile de zonificare trebuie să reflecte distribuția spațială și grosimea acestor pachete litologice.

Pachetul superior, format din **depozite loessoide** (prafuri, prafuri argiloase), are grosimi variabile, atingând peste 15 metri în anumite zone. Problema majoră a acestor depozite este sensibilitatea la umezire (tasare suplimentară la umezire), un fenomen care le face un teren de fundare problematic. Consecința este că orice construcție fundată pe acest strat este expusă riscului de tasări diferențiate dacă umiditatea terenului crește. Implicația PUG este că în zonele cu strate groase de loess, RLU trebuie să impună măsuri speciale de protecție a fundațiilor împotriva infiltrațiilor de apă și, eventual, să condiționeze autorizarea de utilizarea unor soluții de fundare adaptate.

Sub stratul loessoid se găsește **complexul de pietrișuri și nisipuri** ("Pietrișurile de Cândești"), un pachet de depozite grosiere, bine îndesate. Acesta reprezintă un strat de fundare excelent, cu capacitate portantă ridicată și compresibilitate redusă. Problema este că adâncimea la care se găsește acest strat variază. Consecința este că, în zonele unde este aproape de suprafață, permite soluții de fundare simple și economice, în timp ce în zonele unde este profund, devine relevant doar pentru fundații de adâncime (piloți). Implicația PUG este că harta adâncimii la care se găsește acest complex devine un instrument strategic pentru orientarea dezvoltărilor care necesită condiții de fundare superioare.

În luncile râurilor Teleajen și Dâmbu se întâlnesc **depozite aluvionare holocene**. Acestea sunt alcătuite dintr-un amestec eterogen de nisipuri fine, mături și argile, cu proprietăți geotehnice slabe și un nivel freatic de suprafață. Problema aici este cumulul de riscuri: compresibilitate mare, rezistențe scăzute și potențial ridicat de lichefiere seismică. Consecința este că aceste areale sunt improprii pentru majoritatea construcțiilor. Implicația PUG este că aceste zone trebuie încadrate ca având restricții majore de construire, fiind recomandate pentru spații verzi sau coridoare ecologice.

Pe lângă depozitele naturale, pe teritoriul municipiului există și **umpluturi antropice** de grosimi variabile, rezultate din activități de construcție, industriale sau depozitare de deșeuri. Problema este că aceste materiale sunt neomogene și au un comportament imprevizibil, fiind interzisă fundarea directă pe ele. Consecința este că orice dezvoltare în aceste perimetre necesită lucrări costisitoare de asanare. Implicația PUG este cartografierea acestor zone și condiționarea oricărei intervenții de îndepărtarea completă a umpluturii sau de aplicarea unor soluții de fundare speciale, verificate de experți.

4.3. Unități geotehnice

Constatarea factuală, rezultată din corelarea datelor litologice și stratigrafice, este că teritoriul Ploieștiului poate fi divizat în trei unități geotehnice majore, cu comportament ingineresc distinct. Problema este că aceste unități definesc un mozaic de condiții de construibilitate fundamental diferite. Consecința este că o abordare unitară a reglementărilor tehnice este inadecvată și periculoasă. Implicația pentru PUG este că aceste unități trebuie să devină baza pentru zonificarea geotehnică a teritoriului, fiecare având un set specific de reguli în RLU.

1. **Complexul depozitelor loessoide de pe interfluvii:** Este cea mai extinsă unitate, formată din prafuri și argile prăfoase. Problema dominantă este sensibilitatea la umezire, care induce tasări suplimentare. Consecința este un risc geotehnic moderat, dar generalizat. Implicația PUG este încadrarea acestor areale în categoria "zone construibile condiționat", cu impunerea de măsuri specifice de control al umidității și soluții de fundare adaptate.
2. **Complexul aluvionar grosier al teraselor:** Format din pietrișuri și nisipuri îndesate. Această unitate nu prezintă probleme geotehnice majore, oferind condiții excelente de fundare. Consecința este un risc geotehnic redus. Implicația PUG este încadrarea acestor zone în categoria "favorabile construirii", permițând o dezvoltare eficientă și utilizarea soluțiilor de fundare standard.
3. **Complexul aluvionar fin al luncilor:** Alcătuit din nisipuri fine, mături și argile saturate. Problema este cumulumul de factori negativi: compresibilitate mare, rezistențe scăzute și potențial ridicat de lichefiere. Consecința este un risc geotehnic foarte ridicat. Implicația PUG este încadrarea acestor zone în categoria "cu restricții majore de construire", cu recomandarea de a le păstra ca spații naturale.

Problema suplimentară este existența zonelor de tranziție și a neomogenităților locale (lentile de pământuri slabe, soluri fosile). Consecința este că harta unităților geotehnice la scara PUG are un caracter orientativ. Implicația este că RLU trebuie să reitereze și să întărească obligativitatea realizării studiului geotehnic la nivel de amplasament pentru fiecare proiect, indiferent de încadrarea în unitatea geotehnică generală.

4.4. Caracteristici fizico-mecanice ale pământurilor

Constatarea factuală, bazată pe interpretarea datelor de laborator din fișele de foraj, este că fiecare unitate geotehnică este definită de un set de parametri fizico-mecanici cuantificabili. Problema este că acești parametri dictează direct comportamentul terenului și stau la baza calculelor de siguranță. Consecința este că o proiectare corectă este imposibilă fără cunoașterea acestor valori. Implicația pentru PUG este că reglementările tehnice trebuie să fie corelate cu aceste intervale de valori, stabilind cerințe de proiectare diferențiate.

1. **Complexul depozitelor loessoide:** Caracterizat prin coeziuni de 15-30 kPa, unghiuri de frecare internă de 20-25° și module edometrice de 4-8 MPa. Problema critică este potențialul de tasare la umezire (I_m), care poate depăși 10%. Consecința este necesitatea unor măsuri de prevenire a infiltrațiilor de apă și a unor soluții de fundare care să acomodeze tasări sau să le prevină.
2. **Complexul aluvionar grosier al teraselor:** Definit prin unghiuri de frecare internă de 32-38°, coeziune neglijabilă și module de deformare de 50-100 MPa. Aceste valori indică un teren de fundare foarte competent. Consecința este că permite fundarea directă, cu tasări minime.
3. **Complexul aluvionar fin al luncilor:** Prezintă cele mai slabe caracteristici: coeziuni de 5-20 kPa, unghiuri de frecare de 15-22° și module edometrice de 2-5 MPa. Problema fundamentală este compresibilitatea foarte mare. Consecința este că fundațiile directe ar suferi tasări inacceptabile, fiind necesare soluții de fundare indirectă (piloți) sau de îmbunătățire a terenului.

Problema suplimentară, de natură dinamică, este potențialul de **lichefiere** a nisipurilor fine saturate din complexul aluvionar fin. Constatarea este că, sub acțiunea unui seism cu $a_g = 0,30g$, aceste strate își pot pierde complet capacitatea portantă. Consecința este riscul de colaps al construcțiilor. Implicația pentru PUG este interzicerea construirii de locuințe sau obiective de importanță publică în aceste zone, fără măsuri de îmbunătățire a terenului care să elimine riscul de lichefiere, demonstrate prin calcule specifice. Acest capitol cuantifică problemele, creând legătura directă cu analiza hidrogeologică, deoarece prezența apei este factorul determinant atât pentru tasarea la umezire, cât și pentru lichefiere.

5. ANALIZA CADRULUI HIDROGEOLOGIC

Acest capitol fundamentează tehnic reglementările PUG privind interacțiunea dintre construcții și apele subterane, având la bază analiza datelor din forajele geotehnice. Constatarea factuală este că apa subterană reprezintă o componentă dinamică a subsolului, a cărei prezență și mișcare influențează direct siguranța, durabilitatea și costurile construcțiilor. Problema principală este impactul variabil al regimului apelor subterane asupra condițiilor de fundare pe teritoriul municipiului Ploiești. Consecința este necesitatea de a adapta soluțiile de proiectare și reglementările urbanistice la particularitățile hidrogeologice locale. Implicația pentru PUG este obligativitatea de a integra aceste condiționări în RLU, pentru a asigura o dezvoltare urbană rezilientă.

Metodologia de caracterizare a cadrului hidrogeologic integrează date din surse multiple pentru a construi un model conceptual robust. Au fost analizate studii hidrogeologice și geotehnice anterioare, date din foraje de monitorizare și hărți geologice. Aceste informații au fost calibrate prin măsurători de nivel piezometric și analize chimice ale probelor de apă, ale căror rezultate sunt detaliate în documentul referențiat [4091_FISE_FORAJE.pdf](#). Ipoteza de lucru este că regimul apelor subterane este controlat de factori naturali (precipitații, litologie) și antropici (extracții, rețele edilitare, impermeabilizarea suprafețelor). Limitele analizei sunt cele specifice scării PUG, oferind un cadru general care impune obligativitatea studiilor de detaliu la nivel de parcelă.

5.1. Acvifere

Constatarea factuală este că subsolul municipiului Ploiești conține sisteme acvifere suprapuse, cu roluri distincte pentru planificare și construcții. Problema constă în caracteristicile diferite ale acestor acvifere, care impun abordări de proiectare diferențiate. Acviferul freatic, situat la adâncime mică, interacționează direct cu fundațiile, în timp ce acviferele de medie și mare adâncime, adesea sub presiune, sunt relevante pentru alimentarea cu apă și pentru excavațiile adânci. Consecința este că adâncimea, extinderea și presiunea fiecărui acvifer devin constrângeri esențiale în proiectare. Implicația PUG este că reglementările trebuie să țină cont de această stratificație pentru a asigura siguranța construcțiilor subterane.

Acviferul freatic este primul strat de apă de la suprafață, fiind cantonat în depozitele aluvionare de pietrișuri și nisipuri ale râurilor Teleajen și Dâmbu, precum și în orizonturile permeabile din complexul loessoid. Problema este că adâncimea sa variază, fiind direct

influențată de precipitații și de infiltrațiile din rețele. Consecința este că prezența unui nivel freatic la adâncime mică (< 3 m), cum se întâlnește în luncile din KILO_CAROURILE [X12, Y07] și [X12, Y08], impune măsuri costisitoare de hidroizolare și drenaj, restricționând realizarea subsolurilor. Implicația pentru PUG este necesitatea de a reglementa strict construcțiile subterane în aceste zone.

Sub complexul de argile care separă acviferele se dezvoltă cele de medie și mare adâncime, cantonate în strate de nisipuri și pietrișuri pliocene și pleistocene. Acestea sunt, în general, captive (sub presiune), cu nivelul apei putând urca în foraje deasupra stratului acvifer. Problema este riscul de antrenare hidraulică în cazul excavațiilor adânci care interceptează aceste strate. Consecința este că proiectele de infrastructură subterană majoră necesită studii hidrogeologice detaliate pentru a evalua presiunea apei și a dimensiona corect sistemele de sprijinire și epuismen. Implicația PUG este de a condiționa autorizarea acestor lucrări de prezentarea unor astfel de studii.

Proprietățile hidraulice ale stratelor definesc capacitatea de stocare și transmitere a apei. Permeabilitatea variază semnificativ, de la valori ridicate ($10^{-2} - 10^{-4}$ m/s) în pietrișurile complexului aluvionar grosier, la valori foarte reduse ($< 10^{-8}$ m/s) în argilele și marnele complexului marnos, care acționează ca un fundament impermeabil. Tabelul de mai jos sintetizează rolul hidrogeologic al principalelor unități geotehnice.

Unitate Geotehnică	Litologie Predominantă	Permeabilitate (k, m/s)	Tip Acvifer / Rol Hidrogeologic
Complex aluvionar fin	Nisipuri fine, mături, argile	$10^{-5} - 10^{-7}$	Acvifer freatic, productivitate redusă-medie
Complex loessoid	Prafuri, prafuri argiloase	$10^{-6} - 10^{-8}$	Acvclud / Strat semipermeabil
Complex aluvionar grosier	Pietrișuri cu nisip	$10^{-2} - 10^{-4}$	Acvifer freatic, productivitate ridicată

Unitate Geotehnică	Litologie Predominantă	Permeabilitate (k, m/s)	Tip Acvifer / Rol Hidrogeologic
Complex marnos	Argile, marne	$< 10^{-8}$	Acvifug (strat impermeabil de bază)

Interacțiunile dintre sisteme sunt, de asemenea, critice. Conexiunile hidraulice verticale, prin discontinuități în stratele de argilă, pot permite contaminarea acviferelor de adâncime de către cel freatic, poluat. Problema este că aceste conexiuni sunt greu de cartografiat la scară largă. Consecința este un risc latent de poluare a surselor de apă de adâncime. Implicația pentru PUG este necesitatea unei abordări preventive, prin controlul poluării la sursă, în special în zonele unde stratul protector de argilă este subțire sau absent.

5.2. Nivelul piezometric

Constatarea factuală este că adâncimea nivelului apei freactice pe teritoriul municipiului este neuniformă, fiind un parametru esențial pentru proiectarea construcțiilor. Problema este că un nivel freatic la mică adâncime generează costuri suplimentare și riscuri tehnice. Adâncimea variază de la sub 2-3 metri în luncile râurilor Teleajen și Dâmbu (KILOCAROURI [X12, Y07], [X12, Y08]) la peste 10-15 metri în zonele de terasă și interfluvii (KILOCAROURI [X06, Y12], [X07, Y11]), așa cum reiese din fișele de foraj anexate. Consecința este că zonele de luncă sunt improprii pentru construcții cu subsol. Implicația pentru PUG este elaborarea unei hărți hidroizohipse care să fundamenteze restricțiile de construire.

Variațiile sezoniere ale nivelului piezometric, cu amplitudini de 1-3 metri între perioadele ploioase de primăvară și cele secetoase de vară, constituie o altă problemă. Consecința este că proiectarea trebuie să ia în considerare nivelul maxim extraordinar, nu pe cel mediu. Implicația pentru RLU este obligativitatea ca studiile geotehnice să determine acest nivel maxim și să fundamenteze pe el calculul sistemelor de hidroizolații și a măsurilor împotriva subpresiunii.

Activitățile umane influențează puternic nivelul freatic. Problema este dublă: impermeabilizarea suprafețelor reduce reîncărcarea naturală a acviferului, în timp ce pierderile din rețelele edilitare o cresc artificial și local. Consecința este un regim hidrologic perturbat, cu riscuri de suprasolicitare a canalizării pluviale și de ridicare locală a nivelului

freatic. Implicația PUG este necesitatea de a promova soluții de management al apelor pluviale la sursă (infiltrare) și de a prioritiza programele de reabilitare a rețelelor edilitare.

Fenomenul de "acvifer suspendat" în depozitele loessoide, unde apa se acumulează temporar la adâncimi mici pe lentile de argilă, este o problemă specifică și periculoasă. Consecința este umezirea necontrolată a pământurilor sensibile și apariția de infiltrații în subsoluri. Implicația pentru RLU este de a condiționa autorizarea în zonele cu depozite loessoide de o analiză specifică a acestui risc în cadrul studiului geotehnic.

5.3. Calitatea apei subterane

Constatarea factuală este că agresivitatea chimică a apei subterane poate reduce durabilitatea fundațiilor și a rețelelor îngropate. Problema este prezența în apa freatică a unor agenți agresivi, precum sulfați (SO_4^{2-}) și dioxidul de carbon (CO_2), care atacă betonul și metalele. Consecința este degradarea prematură a infrastructurii subterane, cu costuri de reparație ridicate. Implicația pentru PUG este necesitatea de a cartografia zonele cu agresivitate chimică ridicată și de a impune măsuri de protecție specifice.

Agresivitatea de tip sulfatic, cea mai periculoasă, duce la expansiunea și dezintegrarea betonului. Problema este că sursele de sulfați pot fi naturale (dizolvarea gipsului) sau antropice (poluare industrială). Consecința este că zonele cu istoric industrial, precum cele din KILLO_CAROURILE [X09, Y05] și [X10, Y06], prezintă un risc sporit. Implicația pentru RLU este de a condiționa autorizarea în aceste zone de utilizarea unor cimenturi speciale, rezistente la sulfați (tip SR), conform normativelor în vigoare.

Agresivitatea de tip carbonic, datorată CO_2 dizolvat, duce la "spălarea" (levigarea) cimentului din beton, reducându-i rezistența. Problema este mai accentuată în zonele cu circulație rapidă a apei, precum straturile de pietriș. Consecința este o degradare lentă, dar progresivă, a fundațiilor. Implicația pentru RLU este de a impune utilizarea unor betoane cu compactitate ridicată și a unor măsuri de protecție suplimentare (membrane hidroizolante) în zonele cu permeabilitate mare, precum cele din KILLO_CAROURILE [X06, Y11] și [X07, Y11].

Poluarea antropică a acviferului freatic cu nitrați, metale grele sau hidrocarburi este o altă problemă majoră, cu surse industriale, menajere și agricole. Consecința este un risc ecologic și de sănătate publică, chiar dacă acviferul freatic nu este folosit curent pentru alimentare cu apă potabilă, din cauza posibilității de migrare a poluanților. Implicația pentru PUG este necesitatea de a integra în planificare strategii de remediere a siturilor contaminate istoric și

de a controla strict sursele de poluare active, în special în perimetrele de protecție sanitară ale surselor de apă de adâncime.

5.4. Drenaj subteran și interacțiunea cu rețelele edilitare

Constatarea factuală este că direcția generală de scurgere a apei freatice pe teritoriul Ploieștiului este de la nord-vest spre sud-est, fiind drenată natural de râurile Teleajen și Dâmbu. Problema este că rețelele edilitare îngropate pot modifica acest flux natural și pot genera interacțiuni negative. Tranșeele umplute cu material permeabil pot acționa ca drenuri preferențiale, în timp ce pierderile din conducte pot contamina acviferul. Consecința este un regim hidrologic subteran complex și greu de prezis. Implicația pentru PUG este necesitatea unei planificări integrate a rețelilor edilitare, care să țină cont de dinamica apelor subterane.

O problemă majoră este infiltrarea apei subterane în rețelele de canalizare vechi. Consecința este creșterea nejustificată a debitelor la stația de epurare, generând costuri suplimentare și reducând capacitatea rețelei. În sens invers, exfiltrațiile din canalizare poluează acviferul freatic. Implicația pentru PUG este de a prioritiza investițiile în reabilitarea și etanșeizarea rețelilor de canalizare existente, în special în zonele cu nivel freatic ridicat, precum cele din KILO_CAROURILE [X12, Y07] și [X10, Y08].

Sistemele de drenaj necesare pentru protecția subsolurilor în zonele cu nivel freatic ridicat reprezintă o altă problemă. Consecința proiectării necorespunzătoare sau a evacuării apelor drenate în canalizarea menajeră este suprasolicitarea acesteia. Implicația pentru RLU este de a stabili reguli clare pentru proiectarea sistemelor de drenaj și de a impune, ca regulă generală, evacuarea apelor colectate în sistemul de canalizare pluvială sau, acolo unde este posibil, prin reinfiltrare în sol la o distanță sigură de construcții.

6. IDENTIFICAREA HAZARDELOR GEOTEHNICE

Acest capitol transpune analiza descriptivă a substratului într-o zonificare normativă, având la bază principiul preventiv: cartografierea riguroasă a hazardelor geotehnice este fundamentul managementului riscurilor pentru o dezvoltare urbană sigură. Demersul identifică, descrie și reprezintă spațial principalele fenomene cu potențial distructiv – tasări diferențiate, pământuri expansive și lichefiere seismică – pentru a contura o imagine de ansamblu asupra vulnerabilităților teritoriului și a răspunde la întrebarea fundamentală: unde și de ce este terenul de fundare problematic.

Metodologia de identificare și cartografiere a hazardelor geotehnice se fundamentează pe o abordare multi-criterială, integrând date geologice, geotehnice, hidrogeologice și seismice într-un model spațial unitar. Procesul se desfășoară în cinci etape: 1. colectarea și sinteza datelor existente din foraje și studii anterioare (ex: date din 4091_FISE_FORAJE.pdf); 2. corelarea acestor date cu unitățile geotehnice și cu harta hidroizohipselor; 3. aplicarea metodologiilor de evaluare specifice fiecărui fenomen, conform normativelor în vigoare (NP 125/2010 pentru pământuri sensibile la umezire, NP 126/2010 pentru pământuri expansive și P 100-1/2013 pentru lichefiere); 4. elaborarea hărților tematice de hazard pentru fiecare fenomen; 5. sinteza finală și elaborarea hărții de hazard geotehnic cumulat. Instrumentul principal de lucru este sistemul informațional geografic (GIS), care permite suprapunerea și analiza corelativă a straturilor de informație.

6.1. Hazard la tasare

Hazardul la tasare este generat de prezența în subsolul municipiului Ploiești a unor depozite loessoide sensibile la umezire (PSU), care suferă o reducere bruscă de volum la creșterea umidității sub încărcare. Problema fundamentală o constituie tasările inegale (diferențiate), care generează eforturi suplimentare în structura clădirilor. Consecințele acestor eforturi sunt: apariția fisurilor și a crăpăturilor, degradarea finisajelor și, în cazuri extreme, pierderea stabilității structurale. Acest hazard este unul dintre cele mai răspândite și subestimate riscuri geotehnice din zonele de câmpie, cu impact direct asupra durabilității fondului construit.

Cauza principală care declanșează tasarea prin umezire este infiltrarea apei în terenul de fundare. Sursele de apă identificate sunt:

1. infiltrații din precipitații, accentuate de o colectare deficitară;
2. pierderi din rețelele edilitare subterane (apă, canalizare, termoficare);

3. irigații excesive în spațiile verzi adiacente;
4. modificarea regimului apelor subterane prin excavații.

Vulnerabilitatea este maximă în zonele unde stratul de praf loessoid are grosime considerabilă și unde nivelul freatic este la o adâncime care nu influențează în mod normal umiditatea, dar poate crește accidental, cum ar fi în KILO_CAROURILE [X08, Y10] și [X09, Y11].

Efectele tasărilor diferențiate se manifestă la nivelul întregului ansamblu urban. Impactul include:

- A. degradarea rețelelor stradale (denivelări, fisuri);
- B. ruperea sau deformarea conductelor edilitare îngropate;
- C. afectarea stabilității altor elemente de infrastructură (ziduri de sprijin, podețe).

Costurile de remediere sunt semnificative, reprezentând o povară pentru bugetul local și pentru proprietari, iar incertitudinea legată de comportamentul terenului descurajează investițiile.

Evaluarea potențialului de tasare se realizează pe baza grosimii stratului sensibil la umezire și a valorii tasării specifice la umezire (im), determinată în laborator. Pe baza acestor parametri, teritoriul este împărțit în zone cu potențial de tasare redus, mediu sau ridicat. Harta de hazard la tasare prin umezire, elaborată ca piesă desenată distinctă, va constitui un instrument fundamental pentru planificatori. Tranziția către subcapitolul următor este naturală, deoarece comportamentul de umflare și contracție este adesea asociat cu straturile argiloase interstratificate în complexul loessoid.

6.2. Hazard la umflare-contracție (pământuri expansive)

Hazardul la umflare-contracție este specific pământurilor argiloase active, care își modifică semnificativ volumul în funcție de variațiile de umiditate. Problema fundamentală este generată de mișcările verticale ciclice ale terenului (umflare la umezire, contracție la uscare), care induc presiuni și deformări inegale asupra fundațiilor. Consecințele pe termen lung includ avarii structurale grave, fisurarea elementelor de rezistență și compromiterea siguranței clădirilor. Prezența unor strate de argile cu potențial expansiv în subsolul Ploieștiului expune anumite zone la acest tip de hazard.

Cauza principală este prezența mineralelor argiloase specifice (ex: montmorillonit), iar factorii declanșatori sunt variațiile sezoniere de umiditate, agravate de factori antropici precum irigațiile necontrolate, pierderile din rețelele de utilități sau plantarea de arbori cu consum mare de apă în proximitatea clădirilor. Efectele, lente dar progresive, sunt deosebit de distructive pentru clădirile ușoare, manifestându-se prin fisuri diagonale în zidărie, deformări ale pardoselilor și avarii la rețelele edilitare îngropate, în special în zonele rezidențiale cu regim redus de înălțime din KILO_CAROURILE [X07, Y09] și [X08, Y08].

Criteriile de identificare și clasificare a pământurilor expansive sunt definite în normativul NP 126/2010 și se bazează pe indicatori de laborator precum limita de plasticitate, umflarea liberă (UL) și presiunea de umflare (pu).

Pe baza acestor parametri, pământurile se clasifică în grupe de activitate (neexpansive, slab expansive, mediu expansive, foarte expansive). Harta zonelor cu potențial de umflare-contrație, rezultată din corelarea datelor geotehnice, va servi ca instrument de avertizare pentru proiectanți, indicând arealele unde sunt necesare investigații suplimentare și măsuri speciale de proiectare, conform tabelului de mai jos. După analiza hazardelor intrinseci ale pământurilor, atenția se îndreaptă către un hazard extern, cu acțiune bruscă: cel seismic.

Grupa de activitate (NP 126/2010)	Umflare liberă (%)	Presiune de umflare (kPa)	Potențial de hazard
Pământuri neexpansive	< 30	< 50	Redus
Pământuri slab expansive	30 - 50	50 - 100	Mediu
Pământuri mediu expansive	50 - 80	100 - 250	Ridicat
Pământuri foarte expansive	> 80	> 250	Foarte Ridicat

6.3. Hazard la lichefiere

Hazardul la lichefiere reprezintă pierderea bruscă și temporară a rezistenței la forfecare a pământurilor necoezive saturate cu apă, sub acțiunea undelor seismice. Problema esențială este transformarea unui strat de nisip saturat într-un lichid vâcos, care își pierde complet capacitatea portantă. Consecințele pot fi catastrofale: tasarea bruscă și masivă a clădirilor,

răsturnarea acestora sau ridicarea la suprafață a construcțiilor îngropate. Poziționarea orașului într-o zonă cu hazard seismic ridicat ($ag=0,30g$), coroborată cu prezența depozitelor aluvionare nisipoase și a unui nivel freatic de suprafață, creează condiții propice pentru acest fenomen.

Cauzele lichefierii sunt o combinație obligatorie a trei factori:

1. un strat de nisip fin sau mediu, uniform, cu grad de îndesare redus;
2. starea de saturație a acestui strat;
3. solicitare seismică puternică și de lungă durată.

Cutremurele vrâncene sunt capabile să genereze astfel de solicitări. Zonele cele mai expuse sunt cele din luncile râurilor Teleajen și Dâmbu, precum KIL0_CAROURILE [X12, Y07] și [X12, Y08], unde complexul aluvionar fin îndeplinește frecvent primele două condiții, conform datelor din foraje.

Efectele lichefierii la nivelul sitului includ tasări ample, apariția "vulcanelor de nisip" și deplasări laterale ale terenului (lateral spreading). La nivelul construcțiilor, impactul este sever, putând duce la colapsul parțial sau total al structurii și la avarierea rețelelor de utilități. Metodologia de evaluare, conform normativului P 100-1/2013, se bazează pe calculul unui factor de siguranță la lichefiere (FS), prin corelarea rezistenței la penetrare a terenului (din teste SPT sau CPT) cu solicitarea seismică. Harta de hazard la lichefiere, elaborată în cadrul acestui studiu, va delimita zonele cu potențial scăzut, mediu sau ridicat, devenind un instrument esențial pentru planificarea urbană și orientarea soluțiilor de fundare și îmbunătățire a terenului.

6.4. Harta de hazard geotehnic

Harta de hazard geotehnic integrează analizele individuale (tasare, umflare-contrație, lichefiere) într-un document de sinteză care ierarhizează vulnerabilitatea teritoriului. Problema este că hazardele nu acționează izolat, ci se pot suprapune, generând un nivel de risc cumulat. Funcția acestei hărți este de a oferi o imagine de ansamblu asupra problematicei geotehnice, transformând datele analitice într-un instrument vizual, direct utilizabil în planificare, pentru a fundamenta decizii și reglementări urbanistice adaptate contextului local.

Elaborarea hărții se bazează pe suprapunerea și ierarhizarea hărților de hazard individuale în mediul GIS. Procesul implică:

1. suprapunerea hărților tematice;
2. definirea unui sistem de punctaj pentru fiecare tip și clasă de severitate a hazardului;
3. calcularea unui indice de hazard geotehnic cumulat pentru fiecare unitate a grilei de analiză;
4. clasificarea indicelui cumulat în clase finale (foarte redus, redus, mediu, ridicat, foarte ridicat);
5. reprezentarea cartografică finală.

Interpretarea hărții trebuie să considere caracterul său orientativ, la scara unui PUG. Ea indică probabilitatea de a întâlni condiții dificile, dar nu înlocuiește studiul geotehnic de detaliu, obligatoriu pentru fiecare amplasament. Rolul său este de a avertiza asupra riscurilor potențiale și de a fundamenta reglementări generale, precum impunerea unor categorii de risc geotehnic minime conform NP 074/2014. Harta de hazard geotehnic cumulat, piesă desenată esențială a studiului, va permite delimitarea clară a zonelor de risc.

Pe baza hărții de sinteză, se delimitează următoarele categorii de zone:

- A. Zone cu hazard redus: Corespund complexului de pietrișuri al teraselor (ex: KILO_CAROURI [Xo6, Y11], [Xo6, Y12]), favorabile dezvoltării urbane.
- B. Zone cu hazard mediu: Asociate depozitelor loessoide (ex: KILO_CAROU [Xo9, Y1o]), unde construirea este posibilă, dar necesită măsuri de fundare adecvate.
- C. Zone cu hazard ridicat/foarte ridicat: Concentrate în luncile inundabile (ex: KILO_CAROU [X12, Yo7]), unde se cumulează riscul de tasări mari, lichefiere și nivel freatic ridicat. Construirea în aceste zone trebuie puternic restricționată.

Acest capitol a finalizat identificarea și cartografierea problemelor, răspunzând la întrebările "unde, ce și cât de periculos este?". Următorul pas este de a traduce această hartă a problemelor într-o hartă a soluțiilor, în capitolul "Zonificarea Geotehnică a Teritoriului".

7. ZONIFICAREA GEOTEHNICĂ A TERITORIULUI

Acest capitol reprezintă etapa de sinteză a analizelor geotehnice și hidrogeologice, având ca scop final transpunerea datelor tehnice complexe într-un instrument de planificare urbană clar și direct aplicabil. Constatarea factuală este că zonificarea geotehnică nu este un exercițiu cartografic, ci un act de management preventiv al riscurilor. Problema abordată este transformarea hărților de hazard într-o hartă decizională. Consecința este clasificarea teritoriului în funcție de gradul de favorabilitate pentru construire, indicând criteriile, caracteristicile zonelor și condiționările specifice. Implicația pentru PUG este fundamentarea deciziilor privind siguranța construcțiilor la costuri rezonabile și identificarea zonelor ce necesită o abordare prudentă.

Metodologia de elaborare a hărții de zonificare se bazează pe suprapunerea și integrarea hărților de hazard într-un proces riguros realizat în mediul GIS. Procesul implică:

1. definirea de criterii de clasificare (praguri cantitative și calitative);
2. utilizarea hărților de hazard (tasare, umflare-contracție, lichefiere), a hărții unităților geotehnice și a hărții hidroizohipselor ca surse de date;
3. concentrarea pe efectul cumulat și pe interacțiunea hazardelor.

Analiza este limitată de scara de lucru a PUG-ului, impunând utilizarea zonificării ca instrument de orientare generală, fără a substitui studiul geotehnic de parcelă. Corelarea se bazează pe o abordare multi-criterială, combinând ponderat indicii de hazard pentru a genera un scor de construibilitate.

7.1. Criterii de zonificare geotehnică

Constatarea factuală este că zonificarea geotehnică a municipiului Ploiești se bazează pe criterii obiective și reproductibile. Problema este definirea unui cadru conceptual și a parametrilor tehnici pentru clasificarea terenurilor. Consecința este o analiză integrată a condițiilor litologice, a proprietăților fizico-mecanice, a condițiilor hidrogeologice și a expunerii la hazarde. Implicația pentru PUG este crearea unei ierarhii a construibilității care să ghideze deciziile de planificare spațială și să fundamenteze reglementările din Regulamentul Local de Urbanism.

Un prim criteriu este natura și succesiunea straturilor geologice. Prezența la adâncime mică a complexului aluvionar grosier (pietrișuri și nisipuri) reprezintă un factor pozitiv, în timp ce

pachetele groase de depozite loessoide sensibile la umezire sau complexul aluvionar fin, compresibil și lichefiabil, constituie un factor restrictiv. Adâncimea la care se întâlnește stratul bun de fundare influențează direct tipul și costul soluției.

Al doilea set de criterii vizează proprietățile fizico-mecanice. Parametrii cantitativi precum capacitatea portantă, compresibilitatea (modul de deformare), potențialul de tasare la umezire (I_m) și potențialul de umflare-contrație (U_L , p_u) sunt utilizați pentru a cuantifica performanța terenului. Pragurile, definite pe baza normativelor (NP 112, NP 125, NP 126), permit clasificarea pământurilor de la "foarte bune" la "foarte slabe".

Condițiile hidrogeologice reprezintă al treilea pilon. Adâncimea nivelului apei freatice este un factor determinant: un nivel adânc este favorabil, în timp ce un nivel de suprafață (< 3 metri) impune constrângeri severe (hidroizolații, risc de subpresiune, dificultăți de execuție). Agresivitatea chimică a apei subterane este, de asemenea, considerată.

În final, expunerea la hazarde naturale este un criteriu de sinteză. Se integrează informațiile din hărțile de hazard pentru tasare, umflare-contrație, lichefiere și inundații. Prezența unui singur hazard ridicat sau cumularea mai multor hazarde medii conduce la încadrarea într-o categorie de construibilitate inferioară, conform principiului precauției. Matricea de mai jos sintetizează criteriile și pragurile utilizate în procesul de zonificare.

Criteriu de Zonificare	Parametru Principal	Prag Favorabil	Prag Condiționat	Prag Restrictiv	Normativ de Referință
Litologie/Stratigrafie	Tipul unității geotehnice în primii 10m	Complex aluvionar grosier (pietrișuri)	Complex loessoid	Complex aluvionar fin (măluri, nisipuri fine); Umpluturi antropice	Hărți geologice, Fișe foraj
Caracteristici GeotehnICE	Potențial de tasare	$< 2\%$	$2\% - 10\%$	$> 10\%$	NP 125/2010

Criteriu de Zonificare	Parametru Principal	Prag Favorabil	Prag Condiționat	Prag Restrictiv	Normativ de Referință
	la umezire (Im)				
	Potențial de umflare-contrafecție (UL)	< 30%	30% - 50%	> 50%	NP 126/2010
Condiții Hidrogeologice	Adâncimea medie a nivelului freatic	> 5 m	2 m - 5 m	< 2 m	Harta hidroizohipselor
Hazard Seismic	Potențial de lichefier (FS < 1)	Inexistent/Scăzut	Mediu	Ridicat	P 100-1/2013
Hazard Hidrologic	Expunerea la inundații (T > 100 ani)	Zonă neexpusă	Zonă inundabilă la T=500 ani	Zonă inundabilă la T=100 ani	Hărți de hazard INHGA

7.2. Zone favorabile construirii

Constatarea factuală este că zonele favorabile construirii reprezintă arealele unde condițiile geotehnice permit realizarea construcțiilor în siguranță maximă și cu costuri minime de infrastructurare. Problema este identificarea și delimitarea acestor zone pentru a orienta strategic dezvoltarea urbană. Consecința este că aceste locații devin optime pentru proiecte de

anvergură și densificări sustenabile. Implicația pentru PUG este necesitatea de a valorifica acest potențial, descriind caracteristicile acestor zone și principiile de construire aplicabile.

Din punct de vedere geotehnic, aceste zone corespund **Complexului aluvionar grosier al teraselor**, fiind alcătuite din pietrișuri cu nisip, bine îndesate, cu capacitate portantă ridicată și compresibilitate redusă. Riscurile de tasări, umflare-contrație sau lichefiere sunt minime, permițând utilizarea de soluții de fundare directe și economice (tălpi, radiere). Din perspectivă hidrogeologică, nivelul apei freatice este situat la adâncimi de peste 5-7 metri, eliminând costurile asociate hidroizolațiilor complexe și drenajelor.

Construirea în aceste zone se poate realiza pe baza unor studii geotehnice de complexitate redusă (risc geotehnic 1, conform NP 074), cu condiții de proiectare standard. Aceste areale sunt ideale pentru funcțiuni ce necesită stabilitate maximă, precum clădiri înalte sau infrastructură critică. Deși favorabile, aceste zone nu elimină obligativitatea legală a studiului geotehnic de amplasament, care trebuie să confirme condițiile generale și să identifice eventuale neomogenități locale.

7.3. Zone construibile condiționat

Constatarea factuală este că zonele construibile condiționat reprezintă majoritatea teritoriului urbanizat, unde dezvoltarea este posibilă, dar necesită o abordare inginerescă adaptată. Problema este managementul riscurilor asociate pământurilor problematice, în special cele sensibile la umezire și cele expansive. Consecința este necesitatea unor investigații geotehnice aprofundate și a aplicării unor măsuri specifice de proiectare și execuție. Implicația pentru PUG este că dezvoltarea în aceste zone implică costuri suplimentare și o rigoare sporită.

Aceste zone corespund **Complexului depozitelor loessoide**, unde hazardul dominant este **tasarea la umezire**. Se impun condiții stricte:

- a) investigarea detaliată a potențialului de tasare;
- b) proiectarea unor măsuri de prevenire a umezirii terenului (colectare ape meteorice, trotuare etanșe, verificarea rețelilor). Soluțiile de fundare variază în funcție de grosimea stratului sensibil (PSU):
 - Pentru construcții ușoare și strate subțiri de PSU: fundare directă, cu dimensionare pentru preluarea tasărilor diferențiate.

- Pentru construcții grele sau strate groase de PSU: îmbunătățirea terenului (compactare în adâncime, perne de pământ) sau fundare indirectă (piloți, micropiloți).

În arealele cu **pământuri expansive**, condiționarea vizează controlul variațiilor de umiditate și managementul presiunilor de umflare. Măsurile includ:

- a) fundarea sub adâncimea de variație sezonieră a umidității;
- b) realizarea de bariere verticale de umiditate;
- c) controlul vegetației din proximitate.

Soluțiile de fundare trebuie să fie rigide (radiere generale, rețele de grinzi) pentru a prelua eforturile. În aceste zone, studiile geotehnice se încadrează în categoria de risc moderat (2), conform NP 074. RLU trebuie să informeze dezvoltatorii asupra riscurilor și să impună realizarea de studii complete.

7.4. Zone cu restricții majore

Constatarea factuală este că zonele cu restricții majore sunt acele areale unde condițiile geotehnice și de hazard impun limitări drastice ale posibilităților de construire. Problema este riscul inacceptabil pentru siguranța persoanelor și a bunurilor și costurile prohibitive ale măsurilor de siguranță. Consecința este că realizarea de noi construcții este fie interzisă, fie nerecomandată tehnic și economic. Implicația pentru PUG este necesitatea de a delimita aceste zone critice și de a fundamenta reglementări care să prioritizeze prevenția și, în unele cazuri, interdicția de a construi.

Principala categorie este **Complexul aluvionar fin al luncilor** râurilor Teleajen și Dâmbu, unde se cumulează factori de risc gravi:

- a) teren de fundare slab (mâluri, argile moi), cu compresibilitate mare;
- b) nivel freatic de suprafață;
- c) potențial ridicat de lichefiere seismică;
- d) expunere la inundații.

Această combinație face arealele improprii pentru dezvoltări urbane. O altă categorie o constituie zonele cu **umpluturi antropice necontrolate de grosime mare**, unde fundarea directă este interzisă de normative.

Reglementarea pentru aceste zone trebuie să fie foarte strictă. Pentru luncile inundabile și lichefiabile, propunerea principală este menținerea ca spații deschise, neconstruite (spații verzi, zone de agrement, coridoare ecologice). Orice excepție pentru lucrări de utilitate publică necesită studii de risc extrem de detaliate. Pentru zonele cu umpluturi, orice dezvoltare trebuie condiționată de asanarea sitului sau de aplicarea unor soluții de fundare speciale, avizate de experți.

Harta de zonificare geotehnică a municipiului Ploiești reflectă distribuția spațială a acestor categorii, oferind o bază rațională pentru deciziile de planificare. Zonele favorabile (verzi) se concentrează în nord și nord-vest (ex: KILO_CAROURI [X05, Y12], [X06, Y12]). Zonele condiționate (galbene) acoperă majoritatea cartierelor existente (ex: [X08, Y09], [X10, Y08]). Zonele cu restricții majore (roșii) urmăresc luncile râurilor (ex: [X12, Y07], [X12, Y08]) și fostele zone industriale din sud ([X09, Y05], [X10, Y05]).

8. ANALIZA RISCURILOR NATURALE CONEXE (SEISM, INUNDAȚII, ALUNECĂRI)

Acest capitol fundamentează o viziune despre reziliența teritoriului prin evaluarea integrată a hazardelor externe care acționează asupra municipiului Ploiești. Constatarea factuală este că riscurile naturale nu acționează izolat; un cutremur poate declanșa alunecări, iar inundațiile pot modifica fundamental proprietățile geotehnice ale solului. Problema este înțelegerea acestor interacțiuni pentru a fundamenta o planificare urbană preventivă. Consecința este o analiză a hazardului seismic, a vulnerabilității la inundații și a potențialului de instabilitate, menită să ofere o bază de cunoaștere solidă pentru reglementările PUG.

Metodologia aplicată se bazează pe principiul analizei multi-risc, care presupune identificarea, evaluarea și corelarea hazardelor relevante. Procesul implică:

1. analiza datelor seismice, conform normativului P 100-1/2013;
2. analiza datelor hidrologice, utilizând hărțile de hazard la inundații elaborate de Administrația Națională "Apele Române";
3. analiza datelor geomorfologice și geotehnice pentru identificarea zonelor cu potențial de alunecare.

Instrumentul principal este sistemul informațional geografic (GIS), care permite suprapunerea spațială a hărților de hazard și identificarea zonelor de multi-risc. Limitele analizei sunt cele specifice unei scări de PUG, oferind o imagine de ansamblu care necesită detalieri prin studii de specialitate la nivel de amplasament.

8.1. Risc seismic

Constatarea factuală este că municipiul Ploiești este expus unui hazard seismic ridicat, o realitate impusă de contextul tectonic regional. Problema este că un cutremur major nu afectează doar structura clădirilor, ci poate induce și fenomene geotehnice periculoase (lichefiere, tasări induse seismic, alunecări), compromițând siguranța mediului construit. Consecința este că analiza riscului seismic trebuie să exploreze modul în care condițiile geologice locale pot amplifica acest hazard. Implicația pentru PUG este necesitatea unei abordări prudente, non-negociabile, care să fundamenteze reglementări urbanistice adaptate.

Cauza fundamentală a hazardului seismic este activitatea tectonică a zonei Vrancea. Energia eliberată se propagă prin scoarța terestră, iar modul în care undele afectează suprafața

depinde de geologia locală. {"Conform normativului de proiectare seismică P100-1/2013, municipiul se încadrează într-o zonă cu o valoare de vârf a accelerației terenului pentru proiectare (ag) de 0,30g, una dintre cele mai ridicate din țară, având o perioadă de colț $T_c = 1,6$ secunde."} [paraphrase: Ministerul Dezvoltării Regionale și Administrației Publice, "P 100-1/2013, Cod de proiectare seismică — Partea I — Prevederi de proiectare pentru clădiri", 2013]. Pentru Ploiești, situat la intersecția unor unități structurale majore, pachetele groase de sedimente neconsolidate pot acționa ca un amplificator, măbind accelerația și durata mișcării seismice.

Efectele unui seism major asupra teritoriului sunt multiple. Principalul fenomen geotehnic indus seismic este lichefierea, care duce la pierderea completă a capacității portante a nisipurilor saturate. Un alt efect este tasarea indusă seismic, care se poate manifesta chiar și în pământuri necoezive nesaturate, afânate. De asemenea, undele seismice pot acționa ca factor declanșator pentru alunecări de teren. Toate aceste fenomene pot produce avarii catastrofale la clădiri și infrastructură, chiar dacă acestea au fost proiectate antiseismic din punct de vedere structural.

Criteriile de evaluare a impactului seismic asupra terenului implică o microzonare seismică. Acest demers corelează harta de hazard națională cu datele privind stratificația locală, proprietățile dinamice ale pământurilor și adâncimea nivelului freatic. Harta de microzonare rezultată împarte teritoriul în zone cu răspuns seismic diferit, indicând arealele cu potențial de amplificare sau de manifestare a fenomenelor geotehnice induse. O astfel de hartă este un instrument esențial pentru planificarea urbană, permițând adaptarea reglementărilor privind regimul de înălțime, densitatea construcțiilor și impunerea de studii geotehnice speciale în zonele cu risc.

8.2. Risc la inundații

Constatarea factuală este că riscul la inundații pentru municipiul Ploiești este dual, fiind generat de surse fluviale (externe) și pluviale (interne). Problema este că efectele acestor două tipuri de inundații se pot cumula. Consecința este necesitatea unei abordări integrate, în care apa este gestionată ca o componentă a ecosistemului urban. Implicația pentru PUG este delimitarea zonelor vulnerabile și înțelegerea interacțiunii dintre regimul hidrologic natural și sistemul antropic de drenaj pentru a fundamenta soluții reziliante.

Cauzele inundațiilor fluviale sunt legate de revărsarea râului Teleajen și a pârâului Dâmbu, generate de precipitații excepționale sau topirea bruscă a zăpezilor. {"Hărțile de hazard la

inundații, elaborate de Administrația Națională "Apele Române", delimitează zonele inundabile pentru diferite probabilități de depășire (1%, 5%, 10%)."} [paraphrase: Legea apelor nr. 107/1996, Art. 40-41]. Acestea sunt documente oficiale care fundamentează reglementările. Inundațiile pluviale sunt cauzate de incapacitatea sistemului de canalizare de a prelua debitele din ploi torențiale, fenomen agravat de impermeabilizarea suprafețelor urbane.

Efectele inundațiilor sunt diverse. Impactul direct include avariarea clădirilor și afectarea infrastructurii. Impactul geotehnic indirect este semnificativ: umezirea masivă a terenului poate reduce capacitatea portantă, poate declanșa tasări în zonele cu pământuri sensibile la umezire sau poate reactiva alunecări. Creșterea nivelului freatic generează probleme de subpresiune. Zonele de luncă ale râului Teleajen, localizate în estul municipiului (KILO_CAROURI [X12, Y07], [X12, Y08] și [X13, Y06]), sunt cele mai expuse.

Criteriile de evaluare și cartografiere se bazează pe hărțile de hazard, care indică extinderea și adâncimea apei. Acestea sunt completate de hărți de risc, care includ și elementele vulnerabile (clădiri, populație). Pentru inundațiile pluviale, evaluarea necesită modele hidraulice detaliate ale rețelei de canalizare, corelate cu topografia. Identificarea "punctelor fierbinți" din rețea, predispuse la refulări, permite prioritizarea investițiilor în modernizarea sistemului de canalizare.

8.3. Risc la alunecări de teren

Constatarea factuală este că riscul la alunecări de teren, deși localizat, are un potențial distructiv ridicat în anumite areale ale municipiului. Problema este existența unor versanți cu stabilitate precară, unde echilibrul poate fi perturbat de factori naturali sau antropici. Consecința este că dezvoltarea urbană necontrolată poate activa procese de instabilitate. Implicația pentru PUG este necesitatea unei analize preventive care să identifice și să reglementeze aceste zone.

Cauzele alunecărilor sunt o combinație de factori predispozanți și declanșatori. Factorii predispozanți includ prezența unor strate de argilă cu rezistență redusă și înclinarea pantelor. Principalul factor declanșator este apa, provenită din precipitații sau din creșterea nivelului freatic. Un alt factor declanșator major poate fi un cutremur puternic. Intervențiile umane, precum excavațiile la baza versanților sau supraîncărcarea acestora cu construcții, agravează riscul.

Efectele alunecărilor sunt directe și severe, incluzând distrugerea clădirilor, ruperea rețelelor edilitare subterane și blocarea căilor de comunicație. Chiar și alunecările lente pot genera avarii structurale semnificative în timp. Costurile de stabilizare și remediere sunt extrem de ridicate, ceea ce face ca prevenția să fie cea mai eficientă abordare.

Criteriile de identificare a zonelor cu potențial de alunecare implică o analiză geomorfologică și geotehnică detaliată. Se identifică formele de relief specifice (râpe de desprindere, valuri de alunecare) și se corelează cu date din foraje geotehnice pentru a detecta suprafețe de alunecare vechi sau strate cu rezistență scăzută. Pe baza acestor date, se elaborează o hartă de susceptibilitate la alunecări de teren, care clasifică teritoriul în zone cu potențial de la foarte redus la foarte ridicat. Această hartă devine un instrument esențial în planificarea utilizării terenurilor.

Factori de Risc pentru Alunecări în Zona Ploiești	Tipul Factorului	Descrierea și Implicațiile
Prezența stratelor de argilă	Predispozant	Argilele cu plasticitate ridicată își pot reduce semnificativ rezistența la forfecare la creșterea umidității.
Înclinarea pantelor	Predispozant	Chiar și pantele moderate (5-15%) pot deveni instabile în condiții de saturație cu apă.
Precipitații abundente	Declansator	Infiltrarea apei în masivul de pământ crește greutatea acestuia și reduce rezistența la forfecare.
Activitate seismică	Declansator	Accelerațiile seismice pot genera forțe de inerție care depășesc rezistența la forfecare a pământului.
Intervenții antropice	Declansator	Excavațiile la baza versantului elimină sprijinul natural, iar construcțiile la partea superioară adaugă o supraîncărcare.

8.4. Analiză integrată a riscurilor

Constatarea factuală este că o abordare sectorială a riscurilor ignoră interacțiunile și efectele cumulate. Problema este că reziliența unui teritoriu poate fi evaluată doar printr-o analiză integrată, care suprapune și corelează toate hazardele relevante. Consecința este necesitatea de a crea o hartă de multi-risc, un instrument decizional superior. Implicația pentru PUG este fundamentarea reglementărilor pe această hartă a riscului global, nu pe analize izolate.

Metodologia pentru analiza integrată se bazează pe tehnici de analiză spațială în mediul GIS. Procesul implică suprapunerea hărților de hazard individuale: microzonarea seismică, harta de hazard la inundații și harta de susceptibilitate la alunecări. Fiecărei clase de hazard i se asociază un indice de severitate, permițând calcularea unui indice de risc cumulat pentru fiecare unitate teritorială. Această abordare ierarhizează teritoriul în funcție de expunerea sa globală la hazarde.

Rezultatul principal este harta de riscuri naturale integrate, care delimitează zone cu diferite grade de risc cumulat. Interpretarea hărții permite identificarea zonelor cu risc critic, unde se suprapun hazarde multiple de intensitate mare (ex: luncă inundabilă, lichefiabilă și cu amplificare seismică). De asemenea, identifică zone cu riscuri "ascunse", unde hazarde individuale medii se cumulează pentru a crea un risc global semnificativ. Această hartă devine instrumentul central pentru fundamentarea macrozonării funcționale din PUG. O diagramă a interacțiunilor riscurilor evidențiază cum seismul poate declanșa lichefierea și alunecări, iar inundațiile pot agrava condițiile geotehnice, subliniind natura interconectată a acestor fenomene.

Planificarea în zonele multi-risc necesită o abordare prudentă. Pentru zonele cu risc cumulat foarte ridicat, se impun restricții severe de construire sau interdicția totală, aceste areale fiind dedicate funcțiunilor compatibile (spații verzi, zone de protecție). Pentru zonele cu risc mediu sau ridicat, reglementările urbanistice trebuie să condiționeze orice dezvoltare de: a) realizarea unor studii de specialitate aprofundate; b) adoptarea unor soluții de proiectare adaptate, care să demonstreze asigurarea unui grad de siguranță acceptabil. Această abordare transformă harta de risc într-un instrument proactiv de planificare.

9. VULNERABILITATEA LA POLUARE A RESURSELOR DE APĂ

Acest capitol fundamentează reglementările PUG privind protecția calității apelor subterane, având la bază principiul că apa este o resursă vulnerabilă, a cărei protejare este o problemă de sănătate publică și securitate pe termen lung. Demersul identifică presiunile antropice, evaluează vulnerabilitatea naturală a acviferelor și conturează principiile unui management preventiv, creând cadrul tehnic necesar pentru reglementări urbanistice responsabile și eficiente.

Metodologia aplicată se bazează pe o abordare multi-criterială, integrând date legislative, industriale, geologice și hidrogeologice într-un model coerent al riscului de poluare. Procesul a inclus:

1. inventarierea și cartografierea surselor de poluare;
2. corelarea acestora cu caracteristicile de permeabilitate ale solului și adâncimea apei freatiche, extrase din documentul referențiat [4091_FISE_FORAJE.pdf](#);
3. elaborarea hărților de vulnerabilitate folosind modelarea spațială GIS.

Analiza, deși limitată de scara PUG, oferă o perspectivă strategică, impunând aprofundarea prin studii de specialitate pentru orice proiect cu impact potențial.

9.1. Surse de poluare

Constatarea factuală este că teritoriul municipiului Ploiești este supus unor presiuni antropice multiple, cu potențial de contaminare a apelor subterane. Problema este diversitatea și distribuția acestor surse – punctiforme, difuze și accidentale – care necesită o inventariere riguroasă pentru un management eficient al riscurilor. Consecința este că, fără o hartă clară a surselor, strategiile de protecție rămân ineficiente. Implicația pentru PUG este necesitatea de a utiliza această inventariere pentru a fundamenta reglementări de utilizare a terenului care să minimizeze impactul asupra acviferelor.

Sursele industriale, cu o prezență istorică în KILOCAROURILE [X09, Y05], [X10, Y06] și [X12, Y07], reprezintă o presiune majoră. Problema este riscul de contaminare cu hidrocarburi, metale grele și compuși organici volatili, provenind din scurgeri, depozitări neconforme sau poluare istorică a siturilor dezafectate. Consecința este un risc persistent de contaminare a solului și a pânzei freatiche, chiar și după încetarea activității. Implicația pentru RLU este condiționarea oricărei reconversii funcționale în aceste KILOCAROURI de

realizarea unor investigații de mediu detaliate și, dacă este necesar, de implementarea unor măsuri de ecologizare a sitului.

Poluarea menajeră este o altă sursă semnificativă. Problema este dublă: rețelele de canalizare vechi și neetanșă acționează ca surse liniare de contaminare, în timp ce fosele septice neconforme din zonele neracordate (periferia de nord și vest, ex. KILO_CAROURI [X06, Y11], [X08, Y12]) reprezintă surse punctiforme de poluare cu nitrați și agenți patogeni. Consecința este o degradare a calității apei freactice. Implicația pentru PUG este prioritizarea programelor de extindere și reabilitare a rețelei de canalizare și reglementarea strictă a soluțiilor individuale de colectare a apelor uzate.

Sursele agricole și cele legate de transport completează tabloul presiunilor. Problema poluării difuze cu nitrați din îngrășăminte în zonele periurbane și contaminarea cu hidrocarburi și sare de la trafic este reală. Consecința este o presiune constantă asupra calității apelor. Implicația pentru PUG este necesitatea de a promova bunele practici agricole în extravilan și de a implementa soluții de management al apelor pluviale (infrastructură verde-albastră) pentru a reduce scurgerile de pe suprafețele carosabile. Harta surselor potențiale de poluare, elaborată în acest studiu, devine astfel un instrument esențial pentru tranziția către evaluarea vulnerabilității naturale a teritoriului.

9.2. Harta de vulnerabilitate a acviferelor

Constatarea factuală este că harta de vulnerabilitate a acviferelor la poluare sintetizează capacitatea naturală a subsolului de a proteja apa subterană de contaminanți. Problema este că această capacitate este inegal distribuită pe teritoriul Ploieștiului. Consecința este că zonele unde poluanții pot ajunge rapid la pânza freatică necesită un regim de protecție sporit. Implicația pentru PUG este utilizarea acestei hărți ca instrument de management preventiv, pentru a ghida utilizarea terenurilor și a preveni contaminarea resurselor de apă.

Metodologia de evaluare a vulnerabilității, bazată pe modelarea GIS, a integrat trei factori determinanți:

1. **adâncimea apei freactice** (un nivel de suprafață crește vulnerabilitatea);
2. **natura zonei nesaturate** (straturile de argilă acționează ca o barieră naturală);
3. **panta terenului** (influențează infiltrarea).

Problema este că aceste caracteristici variază semnificativ. Consecința este că teritoriul a fost clasificat în zone cu vulnerabilitate de la foarte redusă la foarte ridicată. Luncile râurilor Teleajen și Dâmbu (KILO_CAROURI [X12, Y07], [X12, Y08], [X10, Y08]), cu strat acoperitor subțire și permeabil și apă freatică la mică adâncime, prezintă cea mai mare vulnerabilitate. Zonele de terasă înaltă, cu strate groase de argilă, sunt cel mai bine protejate.

Implicația directă a hărții de vulnerabilitate este necesitatea de a corela reglementările urbanistice cu gradul de risc. Problema este suprapunerea între zonele cu vulnerabilitate ridicată și cele cu surse de poluare majore, creând "puncte fierbinți". Consecința este că aceste areale necesită măsuri de control stricte. Implicația pentru RLU este interzicerea amplasării de noi activități cu risc de poluare în zonele cu vulnerabilitate ridicată sau foarte ridicată și condiționarea oricărei dezvoltări de măsuri de protecție excepționale, validate prin studii de specialitate. Harta de vulnerabilitate devine astfel un instrument decizional, pregătind terenul pentru definirea instrumentelor legale de protecție.

9.3. Zone de protecție sanitară

Constatarea factuală este că zonele de protecție sanitară (ZPS) sunt instrumentul legal principal pentru protejarea surselor de alimentare cu apă potabilă. Problema este necesitatea delimitării și implementării riguroase a acestor zone pentru captările care deservește Ploieștiul, conform Legii Apelor nr. 107/1996. Consecința este instituirea unor perimetre de siguranță cu regimuri de restricție clare. Implicația pentru PUG este obligativitatea transpunerii acestor perimetre ca zone cu reglementări speciale (ZRS), asigurând protecția sănătății publice.

Procesul de instituire a ZPS este unul tehnic și administrativ. Problema este că necesită studii hidrogeologice detaliate care să stabilească perimetrele pe baza timpului de tranzit al apei. Consecința este definirea a trei tipuri de zone:

- a) Zona cu regim sever: Perimetrul imediat al captării, unde orice activitate, cu excepția operării sistemului, este interzisă.
- b) Zona cu regim de restricție: Un perimetru mai larg, unde activitățile cu risc mare de poluare sunt interzise.
- c) Perimetrul de protecție hidrogeologică: Cea mai extinsă zonă, cu restricții generale pentru dezvoltări majore.

Consecința aprobării acestor zone este că ele devin constrângeri majore în planificarea urbană. Problema este conflictul potențial cu dezvoltarea imobiliară sau industrială. Implicația PUG este de a asigura un echilibru între protecția resurselor de apă și celelalte interese de dezvoltare, prin reglementări clare și mecanisme de consultare. PUG trebuie să oficializeze aceste zone și să le integreze în RLU, stabilind un cadru juridic solid pentru protecția pe termen lung a surselor de apă, ceea ce conduce la formularea recomandărilor specifice.

9.4. Recomandări de utilizare a terenului

Constatarea factuală este că protecția eficientă a apelor subterane necesită transpunerea analizelor tehnice în reglementări urbanistice acționabile. Problema este cum să se structureze aceste reguli în RLU pentru a fi clare, opozabile și eficiente. Consecința este formularea unui set de recomandări strategice. Implicația PUG este adoptarea unei abordări preventive, bazată pe principiul precauției.

Prima recomandare este **integrarea hărții de vulnerabilitate ca instrument decizional**. Problema este evaluarea proactivă a riscurilor. RLU trebuie să condiționeze autorizarea proiectelor majore de o analiză a compatibilității cu gradul de vulnerabilitate al zonei, interzicând activitățile cu risc înalt în zonele foarte vulnerabile.

A doua recomandare vizează **reglementarea strictă a zonelor de protecție sanitară**. Problema este asigurarea protecției juridice a surselor de apă. RLU trebuie să preia exact perimetrele ZPS și să detalieze lista de activități interzise și condiționate pentru fiecare regim de protecție.

A treia recomandare se referă la **managementul surselor de poluare**. Problema este controlul poluării existente și prevenirea uneia noi. PUG trebuie să prioritizeze programele de reabilitare a rețelelor de canalizare și de ecologizare a siturilor contaminate istoric, în special în KILO_CAROURILE [X09, Y05] și [X10, Y06].

Ultima recomandare este promovarea **managementului sustenabil al apelor pluviale**. Problema este reducerea poluării difuze și a presiunii pe sistemul de canalizare. RLU trebuie să încurajeze și să impună, unde este posibil, soluții de infrastructură verde-albastră (pavaje permeabile, acoperișuri verzi) pentru a gestiona apa la sursă. Aceste recomandări formează un pachet coerent, pregătind tranziția către concluziile generale ale studiului.

10. RECOMANDĂRI GENERALE PRIVIND CONSTRUIBILITATEA

Acest capitol traduce harta de zonificare geotehnică într-un set de reguli și principii de construire direct aplicabile în Regulamentul Local de Urbanism (RLU). Constatarea factuală este că dezvoltarea urbană a municipiului Ploiești este condiționată de un substrat eterogen. Problema constă în necesitatea de a adapta regimul tehnic de construire la particularitățile fiecărei zone. Consecința este formularea de recomandări diferențiate pentru zonele favorabile, condiționate și cu restricții, asigurând că fiecare decizie de planificare este fundamentată pe o înțelegere corectă a suportului fizic.

Implicația pentru PUG este că reglementările propuse vor orienta dezvoltarea, vor reduce vulnerabilitatea și vor crește siguranța, fără a substitui însă studiile geotehnice de detaliu, care rămân obligatorii. Cadrul strategic oferit stabilește condițiile minime de construire și fundare, transformând analiza tehnică într-un instrument de management urban.

10.1. Construibilitate în zone favorabile

Zonele favorabile construirii, corespunzând complexului aluvionar grosier al teraselor, reprezintă o resursă teritorială valoroasă, permițând o dezvoltare eficientă. Aceste terenuri, alcătuite din pietrișuri cu nisip îndesate, au o capacitate portantă ridicată și compresibilitate redusă, iar nivelul apei freatiche nu interferează cu fundațiile obișnuite.

Principiul de fundare în aceste zone este utilizarea soluțiilor directe (de suprafață), care sunt cele mai economice. Acestea includ:

1. **Fundații izolate** (blocuri, tălpi) sub stâlpi.
2. **Fundații continue** sub pereți structurali.
3. **Radiere generale** pentru clădiri cu încărcări mari sau cu subsoluri extinse.

Adâncimea minimă de fundare este obligatoriu sub adâncimea de îngheț-dezheț, stabilită la 0,90 metri pentru zona Ploiești, conform STAS 6054/77. Deși condițiile sunt favorabile, realizarea unui studiu geotehnic la nivel de amplasament rămâne obligatorie pentru a confirma condițiile generale și a identifica eventuale neomogenități locale.

Managementul apelor pluviale trebuie să valorifice permeabilitatea ridicată a terenului. RLU va promova soluții de management la sursă, precum pavaje permeabile și sisteme de infiltrare, pentru a reduce presiunea pe rețeaua de canalizare și a contribui la reîncărcarea acviferului. Lucrările de terasament trebuie, de asemenea, gestionate riguros; umpluturile se vor realiza

exclusiv din materiale controlate și compactate conform specificațiilor tehnice, pentru a preveni tasările induse antropice.

10.2. Condiționări geotehnice specifice

Majoritatea teritoriului urbanizat se încadrează în zone construibile condiționat, unde dezvoltarea necesită soluții tehnice adaptate riscurilor asociate pământurilor problematice. Managementul acestor riscuri implică costuri suplimentare și o rigoare sporită în proiectare și execuție.

În zonele cu depozite loessoide sensibile la umezire (PSU), principiul de bază este controlul strict al umidității. RLU va impune următoarele condiții cumulative pentru orice proiect:

1. Prezentarea unui studiu geotehnic care să determine grosimea stratului de PSU și tasarea specifică la umezire (Im).
2. Includerea în proiect a unui sistem complet de management al apelor de suprafață (colectare de pe acoperișuri și platforme, trotuare perimetrare etanșe).
3. Verificarea periodică a etanșeității rețelelor de apă și canalizare din incintă.

Soluțiile de fundare în zonele cu PSU vor fi adaptate riscului. Acestea variază de la fundarea directă, cu o structură capabilă să preia tasări diferențiate, la îmbunătățirea terenului (perne de pământ, compactare dinamică) sau fundarea indirectă (piloți), în funcție de grosimea stratului problematic și de importanța construcției. Alegerea soluției va fi justificată prin studiul geotehnic.

În arealele cu **pământuri expansive**, RLU va impune, pe lângă controlul umidității, și managementul presiunilor de umflare. Măsurile includ fundarea sub adâncimea de variație sezonieră a umidității, realizarea de bariere verticale de umiditate și utilizarea de soluții de fundare rigide (radiere, rețele de grinzi). Calitatea execuției și monitorizarea comportării construcției în timp sunt esențiale. RLU va condiționa autorizarea de prezentarea unui program detaliat de asigurare a calității și de monitorizare post-execuție.

10.3. Restricții de construire

Anumite areale, unde cumulul de hazarde naturale prezintă un risc inacceptabil, impun restricții majore. Principiul aplicat este cel al precauției, prioritizând siguranța publică. Cea mai eficientă metodă de management al riscului în aceste zone este evitarea expunerii.

Zonele cu risc ridicat de lichefiere și/sau inundații, corespunzând luncilor râurilor Teleajen și Dâmbu (KILO_CAROURI [X12, Y07], [X12, Y08]), cumulează factori de risc critici: teren slab, nivel freatic de suprafață, potențial de lichefiere și expunere la inundații. RLU va institui aici **interdicția de construire pentru funcțiuni sensibile** (locuințe, clădiri publice, industrie cu risc). Utilizările recomandate sunt cele de spațiu natural, coridor ecologic sau zonă de agrement extensivă. Orice excepție pentru lucrări de utilitate publică va fi tratată cu maximă rigoare.

Zonele cu potențial ridicat de alunecări de teren active sau reactivabile necesită, de asemenea, restricții severe. Principiul de bază este evitarea intervențiilor care pot modifica echilibrul natural. RLU va interzice, în general, construirea în aceste areale. Utilizările permise se vor limita la cele care contribuie la stabilizarea versantului, precum împăduririle.

Zonele cu umpluturi antropice necontrolate de grosime mare, precum cele din fostele areale industriale din sud ([X09, Y05], [X10, Y05]), reprezintă perimetre cu restricții până la asanare. RLU va condiționa orice dezvoltare de excavarea completă a umpluturii și înlocuirea cu material controlat sau de aplicarea unor tehnici de îmbunătățire în profunzime, validate de experți.

Tip Hazard Cumulat	Regim Tehnic RLU Propus	Utilizări Admise
Risc ridicat de inundații + Lichefiere	Restrictiv (Interdicție de construire)	Spații verzi, agrement, coridoare ecologice
Potențial ridicat de alunecare	Restrictiv (Interdicție de construire)	Împăduriri, plantații de stabilizare
Umpluturi antropice groase	Restrictiv (Interdicție până la asanare)	Activități temporare, parcuri de suprafață
Pământuri sensibile la umezire / expansive	Condiționat	Construcții cu măsuri speciale de fundare

10.4. Managementul excavațiilor și terasamentelor

Orice construcție implică lucrări de pământ, a căror gestionare necorespunzătoare poate genera riscuri. RLU trebuie să integreze principii pentru o abordare sigură și sustenabilă a acestor lucrări.

Pentru asigurarea **stabilității excavațiilor**, RLU va condiționa autorizarea oricărei excavații cu adâncimea de peste 2,0 metri sau realizată lângă clădiri existente de prezentarea unui proiect tehnic de sprijinire, dimensionat pe baza unui studiu geotehnic, conform normativului NP 120-2014.

Pentru **managementul materialelor excavate**, se va promova principiul economiei circulare. RLU va încuraja și condiționa proiectele mari de prezentarea unui plan de management al materialelor, care să prioritizeze reutilizarea pe amplasament a pământului bun și crearea unor platforme locale de sortare și stocare temporară.

Interacțiunea cu **infrastructura subterană existentă** necesită o atenție sporită. RLU va întări obligativitatea obținerii avizelor de la toți deținătorii de rețele înainte de începerea săpăturilor. Se recomandă dezvoltarea unui "cadastru subteran" digitalizat pentru a reduce riscul de avarii. Pentru lucrările de terasament la scară largă (peste 10.000 metri cubi), se va condiționa autorizarea de realizarea unui studiu de impact hidrologic și geotehnic la scara zonei, pentru a analiza efectele asupra vecinătăților.

11. RECOMANDĂRI SPECIFICE DE FUNDARE PE ZONE

Acest capitol oferă un cadru de principii tehnice pentru alegerea soluțiilor de fundare, adaptate la diversitatea condițiilor geotehnice și hidrogeologice identificate pe teritoriul municipiului Ploiești. Constatarea factuală este că zonificarea geotehnică anterioară trebuie transpusă într-un set de recomandări practice. Problema constă în definirea soluțiilor adecvate pentru fiecare zonă, fără a substitui studiul geotehnic de amplasament, obligatoriu. Consecința este structurarea recomandărilor pe tipologii de fundații pentru zone favorabile, măsuri de precauție pentru zonele condiționate și abordări speciale pentru zonele dificile, pentru a răspunde întrebării: ce tip de fundație este cel mai probabil adecvat pentru o anumită zonă a orașului?

Metodologia de formulare a acestor recomandări se bazează pe o corelare directă între caracteristicile fiecărei zone geotehnice și soluțiile de fundare consacrate în practica inginerescă și reglementate prin normativele tehnice în vigoare. Instrumentele conceptuale utilizate sunt principiile proiectării geotehnice conform Eurocod 7 și a normativelor naționale conexe, precum NP 112 și NP 123. Sursele de date sunt reprezentate de hărțile de zonificare și de hazard elaborate în etapele anterioare, precum și de datele primare din forajele geotehnice. Implicația este că aceste recomandări, deși au caracter general, stabilesc un nivel minim de exigență, dar nu pot înlocui judecata profesională a inginerului geotehnician și structurist, care vor stabili soluția finală pe baza investigațiilor detaliate la nivel de parcelă.

11.1. Fundații directe

Constatarea factuală este că fundațiile directe, sau de suprafață, constituie soluția de bază pentru majoritatea construcțiilor din zonele favorabile ale municipiului Ploiești. Problema este definirea contextului geotehnic în care aceste soluții sunt eficiente și sigure. Consecința este că fundațiile directe sunt recomandate cu prioritate în zonele complexului aluvionar grosier de terase, unde stratul de pietrișuri cu nisip, bine îndesate, are capacitate portantă ridicată și compresibilitate redusă, permițând transmiterea directă a încărcărilor la teren. Acest tip de fundație este aplicabil și în anumite zone condiționate, cu depozite loessoide, dar numai pentru construcții ușoare, cu regim de înălțime mic, și cu aplicarea unor măsuri stricte de control al umidității.

Tipologia fundațiilor directe variază în funcție de sistemul structural al clădirii. Pentru structurile în cadre (cu stâlpi), soluția uzuală este cea de fundații izolate (bloc și cuzinet sau talpă de beton armat). Pentru structurile cu pereți portanți, se utilizează fundații continue

(tălpi continue). În cazul încărcărilor mari sau al distanțelor mici între stâlpi, se poate opta pentru un radier general (o placă de beton armat sub întreaga construcție), soluție preferată și pentru clădirile cu subsoluri.

Dimensionarea fundațiilor directe se bazează pe două criterii fundamentale de verificare, conform normativului NP 112-2014:

1. **Verificarea la starea limită ultimă (SLU):** Se asigură că presiunea transmisă de fundație la teren nu depășește capacitatea portantă a acestuia, prevenind cedarea (GEO/STR).
2. **Verificarea la starea limită de exploatare normală (SLE):** Se limitează tasările totale și diferențiate pentru a preveni apariția fisurilor și a degradării elementelor structurale și nestructurale.

Ambele verificări se realizează pe baza parametrilor geotehnici determinați prin studiul geotehnic de amplasament.

Un aspect esențial este stabilirea adâncimii de fundare, care trebuie să depășească adâncimea de îngheț-dezghet și să asigure amplasarea integrală a tălpii în stratul de fundare considerat în calcul. Alegerea cotei de fundare trebuie să țină cont și de rețelele edilitare, de fundațiile vecine sau de eventualele straturi de umpluturi antropice. Deși fundațiile directe reprezintă o soluție economică standard, există numeroase situații unde terenul natural nu permite aplicarea lor sigură, ceea ce impune explorarea tehnicilor de îmbunătățire a terenului de fundare.

11.2. Îmbunătățirea terenului de fundare

Constatarea factuală este că terenurile de fundare cu caracteristici mecanice slabe pot fi "îmbunătățite" pentru a atinge performanțele dorite. Problema abordată este selecția metodei adecvate pentru a crește capacitatea portantă și a reduce tasările în zonele construibile condiționat, în special cele cu depozite loessoide sensibile la umezire. Consecința este că aceste lucrări permit utilizarea fundațiilor directe în condiții de siguranță, însă implică o analiză tehnico-economică riguroasă pentru a alege soluția optimă.

Metodele mecanice de compactare în adâncime sunt eficiente pentru terenuri necoezive sau umpluturi. Tehnica **compactării dinamice**, prin căderea repetată a unui mai greu, și

realizarea de **coloane de balast** prin vibroînlocuire sunt soluții comune. Acestea îndesă pământul, cresc capacitatea portantă și reduc tasările.

Metodele de substituție, precum **perna de pământ**, implică îndepărtarea stratului slab și înlocuirea lui cu un material granular de calitate, compactat energetic. Această soluție este eficientă pentru straturi slabe de grosime redusă (sub 2-3 metri), oferind un strat de fundare omogen și controlat.

Pentru terenurile coezive (argile, prafuri), metodele de consolidare prin incluziuni rigide sunt o opțiune frecventă. Acestea implică realizarea în teren a unor elemente verticale cu rigiditate mare, care preiau o parte importantă din încărcare. Tehnicile includ piloți de indesare sau coloane tratate cu liant (deep soil mixing), unde pământul este amestecat in situ cu ciment sau var. Aceste soluții reduc semnificativ tasările și pot crește capacitatea portantă globală a masivului. Atunci când grosimea stratului slab este prea mare sau încărcările sunt prea ridicate, aceste metode devin ineficiente, fiind necesară ocolirea completă a stratului slab prin fundații indirecte.

11.3. Fundații indirecte (piloți)

Constatarea factuală este că fundațiile indirecte (de adâncime) sunt soluția necesară atunci când straturile de teren de la suprafață sunt prea slabe pentru a susține în siguranță o construcție. Problema este transmiterea încărcărilor la un orizont de fundare competent, situat la o adâncime mai mare, ocolind straturile problematice. Consecința este utilizarea acestor soluții în zonele cu restricții majore (complexul aluvionar fin al luncilor) sau pentru construcții foarte înalte ori cu încărcări concentrate mari (poduri, turnuri), în special în zone seismice. Implicația este un cost semnificativ mai mare, justificat de condiții tehnice severe.

Piloții sunt cele mai comune elemente, fiind coloane structurale din beton armat, oțel sau lemn. Piloții pot fi:

1. **Prefabricați:** Introduși în teren prin batere, vibrare sau presare. Au avantajul unui control bun al calității, dar generează zgomot și vibrații.
2. **Forați:** Realizați prin excavarea unei găuri, armarea și betonarea ulterioară. Sunt mai versatili și au un impact redus asupra vecinătăților.

Baretele sunt elemente de fundare de mare capacitate, cu secțiune dreptunghiulară, executate prin excavare sub noroi bentonitic. Datorită secțiunii mari, pot prelua încărcări axiale și orizontale foarte mari, fiind utilizate pentru fundațiile clădirilor foarte înalte.

Micropiloții sunt elemente de diametru mic (sub 300 mm), alcătuiți dintr-o armătură tubulară sau o bară de oțel, cimentată sub presiune într-o gaură forată. Sunt ideali pentru lucrări de consolidare în spații restrânse sau pentru preluarea unor încărcări moderate pe terenuri dificile.

Tip Fundație	Material Uzual	Metodă de Execuție	Capacitate Portantă	Aplicații Tipice	Avantaje / Dezavantaje
Piloți Forți	Beton armat	Forare, armare, betonare	Medie-Mare	Clădiri de locuit și birouri, poduri, structuri industriale	Versatili, zgomot redus / Cost mediu
Piloți Prefabricați	Beton armat / precomprimat	Batere, vibrare, presare	Medie-Mare	Proiecte mari, terenuri slabe	Calitate controlată, rapiditate / Zgomot, vibrații, necesită teren liber
Barete	Beton armat	Excavare sub noroi bentonitic	Foarte Mare	Clădiri foarte înalte, piloni de pod	Capacitate foarte mare / Cost ridicat, tehnologie complexă
Micropiloți	Oțel, ciment	Forare, injectare ciment	Mică-Medie	Consolidări, spații restrânse	Echipament redus, versatili / Cost unitar ridicat, capacitate redusă

Aceste tehnologii, deși eficiente, implică o complexitate și un cost care le rezervă unor situații speciale. Indiferent de tipul de fundație, un parametru rămâne constant și obligatoriu în proiectare: adâncimea minimă de fundare, un aspect universal valabil.

11.4. Adâncimea de fundare și protecția la îngheț

Constatarea factuală este că stabilirea adâncimii minime de fundare este un aspect fundamental, guvernat de necesitatea protecției împotriva fenomenului de îngheț-dezghet. Problema este că o adâncime de fundare insuficientă poate duce la avarii grave, indiferent de calitatea dimensionării fundației. Consecința este că mișcările ciclice de umflare la îngheț și tasare la dezghet pot induce eforturi mari în structura clădirilor, ducând la fisuri. Pământurile cele mai susceptibile la acest fenomen sunt cele fine, prăfoase și argiloase, în prezența apei.

Principiul de bază, definit în normativele tehnice, este că talpa fundației trebuie amplasată sub adâncimea maximă la care se propagă înghețul în sol. {"Pentru teritoriul României, normativul STAS 6054/77 stabilește o hartă de zonare cu adâncimile minime de fundare."} [paraphrase: Comitetul de Stat pentru Construcții, Arhitectură și Sistemizare, "STAS 6054/77 - Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț", 1977]. Conform acestui standard, municipiul Ploiești se încadrează într-o zonă unde adâncimea minimă de fundare este de 90-100 cm. Această valoare este obligatorie pentru toate construcțiile, cu excepția celor fondate pe roci stâncoase.

Adâncimea de îngheț specificată în normativ este o valoare de referință, care trebuie adaptată la condițiile locale, măsurându-se de la cota terenului natural sau amenajat. O atenție deosebită trebuie acordată construcțiilor neîncălzite (anexe, garaje) sau celor cu subsoluri neîncălzite, unde adâncimea de îngheț se poate considera de la cota pardoselii interioare, necesitând o adâncime de fundare mai mare.

Riscurile apar frecvent din nerespectarea sau interpretarea greșită a acestor reguli. O eroare comună este realizarea fundațiilor la o adâncime prea mică pentru anexe sau construcții "minore". Un alt risc este legat de lucrările de terasament executate ulterior în jurul unei clădiri, care pot reduce grosimea stratului de pământ de deasupra fundației. Prin urmare, recomandarea generală este tratarea cu maximă seriozitate a acestei cerințe normative. Recomandările tehnice din acest capitol formează baza necesară pentru transpunerea lor într-un cadru juridic prin Regulamentul Local de Urbanism.

12. Implicații în RLU: Propuneri de Reglementări Tehnice

Acest capitol transpune concluziile tehnice ale studiului de fundamentare într-un cadru pre-normativ, destinat integrării în Regulamentul Local de Urbanism (RLU). Constatarea factuală este că dezvoltarea urbană a municipiului Ploiești este condiționată de un substrat eterogen, ceea ce impune o adaptare a regimului tehnic de construire la particularitățile fiecărei zone. Problema abordată este transpunerea analizelor de risc și a zonificărilor geotehnice într-un set de reglementări clare, operaționale și opozabile juridic, care să ghideze procesul de autorizare. Consecința este formularea de principii de reglementare diferențiate, condiționări specifice și obligații clare pentru dezvoltatori, transformând astfel cunoașterea tehnică într-un instrument de management urban.

Metodologia aplicată este una de sinteză și de traducere conceptuală, având rolul de a construi puntea dintre analiza inginerescă și reglementarea urbanistică. Demersul se bazează pe extragerea concluziilor acționabile din capitolele anterioare, în special din hărțile de hazard și de zonificare geotehnică, și pe corelarea acestora cu legislația în vigoare, în special Legea nr. 350/2001 și Legea nr. 10/1995. Propunerile sunt structurate pe categorii de reglementări – generale, zonale și procedurale – și sunt formulate într-o manieră neinterpretabilă, pregătită pentru rafinarea juridică ulterioară. Acest capitol nu produce text de lege, ci oferă fundamentarea tehnică și logică pentru acesta.

12.1. Principii Generale de Transpunere a Zonificării Geotehnice în RLU

Constatarea factuală este că harta de zonificare geotehnică trebuie transpusă în prevederile RLU pentru a deveni un instrument operațional. Problema constă în crearea unui mecanism prin care caracteristicile terenului să influențeze direct regimul tehnic admis. Consecința este necesitatea de a crea Unități Teritoriale de Referință (UTR-uri) care să reflecte nu doar funcțiunea urbanistică, ci și specificul geotehnic, asigurând o corelare trasabilă între teren și reglementare. Implicația pentru PUG este că un astfel de UTR cu specific geotehnic va condiționa direct indicatorii urbanistici (POT, CUT), funcțiunile admise și regimul de înălțime.

Principiul fundamental este **diferențierea regimului tehnic**. RLU va stabili, pentru fiecare categorie de zonă geotehnică, un set de condiții minime de proiectare. Pentru **zonele favorabile**, regimul va fi unul standard, bazat pe normativele generale. Pentru **zonele condiționate**, RLU va introduce reguli specifice pentru gestionarea hazardelor (tasare la

umezire, pământuri expansive), vizând controlul apelor de suprafață și condiționarea soluției de fundare. Pentru **zonele cu restricții majore**, principiul va fi prohibitiv, interzicând, în general, construcțiile cu funcțiune de locuire sau alte funcțiuni sensibile.

Al doilea principiu este **integrarea informației geotehnice în procesul de avizare**. RLU va prevedea modul în care datele geotehnice sunt utilizate la emiterea Certificatului de Urbanism (CU) și a Autorizației de Construire (AC). Se impune ca CU să menționeze explicit zona geotehnică și setul de condiționări sau restricții aplicabile, informând dezvoltatorul de la început asupra provocărilor tehnice.

Element de Reglementare	Prevedere Specifică pentru UTRZCG01 (Zonă Construibilă Condiționat - Risc Mediu PSU)
Art. 1: Categoria zonei	Teren construibil condiționat, datorită prezenței depozitelor loessoide cu sensibilitate medie la umezire.
Art. 2: Condiții de autorizare	Emiterea Autorizației de Construire este condiționată de prezentarea unui studiu geotehnic, categoria de risc moderat (2), verificat de un expert tehnic atestat Af.
Art. 3: Regim tehnic	Proiectarea va include obligatoriu măsuri de prevenire a umezirii terenului de fundare (colectare ape pluviale, trotuare perimetrare etanșe).
Art. 4: Fundații admise	Se admit fundații directe, cu condiția justificării prin calcul a preluării tasărilor. Pentru construcții P+4E sau mai înalte, se va analiza obligatoriu varianta fundării indirecte sau a îmbunătățirii terenului.

Al treilea principiu este cel al **responsabilizării actorilor implicați**. RLU va defini clar responsabilitățile proiectantului, verficatorului, executantului și proprietarului în asigurarea conformității geotehnice. Recepția la terminarea lucrărilor va fi condiționată de prezentarea documentelor care atestă calitatea lucrărilor de fundare și implementarea măsurilor de protecție, asigurând aplicarea efectivă a regulilor din RLU.

12.2. Reglementări Specifice privind Condițiile de Fundare

Acest subcapitol detaliază regulile tehnice care vor fi integrate în RLU pentru a ghida proiectarea soluțiilor de fundare. Constatarea factuală este că fiecare zonă geotehnică impune o abordare diferită. Problema este de a stabili un cadru de referință pentru proiectanți și un nivel minim de exigență pentru autorizare, fără a substitui normativele de proiectare. Consecința este formularea de principii de fundare adecvate fiecărei zone, condiționări privind adâncimea și măsuri de protecție. Implicația este promovarea bunelor practici în ingineria geotehnică, crescând siguranța fondului construit.

Pentru **zonele favorabile**, RLU va stabili ca regulă generală utilizarea **fundațiilor directe** (izolate, continue, radier), alese de proiectant în funcție de structură. Se va reitera obligativitatea respectării **adâncimii minime de fundare** de 90-100 cm (sub adâncimea de îngheț), conform STAS 6054/77. Studiul geotehnic de amplasament rămâne obligatoriu, conform legii.

Pentru **zonele condiționate**, RLU va introduce prevederi detaliate. În arealele cu **pământuri sensibile la umezire (PSU)**, se va impune:

- a) determinarea prin studiu geotehnic a grosimii stratului PSU și a tasării la umezire;
- b) interzicerea soluțiilor care introduc apă în teren;
- c) recomandarea sau obligativitatea, în funcție de importanța construcției, a unor soluții de fundare speciale (îmbunătățirea terenului, piloți).

În arealele cu **pământuri expansive**, regulile vor viza:

- a) determinarea potențialului de umflare-contrație;
- b) fundarea sub adâncimea de variație sezonieră a umidității;
- c) utilizarea de soluții de fundare rigide (radiere, rețele de grinzi);
- d) prevederea de rosturi de siguranță.

O fundație rigidă de tip radier, decuplată de terenul înconjurător printr-un trotuar perimetral larg și rosturi de dilatare, amplasată sub adâncimea de variație a umidității, reprezintă un principiu de proiectare corect. Aceasta se completează cu un sistem de drenaj pentru îndepărtarea apelor de suprafață și, opțional, cu o barieră verticală de umiditate.

În **zonele cu risc de lichefiere**, RLU va fi extrem de strict, recomandând **evitarea fundării directe**. Soluțiile acceptabile, justificate prin studii speciale, vor include:

1. **îmbunătățirea terenului** prin tehnici de îndesare (vibrocompactare, coloane de balast) sau cimentare;
2. **fundarea indirectă** prin piloți sau barete, care să traverseze stratul lichefiabil și să se ancoreze într-un strat stabil.

Pentru clădirile existente, RLU va impune expertize tehnice pentru evaluarea vulnerabilității.

12.3. Instituirea Restricțiilor de Construire

Acest subcapitol justifică tehnic și legal limitarea sau interzicerea dreptului de a construi în zonele unde hazardele naturale prezintă un risc inacceptabil. Constatarea factuală este că, în anumite situații, cea mai responsabilă formă de planificare este decizia conștientă de a lăsa anumite terenuri neconstruite. Problema este definirea acestor zone și a regimului prohibitiv. Consecința este protejarea vieții, a proprietății și a mediului. Fundamentul tehnic este harta de hazard geotehnic cumulat și harta de hazard la inundații, iar cel legal este oferit de Legea nr. 350/2001 și Legea nr. 575/2001.

RLU va defini trei tipuri de restricții. Prima categorie este **interdicția definitivă de construire**. Aceasta se va aplica în zonele cu risc critic, precum luncile inundabile cu risc de viituri rapide și potențial foarte ridicat de lichefiere (ex: areale din KILO_CAROURILE [X12, Y07] și [X12, Y08]). Aici se vor interzice construcțiile noi cu funcțiune de locuire sau alte funcțiuni sensibile, singurele utilizări admise fiind cele de spații verzi, agricultură extensivă sau agrement cu construcții provizorii.

A doua categorie o reprezintă **restricțiile temporare de construire**. Acestea se vor aplica în zone unde riscul poate fi redus prin lucrări de anvergură (ex: stabilizarea unui versant, realizarea unui dig). Într-o zonă cu potențial de alunecare, se poate institui o interdicție temporară până la realizarea lucrărilor de stabilizare. RLU va specifica clar condițiile în care aceste restricții pot fi ridicate.

A treia categorie este cea a **construirii condiționate strict**. Aceasta se aplică zonelor cu hazard ridicat, dar unde construirea nu este complet interzisă. RLU va impune aici un set de condiții severe pentru autorizare:

- a) obligativitatea realizării unor studii de risc specifice;

- b) avizarea proiectului de către experți tehnici atestați;
- c) implementarea unor soluții de fundare și protecție de înaltă performanță, demonstrate prin calcul.

Aceste condiționări vor crește costul construcției, descurajând dezvoltările în zone nepotrivite.

12.4. Definirea Obligativității Studiului Geotehnic în Procesul de Autorizare

Acest subcapitol transpune în prevederi de regulament necesitatea absolută a fundamentării oricărui proiect pe un studiu geotehnic. Constatarea este că, deși obligatorie prin lege, această cerință necesită întărire și detaliere la nivel local. Problema este crearea unui mecanism administrativ care să asigure că nicio autorizație de construire nu este emisă fără o investigație geotehnică adecvată. Consecința este o creștere a siguranței construcțiilor. Implicația este că RLU va detalia conținutul minim al studiului, etapele procedurale și corelarea cu categoriile de risc geotehnic.

Principiul de bază este: **nicio construcție nouă, extindere sau supraetajare nu se autorizează fără un studiu geotehnic** conform NP 074/2014. RLU va detalia această obligație, corelând complexitatea studiului cu importanța construcției și cu zona geotehnică. RLU va defini **conținutul minim obligatoriu al studiului geotehnic** pentru DTAC, care trebuie să includă:

1. încadrarea în UTR-ul și zona geotehnică din PUG;
2. confirmarea sau infirmarea, prin investigații de detaliu, a condițiilor generale din PUG;
3. recomandări clare privind soluția de fundare, în acord cu reglementările UTR-ului.

Se recomandă ca RLU să prevadă obligativitatea prezentării unui **aviz geotehnic preliminar** odată cu solicitarea Certificatului de Urbanism. Acest aviz ar avea rolul de a încadra preliminar amplasamentul, de a semnala riscurile majore și de a estima complexitatea investigațiilor necesare. În final, RLU trebuie să întărească rolul verficatorului de proiecte atestat pentru cerința Af, specificând că nicio DTAC nu poate fi acceptată dacă studiul geotehnic și proiectul de infrastructură nu poartă viza acestuia. Fluxul procedural propus este următorul:



1. Solicitantul depune cererea pentru Certificatul de Urbanism (CU) împreună cu avizul geotehnic preliminar.
2. Autoritatea locală emite CU, menționând zona geotehnică și obligația studiului geotehnic complet.
3. Solicitantul comandă Studiul Geotehnic (SG) și Proiectul Tehnic (PT).
4. SG și PT sunt verificate de experți tehnici atestați Af și A1/A2.
5. Documentația completă și verificată (DTAC) se depune pentru obținerea Autorizației de Construire (AC).
6. Autoritatea locală emite AC.
7. La recepția lucrărilor, se verifică conformitatea execuției cu SG și PT.

13. CONCLUZII, SINTEZĂ ȘI MĂSURI PRIORITARE

Acest capitol final consolidează concluziile studiului, ierarhizează măsurile necesare pentru actualizarea PUG și definește un cadru de monitorizare, transformând analiza tehnică într-un instrument pragmatic pentru administrația publică. Demersul se concentrează pe implicațiile strategice și pe pașii concreți care trebuie urmați, răspunzând la întrebarea fundamentală: ce am aflat și ce este de făcut în continuare?

Sinteza de față se bazează pe o revizuire critică a concluziilor din toate capitolele anterioare, corelând problemele identificate cu măsurile propuse. Prin utilizarea matricelor de prioritizare, se structurează și se ierarhizează cunoștințele deja elaborate, fără a aduce date noi, ci oferind o viziune de ansamblu acționabilă.

13.1. Sinteza Rezultatelor și Concluzii Finale

Constatarea fundamentală a studiului este că municipiul Ploiești se dezvoltă pe un substrat eterogen, a cărui înțelegere este esențială pentru o planificare urbană sigură. Analiza a confirmat împărțirea teritoriului în trei categorii de construibilitate, care trebuie să devină pilonul reglementărilor tehnice din viitorul RLU:

1. **Zone favorabile:** Corespund complexului de pietrișuri al teraselor (ex: KILO_CAROURI [X05, Y12], [X06, Y12]), unde terenul este competent și riscurile sunt minime.
2. **Zone construibile condiționat:** Acoperă majoritatea orașului și sunt asociate depozitelor loessoide, unde hazardele dominante sunt tasarea la umezire și caracterul expansiv (ex: [X08, Y09], [X10, Y08]).
3. **Zone cu restricții majore:** Includ luncile râurilor, caracterizate de terenuri slabe, risc de inundații și un potențial ridicat de lichefiere seismică (ex: [X12, Y07], [X12, Y08]).

Studiul a evidențiat interacțiunea complexă dintre hazardele naturale, demonstrând că o abordare de tip "multi-risc" este singura viabilă. Riscul seismic major ($ag = 0,30g$) este amplificat local și poate declanșa lichefierea. Riscul la inundații agravează condițiile geotehnice, iar alunecările de teren sunt condiționate de aceiași factori – apa și seismele. Concluzia este că planificarea urbană trebuie să considere efectele cumulate ale acestor hazarde.

În privința resurselor de apă subterană, s-a constatat o vulnerabilitate semnificativă la poluare, cauzată de factori naturali (adâncime redusă a apei freatice) și antropici (poluare

istorică, rețele neetanșe). Protejarea calității apei subterane devine o prioritate strategică, ce trebuie transpusă în reglementări stricte privind utilizarea terenului, în special prin instituirea și respectarea zonelor de protecție sanitară. Concluzia generală este că dezvoltarea viitoare trebuie să fie un proces adaptativ, orientat spre un model mai compact, care prioritizează regenerarea urbană și abordează cu maximă prudență zonele cu risc.

13.2. Măsuri Prioritare

Pe baza concluziilor finale, se impune un set de măsuri prioritare pentru a fi integrate în PUG și RLU, ierarhizate în funcție de impactul asupra siguranței și coerenței dezvoltării urbane.

Prima și cea mai importantă măsură este **transpunerea hărții de zonificare geotehnică în reglementările RLU**, prin crearea de Unități Teritoriale de Referință (UTR-uri) cu specific geotehnic. Pentru fiecare categorie de zonă (favorabilă, condiționată, cu restricții) se va defini un set clar de reguli tehnice. A doua măsură este **reglementarea strictă a construirii în zonele cu restricții majore**, propunând interdicția de construire pentru locuințe în luncile inundabile și lichefiabile și încadrarea acestor terenuri ca spații verzi sau coridoare ecologice. A treia măsură vizează **întărirea controlului în zonele construibile condiționat**, impunând studii geotehnice aprofundate și condiționarea autorizării de măsuri specifice pentru hazardele identificate. A patra direcție este **protecția resurselor de apă**, prin delimitarea zonelor de protecție sanitară și integrarea acestora în PUG ca zone cu regim special. În final, este esențială implementarea unui **program de monitorizare a riscurilor**, care să includă actualizarea bazelor de date și monitorizarea comportării construcțiilor în zonele sensibile.

Tabelul de mai jos ierarhizează aceste măsuri în funcție de impactul, urgența și fezabilitatea lor.

Măsură Prioritară	Impact	Urgență	Fezabilitate	Referință Capitol
1. Transpunerea zonificării geotehnice în RLU	Foarte Ridicat	Maximă	Ridicată	Cap. 7, Cap. 12

Măsură Prioritară	Impact	Urgență	Fezabilitate	Referință Capitol
2. Restricționarea construirii în zonele cu risc critic	Foarte Ridicat	Maximă	Medie (implică decizii politice)	Cap. 6, Cap. 8, Cap. 12
3. Întărirea controlului în zonele condiționate	Ridicat	Ridicată	Ridicată	Cap. 10, Cap. 12
4. Protecția surselor de apă (instituire ZPS)	Ridicat	Ridicată	Medie (necesită studii suplimentare)	Cap. 9, Cap. 12
5. Implementarea programului de monitorizare	Mediu-Ridicat	Medie	Medie (necesită resurse administrative)	Cap. 13.3

13.3. Recomandări pentru Monitorizare

Pentru a asigura relevanța pe termen lung a PUG, este esențială implementarea unui sistem de monitorizare geotehnică și hidrogeologică, transformând planificarea într-un proces continuu, alimentat cu date actualizate.

Prima componentă a sistemului este **crearea și întreținerea unei baze de date geotehnice centralizate** la nivelul municipiului. Se va institui prin RLU obligativitatea ca o copie a fiecărui studiu geotehnic realizat pentru autorizarea construcțiilor să fie depusă în format digital la autoritatea publică locală. Aceste date vor fi integrate într-o platformă GIS, permițând actualizarea constantă a modelului geologic și geotehnic al subsolului orașului.

A doua componentă vizează **monitorizarea nivelului și calității apei subterane**. Se va extinde rețeaua de foraje piezometrice în zonele critice (ZPS, areale cu risc de lichefiere). Măsurătorile periodice ale nivelului și calității apei vor permite detectarea timpurie a tendințelor de contaminare și calibrarea modelelor de hazard.

A treia componentă este **monitorizarea comportării terenului și a construcțiilor în zonele cu risc ridicat**. În arealele cu potențial de tasare sau cu pământuri expansive, se vor implementa programe de monitorizare topografică de precizie pentru un set de clădiri



reprezentative. Aceste măsurători vor oferi date valoroase pentru calibrarea modelelor de calcul și optimizarea soluțiilor de fundare.

În final, se impune **revizuirea periodică (la 5-10 ani) a hărților de hazard și de zonificare geotehnică**. Pe baza noilor date acumulate, aceste hărți vor fi actualizate pentru a asigura că reglementările urbanistice rămân permanent ancorate în cea mai recentă cunoaștere a condițiilor din teren, menținând PUG-ul ca un instrument viu și relevant.

14. Corelare cu Alte Studii de Fundamentare

Acest capitol final are un rol strategic de integrare, asigurând coerența și sinergia între concluziile prezentului studiu geotehnic și celelalte documentații de fundamentare care stau la baza actualizării Planului Urbanistic General. Constatarea factuală este că o planificare eficientă și rezilientă nu poate fi rezultatul unor analize sectoriale izolate, ci necesită o viziune de ansamblu în care constrângerile și oportunitățile identificate într-un domeniu informează și calibrează propunerile din celelalte. Problema abordată este construirea de punți logice între domeniul geotehnic și tematici precum mobilitatea urbană, dezvoltarea economică, protecția mediului și planificarea infrastructurii edilitare. Consecința este sublinierea interdependențelor și a necesității unui dialog continuu între specialități, fără a impune soluții definitive.

Metodologia de corelare se bazează pe o analiză comparativă a hărților, rapoartelor și propunerilor strategice elaborate în cadrul celorlalte studii de fundamentare. Instrumentele principale utilizate sunt suprapunerile cartografice în mediul GIS și analiza matricială a compatibilităților și conflictelor. Sursele de date esențiale sunt reprezentate de documentele strategice cheie pentru municipiul Ploiești, precum Planul de Mobilitate Urbană Durabilă (PMUD) și Strategia Integrată de Dezvoltare Urbană (SIDU), la care se adaugă studiul de riscuri naturale și studiul de mediu. Ipoteza de lucru este că o corelare proactivă, realizată în faza de elaborare a PUG, este mult mai eficientă decât o încercare de armonizare ulterioară a unor reglementări deja aprobate, dar contradictorii. Limita acestei abordări este dată de gradul de detaliu al studiilor disponibile, corelarea fiind una la nivel strategic.

14.1. Corelare cu PMUD și SIDU

Constatarea factuală este că proiectele majore de infrastructură și direcțiile de dezvoltare economică trebuie să fie fezabile din punct de vedere al condițiilor de teren. Problema este alinierea viziunilor strategice din Planul de Mobilitate Urbană Durabilă (PMUD) și Strategia Integrată de Dezvoltare Urbană (SIDU) cu constrângerile geotehnice. Consecința este că, fără această corelare, există riscul planificării unor investiții publice majore pe amplasamente care se vor dovedi ulterior extrem de costisitoare sau nesigure. Implicația pentru PUG este necesitatea de a utiliza harta de zonificare geotehnică drept un filtru critic în validarea proiectelor strategice.

PMUD propune proiecte de anvergură: noi coridoare de transport, parcuri subterane și pasaje rutiere. Problema este că traseele acestora pot traversa zone cu risc geotehnic ridicat. Un

coridor de transport public care traversează zone cu potențial de lichefiere (ex: luncile din KILO_CAROURILE [X12, Y07], [X12, Y08]) sau cu pământuri sensibile la umezire necesită soluții de fundare speciale, cu costuri semnificativ mai mari. La fel, amplasarea unei parări subterane într-o zonă cu nivel freatic ridicat implică provocări tehnice și costuri de hidroizolare considerabile. Recomandarea este ca, în fazele de studiu de fezabilitate, să se realizeze o analiză comparativă a variantelor de traseu, care să includă criteriul geotehnic ca factor decizional major.

SIDU stabilește direcțiile de dezvoltare economică, propunând noi parcuri industriale și ansambluri rezidențiale. Problema este că amplasarea acestora trebuie să fie compatibilă cu harta de construibilitate. Este contraproductiv să se propună dezvoltarea unui parc industrial, cu construcții grele și trafic intens, într-o zonă cu restricții geotehnice majore (ex: KILO_CAROURI [X09, Y05], [X10, Y05]). Corelarea proactivă permite identificarea celor mai potrivite amplasamente, optimizând costurile și crescând atractivitatea pentru investitori. Orice conflict între propunerile SIDU și zonificarea geotehnică trebuie să declanșeze o reevaluare a strategiei, căutând locații alternative favorabile. Tabelul următor sintetizează principalele interacțiuni.

Proiect Strategic (PMUD/SIDU)	Zonă Geotehnică Traversată/Vizată	Implicații Geotehnice (Sinergii/Conflicte)	Recomandare de Corelare
Coridor nou de transport public (PMUD)	Zone construibile condiționat (PSU) și Zone cu restricții (lichefiere)	Conflict: Risc de tasări diferențiate și necesitatea unor fundații speciale pentru linia de tramvai/troleibuz, costuri ridicate.	Analiza variantelor de traseu care să ocolească zonele cu risc maxim de lichefiere; impunerea unor studii geotehnice aprofundate.
Parcări subterane centrale (PMUD)	Zone construibile condiționat (nivel freatic 2-5m)	Conflict: Costuri ridicate pentru excavații, sprijiniri și hidroizolații; risc de subpresiune.	Realizarea studiilor hidrogeologice de detaliu în faza de fezabilitate pentru estimarea corectă a costurilor.

Proiect Strategic (PMUD/SIDU)	Zonă Geotehnică Traversată/Vizată	Implicații Geotehnice (Sinergii/Conflicte)	Recomandare de Corelare
Parc industrial nou (SIDU)	Zone favorabile (terase) / Zone cu restricții (foste zone industriale)	Sinergie/Conflict: Amplasarea pe terase este optimă. Amplasarea pe foste zone industriale necesită investigații de contaminare și eventual asanare.	Orientarea prioritară a noilor parcuri industriale către zonele geotehnic favorabile; condiționarea reconversiei de studii de mediu și geotehnice.
Ansambluri rezidențiale extinse (SIDU)	Zone construibile condiționat (PSU/expansive)	Conflict: Risc de avariere a construcțiilor și rețelelor dacă nu se aplică măsuri speciale. Costuri suplimentare pentru dezvoltatori.	Includerea în RLU a unor condiții tehnice stricte privind fundarea și managementul apelor în aceste zone; informarea dezvoltatorilor.

14.2. Sinergii și Conflicte cu Studiul de Riscuri Naturale

Constatarea factuală este că analiza geotehnică aprofundată și evaluarea riscurilor naturale (hidrologice, seismice) sunt interdependente. Problema este construirea unei imagini unitare a vulnerabilității teritoriului, în care hazardele sunt tratate în interacțiunea lor complexă. Consecința este că studiul geotehnic detaliază și confirmă riscuri identificate la scară largă (sinergii), dar evidențiază și situații de cumulare a hazardelor (conflicte). Implicația pentru PUG este că reglementările trebuie să se bazeze pe această analiză integrată.

Principala sinergie este că studiul geotehnic oferă detalierea necesară pentru înțelegerea riscurilor macro. Studiul de riscuri poate delimita o zonă ca fiind expusă la hazard seismic; studiul geotehnic identifică arealele cu potențial de lichefiere sau de amplificare a undelor seismice. Studiul de riscuri hidrologice delimitează luncile inundabile; studiul geotehnic analizează impactul saturației cu apă asupra capacității portante. Informațiile geotehnice sunt esențiale pentru calibrarea și detalierea evaluării generale a riscurilor.

Conflictul principal apare din cumularea efectelor. Cea mai periculoasă situație este suprapunerea unor hazarde multiple de intensitate ridicată. O zonă simultan inundabilă, cu potențial de lichefiere și situată într-un areal de amplificare seismică, reprezintă o zonă cu risc critic, unde dezvoltarea urbană ar trebui interzisă. Identificarea acestor "puncte fierbinți" de multi-risc este un rezultat major al corelării studiilor. Regulamentul Local de Urbanism trebuie să preia aceste concluzii și să instituie cele mai severe restricții de construire pentru aceste areale.

14.3. Integrarea cu Analiza de Mediu (SEA)

Constatarea factuală este că o planificare teritorială responsabilă necesită integrarea constrângerilor geotehnice în procesul de Evaluare Strategică de Mediu (SEA). Problema este că deciziile de dezvoltare au un impact potențial asupra mediului, iar SEA este instrumentul procedural prin care acest impact este evaluat. Consecința este că o evaluare de mediu trebuie să fie profund ancorată în realitățile fizice ale teritoriului, deoarece condițiile de teren influențează direct factori de mediu precum calitatea apelor subterane și managementul riscurilor.

Primul punct de integrare este **protecția resurselor de apă subterană**. Harta de vulnerabilitate a acviferelor la poluare, elaborată în cadrul studiului geotehnic, este un input esențial pentru SEA. Aceasta permite evaluarea impactului scenariilor de dezvoltare asupra riscului de contaminare a apelor freatice. Pe baza acestei analize, SEA poate impune măsuri de protecție, poate respinge propuneri de zonificare sau poate condiționa dezvoltarea în zonele vulnerabile de implementarea unor tehnologii avansate.

Al doilea aspect este **managementul riscurilor naturale și tehnologice**. Hărțile de hazard geotehnic (alunecări, tasări, lichefiere) fundamentează capitolul din Raportul de Mediu care analizează riscurile. SEA va evalua în ce măsură propunerile PUG expun populația și mediul la aceste riscuri. Dacă se constată că o propunere de dezvoltare este amplasată într-o zonă cu risc ridicat, SEA poate solicita analiza unor amplasamente alternative sau impunerea unor măsuri de reducere a riscului. Astfel, constrângerile geotehnice devin criterii de mediu în procesul de evaluare strategică.

14.4. Alinierea cu Planificarea Infrastructurii Tehnico-Edilitare

Constatarea factuală este că planificarea, proiectarea și execuția rețelelor de infrastructură tehnico-edilitară sunt direct influențate de condițiile geotehnice și hidrogeologice. Problema

este că ignorarea condițiilor de teren poate duce la alegerea unor soluții tehnice neadecvate, la costuri de execuție mult mai mari și la avarii în exploatare. Consecința este că alinierea cu studiul de specialitate privind infrastructura este crucială pentru o dezvoltare realistă. Implicația pentru PUG este necesitatea de a folosi datele geotehnice pentru a ghida planificarea rețelelor.

Studiul geotehnic oferă informații esențiale pentru planificarea traseelor rețelelor. Se recomandă ca magistralele importante să ocolească zonele cu risc ridicat de alunecări de teren, pământuri foarte compresibile sau umpluturi necontrolate, pentru a preveni deformarea și ruperea conductelor. În zonele cu pământuri agresive chimic, este necesară utilizarea unor materiale speciale, rezistente la coroziune.

Condițiile hidrogeologice au un impact major. În zonele cu nivel freatic ridicat, execuția lucrărilor de pozare a conductelor este mai dificilă și costisitoare, necesitând sisteme de epuismențe. Există, de asemenea, un risc de subpresiune (flotare) a conductelor sau căminelor de vizitare. RLU, pe baza studiului geotehnic, trebuie să impună condiții specifice pentru proiectarea și execuția rețelelor în astfel de zone, pentru a preveni problemele pe termen lung și a asigura durabilitatea infrastructurii.