

Planificarea și utilizarea spațiului urban din subteran / Planning and use of urban underground space

Augustina Stan (1)

(1) Doctorand, Școala Doctorală de Urbanism, Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, București, România

Abstract. The present research aims to define the concept of planning the underground urban space, to establish its use and some fundamental principles in this regard. At the most basic level, the underground provided rock shelters and caves as refuge from harsh climates and mortal enemies, water and mineral reserves, and ambient places to store food. Use of Urban Underground Space has been growing significantly in the world's biggest and wealthiest cities and has been long acknowledged to be important to the urban development agenda: sustainability, resilience, livability, and creating a better urban environment in particular. To meet the growing and growing needs of our urban environment, some of these uses could be moved underground, so that the underground space is a resource for those functions that do not have to be on the surface.

Key words: subsurface, urban underground infrastructure, the underground city, underground planning, level organisations, sustainable underground urbanization.

1. Introducere

1.1 Evoluția utilizării subteranului

La stabilirea unei perspective în utilizarea spațiului urban subteran este benefic să privim la necesitățile și aspirațiile oamenilor, din timpuri străvechi și până în prezent.

Subteranul a reprezentat de a lungul a mii de ani o alternativă pentru desfășurarea activităților umane, spațiu de refugiu sau evadare, loc de depozitare a bunurilor sau exploatare a resurselor, loc pentru expresie artistică și spirituală¹. Adăposturile și peșterile din subteran au furnizat refugii la climatul dur sau contra dușmanilor, rezerve de apă și minerale sau locuri propice stocării de alimente. Unele culturi au făcut din subteran o parte integrantă a vieții cotidiene și a locuințelor lor, precum comunitățile indigene din China, Turcia, Spania și Tunisia ce au ocupat continuu -mai bine de 4.000 de ani- spațiile create de om sub pământ.²

O altă utilizare a subteranului încă din timpuri străvechi a reprezentat-o realizarea construcțiilor militare, ca de exemplu tuneluri ce facilitau fuga în caz de asediu asupra

¹ În peșterile din sudul Franței au fost descoperite picturi și gravuri reprezentând scene de vânatoare care datează estimativ de peste 30.000 ani. Vestigii ale unor temple subterane, cripte și spații de ceremonii se găsesc în nenumărate locuri ale lumii, remarcabilă fiind structura subterană ce datează din perioada 4000b.c. – 2500b.c. Hypogeum din Malta, descoperită în anul 1902 și încadrată în patrimoniul mondial UNESCO în anul 1980, informații disponibile la <https://www.worldheritagesite.org/list/Hal+Saflieni+Hypogeum>

² Un exemplu grăitor sunt „locuințele peșteri” sculptate în pereții verticali ai terenului, provincia Shaanxi, nord-vestul Chinei, unde aprox. 90% din locuitorii mediului rural trăiesc în Yao Dong, informații disponibile la <https://www.world-habitat.org/world-habitat-awards/winners-and-finalists/the-new-generation-of-yaodong-cave-dwellings-loess-plateau/>

orașului sau ascunzători ce asigurau condițiile de trai optime pentru un termen limitat. În ultimele decenii, cercetările arheologice au adus la iveală în subteranul multor orașe europene, precum Paris, Odessa, Napoli sau Roma, rețele de catacombe pe întinderi reprezentative, de zeci, chiar sute de km, adevărate orașe subterane.

Încă din antichitate, inginerii au fost preocupați de desoperirea tehnologiilor de asigurare a sistemelor de alimentare cu apă pentru orașele aflate în expansiune. Prima astfel de construcție este reprezentată de sistemul subteran de alimentare cu apă din Ierusalim, construcție ce datează din perioada 2000-1500 B.C., fiind urmat de tunelul subteran parte din sistemul de asigurare a alimentării cu apă al orașului Eupalinos, insula Samos, Grecia, construit în anul 530 B.C, cu o lungime de 1036 m, funcțional timp de aprox. 1000 ani.³

Astăzi, un mic procent din populația globului trăiește sau lucrează în subteran, o parte considerabil mai mare ocupă ocazional subteranul în scop recreativ (concerte, evenimente muzee, etc.), pentru a parca vehicule și a depozita bunuri, iar mijlocul cel mai frecvent de contact uman cu subteranul este dat de tranzitul prin tuneluri - călătoriile cu metrou, tren, autovehicule și traversarea prin pasaje pietonale.

1.2. Evoluția planificării subteranului

Spațiul urban subteran din marile orașe ale lumii reprezintă o resursă valorificabilă pentru dezvoltarea acelor funcțiuni care nu necesită neapărat poziționare la suprafață.

În ultimii ani, infrastructura importantă a fost plasată în subteran datorită proximității serviciilor, pentru conservarea spațiului suprateran, pentru a oferi securitate și siguranță, protecție la climă, reducerea costurilor și energiei, îmbunătățirea condițiilor de trafic sau pentru diferite alte beneficii estetice. Infrastructurile de transport subteran (străzi urbane subterane, autostrăzi, tunele, transportul public subteran, trenurile subterane, parcări, străzi pietonale), se pot adresa unor multiple provocări de creșterea urbană (congestie în trafic, extinderea urbană). Dacă elementele de infrastructură subterană sunt concepute și planificate optim, infrastructura subterană poate să îmbunătățească calitatea vieții și durabilitatea mai mult decât poate infrastructura de suprafață similară.

Marile proiecte urbane dezvoltate în subteran au pornit de la anumite "nevoi speciale" ale orașului, ca de exemplu congestia traficului în cazul metroului din Londra (1850), condiționări date de climă - care pentru orașe ca Helsinki sau Montreal au determinat construcția unor sisteme de trasee pietonale subterane sau lipsa terenului liber de construcții precum în Singapore sau Japonia.

Arhitectul francez Eugene Henard este primul care utilizează sintagma „orașul viitorului” în relaționare cu spațiul urban subteran, la conferința din Londra „The city of the future”, 1910. George Webster (1914), inginer din Philadelphia, vorbea despre necesitatea planificării „străzilor subterane” fiind preocupat de necesitatea planificării amplasării utilităților în subteran. Alături de Henard, Webster a văzut perspective noi în utilizarea și planificarea spațiului subteran, considerând necesară planificarea unor „străzi subterane”.

³Sammantha *et al.* 2013

Webster clasifica structurile subterane după cum urmează:

1. Conducte de apă, canalizare, petrol, gaz și altele asemenea;
2. Galerii subterane pentru țevi și conducte;
3. „Bolți pietonale” sub trotuare sau extensii ale subsolurilor utilizate în diverse scopuri de interes public;
4. Metroul pentru trafic feroviar de pasageri;
5. Tuneluri de legătură între străzile subterane;
6. Conexiuni între terminalele de transport subteran și clădiri industriale sau de birouri. ⁴

O viziune a dezvoltării orașului în subteran a existat și în cadrul renumitului proiect „Ville Radieuse” al arhitectului Le Corbusier (1924), acesta transmițând principiile dezvoltării centrelor de afaceri printr-o vastă rețea de sisteme de transport subteran care să asigure legături cu cartierele de locuințe. Ceva mai târziu, în viziunea arhitectului francez Edouard Utudjian (1952) este considerat necesar ca „urbanistul să gândească până în adânc” și să includă spațiul subteran în planificarea viitoarelor orașe.⁵

În România, ideea utilizării urbane a spațiului subteran, părea la începutul anilor '30 utopică. Cincinat Sfințescu (1940) vorbea despre posibilele “realizări urbanistice subterane” ca despre o “mare exagerațiune” care conducea la deformarea ideii de urbanism, asociind acest tip de planificare cu o artificializare a vieții și apreciind ca dramatică opțiunea urbanistilor de răspândire a lucrărilor subterane și soluționare a vieții sub pământ. În articolul său Sfințescu aduce însă în prim plan cercetările de la acea vreme în materie de posibilitate a utilizării subsolului din anumite zone ale mun. București, oprindu-se asupra decongestionării circulației și necesitatea construirii unor “garaje publice subterane”, „gări subterane” și studierii posibilității construirii unor artere subterane, traversări subterane ale tramvaielor pe câteva porțiuni din zona centrală; se aduce chiar în discuție “metropolitanul”, văzut însă ineficient la acea vreme prin raportul cost-beneficiu.⁶

Cu toate că Cincinat Sfințescu considera de neconceput urbanismul subteran, în finalul articolului său concluzionează că se poate ajunge la “planul de amenajare subterană”, considerând că în România planurile de amenajare subterană se impun doar în câteva orașe importante. Se remarcă de pe atunci că vocația urbanismului subteran se regăsește în aglomerările urbane, în zonele cu concentrări excesive de populație, dimensiunea și scopul lucrărilor subterane fiind determinate de concentrarea populației de deasupra solului care urmează a fi deservită.

2. Provocări și limitări

Potențialul utilizării spațiului urban subteran a cunoscut o creștere semnificativă în orașele mari și dezvoltate ale lumii, principalii factori determinanți ai utilizării spațiului subteran fiind lipsa terenului liber de construit și necesitatea îmbunătățirii condițiilor de mediu datorate de trafic și poluare.

⁴ Webster 1914

⁵ Admiraal și Suri 2015

⁶ Sfințescu 1940

Așa cum rezultă din practica internațională, în prezent, principalele utilizări ale spațiului urban subteran aduc rezolvări următoarelor tipuri de provocări urbane:

- problemelor de congestie a traficului de călători de la suprateran, prin extinderea infrastructurii de transport urban în subteran (metrou, parcări subterane, străzi urbane subterane, etc.);
- necesității protecției pietonilor la anumite condiții de climă, prin crearea unor rețele de străzi pietonale subterane ;
- utilizării intense a terenului, în cazul zonelor în care nu mai există rezerve de teren la suprateran pentru dezvoltarea unor funcțiuni necesare, complementare funcțiilor existente;
- necesității protecției cadrului natural sau patrimoniului construit, prin evitarea dezvoltării funcțiilor urbane care pot avea efecte negative amplasate adiacent monumentelor, zonele protejate/de protecție;
- în cazul extinderilor urbane, când se reclamă extinderea infrastructurii de transport și utilități publice;
- în cadrul politicii de apărare națională, a zonele de refugiu în caz de război sau calamități naturale.⁷

Pot exista însă multe abordări și o varietate mult mai largă de factori cu impact asupra planificării spațiului urban subteran. Printre acestea se numără principiile și politicile adoptate în ceea ce privește planificarea spațiului subteran, sisteme de sprijin instituțional, legi și reglementări care permit dezvoltarea spațiului subteran.

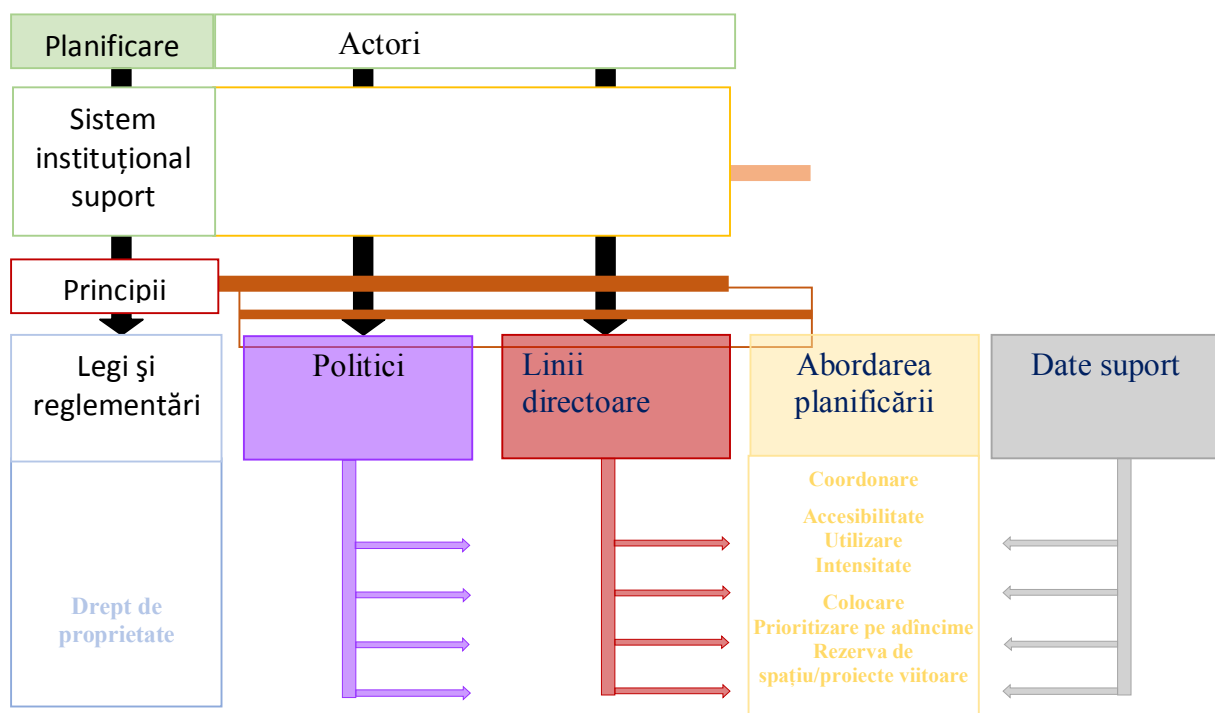


Fig. 1. Aspecte care influențează planificarea spațiului urban din subteran⁸.

⁷ Stones și Heng 2016

⁸ Stones și Heng 2016

Urbanistul trebuie să înțeleagă presiunile utilizării spațiului subteran, iar la planificarea acestuia să țină cont de factori economici și sociali precum obiective de creștere economică, creșterea populației, îmbunătățirea condițiilor de viață, păstrarea patrimoniului și caracterului de suprafață și evaluarea traficului pentru îmbunătățirea conectivităților în oraș. Presiunile pot include deficitul de teren, probleme datorate urbanizării rapide, costuri ridicate ale terenurilor și condiții climatice severe. Orașele mari ale lumii se confruntă în prezent cu mecanisme similare și presiuni datorate procesului de urbanizare, costuri ridicate ale terenurilor, explozie demografică și creștere economică. Acest lucru s-a tradus în tipologii specifice de utilizare a spațiului subteran dezvoltat pentru a satisface aceste nevoi.

Cadrul legal de reglementare al proprietății asupra subteranului este un factor extrem de important în dezvoltarea și planificarea acestuia - dreptul de a deține, de a folosi și de a accesa spațiul subteran atât pentru uz public cât și pentru uz privat. Există abordări diferite în ceea ce privește proprietatea și utilizarea spațiului subteran, însă în majoritatea cazurilor, drepturile de proprietate și utilizare sunt strâns legate de proprietatea și utilizarea suprafeței. Considerația principală ar trebui să fie oferirea de claritate și simplitate în ceea ce privește proprietatea și utilizarea spațiului subteran, care să poate fi întreprinsă în activitate de planificare. Dreptul de folosire a spațiului subteran de sub proprietatea de suprafață, până la o anumită adâncime, ar trebui să permită proprietarului să se extindă, fără însă a afecta proiectele de interes general.

Proprietatea londoneză asupra spațiului urban subteran urmează definiția antică „Cujus est solum ejus est usque ad coelom et ad infernos” care înseamnă „Proprietarul suprafeței deține și cerul și adâncurile” (ITA, 1991). Deși principiul pare clar, există multe excepții de la aceste practici, precum depozitele minerale de cărbune, petrol, gaze, argint și aur și alte resurse potențiale cum ar fi apa subterană. Deși există o reglementare pentru extragerea acestor resurse, drepturile de acces sub proprietatea privată sunt un subiect de dispută.

În Elveția, proprietatea asupra terenurilor se extinde în măsura în care este manifestat un interes general plauzibil (ITA, 1991). Astfel, dreptul de utilizare poate fi fără limită, dar permite și o potențială subdiviziune la adâncime, sub zona de interes general. Acest scenariu, deși este benefic în păstrarea unei posibile subdiviziuni, nu are claritate și lasă loc controverselor și argumentelor.⁹

La Helsinki, și în cadrul altor orașe din nordul Europei, a fost adoptat principiul limitării dreptului de a folosi spațiul subteran; de exemplu: „limita inferioară a dreptului de utilizare/prorietate a fost limitată la adâncimea în care poate fi utilizată tehnic în practici, aceasta înseamnă o adâncime de aprox. 6 m sub nivelul solului” (Vähäaho, 2014). Această profunzime nu este definită în legislația finlandeză, însă este considerată o tradiție. Dacă proprietarul clădirii dorește să se dezvolte la adâncimi mai mari decât aceasta, ar fi necesară o autorizație de construcție specifică (Vähäaho, 2014).¹⁰

Legislativul Japoniei a adoptat o altă abordare proactivă pentru a promova viabilitatea dezvoltării spațiului subteran. Această abordare constă în asigurarea dreptului anumitor dezvoltatori de a folosi spațiul subteran adânc în ciuda proprietății suprafeței. Prin

⁹ Admiraal și Suri 2015

¹⁰ Stones și Heng 2016

promulgarea în 2001 a Legii privind utilizarea subterană profundă, nu mai este necesar ca dezvoltatorii care folosesc „spațiul subteran adânc” să solicite acordul proprietarului de la suprafață. Actul este axat pe zonele metropolitane din Tokyo și Osaka Nagoya. Definiția de „adânc subteran” a fost adaptată pentru a se potrivi condițiilor fizice cunoscute din aceste zone urbane dense (Nishika et al 2007). Singapore a adoptat, de asemenea, abordarea limitării dreptului de proprietate până la un nivel specific.

Potrivit principiilor de drept civil, în România, proprietarul unui teren are drept de proprietate asupra spațiului de deasupra terenului precum și asupra subsolului, cu respectarea limitelor legale, având posibilitatea să construiască deasupra și în subsolul terenului, în condițiile și în limitele determinate de lege – fiind exceptate drepturile terților asupra resurselor minerale ale subsolului, izvoarelor și apelor subterane, lucrărilor și instalațiilor subterane și altora asemenea.¹¹ Excepțiile la care se referă Codul Civil sunt cuprinse în legi speciale - precum Legea apelor, Legea energiei electrice și a gazelor naturale, Legea petrolului, iar potrivit Constituției României, pentru lucrări de interes general, autoritatea publică poate folosi subsolul oricărei proprietăți în schimbul unei despăgubiri prealabile, principiu ce asigură premise favorabile de dezvoltare în interesul general al comunităților.¹²

Dezvoltarea utilizării spațiului subteran poate contribui considerabil la sustenabilitatea urbană, de la energia regenerabilă locală până la coeziunea spațiului urban. Problematika sustenabilității relaționată cu utilizarea spațiului subteran a fost adusă în discuție de J Carmody, RL Sterling – 1993, Sterling (1997), Bobylev(2006, 2011), ITACUS (2010).¹³

Potrivit cercetătoarei de origine chineză Huanqing Li (2013), conceptul de urbanizare sustenabilă în subteran este definit drept „un concept inovativ privind restructurarea urbană și practica de construcție transformațională, care vizează creșterea utilizărilor mixte în centrele urbane, prin mutarea spațiilor în subteran, în vederea eliberării terenurilor de suprafață, protejând în același timp apele subterane valoroase, energia geotermală și geomaterialele.”¹⁴ Relaționat acestui concept este des întâlnit metroul și sunt definite concepte de planificare urbană noi, precum “complex subteran”¹⁵ sau “mega-complex subteran”¹⁶, construcții întâlnite frecvent în centrele marilor orașe din China și Japonia ce reunesc infrastructuri și servicii urbane.

Un alt factor important în planificarea spațiului urban subteran îl reprezintă adâncimea la care se realizează construcțiile, ținând cont de problematici conexe precum costuri, accese, ventilație sau securitate. Cercerările tehnice din domeniu expun o clasificare a solului în „straturi bune de construit”, după cum urmează: două straturi de adâncime mică-medie (0-

¹¹ Codul Civil

¹² Constituția României

¹³ Bobylev 2016

¹⁴ Huanqing 2013

¹⁵ Complexele subterane se întind de regulă pe suprafețe cuprinse între 10.000 mp -20.000 mp, exista mai mult de 200 astfel de complexe în China

¹⁶ Mega complexe subterane- se regăsesc în centrele din marile metropole Beijing și Shanghai; suprafele acestora depășesc 100.000 mp; ex. zona comercială Wangfujing (Beijing) este situată la intersecția a două linii de metrou și reunește căi de comunicații - carosabile și pietonale, parcuri, stații de autobus și metrou, centre comerciale, coridoare de utilități, pe o suprafață de aprox. 600.000 mp

10m și 15m-30m) și două straturi de mare adâncime (30 m-50 m și 50 m-100 m), adâncimea maximă fezabilă până la care se poate construi fiind de 100 m.

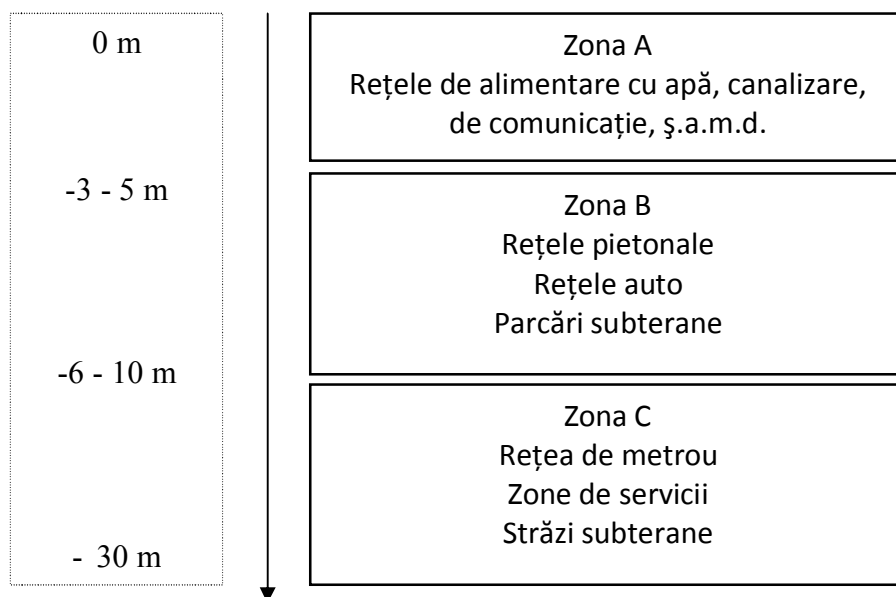


Fig. 2. Principalele straturi din subteran¹⁷.

Accesibilitate către spațiul subteran reprezintă un alt element ce necesită planificare adecvată în raport cu dezvoltarea existentă la sol. Accesul poate fi sub formă de acces pietonal, acces auto, acces de urgență, acces de ventilație, etc. Locația, scara și estetica acestor puncte de acces pot avea un impact semnificativ asupra percepției și succesului rezultat al dezvoltării subterane. Calea de acces ar trebui stabilită din timp prin analiza utilizării propuse și amploarea dezvoltării subterane, arhitectura accesului de la nivelul solului fiind semnificativă asupra impactului perceput față de spațiul urban subteran propus.

La planificarea urbană a spațiului subteran este necesar un instrument de analiză și măsură. Nikolai Bobylev (2015) a scris despre necesitatea măsurării spațiului subteran și despre posibilitatea considerării acestuia ca indicator urban. Într-un studiu de caz, în care a utilizat date cantitative din 8 orașe ale lumii, acesta propunea 3 indicatori în măsurarea spațiului subteran: volum (m³), densitate (m³/m²) și spațiu utilizat/pers.¹⁸

3. Practici internaționale. Masterplanul subteran al orașului Helsinki

Urbanizarea subteranului este benefică în acele zone în care terenul pentru investiții nu mai poate fi achiziționat, iar necesitatea menținerii procentului existent de ocupare la sol cu construcții contrabalansează cu valoarea investiției unui astfel de proiect.

O analiză comparativă a strategiilor de urbanizare subterană din mai multe orașe ale lumii, reprezentative din punct de vedere al istoricului și inovației în domeniul construirii în subteran - Helsinki, Singapore, Hong Kong, Minneapolis, Tokyo, Shanghai și Montreal - a arătat că în toate cazurile analizate a existat o planificare prealabilă a dezvoltării orașelor în subteran, iar la nivelul instituțiilor publice cu atribuții în planificare teritorială și autorizarea

¹⁷ Stones și Heng 2016

¹⁸ Bobylev 2016

construcțiilor sunt constituite departamente speciale, responsabile cu administrarea și planificarea subteranului.¹⁹

Planificarea subteranului în Helsinki a început în anul 1980, când municipalitatea a avut primele inițiative de conservare și de a lua în considerare utilizarea spațiului subteran urban. În decembrie 2004 au fost aprobate principiile de dezvoltare ale planificării subteranului:

- scara de reprezentare a master planului 1:10.000 pentru centrul orașului și 1:20.000 pentru tot orașul;
- master planul conține atât zone de reglementare specifică pentru care se vor putea emite autorizații de construire cât și zone de dezvoltare care vor urma a fi detalitate într-o altă etapă;
- necesitatea unui plan separat cu informații utile pentru gestionarea instalațiilor;
- master planul include spații alocate pentru transport, apărare civilă, sporturi, diverse utilități și echipamente, parcări, depozitare, gestionarea deșeurilor ș.a.m.d.;
- utilizarea în comun a instalațiilor;
- identificarea zonelor funcționale care urmau a fi amplasate în subteran prin eliberarea terenurilor de deasupra solului;
- identificarea zonelor bune de construit pentru obiectivele de interes public.

În aprilie 2005 a fost prezentată public prima versiune a masterplanului subteran al orașului. A urmat o lungă perioadă de consultări publice 2006- 2010, cu modificări și repetate revizuirii ale documentului prin implicarea tuturor actorilor afectați (deținători de rețele, departamente de apărare națională, ș.a.m.d.). În decembrie 2010, consiliul local a aprobat master planul subteran al orașului Helsinki, acesta devenind instrument de reglementare, implementare și direcționare a investițiilor pe termen mediu și lung.²⁰

Master planul subteran al orașului Helsinki include:

- peste 400 de spații subterane și tuneluri existente;
- peste 200 noi locații rezervate pentru proiecte subterane pe termen lung;
- amplasamentul rețelelor de instalații existente și al celor viitoare;
- rezervele de teren sunt reprezentate bidimensional.

La doar doi ani de la aprobarea masterplanului menționat, în Helsinki (2012), se punctau următoarele realizări în planificarea și utilizarea subteranului:

- Spațiu subteran (parcări, infrastructuri, depozite, zone comerciale, etc.) 10,000,000 m³ aprox.1 m² subteran construit/100m² suprateran;
- Peste 400 autorizații de construire emise;
- Tuneluri de utilități - 220 km;
- Tuneluri multifuncționale - 60 km.²¹

¹⁹ Huanqing 2013

²⁰ Vähäaho 2012

²¹ Vähäaho 2012

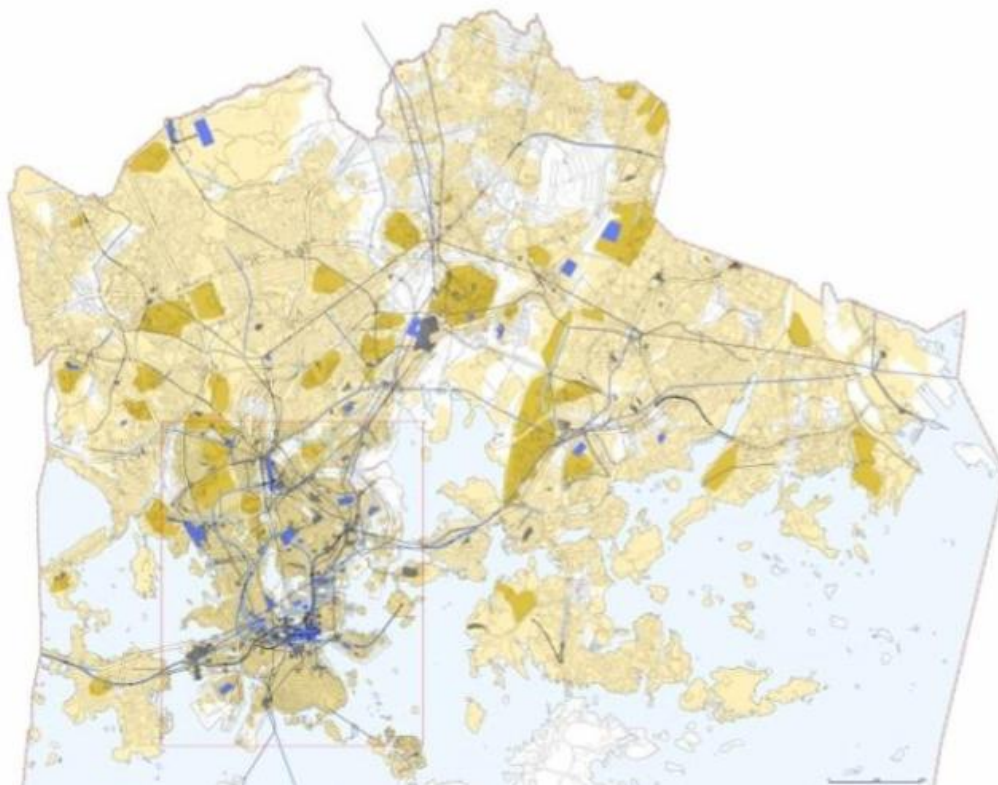


Fig.3. Extras din masterplanul orașului Helsinki.

4. Concluzii

Ținând cont de specificitatea utilizării subteranului comparativ cu rezervele de teren de la suprafață, este necesar ca la momentul stabilirii oportunității dezvoltării unor proiecte în subteran să existe o planificare urbană sustenabilă, respectiv o serie de principii directe de intervenție și reglementări specifice, adaptate spațiului subteran. La planificarea subteranului sunt necesare analize transdisciplinare și propuneri adaptate tuturor condițiilor și oportunităților conferite urmare cercetărilor din teren.

Practicile altor țări în integrarea planificării subteranului cu suprateranul sunt utile în conturarea unor principii generale de planificare în perspectiva viitoarelor dezvoltări urbane subterane din România. Abordarea unei planificări urbane axate pe integrarea viziunilor celor două dimensiuni – sol și subsol – reprezintă o reală provocare a momentului, și necesită reflexie în cadrul colectivelor de urbanști din țata noastră.

Bibliografie

- Admiraal, H. și Suri S.N. (2015), „*Think Deep: Planning, development and use of underground space in cities*”, ISOCARP, ITA/ITACUS
- Bobylev N (2016) „*Tunnelling and Underground Space Technology*”, 55, „*Underground space as an urban indicator: Measuring use of subsurface*”, 40-51
- <https://www.worldheritagesite.org/list/Hal+Saflieni+Hypogeum>

- <https://www.world-habitat.org/world-habitat-awards/winners-and-finalists/the-new-generation-of-yaodong-cave-dwellings-loess-plateau/>
- Huanqing L. (2013) „*An Integrated Strategy for Sustainable Underground Urbanization*”, École Polytechnique Fédérale de Lausanne
- Parlamentul României (2009), „*Codul Civil*”, art. 559, Monitorul oficial, **511**
- Parlamentul României (1991), „*Constituția României*”, art. 42, Monitorul oficial, **767**
- Sammantha L.M. et al. 2013, National Research Council, „*Underground Engineering for Sustainable Urban Development. Washington*”, DC: The National Academies Press., 24-70
- Sfințescu C. (1940), „*Urbanismul – Monitor al Uniunii Orașelor din România*” (nr. 3-4), publicat în *Urbanismul* serie nouă, 16-17
- Stones P., Heng T. Y., „*Underground space development key planning factors*”, „*Procedia Engineering*”, **165**, 343-354
- Vähäaho I. (2012) „*Master Planning for Underground Space Use*”, Seminar despre spațiul urban subteran, https://www.hel.fi/static/kv/Geo/CasePankki/Master_Planning_for_Underground_Space_Use.pdf
- Webster G.S. (1914), „*Subterranean street planning*”, *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, **51**, 200-207