

Ljubljanski Nebotičnik

Stanko Dimnik in drsna potresna izolacija

Lara Slivnik

Uvod

O ljubljanskem Nebotičniku je pisalo že več avtorjev. Nekaj člankov o pripravah na gradnjo, o gradnji in ob otvoritvi Nebotičnika je izšlo v dnevnem časopisu [Slovenski narod, 1930], [Slovenec, 1931], [Slovenec, 1933] ... Strokovni članek o inovativni konstrukciji je napisal inženir Stanko Dimnik, ki je izračunal statiko stavbe in vodil gradnjo [Dimnik, 1933a] [Dimnik, 1933b]. Projektant stavbe, arhitekt Vladimir Šubic, je opisal in s slikami opremil članek, ki je izšel v Kroniki slovenskih mest [Šubic, 1934]. V monografiji o Vladimirju Šubicu je Nebotičniku posvečenih kar nekaj strani [Glažar, Koželj, 1992]. Največ je o Nebotičniku pisal Bogo Zupančič, predvsem z vidika povezave med denarjem in arhitekturo [Zupančič, 2001]. V Zavodu za varstvo kulturne dediščine Slovenije so izdelali konservatorski program za posege v Nebotičnik [Adamič in dr., 2004]. Akademik Peter Fajfar je objavil skrajšani izvirni dokument dovoljenja za gradnjo Nebotičnika [Fajfar, 1995]. S predstavitevijo novosti, ki jih je inženir Stanko Dimnik uporabil pri potresni izolaciji Nebotičnika, je bilo njegovo delo prvič celoviteje predstavljeno mednarodni strokovni javnosti [Slivnik, 2015]. Ta članek predstavlja dolgoročne posledice ljubljanskega potresa in nekatere natečajne rešitve na lokaciji današnjega Nebotičnika. Poudarek je na obravnavi zamisli, od osemnadstropnega poslopja do realizacije trinajstnadstropnega nebotičnika. Posebna pozornost je namenjena opisu temeljenja in predstavitvi inovativne drsne potresne izolacije.

Ljubljanski potres in njegove dolgoročne posledice

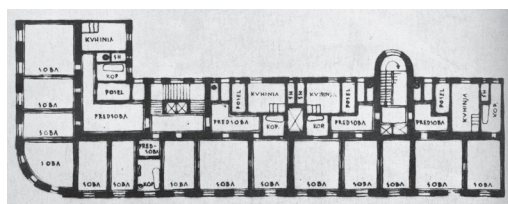
Prebivalci Ljubljane, med njimi sta bila tudi štiriletni Stanko Dimnik (1891–1980) in še ne enoletni Vladimir Šubic (1894–1946), so na velikonočno nedeljo leta 1895 doživeli najmočnejši potres v Sloveniji v zadnjih štirih stoletjih. Tla so se močno stresla 14. aprila 1895 ob 22.17 po lokalnem času, nadžarišče potresa je bilo približno 16 kilometrov vzhodno od Ljubljane, žarišče pa približno 16 kilometrov pod površjem, magnituda je bila 6,1 stopnje po Richterjevi lestvici, intenziteta je dosegla stopnjo VIII–IX po današnji evropski makroseizmični lestvici (EMS). Potres so čutili 350 kilometrov daleč, dosegel je takratno prestolnico Dunaj, dalmatinsko mesto Split ter italijanski mesti Firenze in Assisi. Zaradi potresa je bilo povsem uničenih ali poškodovanih več kot deset odstotkov od 1400 stavb v Ljubljani, ob tem je umrlo sedem ljudi [Kajzer, 1995]. V isti noči je bilo zabeleženih veliko popotresnih sunkov, eden izmed njih je po današnjih ocenah dosegel VII. stopnjo EMS. V naslednjih dneh so našli okoli sto popotresnih sunkov, zadnji sunek več kot štiri leta pozneje.

Kljub hipnemu katastrofalnemu učinku potresa so bile dolgoročne posledice pomembne za razvoj mesta in dežele. Nov varnostni gradbeni predpis za Ljubljano in celotno Kranjsko, takratno kronsko deželo Avstro-Ogrske, je bil uveden leta 1896. Uveljavil je pravilo, ki je omejevalo vse nove stavbe na največ štiri nadstropja nad pritličjem, pri čemer so vmesna nadstropja predstavljala polna nadstropja [Stavbinski red za mesto Ljubljana, 1896]. Profesor kemije in naravoslovja na Realni gimnaziji Albin Belar je septembra 1897 postavil prvo potresno opazovalnico na ozemlju tedanje habsburške monarhije. V kleti stavbe na Vegovi ulici je začel sistematično preučevati in opazovati potresne aktivnosti v Sloveniji in širše. S svojimi natančnimi instrumenti je med drugim zaznal katastrofalni potres, ki je aprila leta 1906 prizadel San Francisco [Vidrih in Mihelič, 2010]. Še pomembneje pa je, da je popotresna obnova sovpadala s splošnimi družbenimi, gospodarskimi in političnimi spremembami na Kranjskem [Orožen Adamič, 1995]. Leta 1896 potrjeni splošni regulacijski načrt je v desetletju po potresu Ljubljano iz mesta z okoli 31.000 prebivalci in značilno nemško pokrajinsko podobo spremenil v moderno središče poznejše Slovenije. Leta 1921 so v Ljubljani našli nekaj nad 53.000 prebivalcev [Pipp, 1935]. Po začetnem osredotočanju na širitev mesta okoli Miklošičeve ulice je začelo v dvajsetih in tridesetih letih prejšnjega stoletja nastajati novo mestno središče okoli Dunajske ceste (današnje Slovenske ceste), kjer so zgradili številne ambiciozne gradbene projekte. Med njimi je najbolj izstopal Nebotičnik, ki je bil zaradi načrtovane višine in slabih nosilnih tal najzahtevnejši gradbeni podvig do takrat.

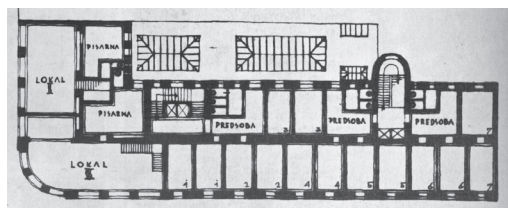
Natečaj za izdelavo idejnih načrtov

Nekdanja Dunajska cesta (današnja Slovenska cesta) je svojo moderno podobo začela dobivati takoj po prvi svetovni vojni. Stavbo Ljubljanske kreditne banke, v kateri je danes Banka Slovenije (Slovenska cesta 35), so gradili v letih 1920–23. Po prvotnem načrtu naj bi stavba banke zavzemala celotno parcelo ob Dunajski cesti z vogalom na Aleksandrovo cesto (današnja Cankarjevo cesto) in na Gajevo ulico (današnja Štefanovo ulico). Danes se stavba banke z jugozahodno fasado nadaljuje na parceli nekdanje Aleksandrove ulice (današnje Cankarjeve ceste), kjer so zgradili palačo Viktorija (1931), s hišno številko 4, in ob njej še palačo Dunav (1931) s številko 6. Na zemljišču, kjer danes stoji Nebotičnik, je bil prvotno načrtovan še severozahodni trakt Ljubljanske kreditne banke, ki pa ni bil zgrajen. Nezazidano parcelo je kupil Pokojninski zavod, na njej so v letih 1930–1933 sezidali Nebotičnik.

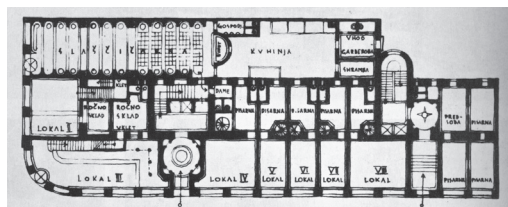
Arhitekt Vladimir Šubic se je z zamisljo za visoko in prepoznavno stavbo začel ukvarjati že v času diplome v Pragi leta 1922 in nadaljeval v začetku službovanja na Tehniški srednji šoli v Ljubljani [Zupančič, 2001]. Na Tehniški srednji šoli je bil profesor tudi gradbeni inženir Stanko Dimnik. Po zapisih sodeč [Filipič, 1973], je arhitekt Šubic že leta 1922 ali 1923 spraševal inženirja Dimnika o možnostih realizacije nebotičnika v armiranobetonskem skeletu. Inženir Dimnik je opogumil arhitekta Šubica v njegovi viziji, navkljub takrat še veljavni omejitvi gradnje z avstro-ogorskimi gradbenimi predpisi. Ti so v 37. členu določali število nadstropij in višino stavb: »Vsaka ob cesti ali ulicah nanovo zidana hiša sme nad pritličjem imeti največ štiri nadstropja, pri čemer je tudi polnadstropja šteti za nadstropja. Višina poslopij ne sme od cestnega nivoela do glavnega okrajkovnega robu, če se meri od najvišje točke trotoarja, znašati več nego 5/4 cestne širine in ne sme presežati 20 m.« [Stavbinski red za mesto Ljubljana, 1896, 32–33]. S tem členom je bila torej višina vseh stavb v mestu omejena na štiri nadstropja in na največ 20 metrov od nivoja pločnika do napušča. Arhitekt Šubic se je 1. aprila 1936 zaposlil v ljubljanskem Mestnem gradbenem uradu kot mestni stavbni komisar in svetnik [Zupančič, 2001]. Prvi načrt preveritve zazidave prazne parcele na vogalu Dunajske (današnje Slovenske) ceste in Gajeve (današnje Štefanove) ulice je za Pokojninski zavod naredil avgusta 1929, ko je na parcele ob Gajevi ulici umestil enotno petnadstropno pisarniško-stanovanjsko stavbo z zaobljenim vogalom (Sl. 1, 2, 3) [Zupančič, 2001]. V drugem preveritvenem načrtu je vse parcele na južni strani Gajeve ulice, med Dunajsko cesto in Beethovnovno ulico, s skupno dolžino 90 metrov, razdelil na tri petnadstropne objekte, le vrh vogalnega objekta z Dunajsko cesto (na mestu današnjega Nebotičnika) je pomaknil navznoter, saj je na tem mestu predvidel postavitev plastike (Sl. 4, 5, 6) [Glažar, Koželj, 1992]. Višina stavb v obeh Šubičevih načrtih ni presejala petih nadstropij, kolikor je bila visoka tudi sosednja, že zgrajena stavba Ljubljanske kreditne banke. *Pokojninski zavod za nameščence v Ljubljani* je januarja leta 1930 razpisal "natečaj za izdelavo idejnih načrtov za stanovanjsko in poslovno hišno skupino na parceli Pokojninskega zavoda v Ljubljani" med Dunajsko cesto, Gajevo ulico in Beethovnovno ulico (oziroma današnje Slovensko cesto, Štefanovo in Beethovnovno ulico). Kljub kratkemu roku za oddajo predlogov, do 3. marca leta 1930, so dobili 30 idejnih načrtov. Komisija prve nagrade ni podelila, saj je prevladalo mnenje, da noben izmed prispelih predlogov ne ustreza popolnoma razpisnim zahtevam. Kakšne



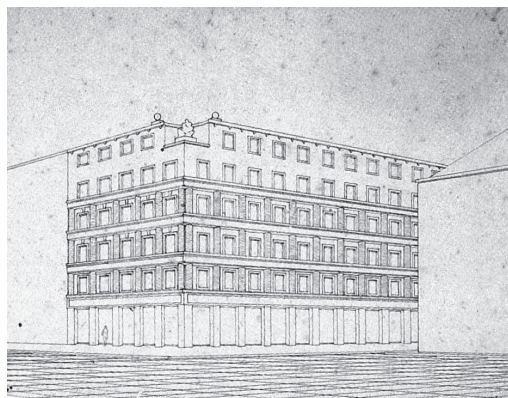
1



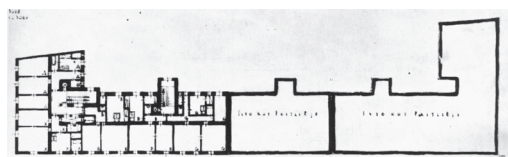
2



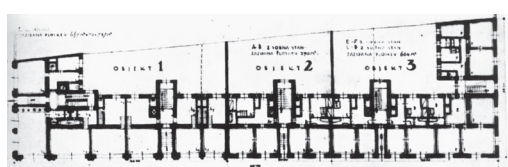
3



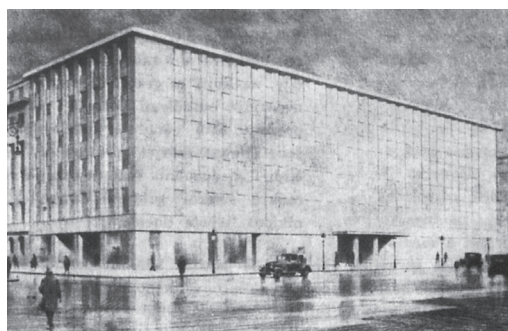
4



5



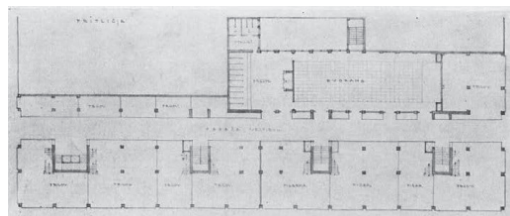
6



7



8



9



10

Sl. 1, 2, 3: Vladimir Šubic: prvi preveritveni načrt – tloris stanovanjskega nadstropja (1), poslovnega nadstropja (2) in pritličja (3) (1929) [Glažar, Koželj, 1992: 82].

Sl. 4, 5, 6: Vladimir Šubic: drugi preveritveni načrt – perspektiva (4), tloris nadstropja (5) in pritličja (6) (1929) [Glažar, Koželj, 1992: 83].

Sl. 7: Mladen Kaulzarić: natečajni predlog – perspektiva (1930) [Zupančič, 2001: 56].

Sl. 8, 9: Stjepan Planić: natečajni predlog – perspektiva (8) in tloris pritličja (9) (1930) [Arhitektura, 1931: 14].

Sl. 10: Neznani avtor: perspektivna skica [Zupančič, 2001: 51]

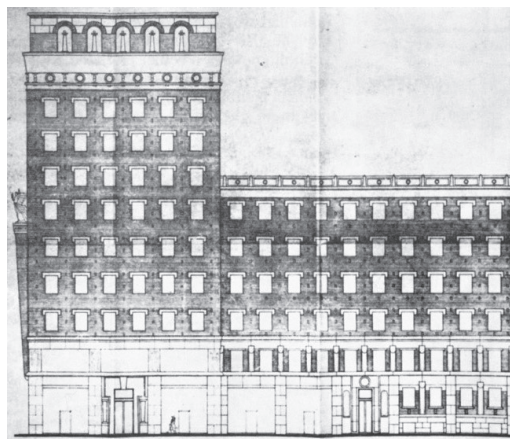
so te bile, danes ni znano. Prav tako niso ohranjeni nagrajeni predlogi. Podelili so tri enakovredne nagrade [Zupančič, 2001]. Eno izmed nagrad je prejel arhitekt Ivan Vurnik (1884–1971), takrat eden od le dveh profesorjev na arhitekturnem oddelku Tehniške fakultete. Drugi nagrajeni predlog sta skupaj poslala arhitekta Ivo Spinčič (1903–1985) in Jože Mesar (1907–2002), ki sta oba končala študij arhitekture na Akademiji za uporabno umetnost na Dunaju pod vodstvom arhitekta Petra Behrensa. Tretji nagrajeni projekt sta načrtovala študenta Milan Sever (1904–1962) in Bojan Stupica (1910–1970), ki sta pod mentorstvom Jožeta Plečnika študirala na arhitekturnem oddelku ljubljanske Tehniške fakultete. Po trenutno znanih podatkih sta se ohranila le dva natečajna predloga, ki nista bila nagrajena in sta bila oba delo zagrebških arhitektov: prvi predlog (Sl. 7) je poslal Mladen Kaulzarić (1896–1971), drugega (Sl. 8, 9) mladi Stjepan Planić (1900–1980) [Zupančič, 2001].

Zgradba osemnadstropnega posloplja

Po zaključku natečaja je Jože Plečnik (1872–1957), takrat že vodilni arhitekt v Ljubljani in profesor na Tehniški fakulteti, predlagal, naj bo vogalna stavba visoka osem nadstropij in naj s svojo višino izstopa nad okoliškimi petnadstropnimi hišami. Nad idejo osemnadstropne stavbe so bili pri Pokojninskem zavodu za nameščence v Ljubljani navdušeni in so zato 6. maja 1930 napisali Mestnemu magistratu v Ljubljani pismo. V njem so zaprosili za »principijelno stavbno dovoljenje« in se pri tem sklicevali na »genijalen domislek mojstra Plečnika«, da bi bilo mogoče »na vogalu Dunajske ceste in Gajeve ulice iz estetičnih in gospodarskih razlogov postaviti močno vogalno stavbo, in sicer nekaj stolp z 8 nadstropji. Stavba bi imela kvadratni tloris s stranicami širine stavbne parcele ob Dunajski cesti, to je 19,20 m. Višina bi znašala cca 32 m. S to višino bi se poslopje Kreditne banke pravilno zaključilo ter bi cel blok ob Dunajski in Aleksandrovi cesti, Gajevi in Beethovnovi ulici dobil izrazit zaključek. Nadaljnja stavba v Gajevi in Beethovnovi ulici bi

pa bila 5- oziroma 4-nadstropna.« [arhiv ZAL]. Prošnji so priložili tudi »skico študije zazidave«, ob kateri so izrecno poudarili, da označuje le stavbne mase in da fasada še ni definirana. Skica danes ni ohranjena v arhivu ZAL, a zelo verjetno gre za perspektivno skico neznanega avtorja (Sl. 10), objavljeno v knjigi o povezavi med Nebotičnikom in denarjem [Zupančič, 2001].

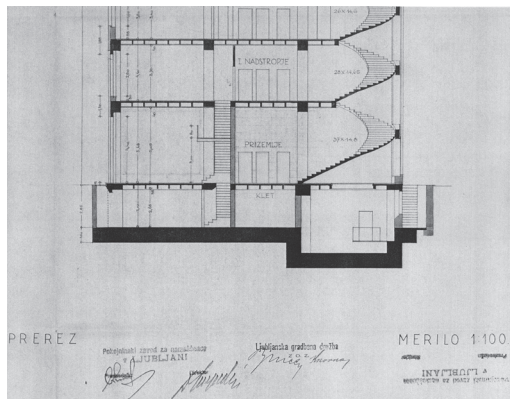
Magistrat glavnega mesta Ljubljane je 21. maja 1930 odgovoril, da zazidava vogala »sicer ne odgovarja predpisom veljavnega stavb. reda za Lj., vendar mestni magistrat ljublj. kot stavbno oblastvo prve stopnje iz javnih ozirov principijelno nima pomislekov proti projektnemu načinu zazidave. O izdaji stavbne dovoljenja pa bo mogoče razpravljati šele na podlagi presoje detajlnih načrtov in posebne prošnje zanje.« [arhiv ZAL]. S tem so dali arhitektom skupaj z gradbenimi inženirji priložnost, da proučijo možnost graditve poslopja, ki bi bilo višje od petih nadstropij. Pokojninski zavod za nameščence je 23. junija 1930 na Magistrat glavnega mesta Ljubljane naslovil prošnjo za izdajo gradbenega dovoljenja. Magistrat je 28. julija 1930 načrte odobril pod dodatnimi pogoji, med njimi je omenjena tudi potresna izolacija: »Višina suterenskega stanovanja mora biti v svetlobi vsaj 3,15 m ter mora najmanj polovica segati nad teren. Suterenske prostore, temeljno zidovje, je temeljito izolirati horizontalno in vertikalno. Za vse konstrukcije iz železobetona kakor tudi za vse železne traverze je predložiti mestnemu gradbenemu uradu statične račune pred pričetkom dotičnega dela in armaturni načrt. Temelje je postaviti na raščen teren; dopustna obremenitev se bo določila s poizkusno obremenitvijo na 5-kratno varnost.« [arhiv ZAL]. Temu sledijo še odstavki o oblikovanju fasad, saj predlagane fasade »ne odgovarjajo estetičnemu okusu z ozirom na sosednjo stavbo ljubljanske kreditne banke«, prezaščevanju, zahtevah med gradnjo, pridobitvi uporabnega dovoljenja in tudi o zahtevah mejaša, Ljubljanske kreditne banke. Začasno gradbeno dovoljenje za osemnadstropno stavbo je mestna uprava torej izdala 28. julija 1930.



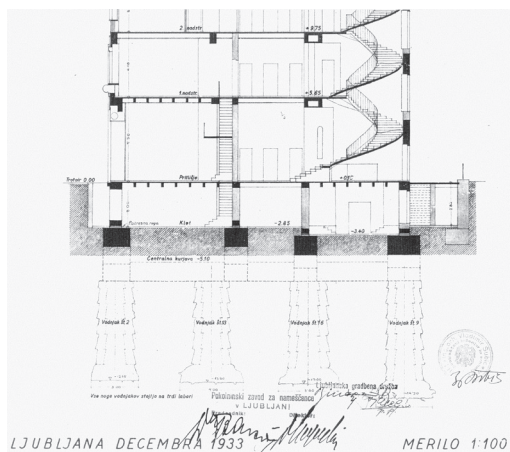
11



12



13



14

Sl. 11, 12: Načrt fasade ob Gajevi ulici (11) (28. 7. 1930) z detajlom (12) [arhiv ZAL].

Sl. 13, 14: Prvotno načrtovana temeljna plošča (28. 7. 1930) (13), načrt vodnjakov in izolacijske rege (14) [arhiv ZAL].

Nebotičnik z desetimi nadstropji

Ohranjeni so tudi z odlokom istega dne, 28. julija 1930, odobreni načrti (Sl. 11, 12). Arhitekt na načrtih ni naveden, žigosani in podpisani so s strani Pokojninskega zavoda za nameščence in Ljubljanske gradbene družbe [arhiv ZAL]. Nepodpisani arhitekt (delo se pripisuje Vladimirju Šubicu) je razvijal Plečnikovo zamisel o osemnadstropni stavbi in še dveh petnadstropnih stavbah ob današnji Štefanovi ulici. Oblikovanje fasad kaže na z opeko in kamnitimi kladami obloženo stavbo ter zelo spominja na Plečnikovo cerkev srca Jezusovega v Pragi, ki je bila takrat v gradnji. Ideja skice Plečnikove osemnadstropne stavbe je (tudi dobesedno) nadgrajena: poleg pritličja in osmih nadstropij je načrtovano še visoko podstrešje, z nižjo etažno višino in ravno streho, ter nad njim pokrita terasa, ki nima zastekljenih okenskih odprtín. Tako je načrtovana stavba pravzaprav dobila deset nadstropij, njena višina nad terenom je bila 43 metrov. Vladimir Šubic je odpovedal službo na Mestnem gradbenem uradu in se 1. avgusta 1930 zaposlil kot arhitekt in načelnik gradbenega oddelka pri Pokojninskem zavodu. S tem je postal polno odgovoren za gradnjo Nebotičnika.

A 16. avgusta 1930 je na Mestno načelstvo prišlo pismo, ki so ga poslali s Kraljevske banske uprave Dravske banovine. V njem so zahtevali dokaze o statični varnosti Nebotičnika, saj so »po še veljavnem gradbenem redu v Ljubljani dopuščena le štirinadstropna poslopja z maksimalno višino 20 m, vendar osnutek novega gradbenega zakona po novodobnih načelih ne ovira prostega razmaha modernih gradbenih metod, prepuščajoč določitev višine poslopij regulacnemu in zazidalnemu načrtu. Z ozirom na to ne bi bilo načelnih pomislekov proti gradnji projektiranih visokih poslopij, pomisliti pa je treba, da leži Ljubljana na potresnem ozemlju, vsled česar je vsekakor potrebno, da graditelj odnosno mestno načelstvo, ki je izdalo gradbeno dovoljenje, dokaže statično upravičenost teh zgradb, zlasti z ozirom na kakovost tal, po možnosti pa tudi, da dinamični momenti v slučaju potresnih sunkov poslopjem in varnosti njunih prebivalcev ter okolice ne bi bili nevarni. Mestno načelstvo izvoli torej nemudoma predložiti vse z zgoraj opisanimi dokazili opremljene spise, ki se nanašajo na navedeni dve zgradbi.« [arhiv ZAL].

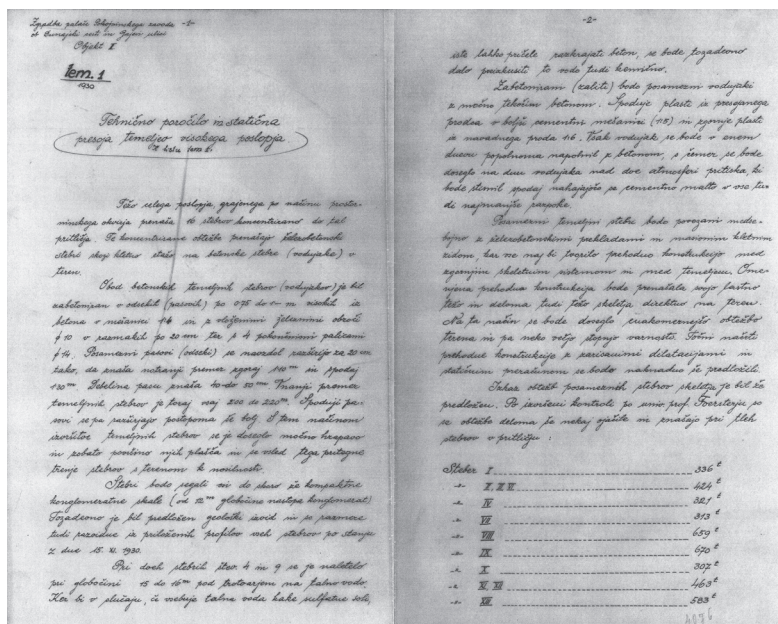
Ker je bila globinska sestava tal, na katerih so želeli zgraditi stavbo, razmeroma neznana, je Pokojninski zavod za nameščence dal sondirati teren s poskusnim vrtnanjem. Delo sta nadzorovala dva univerzitetna profesorja, prvi je bil gradbeni inženir Jaroslav Foerster (1875–1946), in drugi geolog dr. Karel Hinterlechner (1874–1932), takratni dekan Tehniške fakultete [Dimnik, 1933a]. Po končani raziskavi terena so izsledke strnili v dveh neodvisnih geoloških mnenjih. Prvo mnenje je podpisal dr. Hinterlechner, drugo geolog dr. Ivan Rakovec (1899–1985) [Dimnik, 1933a]. Ugotovitve obeh geologov so bile podobne. Do treh metrov pod nivojem tal se nahajajo arheološke najdbe iz različnih časovnih obdobij: na tem mestu je bilo v 19. stoletju avstrijsko vojaško skladišče, ki so ga po potresu zaradi požkodb porušili; pred tem je bila v istem poslopju vojaška bolnišnica, ki je nasledila samostan klaris, razpuščen leta 1782; našli so ostanke zasutega srednjeveškega vodnjaka; odkrili so tudi grobišče iz obdobja Rimljanov. Pod temi sloji

arheoloških najdb je bil teren na različnih delih razmeroma majhne parcele zelo raznolik. Na južnem delu parcele je bilo najprej več metrov gramoza in peska, pod njima ilovica in na globini od 10 do 16 metrov pod nivojem tal konglomeratna skala. Na severnem delu je ilovnat zasip, pomešan s prodniki, segal do globine 15 metrov in nato prešel v konglomeratno skalo [Dimnik, 1933a].

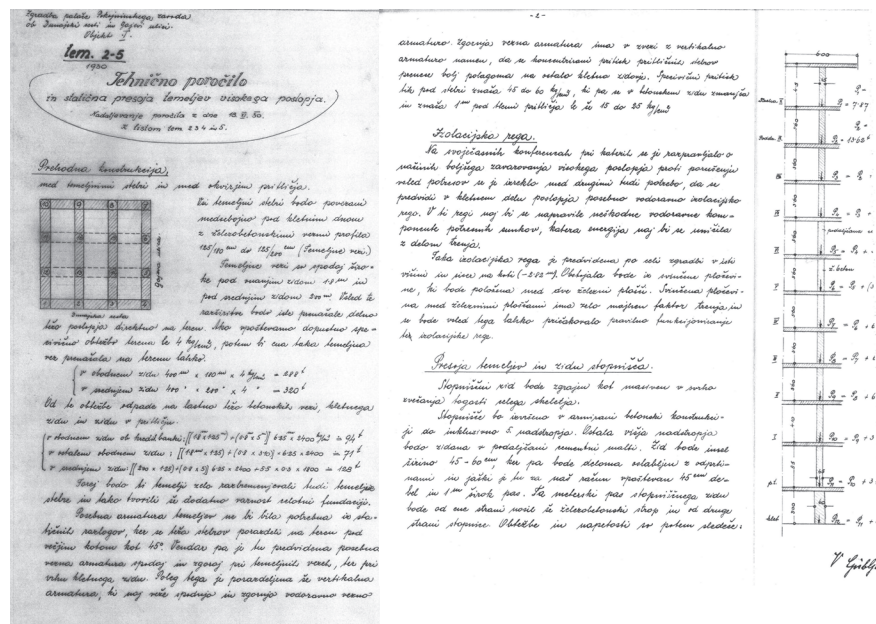
Na gradbišču so 23. oktobra 1930 organizirali posvet inženirjev različnih strok o gradnji stavbe in pridobili več mnenj o potresni varnosti Nebotičnika. Prav ta mnenja povzema ban dr. Drago Marušič v 14. aprila 1931 izdanem gradbenem dovoljenju [arhiv ZAL].

Pri tem je treba poudariti, da so bila mnenja o načinu temeljenja deljena. Prvotno so želeli narediti 1 meter debelo armiranobetonsko temeljno ploščo tik pod kletnimi prostori (Sl. 13). Zaradi različne zgradbe terena so se inženirji zbal, da bi se celotna stavba lahko nagnila. Inženir profesor Jaroslav Foerster je zato svetoval, »da bi se neenakomernost tal izenačila s komprimiranjem terena s pomočjo pnevmatično vtisnjenih pilotov po patentu "Wolfsholz"« [Dimnik, 1933a, 130]. Pridobili so tudi ponudbo za takšen sistem temeljenja. Inženir Dimnik je predlagal drugo rešitev, »fundacijo s temeljnimi stebri (Brunnenfundierung, Pfeilenfundierung). Ta sicer že stari način fundiranja je bil tu umesten ne samo z ozirom na geološke prilike in nizki nivo talne vode, temveč predvsem tudi z ozirom na dejstvo, da bi se isti izvršil samo z domačimi gradbenimi močmi in materialom ter mnogo nižjo gradbeno vsoto.« [Dimnik, 1933a, 130]. Podoben sistem so uporabili nemški inženirji pri gradnji nebotičnika v Kölnu.

Ponovni ogled gradbene jame so imeli ljubljanski inženirji, pod vodstvom gradbenega inženirja Stanka Dimnika, 8. novembra 1930. Časopis Slovenski narod je v članku z naslovom *Prvi ljubljanski nebotičnik – imel bo prav za prav 10 nadstropij in bo varen pred morebitnimi potresnimi sunki* o srečanju podrobno poročal [Slovenski narod, 1930]. Med drugim je v članku prvič izrecno omenjen način horizontalne izolacije (Sl. 14): »Strokovnjak za železobetonsko ing. Dimnik je najprej zbranim obrazložil projekt nebotičnika in geološke prilike terena. Prvotno so nameravali zbetonirati pod vsem nebotičnikom železobetonsko fundamentno ploščo« ... »Gradnja stebrov do skale pa je zvezana z velikimi težkočami, predvsem vrtnanje "vodnjakov", ki jih je pri nebotičniku 16 v štirih vrstah po štirje« ... »Vodnjake bodo izpolnili z armiranim betonom, z čimer je delo pri fundamentih končano« ... »Da bo nebotičnik poleg stabilnosti varen tudi pred eventualnim potresnimi sunki, ga bodo takorekoč prerezali v horizontalni smeri na dva dela, ki bosta drug od drugega ločena z jeklenimi in svinčnimi ploščami; pri potresu so najnevarnejši horizontalni sunki, ker niso stavbe pred njimi zaščitene, dočim vertikalni ne pridejo v poštev, ker so stavbe statično varne. Da se učinki horizontalnih potresnih sunkov uničijo, ali da se parirajo, se nebotičnik pri tleh pritličja takorekoč izolira najprej z jeklenimi ploščami, na katere polože svinčene, na te pa zopet jeklene; pri horizontalnem potresnem sunku bi nastalo med jeklenimi in svinčeno ploščo trenje (drgnjenje), za katero bi se porabila vsa energija sunka tako, da bi stabilnosti nebotičnika ne škodoval. Za uresničenje te zamisli se še niso odločili.« ... »Nebotičnik bo zidan tik ob palači



15



16

Kreditne banke in novi palači, vendar pa ne bo z njima zvezan, med palačo v Gajevi ulici in njim bo takozv. diletacija (presledek) tako, da se bo lahko vsaka zgradba posebej sesedala ali "dihala".« [Slovenski narod, 1930, 1].

V Zgodovinskem arhivu Ljubljane je ohranjen tudi dokument z naslovom *Tehnično poročilo in statična presoja temeljev visokega poslopja*, ki ga je 18. novembra napisal inženir Stanko Dimnik (Sl. 15). V uvodnem delu kratko opiše težo poslopja: »Težo celotnega poslopja, grajenega po načinu prostorninskega okvirja, prenaša 16 stebrov koncentrirano do tal pritličja. Te koncentrirane obtežbe prenašajo železobetonski stebri skozi kletno etažo na betonske stebre (vodnjake) v teren.« [arhiv ZAL, VI]. V nadaljevanju tehničnega poročila je opisano betoniranje temeljnih stebrov (vodnjakov), njihova globina in posebnosti, ki so se zgodile med delom. Dodan je tudi izračun betonskih temeljnih stebrov.

Šele 17. februarja 1931 je bil oddan tudi drugi del z naslovom *Tehnično poročilo in statična presoja temeljev visokega poslopja* [arhiv ZAL, VI], ki je nadaljevanje pravkar omenjenega dokumenta (Sl. 16). V njem inženir Dimnik opiše prehodno konstrukcijo med temeljnimi stebri in med okvirjem pritličja. Posebno mesto ima v poročilu izolacijska rega: »Na svoječasnih konferencah, pri katerih se je razpravljalo o načinih boljšega zavarovanja visokega poslopja proti porušitvi vsled potresov, se je izreklo med drugimi tudi potrebo, da se predvidi v kletnem delu poslopja posebno vodoravno izolacijsko rego. V ti regi naj bi se napravile neškodne vodoravne komponente potresnih sunkov, katera naj bi se uničila z delom trenja. Taka izolacijska rega je predvidena po celi zgradbi v isti višini, in sicer na koti (-2,82 m). Obstajala bode iz svinčene pločevine, ki bode položena med dve železni plošči. Svinčena pločevina med železnimi ploščami ima zelo majhen faktor trenja in se bode vsled tega lahko pričakovalo pravilno funkcioniranje te izolacijske rege.« [arhiv ZAL, VI].

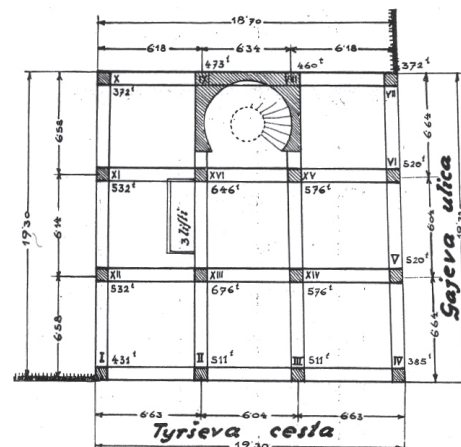
Obtežbo, ki jo nosijo temelji, in dimenzije vodnjakov je določil gradbeni inženir in profesor na Tehniški fakulteti, Jaroslav Foerster. Ker jugoslovanskih gradbenih

predpisov za tako visoke stavbe ni bilo, so se slovenski gradbeni inženirji opirli na nemške gradbene predpise [Slovenski narod, 1930]. Vse statične izračune je izdelal gradbeni inženir Stanko Dimnik, vse armaturne račune in načrte je kontroliral inženir Foerster, statiko pa posebej še gradbeni inženir Julij Gspan. Nosilna konstrukcija je tudi prvi v državi zgrajeni armiranobetonski okvir, s predelnimi stenami iz betona in opeke. Poudariti je treba, da so bili vsi statični izračuni še vedno predvideni in računani za klet s pritličjem, z osmimi nadstropji, s podstreho, ki ima tokrat že enako višino kot ostala nadstropja, ter s pokrito teraso. Torej deset nadstropij (Sl. 17, 18). Celotna višina stavbe nad terenom je bila 42,9 metra.

Tudi izvirni primarni dokument Gradnja desetnadstropne visoke hiše Pokojninskega zavoda na vogalu Dunajske ceste in Gajeve ulice, ki ga je podpisal ban dr. Drago Marušič in ga poslal Mestnemu načelstvu dne 14. aprila 1931 s številko V-N. 2597/1, hrani Zgodovinski Arhiv Ljubljana [arhiv ZAL, VI]. Povzel ga je tudi akademik Peter Fajfar v članku Ljubljanski Nebotičnik [Fajfar, 1995]. »Ob povratku vseh spisov in načrtov obveščam mestno načelstvo, da sicer smatram gradnjo prekomerno visokih hiš v Ljubljani, ki leži na potresnem ozemlju in ki ima sredi mesta še mnogo nezazidanih parcel, za nepotrebno in neekonomično, posebno ako gre za objekte javnih institucij, vendar pa v načelu ne nasprotujem spremembi regulacijskega in zazidalnega načrta za mesto Ljubljana s tem, da se dovoli gradnja desetnadstropne visoke hiše Pokojninskega zavoda na vogalu Dunajske ceste in Gajeve ulice, to pa pod sledečimi pogoji: 1.) Poslopje mora biti fundirano na živi skali. 2.) Masivno kletno zidovje je ločiti od gornjih zidov z dvema legama 2,5 mm močne cinkove ali železne pločevine ter položiti med nje lego 2,5 mm močne pločevine iz svinca. Pod in nad lege iz cinkove oziroma železne pločevine, oziroma med svinčeno pločevino in obe legi cinkove pločevine je namestiti po 2 mm močno asfaltno lepenko, ki jo je napram cinkovi oziroma železni pločevini dobro izolirati s tekočim asfaltom. Ob zunanjih kletnih zidovih, t.j. ob nezazidanem obodu, je tako na cestni kot na dvorišni strani v razdalji 10 cm zgraditi dilatacijske



17

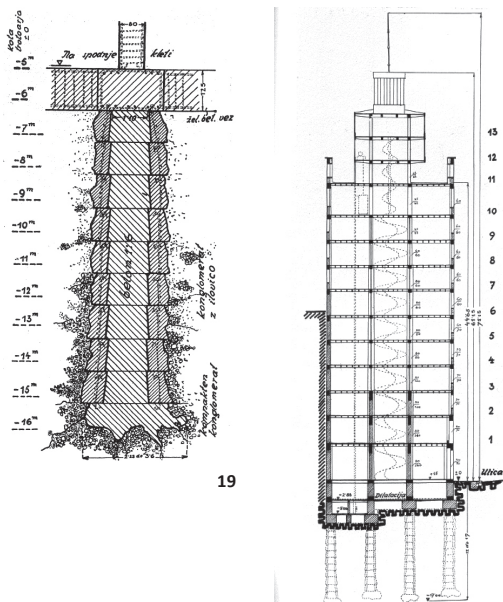


18

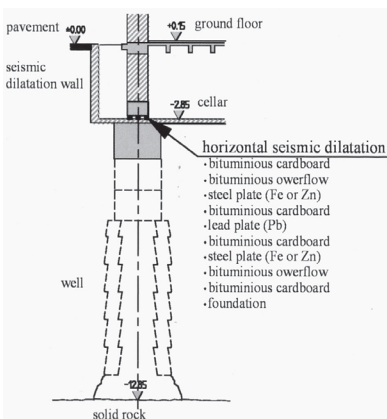
Sl. 13, 14: Prvotno načrtovana temeljna plošča (28. 7. 1930) (13), načrt vodnjakov in izolacijske rege (14) [arhiv ZAL].

Sl. 15, 16: Tehnično poročilo in statična presoja temeljev visokega poslopja, prvi del (15), drugi del (16) [arhiv ZAL].

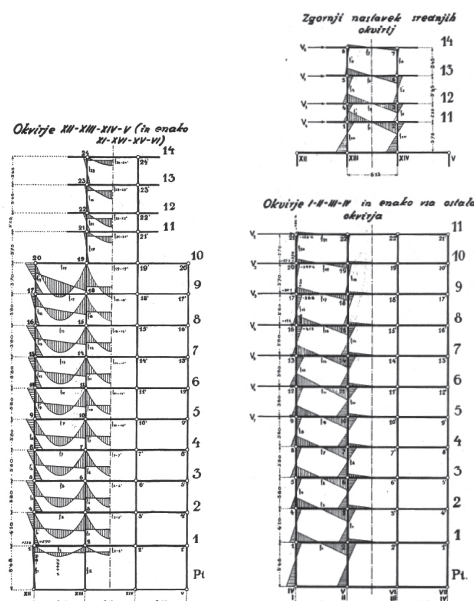
Sl. 17, 18: Predlog nebotičnika z desetimi nadstropji (1931) (17) [ilustrirani Slovenec, 1931:1] in shematski tloris (18) [Dimnik, 1933b].



19



20



22

21

zidove, ki segajo od asfaltne prevlake na tratoarju do 15 cm pod dilatacijsko plast iz pločevine. ... Na osnovi teh podatkov se je dne 23. oktobra 1930 na stavbišču Pokojninskega zavoda vršila konferenca strokovnjakov, ki so se je udeležili zastopniki kraljevske banske uprave, mestnega načelstva, Pokojninskega zavoda in Ljubljanske gradbene družbe, kateri je poverjena izvršitev zgradbe. Konferenca je po daljši izčrpni debati soglasno prišla do sledečih zaključkov: 1.) Gradnja poslopja po dotlej predloženih načrtih je navzlic dejstvu, da leži Ljubljana na potresnem ozemlju, v tehničnem pogledu principijelno mogoča. 2.) Poslopje se mora na en ali drug način fundirati tako, da stoje temelji na živi skali. 3.) Temelje je od gornjih zidov čimbolj ločiti. ... Pripomnjeno naj bo še, da dilatacije ob sosednjih poslopih niso potrebne, ker bo poslopje Pokojninskega zavoda fundirano na živi skali. Z ozirom na potresno nevarnost se jih je celo izogniti, ker tesno prislonjeni objekti skupno togost vse kakor povečajo.» [arhiv ZAL, VI].

Pionirska drsna potresna izolacija

Inženir Stanko Dimnik je bil kot statik pozvan, naj predlaga varnostne ukrepe, ki bi zavarovali stavbo pred porušitvijo v primeru potresa oziroma zaščitili tudi okoliške stavbe. Slovenske strokovne literature, ki bi obravnavala potresno odporno gradnjo, takrat še ni bilo, zato je poiskal rešitve v nemški strokovni literaturi [Dimnik, 1933a]. Nemški jezik je izvrstno obvladal, saj se je izobraževal v ustanovah, kjer so poučevali v nemščini.

Pri realizaciji zamisli o drsni potresni izolaciji se je oprl na tri nemške članke, ki so obravnavali potresno varno gradnjo in so bili objavljeni v različnih številkah berlinske revije Beton und Eisen. To so bili članki, ki so jih napisali: italijanski inženir Mario Viscardini [Viscardini, 1925], nemški inženir Rudolf Briske [Briske, 1925] in danes neznani A. Kittel [Kittel, 1925]. Poleg tega je proučil tudi japonske predpise o potresno varni gradnji.

Drsna potresna izolacija velja za najpreprostejši sistem potresne izolacije. Metoda temelji na ideji, da "lahko zgornji del konstrukcije med potresom drsi po spodnjem delu tako, da se del vhodne potresne energije disipira na mestu drsenja. Zgornji del konstrukcije prosto stoji na spodnjemu delu, edina sila, ki se upira gibanju zgornjega dela konstrukcije med horizontalnim gibanjem tal, je sila trenja med ločenima deloma konstrukcije. Izbira ustreznih materialov s primernim koeficientom trenja je torej bistveni parameter, s katerim se določa obnašanje konstrukcije med potresom." [Trajkovski, 2010: 15].

Inženir Stanko Dimnik se je zgledoval tudi po japonskem gradbenem zakonu, saj je bila na Japonskem tehnologija potresno varne gradnje z armiranim betonom najbolj razvita, predvsem zaradi potresa leta 1923. Zakon je za potresno območje prepovedoval uporabo lahkih gradiv (kot so na primer votli zidaki) za »izpolnitev stenastih prekatov na fasadah« [arhiv ZAL, VI], ter predpisoval uporabo »trdno udelanih sten, ki jih potresni sunki ne morejo vreči na cesto« [arhiv ZAL, VI].

Da bi dosegli v začasnem dovoljenju za gradnjo Nebotičnika zahtevano potresno varnost, je inženir Stanko Dimnik predlagal horizontalno razdelitev celotne konstrukcije na dva dela [arhiv ZAL, VI]. Spodnji

del zajema temelje z betonskimi vodnjaki in ploščo kletne etaže. Zgornji del obsega celotno zgradbo nad kletno ploščo. Debelino prvotno načrtovane temeljne plošče debeline 1 m so nadomestili z do 16 metrov globokimi betonskimi vodnjaki, ki segajo do skalne podlage (Sl. 19). Plošča kletne etaže je iz armiranega betona in debeline 15 cm. Tik pod mesto stika sten s ploščo kletne etaže je bila položena horizontalna potresna dilatacija (Sl. 20). Horizontalna potresna dilatacija temelji na načelih, ki jih je razvil gradbeni inženir Mario Viscardini, a je bila prilagojena dejanskim okoliščinam. Uporaba kroglastih ležišč v tistih časih še ni bila praktično mogoča. Inovativna drsna potresna izolacija Nebotičnika je od spodaj navzgor sestavljena iz naslednjih slojev: bitumenska lepenka (2 mm), bitumenski preliv, železna pločevina (2,5 mm), bitumenska lepenka (2 mm), plast pločevine iz svinca (2,5 mm), bitumenska lepenka (2 mm), železna pločevina (2,5 mm), bitumenski preliv in bitumenska lepenka [Dimnik, 1933a], [Zadnik, 2008]. Skupaj je debelina drsne potresne izolacije 16 mm. Tako izvedena dilatacija oziroma »izolacijska rega« [arhiv ZAL, VI] naj bi absorbirala znatno količino energije, ki se sprosti pri potresu. Zaradi morebitnega horizontalnega premikanja celotne stavbe je ob zunanjih kletnih zidovih (na cestni in dvoriščni strani) izvedena tudi vertikalna dilatacija debeline 10 cm, ki sega po višini od 15 cm pod dilatacijsko plastjo iz pločevine do asfaltne prevleke pločnika. Med stiki kletnih sten s sosednjimi zgradbami vertikalne dilatacije ni. Sklepali so, da tu vertikalna dilatacija ni potrebna oziroma je celo škodljiva, saj je Nebotičnik temeljen na živi skali in bi z dilatacijo tesno prislonjeni sosednji objekti skupno togost povečali [arhiv ZAL, VI] (Sl. 21).

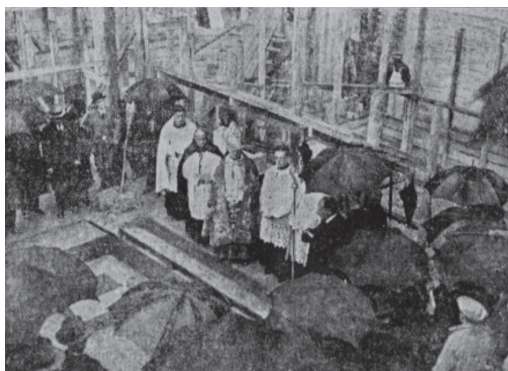
Prvi armiranobetonski okvir

Tlorisna zasnova Nebotičnika na parceli 19,30 × 19,32 metra je kvadratna mreža s stebri na medsebojni razdalji 6,3 metra. Kot konstrukcijski sistem je bila izbrana armiranobetonska okvirna konstrukcija, ki je bila v dobi pred uporabo računalnikov računsko izjemno zapleten problem. Od zaključka prve svetovne vojne so tej težavi gradbeni inženirji in matematiki posvetili veliko pozornosti. Kljub številnim teoretičnim raziskovanjem problema večetažnih pravokotnih okvirnih konstrukcij s togimi vozlišči so bile rešitve matematično preveč dolgotrajne in zapletene ali pa le približne [Dimnik, 1933b]. Novostim, ki so bile na tem področju objavljene v nemški literaturi, je inženir Stanko Dimnik vseskozi sledil.

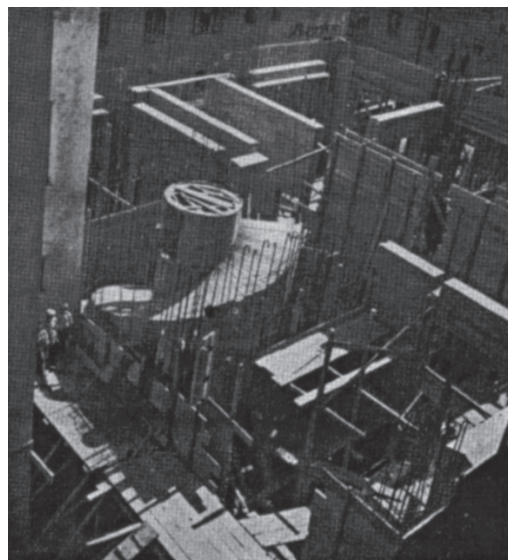
Tako je jeseni leta 1930 našel rešitev za izračun okvirne konstrukcije. V Berlinu je izšel nemški prevod knjige z naslovom Rahmentafeln, ki jo je napisal japonski univerzitetni profesor Fukuhei Takabeya. Knjiga je inženirja Stanka Dimnika navdušila: »V razliko k nemškim piscem, ki v svojih delih navadno nudijo med dolgovoznim problematičnim razpravljanjem le malo konkretnega za prakso uporabljivega jedra, je ta knjižica pravo nasprotje. S sorazmerno malo stavki poda prof. Takabeya na lahko umljiv in elementaren način postopek za reševanje mnogo etažnih okvirij po metodi paličnih in vozliščnih zavojnih kotov, ki omogoča takojšnjo konkretno aplikacijo za hitro in točno praktično reševanje statično nedoločenih sistemov.« [Dimnik, 1933b]. Dalje ugotavlja, da je postopek praktičen, pregleden in hiter zaradi razmeroma preprostega

Sl. 19, 20, 21: Detajl vodnjaka (19) [Slovenec 1931: 3], detajl vodnjaka in izolacijske rege (20) [Zadnik, 2008: 306], prerez celotnega Nebotičnika (21) [Dimnik, 1933].

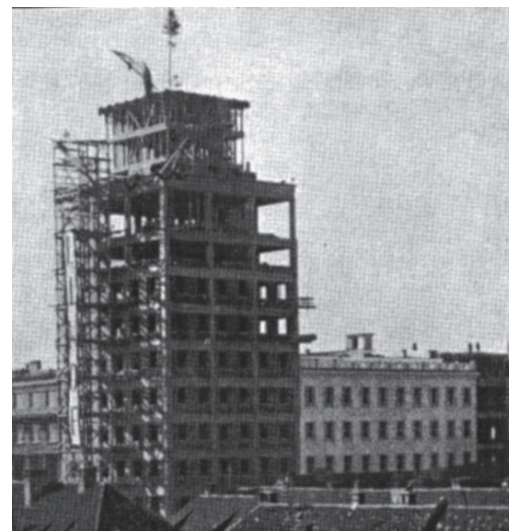
Sl. 22, 23: Momenti v okvirih zaradi vpliva vertikalne obtežbe (22), momenti v okvirih zaradi vpliva horizontalne obtežbe (23) [Dimnik, 1933b].



24



25



26



27

nastavljanja enačb v tabelah. Tudi skoraj popolna simetrija tlorisa je zelo poenostavila in olajšala statični izračun okvirne armiranobetonske konstrukcije. Armiranobetonska nosilna konstrukcija Nebotičnika je potemtakem sestavljena iz stebrov, preklad in plošč, zunanji zidovi so zidani z votlimi zidaki ter notranje predelne stene opečne. Obodne okvire je inženir Dimnik računal kot enajst nadstropij visoko konstrukcijo [Dimnik, 1933b]. Najprej je izračunal momente v okvirih zaradi vpliva vertikalnih sil lastne in prometne obtežbe (Sl. 22), nato je upošteval vpliv horizontalnih sil, ki so posledice vetra (Sl. 23).

Armiranobetonsko okvirno konstrukcijo je dimenzioniral v skladu z nemškimi predpisi za armirani beton iz leta 1925. Pri tem je upošteval uporabo najboljše-ga cementa in stalne kontrole z betonskimi kockami [Dimnik, 1933b]. Statične račune sta ločeno kontrolirala in nadzorovala Mestni gradbeni urad ter inženir profesor Jaroslav Foerster za Pokojninski zavod. Na gradbišču je kontrolno nad konstrukcijami in kakovostjo betona opravljal arhitekt Ivo Medved.

Gradnja trinajstnadstropnega nebotičnika

Čeprav so izkop za temelje začeli že v jeseni leta 1930, so temeljni kamen slovesno položili in blagoslovili šele 18. aprila 1931 (Sl. 24) [Slovenec, 1931]. Gradnja stavbe je potekala hitro, Ljubljanska gradbena družba je gradbena dela končala že 5. novembra leta 1931. A minilo je več kot eno leto, da so dokončali vsa obrtniška dela. Kavarna v 10. in 11. nadstropju je odprla svoja vrata 21. februarja 1933 [Slovenec, 1933]. Uporabno dovoljenje za celotno stavbo so dobili 10. julija istega leta. Od prvega dovoljenja za gradnjo, ki je bilo izdano 28. julija 1930, so torej pretekla manj kot tri leta (Sl. 25, 26, 27).

Tlorisna površina Nebotičnika je skoraj 380 m², eno stranico kvadrata ima dolgo 19,3 metra. V pritličju je arhitekt Vladimir Šubic zasnoval veliko vhodno vežo ter štiri poslovne prostore z dostopi v klet in pisarne v prvem nadstropju. Monumentalno spiralno stopnišče in dvigala povezujejo pritličje z nadstropji. V

drugem, tretjem in četrtem nadstropju je skupaj 12 pisarn. Od petega do osmega nadstropja so v vsakem nadstropju po tri stanovanja. V devetem nadstropju je še eno stanovanje in kavarniško skladišče. Kavarna je v desetem in enajstem nadstropju [Glažar in Koželj, 1992]. Enajsto nadstropje je bilo prvotno mišljeno kot odprta terasa, a so jo že med gradnjo zasteklili in v njej uredili kavarno. Nebotičnik zaključujeta okrogel tempietto štirinajstega nadstropja in skoraj 10 metrov visok drog za zastavo. Celotna višina stavbe nad terenom do terase 12. nadstropja je 48,95 metra, do vrha jeklenega paviljona je 55,25 metra, do vrha tempietta 60,85 metra. Skupaj z drogom je Nebotičnik visok 70,35 metra [arhiv ZAL, 334].

Pri zaključku Nebotičnika so Šubicu pomagali mladi slovenski arhitekti [Koželj, 2002]. Bojan Stupica (1910–1970) je narisal fasado kavarne desetega nadstropja s historičnimi arkadnimi stebriči in vencem oken. Marjan Mušič (1904–1984) je fasado enajstega nadstropja načrtoval kot gladko atiko s polkrožnimi okni. Ivo Medved (1902–1974), ki je tudi nadzoroval gradnjo in izvajal kontrolo konstrukcij in kakovosti betona, je projektiral funkcionalistični paviljon, ki v načrtih za pridobitev gradbenega dovoljenja še ni bil predviden. Jekleno-stekleni paviljon predstavlja dvajseto in trinajsto nadstropje, iz nižjega je tudi izhod na teraso. Milan Sever je v Plečnikovem seminarju zasnoval klasicistično gloriotto v obliki tempietta, ki zaključuje vrh štirinajstega nadstropja in celoto stavbo Nebotičnika [Zupančič, 2017]. Nanjo je postavljen še jambor, ki danes služi kot drog za zastavo.

Za gradbeno dovoljenje prvotno predlagano osemnadstropno stavbo so torej med gradnjo povišali za dve armiranobetonski nadstropji, nato dodali še dve nadstropji manjšega jeklenega zaključka, valjasto gloriotto in še jambor. Trinajst nadstropij visoka stavba, skupaj z jamborom je njena izmerjena višina 70,35 metra, je bila velik tehnični izziv, pri katerem sta se izkazala predvsem arhitekt Vladimir Šubic in inženir Stanko Dimnik, hkrati z njima pa tudi celotna gradbena in obrtna stroka [Slovenec, 1933].

Sl. 24, 25, 26, 27: Slovesnost ob položitvi temeljnega kamna (23) [Slovenec, 1931:3], pritličje med gradnjo (24) [Dimnik, 1933b], armiranobetonska skeletna konstrukcija (25) [Dimnik, 1933b], dokončana stavba Nebotičnika (26) [Šubic, 1934].

Sklep

Ob dograditvi leta 1933 je Nebotičnik postal najvišja stavba na Balkanskem polotoku, najvišja stanovanjska stavba v Evropi in deveta najvišja stavba v Evropi. Inženir Stanko Dimnik (Sl. 28) je za zgraditev visoke stavbe predlagal štiri novosti, izdelal vse statične izračune in vodil gradnjo.

Prva izmed novosti je metoda temeljenja z betonskimi temeljnimi stebri oziroma vodnjaki, ki je bila v nemškem svetu že poznana, v Sloveniji pa so jo uporabili prvič. Metodo je predlagal zaradi geoloških posebnosti tal, saj so bila temeljna tla na globini 16 metrov pod terenom, zaradi nizkega nivoja talne vode, zaradi nezahtevne tehnologije in uporabe nezahtevnega gradiva ter ne nazadnje zaradi razmeroma nizkih stroškov gradnje. Druga novost je prvič na svetu v praksi uporabljena drsna potresna izolacija, ki je izvedena med temelji in zgornjo konstrukcijo (vsaj po našem današnjem vedenju). Osnovno zamisel je objavil Mario Viscardini leta 1925 [Viscardini, 1925], slovenski gradbeni inženir Stanko Dimnik pa jo dopolnil in uresničil. Prvič v svetu so v praksi uporabili drsno potresno izolacijo kot način horizontalnega ločevanja konstrukcije na dva dela. Uporabili so plast svinčene pločevine, ki je položena med dve plasti železne pločevine, te tri plasti pa so med seboj ločene s plastmi bitumenske lepenke. Danes mnogi strokovnjaki dvomijo, da bi potresna izolacija Nebotičnika delovala, saj »je bila dilatacija zahtevana samo ob nezazidanim obodu, medtem ko je objekt očitno prislonjen na sosednji poslopji.« [Fajfar, 2017]. Problematično je tudi staranje materialov, saj so ti danes stari že več kot 90 let in zato zelo verjetno ne drsijo več med seboj. A vsemu navkljub je Nebotičnik »zanimiv in dragocen prispevek k razvoju potresnega inženirstva.« [Fajfar, 2017]. Nebotičnik je prva stavba v kraljevini Jugoslaviji s konstrukcijo iz betonskih stebrov, preklad in stropnih plošč, torej armiranobetonsko okvirno konstrukcijo. Statični računi za armiranobetonske okvirne konstrukcije so bili v času snovanja Nebotičnika izredno zapleteno in zamudno opravilo. Četrta novost je uporaba takrat nove japonske metode za izračun statično nedoločene konstrukcije. Metodo je inženir Dimnik našel v knjigi Rahmentafeln, ki jo je objavil profesor Fukuhei Takabeya. Po njej je prvič v kraljevini Jugoslaviji izračunal statično nedoločeno konstrukcijo. S to metodo je problem postal rešljiv. Ker jugoslovanskih standardov za dimenzioniranje posameznih konstrukcijskih elementov še ni bilo, je uporabil nemške gradbene standarde.

Danes je stavbni kompleks Nebotičnika, skupaj s stanovanjskim blokom na Štefanovi ulici 3 in 5, razglašen za kulturni spomenik: »Nebotičnik je bil zgrajen po načrtih arhitekta Vladimira Šubica in sodelavcev. Armiranobetonska skeletna konstrukcija je v času izgradnje predstavljala izjemen tehnološki dosežek, prvo stolpnico v Ljubljani in tedaj najvišjo stavbo na Balkanu. Kiparski okras je delo kiparjev Lojzeta Dolinarja in Franceta Goršeta. Nebotičnik je nedeljivo povezan s stanovanjskim blokom Štefanova 3 in 5, delom istega avtorja.« [Odlok, 2003].

Nebotičnik ni le kulturni spomenik. Zaradi pionirske izvedbe drsne potresne izolacije, prve uporabe metode temeljenja z vodnjaki v državi in prvega izračuna statično nedoločene konstrukcije v državi je pomemben tudi z vidika ohranjanja tehniške dediščine.



28

Sl. 28: Inženir Stanko Dimnik z Nebotičnikom v ozadju [Zupančič, 2001: 48].

Viri

- Adamič, T. in dr. 2004. *Ljubljana – Nebotičnik, EŠD 376*. Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, Območna enota Ljubljana.
- Arhitektura 1931, *Arhitektura*, 1(1), str. 14 Dostopno na: <http://www.dlib.si/?URN=URN:NBN:SI:DOC-GW1GMZ6P> [15. 8. 2022].
- Arhiv ZAL. Zgodovinski arhiv Ljubljana. Mestna gradbena registratura LJU 334, 080-017.
- Arhiv ZAL. Zgodovinski arhiv Ljubljana. Mestna gradbena registratura LJU 493, fasc. VI, c. št. 32.341.
- Arhiv ZAL. Zgodovinski arhiv Ljubljana. Mestna gradbena registratura LJU 493, spec. fasc. 24 (29).
- Briske, R. 1925. Zerstörung von Hochbauten durch Erdbeben. *Beton und Eisen*, 24(21), 348–351.
- Dimnik, S. 1933a. O konstrukciji ljubljanskega trinajstnadstropnika. *Tehnički list*, XV(10-11), 129-132.
- Dimnik, S. 1933b. O konstrukciji ljubljanskega trinajstnadstropnika. *Tehnički list*, XV(12-13), 161-164.
- Fajfar, P. 1995. Ljubljanski Nebotičnik. *Gradbeni vestnik*, 44(4-6), 119–122.
- Fajfar, P. 2017. Razvoj predpisov za potresno odporno gradnjo v Sloveniji. *Gradbeni vestnik*, 66(4), 82–96.
- Filipič, M. 1973. *Ing. arhitekt Vladimir Šubic (1894–1946)*. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za umetnostno zgodovino.
- Glažar, T. in Koželj, J. 1992. Katalog. V: J. Koželj (ur.) *Vladimir Šubic arhitekt*. Arhitektov bilten, Posebna izdaja. 22(111–114).
- Ilustriрани Slovenec. naslovnica 15. 2. 1931. Dostopno na: <http://www.dlib.si/?URN=URN:NBN:SI:DOC-UWNPYQ4R> [15. 8. 2022].
- Kajzer, J. 1995. *S tramovi podprto mesto*. Ljubljana, Mihelač.
- Kittel, A. 1925. Beobachtungen und Lehren bei dem neuen Erdbeben in Kalifornien. *Beton und Eisen*, 24(23), 385–387.
- Koželj, J. 2002. Nebotičnik. V: A. Hrauský, J. Koželj (ur.) *Arhitekturni vodnik po Ljubljani: 100 izbranih zgradb*. Ljubljana, Rokus.
- Mušič, M. 1971. Vladimir Šubic (1894–1946). *Slovenska biografija*. Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Znanstvenoraziskovalni center SAZU. Dostopno na: <https://www.slovenska-biografija.si/oseba/sbi675130/> [22. 7. 2022].
- Odlok o razglasitvi stavbnega kompleksa Nebotičnika in Stanovanjskega bloka Štefanova 3 in 5 v Ljubljani za kulturni spomenik državnega pomena (Uradni list RS, št. 129/03 in 16/08 – ZVKD-1)
- Orožen Adamič, M. 1995. Earthquake threat in Ljubljana. *Geografski zbornik*, XXXV, 61.

Pipp, L. 1935. Razvoj števila prebivalstva Ljubljane in bivše vojvodine Kranjske. *Kronika slovenskih mest* 2 (1) str. 66–72. Dostopno na: <http://www.dlib.si/?URN=URN:NBN:SI:DOC-0GBMI71V> [25. 7. 2022].

Slivnik, L. 2015. The seismic isolation of the first skyscraper in Ljubljana, Slovenia. V: JWP Campbell (ur.), *Studies in the History of Construction*. Cambridge, The Construction History Society, 209–217.

Slivnik, L. 2017. Drsna potresna izolacija ljubljanskega Nebotičnika. V: J. Lopatič (ur.), P. Može (ur.) in V. Markelj (ur.), *Zbornik, 39. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije*. Ljubljana, Slovensko društvo gradbenih konstruktorjev, 111–118.

Slovenec, 1931. Temeljni kamen nebotačnika blagoslovljen. *Slovenec: političen list za slovenski narod*. 19. april 1931. Dostopno na: <http://www.dlib.si/?URN=URN:NBN:SI:DOC-7BNE692Y> [29. 7. 2022].

Slovenec, 1933. Nebotičnik ponos slovenskega dela. *Slovenec: političen list za slovenski narod*. 22. februar 1933. Dostopno na: <http://www.dlib.si/?URN=URN:NBN:SI:DOC-02DHC551> [29. 7. 2022].

Slovenski narod, 1930. Prvi ljubljanski nebotačnik. *Slovenski narod*. 10. 11. 1930. Dostopno na: <http://www.dlib.si/?URN=URN:NBN:SI:DOC-8QRAMHRH> [25. 7. 2022].

Stavbinski red za mesto Ljubljana. 1896. Dostopno na: <http://www.dlib.si/?URN=URN:NBN:SI:DOC-SWFPDKPP> [29. 7. 2022].

Šubic, V. 1934. Zgradbe Pokojninskega zavoda za nameščence v Ljubljani. *Kronika slovenskih mest*. 1(2). Dostopno na: <http://www.dlib.si/?URN=URN:NBN:SI:DOC-TIZ2XB5> [15. 8. 2022].

Trajkovski, S. 2010. *Analiza obnašanja zidanih stavb z drsno potresno izolacijo pri potresni obtežbi*. Doktorska disertacija št. 199. Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Vidrih, R. in Mihelič, J. 2010. *Albin Belar, pozabljeni slovenski naravoslovec*. Radovljica, Didakta.

Viscardini, M. 1925. Erdbensichere Gründungen. *Beton und Eisen*, 24(6), 99–102.

Zadnik, B. 2008. Skyscraper of Ljubljana. V: G. Humar (ur.), *Civil engineering in Europe*, Nova Gorica, Grafiška Soča.

ZAL, Mestna gradbena registratura LJU 493, fasc. VI, c. št. 32.341

Zupančič, B. 2001. *Ljubljanski Nebotičnik – denar in arhitektura*. Ljubljana, Urbanistični inštitut RS.

Zupančič, B. 2017. *Plečnikov študenti in drugi jugoslovanski arhitekti v Le Corbusierovem ateljeju*. Ljubljana, Muzej za arhitekturo in oblikovanje, KUD Polis.