

OBNOVA GRADA ZAGREBA NAKON POTRESA

Ciklus predavanja: Znanjem za Zagreb (i Hrvatsku) - Zagrebu od Rijeke

Čelične konstrukcije nosivih skela za pridržavanje fasada u procesu rekonstrukcije povijesnih građevina

Paulina Krolo¹ & Petar Mrak²

¹Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, ²AEC Projekt d.o.o., Njivice

Sadržaj

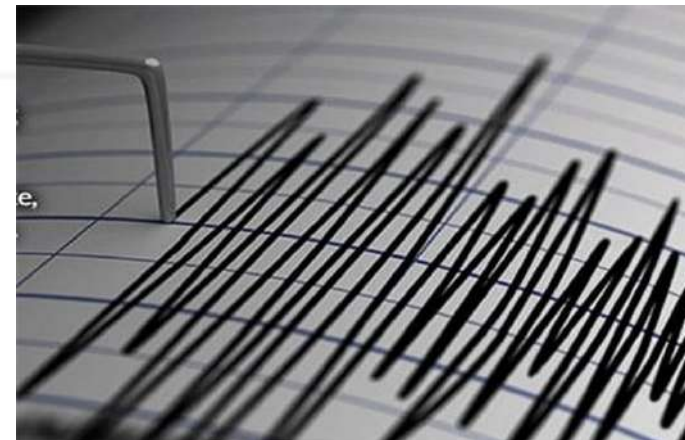
- **Uvod**
- **Zadržavanje fasade (facade retention)** kao način sanacije povijesnih građevina
- **Smjernice i preporuke za projektiranje**
- **Masivne skele**
- **Kriteriji za projektiranje privremenih konstrukcija (nosivih skela) za pridržavanje fasade**
- **Primjer iz prakse** - Rekonstrukcija ciglene zgrade EX „Rikard Benčić” u Dječju kuću u Rijeci

Uvod

- Nedavni potres koji je pogodio Zagreb u ožujku 2020. godine, ostavio je goleme posljedice na brojnim zgradama među kojima su i zgrade **zaštićene graditeljske baštine**
- Obnova takvih zgrada, posebno onih kod kojih su zabilježena **znatna oštećenja nosivih konstrukciji elemenata**, zadaju inženjerima velike „muke“
- Takve zgrade imaju fasade od izrazite **arhitektonske** važnosti, ali je moguće da nosivi dijelovi više ne udovoljavaju zahtjevima nosivosti i uporabivosti
- U tom slučaju je klasičan način obnove upitan kao i njegova ekonomska opravdanost



Zagreb, 22. ožujak. 2020. u 6:24



ZADRŽAVANJE FASADE kao metoda sanacije povijesnih građevina

ZADRŽAVANJE FASADE (façade retention) je radikalna metoda sanacije građevina. Obuhvaća postupak uklanjanja cijele unutrašnjosti zgrade ili dijela zgrade, dok se zadržava samo njena fasada kako bi se sačuvala povijesna i arhitektonska jedinstvenost građevine



Primjer zadržavanja jednog fasadnog pročelja



Primjer zadržavanja cijele fasade

Zadržavanje fasade kao rješenje

- **Zadržavanje fasade** najčešće se primjenjuje za rekonstrukcije zgrada koje datiraju iz 19. stoljeća ili početka 20. stoljeća, koje su uglavnom smiješene u blizini centra grada
- Praksa zadržavanja fasada sukobljava se s međunarodnim poveljama ICOMOS-a i Venecijanskom poveljom, gdje je neophodno biti u dosluhu s konzervatorima i arhitektima i poštivati njihove zahtjeve

ICOMOS - međunarodna nevladina organizacija koja se bavi zaštitom kulturnih dobara

Venecijanska povelja - Međunarodna povelja o zaštiti i obnovi spomenika i lokaliteta



Tehnički i projektantski zahtjevi

Glavni **izazovi** za inženjere u procesu sanacije postupkom ZADRŽAVANJEM FASADE su:

➤ **Zahtjevi projektiranja**

U Hrvatskoj ne postoji Tehnički propis, niti je Europskim normama obuhvaćen ovakav princip rekonstrukcije/gradnje

➤ **Tehnički zahtjevi**

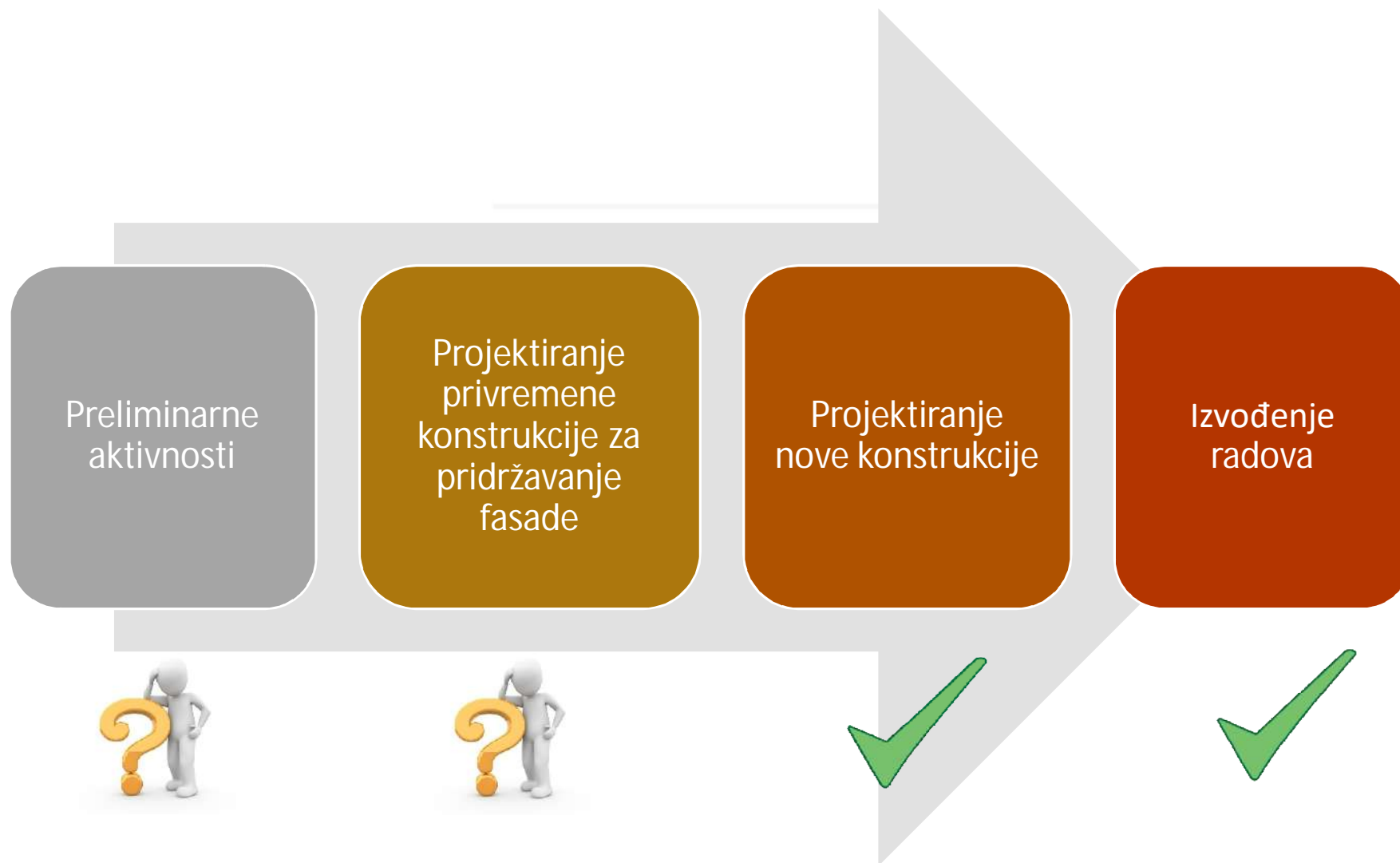
Potrebno je riješiti brojne faze rekonstrukcije/gradnje, od početka rušenja postojeće zgrade, do konačne integracije zadržane fasade s novom konstrukcijom

Smjernice i preporuke za projektiranje

- U Hrvatskoj se nismo susretali s ovakvim radikalnim načinom sanacija građevina, što zbog manjkavosti propisa, neiskustva inženjera, ekonomskih razloga i/ili nekih drugih faktora
 - U Europi ova metoda obnove nije strana. U Velikoj Britaniji se metoda **zadržavanja fasada** uvelike primjenjuje u procesu obnove graditeljske baštine
- Pregledom literature i dostupnih materijala pokušat ćemo dati jasan pregled sa smjernicama i preporukama u procesu obnove povijesnih građevina metodom **ZADRŽAVANJA FASADA**



Proces obnove povijesnih građevina ZADRŽAVANJEM FASADE





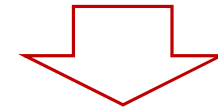
Preliminarne
aktivnosti

Preliminarnim aktivnostima trebalo bi
provesti sljedeće korake:

- 1) Identificirati tip zgrade i prikladnost metode sanacije zadržavanjem fasade
- 2) Provesti inicijalno istraživanje građevine
- 3) Istražiti ograničenja lokacije građevine
- 4) Utvrditi stanje fasade
- 5) Izraditi studiju izvedivosti zadržavanja fasade

1) Identifikacija tipa zgrade i prikladnost metode sanacije zadržavanjem fasade

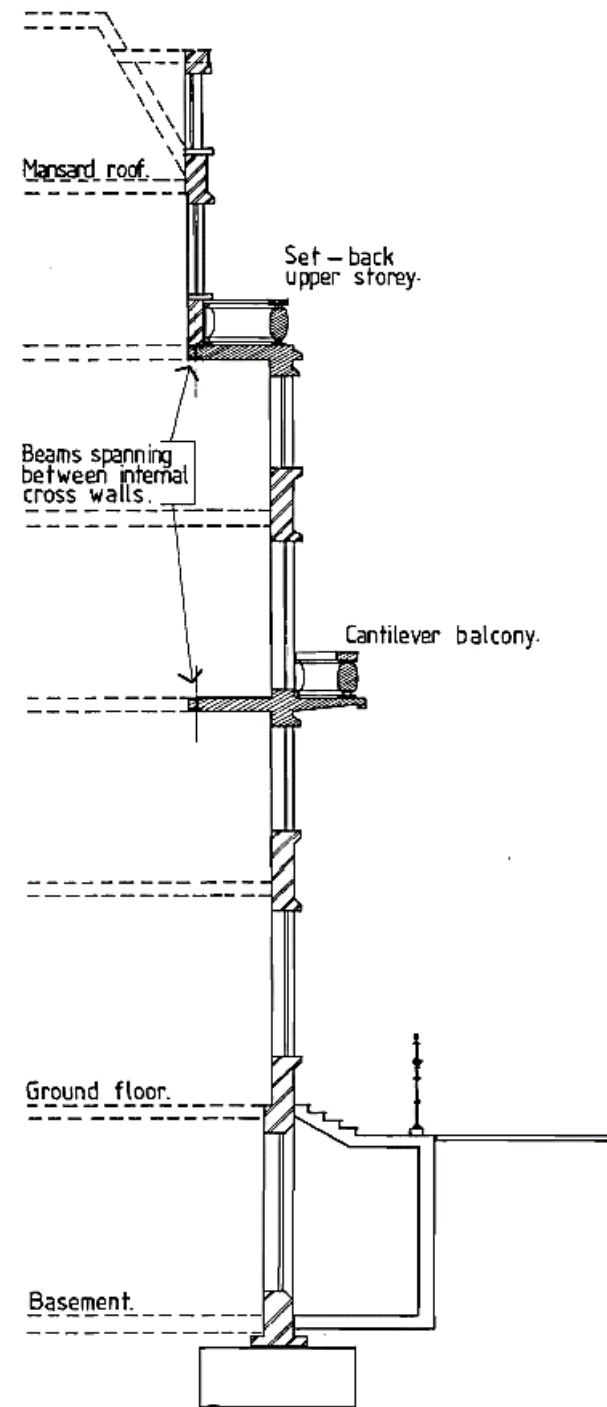
Zgrade...	...pogodne za ZADRŽAVANJE FASADA	... nisu pogodne za ZADRŽAVANJE FASADA
Vrijeme gradnje	Izgrađene na prijelazu 19. i 20. stoljeća	Novija gradnja, nakon 1950. godine
Tip fasade	Masivna fasada od opeke i / ili kamena	Relativno tanke vanjske obloge od opeke ili drugih materijala
Nosiva konstrukcija	Zidovi od opeke i / ili kamena	Konstrukcije od čeličnih okvira ili armiranog betona
Sekundarni elementi	Unutarnja konstrukcija može biti slična nosivim zidovima ili djelomično uokvirena konstrukcija od čelične i / ili drvene konstrukcije. U nekim slučajevima mogu biti prisutni betonski podovi	Zidani pregradni zidovi i svi ostali elementi karakteristični za suvremenu gradnju



Standardni načini sanacije/rekonstrukcije su **održivije i ekonomski isplativije metode** produljenja uporabnog vijeka suvremenih zgrada

2) Inicijalno istraživanje građevine

- Istražiti **dostupnost građevinskih nacrt**a i detalja postojeće zgrade, uključujući sve nedavne izmjene (sanacije/rekonstrukcije)
- Provesti **vizualne preglede** postojeće zgrade iznutra i izvana kako bi identificirali način gradnje
- Utvrditi kako je **ostvarena veza fasadnih zidova** s unutarnjim zidovima, podovima i drugim potpornim elementima
- Utvrditi postoje li **ekscentričnosti vlastite težine** fasadnih zidova
- Istražiti **uvjete temeljenja**, procijeniti vjerojatne probleme s temeljima u odnosu na prijedlog nove konstrukcije
- Ispitati nosivost **temeljnog tla**



3) Ograničenja lokacije građevine

Gradska područja po svojoj prirodi često nameću **ozbiljna ograničenja** pri odabiru konstrukcije za pridržavanje fasade.

To mogu biti:

- Ograničene **širine okolnog prostora zgrade**, blizina kolnika i pločnika
- **Blizina susjednih zgrada** i drugih objekata
- **Lokalne vlasti** mogu ograničiti ili spriječiti postavljanje privremenih skela



4) Utvrđivanje stanje fasade

Vrlo je važno rano u procesu projektiranja jasno utvrditi **građevinske detalje fasade**, njezinu nosivu funkciju u izvornoj zgradi i postojeće stanje naprezanja

Potrebno je napraviti sljedeće:

- Provesti **detaljna mjerenja geometrije** fasadnih zidova (tlocrtne dimenzije, debljine zidova, visine, karakteristične presjeke fasade i dr.)
- Prema potrebi, provesti **snimanje vertikalnosti** i "ispunjenosti" fasadnog zida
- Otvorite zidne elemente na karakterističnim mjestima kako bi **utvrdili građevinske detalje i materijale**
- Ako je moguće, uzeti uzorke za **laboratorijska ispitivanja** čvrstoće materijala
- Pomno pregledati fasadu iznutra i izvana. Utvrditi sve potrebne **popravke i ojačanja** (to može uključivati sanaciju nakon uklanjanja drvenih gredica, specijalne popravke zbog korodiranja čeličnih konstrukcija, popravke svodova od opeke i /ili kamena nad otvorima, popravke fasade nastali vremenskim utjecajima i dr.)

Preliminarne
aktivnosti

5) Studija izvedivosti ZADRŽAVANJA FASADE

Osnovni cilj studije izvedivosti je odrediti **prikladan način** privremene potpore postojećoj fasadi, kako bi se osiguralo **sigurno uklanjanje postojeće zgrade** i postigla ekonomična izgradnja nove građevine, tako da se osigura **stabilnost fasade** u svim fazama radova (uklanjanja/gradnje)

5) Studija izvedivosti ZADRŽAVANJA FASADE

- U većini slučajeva (ali ne i svi), postojeća fasada koju treba zadržati, sposobna je izdržati vlastitu težinu na izvornim temeljima
- Uklanjanje postojećih stropnih elemenata izvorne zgrade smanjit će opterećenja na zadržanim zidovima i temeljima
- Pod uvjetom da su zidovi uglavnom okomiti i da nemaju značajnih promjena u presjeku s izbočenim ili uvučenim elementima koji uzrokuju prekomjerno ekscentrično opterećenje, problem osiguranja privremene stabilnosti zadržanih fasadnih zidova može se osigurati **bočnim potpornim** konstrukcijama

5) Studija izvedivosti ZADRŽAVANJA FASADE

- Ako rušenje uključuje uklanjanje nosivih zidova, stupova, greda ili podova koji pružaju vertikalnu potporu ekscentričnim elementima fasadnog zida ili koji podupiru velike otvore na fasadi, osiguravanje stabilnosti uključuje pružanje **bočnih i vertikalnih potpornih elemenata**
- Potrebno razmotriti poziciju radnih strojeva (strojevi za nabijanje, strojevi za iskop, dizalice, itd.) na gradilištu
- Osmisliti **tehnologiju gradnje** novih temelja i nove konstrukcije neposredno iza fasade, te način povezivanja stare i nove konstrukcije

Procjena svih preliminarnih razmatranja trebala bi omogućiti inženjeru da utvrdi je li ZADRŽAVANJE FASADE izvediva metoda za provedbu predložene obnove građevine

Projektiranje
privremene
konstrukcije za
pridržavanje fasade

Privremene konstrukcije (skele) za pridržavanje fasade

- Privremene konstrukcije (skele) za pridržavanje fasade pružaju **bočnu potporu** postojećem pročelju zgrade
- Sustav za pridržavanje obično je potreban od početka radova na uklanjanju do završetka nove konstrukcije
- **Osnovni cilj** u projektiranju prikladnog sustava privremenih konstrukcija za pridržavanje fasade je postizanje **ekonomičnog rješenja** koje je relativno jednostavno **instalirati**, **održavati** i **ukloniti**, te koji najmanje remeti aktivnosti rušenja i gradnje, istovremeno prepoznajući sva ograničenja na lokaciji građevine

Koji tip skele odabrati? CIJEVNE SKELE VS NOSIVE SKELE

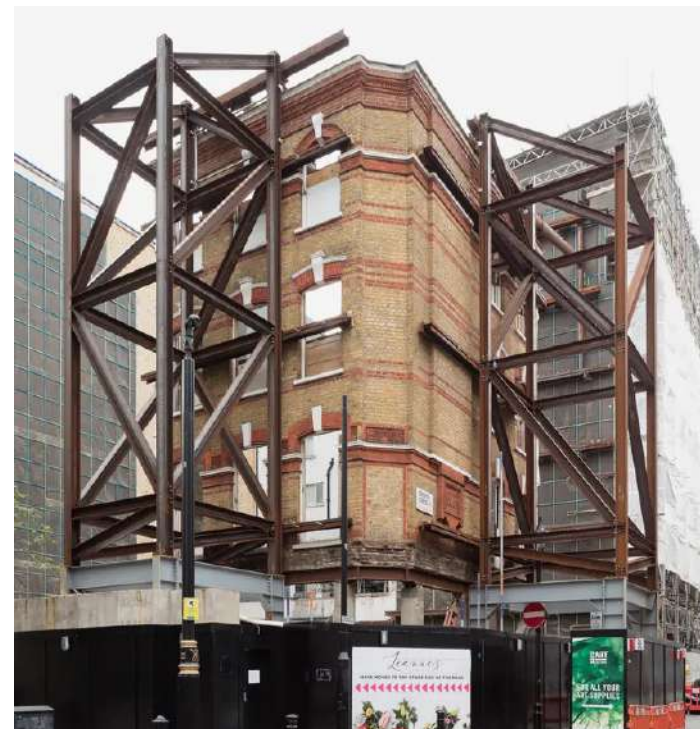
Projektiranje skela za pridržavanje fasadnih zidova zahtijeva iskustvo i dobro razumijevanje postojeće i nove konstrukcije, kao i svojstava elemenata skele

- Tipične **radne skele** se oslanjaju na zgradu kako bi osigurale pristup radnika i materijala do građevine
- Kod **nosivih skela**, princip je potpuno obrnut, građevina dobiva potporu od same skele
- Za postizanje odgovarajuće stabilnosti ZADRŽANIH FASADNIH ZIDOVA očito će biti potrebna **masivna konstrukcija skele**

MASIVNE SKELE

Bočne nosive skele

- Nosivi sustavi koji daju privremenu **horizontalnu** potporu fasadnom zidu
- Tipovi bočnih skela su različiti, ovisno o uvjetima same građevine i okolnog terena



Podupiranje kosnicima



Pridrzanje cijevnim skelama

Pridrzanje toranjskim skelama

Projektiranje
privremene
konstrukcije za
pridravanje fasade

MASIVNE SKELE

Horizontalne skele

- Nosivi sustavi koji daju privremenu potporu **nasuprotnih zidova**
- Opterećenje se ne prenosi na tlo nego na fasadne zidove



Razupiranje rešetkastim nosačima



Razupiranje profilima



Razupiranje profilima

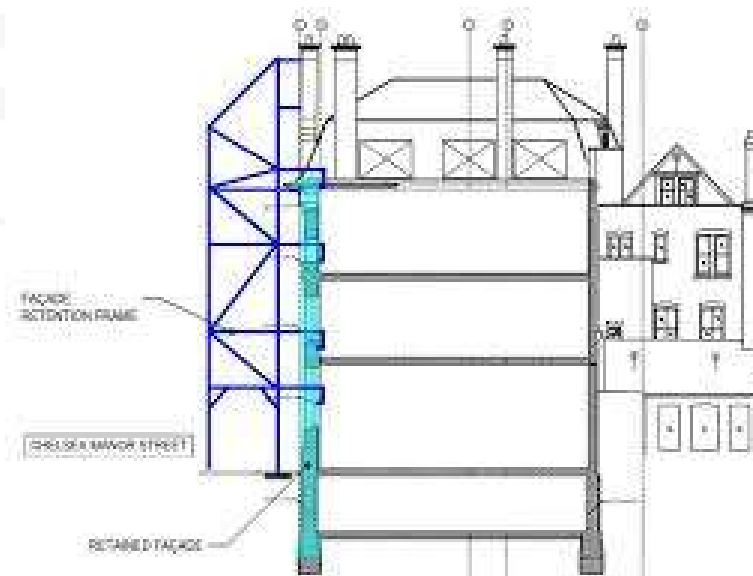
Projektiranje
privremene
konstrukcije za
pridravanje fasade

MASIVNE SKELE

Vertikalne skele

Vertikalne skele koriste se za
sljedeće namjene:

- Za sanaciju gornjih dijelova fasadnog zida
- Za sanaciju postojećih temelja
- Za gradnju velikih otvora na postojećim zidovima



Projektiranje
privremene
konstrukcije za
pridravanje fasade

Prihvat nosive skele na konstrukciju

- Ako to dopuštaju uvjeti na gradilištu, prihvat nosive skele na fasadni zid treba osigurati **kroz otvore prozora** kako bi se izbjeglo bušenje zida
- Drvene oplata postaviti oko svih otvora i na svim kritičnim mjestima kako bi se spriječilo oštećivanje zida

Kriteriji za projektiranje privremenih konstrukcija su sljedeći:

- 1) Djelovanja koja treba uzeti u obzir u proračunu:
 - Sva **stalna djelovanja** koja djeluju trajno ili privremeno
 - Horizontalna **djelovanja vjetra** - (vidi HRN EN 1991-1-4, 7.4.1 (samostojeći zidovi) ili 7.2.2 (vertikalni zidovi zgrada pravokutnog tlocrta)
 - Horizontalna **djelovanja** uslijed **imperfekcija i pomaka**
 - **Izvanredna udarna** opterećenja (vidi CIRIA C579, točka 8.5)
 - **Pritisak tla** (ukoliko postoji takav utjecaj)
- 2) Faze uklanjanja: kroz sve faze radova potrebno je **osigurati stabilnost konstrukcije**
- 3) **Parcijalni koeficijenti** sigurnost pri **prevrtanju (1.5) i klizanju (2.0)**
- 4) Osigurati **pristup** fasadi **za popravke**
- 5) Spojevi elementa: svi spojevi **vlačnih elemenata** trebaju biti spojeni ili mehanički **pričvršćeni vijcima**
- 6) Uvjeti gradilišta i ograničeni prostor na gradilištu mogu značajno promijeniti oblik i tip skele. Npr. povećanjem širine kontrafora može se smanjiti potrebna za dodatnim teretom za ravnotežu
- 7) Ograničavanjem horizontalnog otklona sačuvat će se cjelovitost fasadnog zida. CIRIA preporučuje **ograničenje bočnog otklona kao $H/750$**
- 8) Projektirati **temeljnu podloga** ako uvjeti tla nisu dovoljne nosivosti

PRIMJER IZ PRAKSE

Rekonstrukcija ciglene zgrade EX „Rikard Benčić“ u Dječju kuću u Rijeci

- Ciglana zgrada jedan je od objekata u bivšem industrijskom kompleksu „Rikard Benčić“.
- Izgrađena je krajem 19. stoljeća, a služila je kao sušara tadašnje tvornice duhana.
- Ciglana zgrada je prenamijenjena u Dječju kuću, prvu takvu u Hrvatskoj.
- Rekonstrukcijom Ciglana zgrade uklonjena je kompletna nosiva i nenosiva konstrukcija osim četiri vanjska ciglena zida.



Prije rekonstrukcije



Poslije rekonstrukcije

Glavni projekt:

Petar Mrak, dipl.ing.građ. AEC projekt d.o.o. Njivice

Izvedbeni projekt:

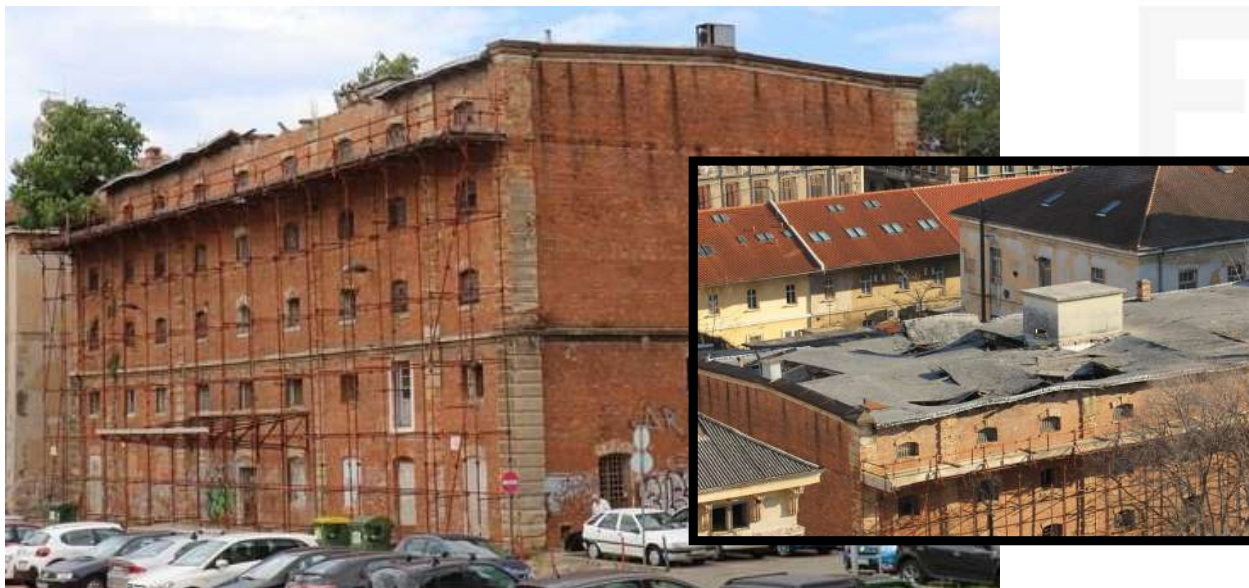
Petar Mrak, dipl.ing.građ. AEC projekt d.o.o., Njivice
Boris Kirinčić, mag.ing.aedif. AEC projekt d.o.o., Njivice
dr. sc. Saša Mitrović, dipl. ing. građ. i.t.t. d.o.o., Rijeka

Projekt teške skele:

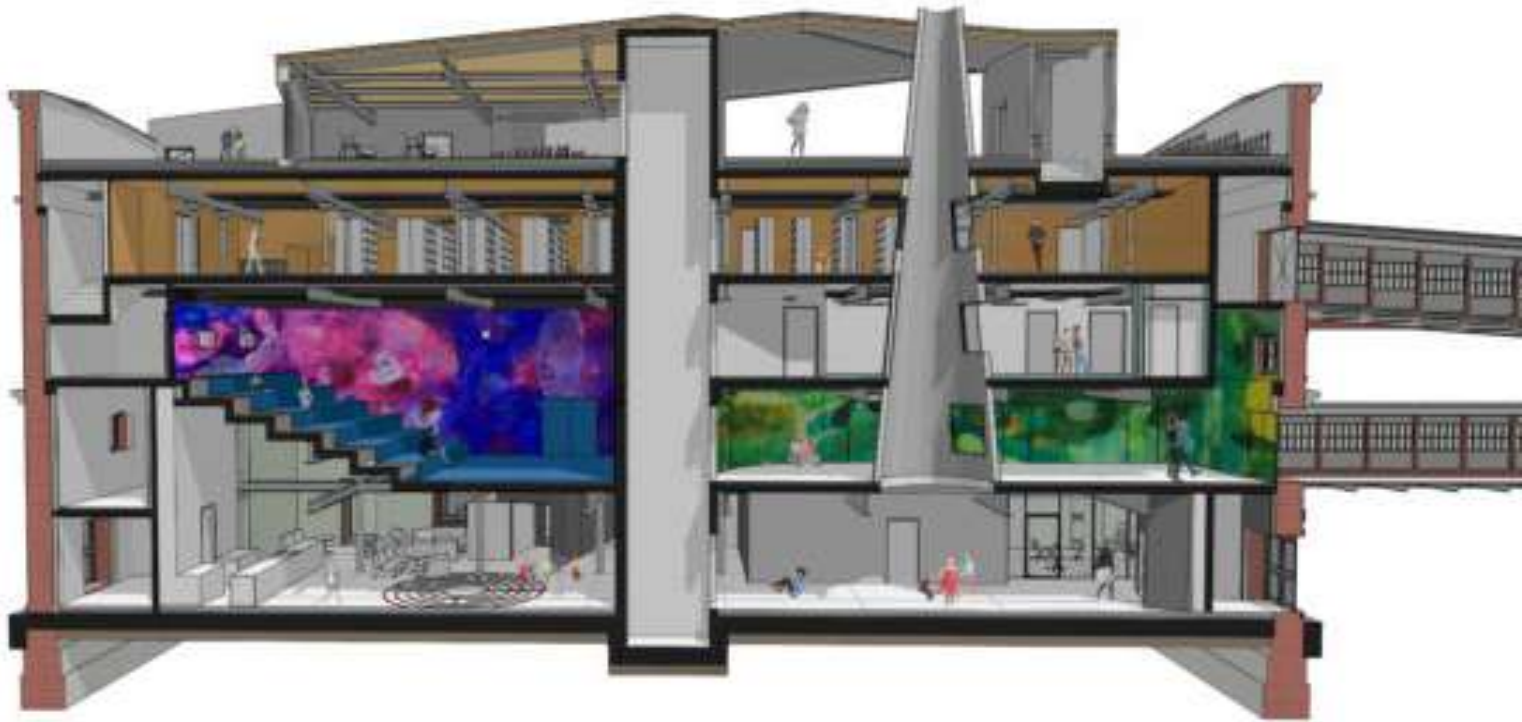
Petar Mrak, dipl.ing.građ. AEC projekt d.o.o. Njivice

Preliminarne aktivnosti – utvrđivanje stanja postojeće konstrukcije

- Zbog oštećena pokrova i prodora vode u zgradu u zadnjih 10-tak godina, došlo je do naglog propadanja drvene građe, a potom i čelične građe konstrukcije po nižim etažama zgrade
- Krovna konstrukcija se gotovo sva urušila, a također i drveni grednici stropova
- Ulaskom vode u unutrašnje prostore proces propadanja konstrukcije je brzo napredovao. Urušen je krov i potpuno je uništena međukatna konstrukcija



Projektni zadatak



Kako bi se mogao realizirati projektni zadatak odabran je **čelik kao osnovni materijal**.

A) TEŠKA SKELA

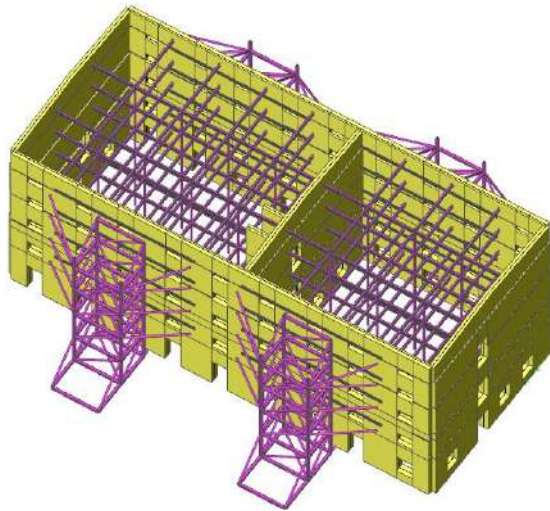
B) VERTIKALNI ELEMENTI - STUPOVI

C) HORIZONTALNI ELEMENTI - MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA

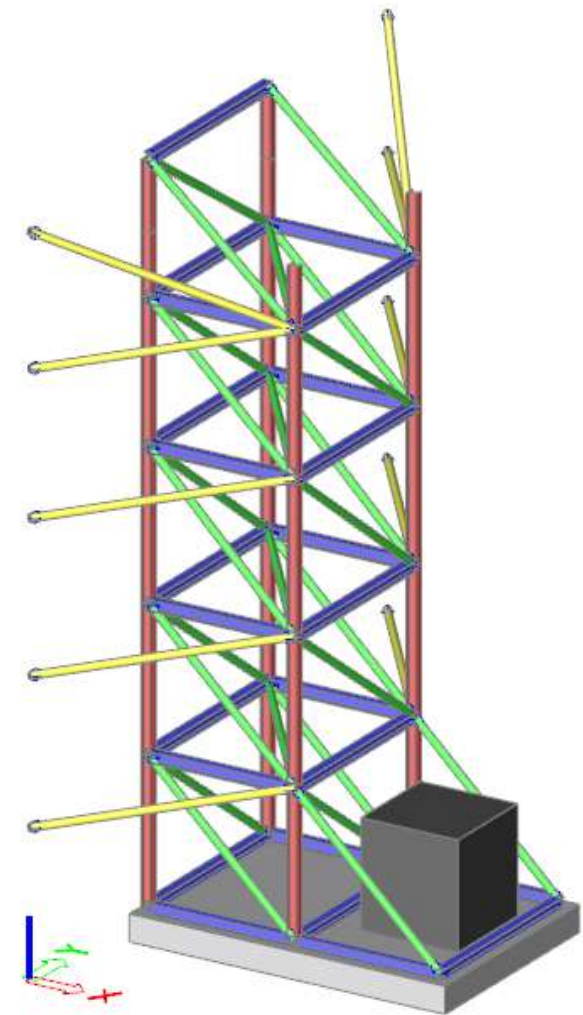
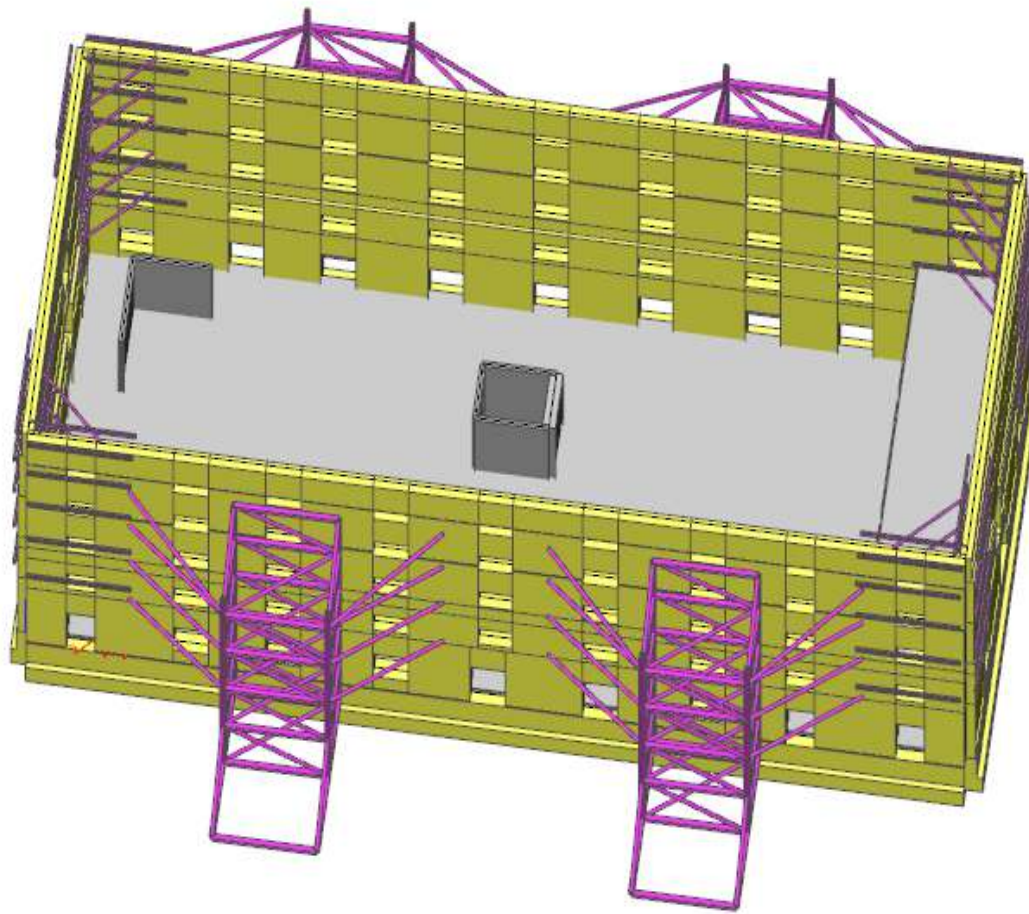
D) DETALJI SPOJEVA

TEŠKA SKELA

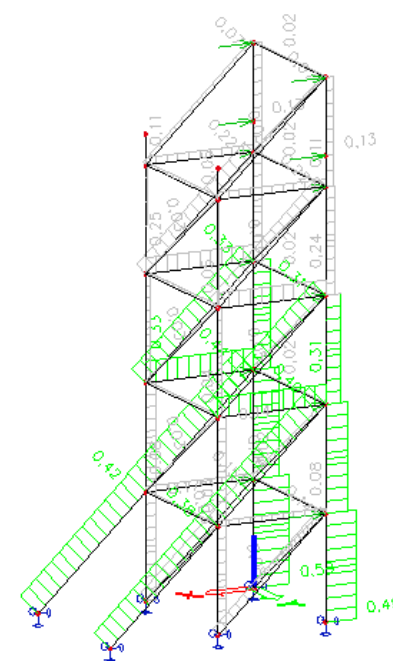
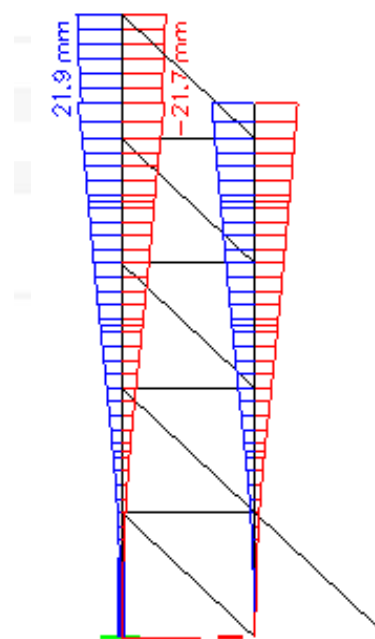
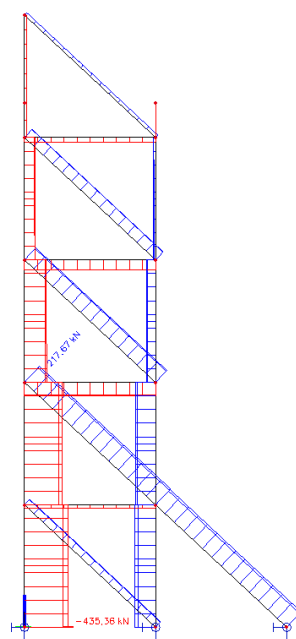
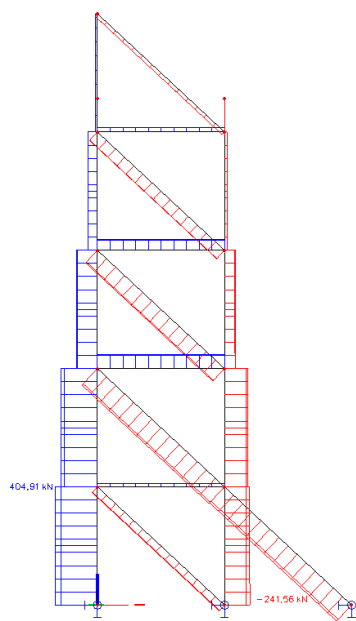
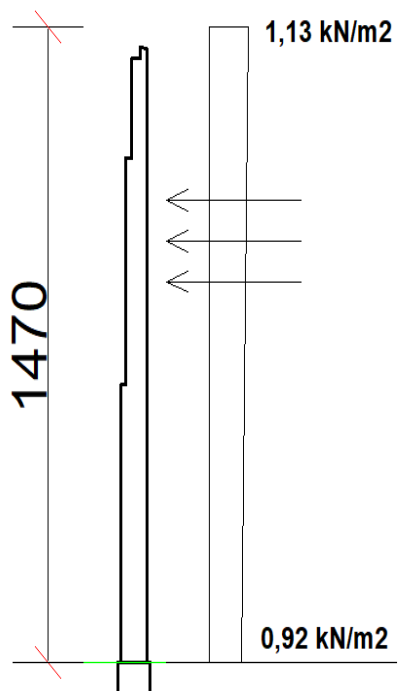
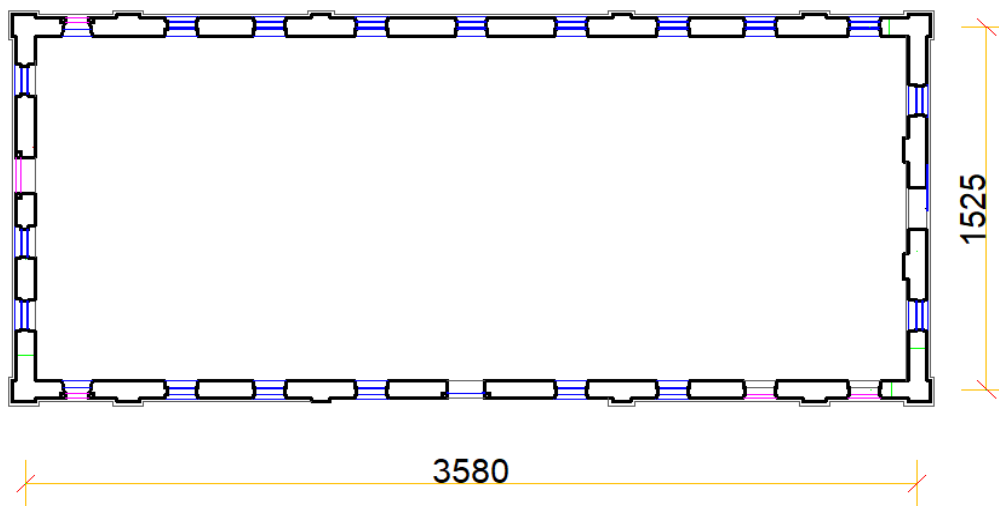
- Projekt teške skele
- Tehničko rješenje faznog izvođenja i uklanjanja dijela konstrukcije ciglene zgrade



Odabrano tehničko rješenje - TORANJSKA TEŠKA SKELA

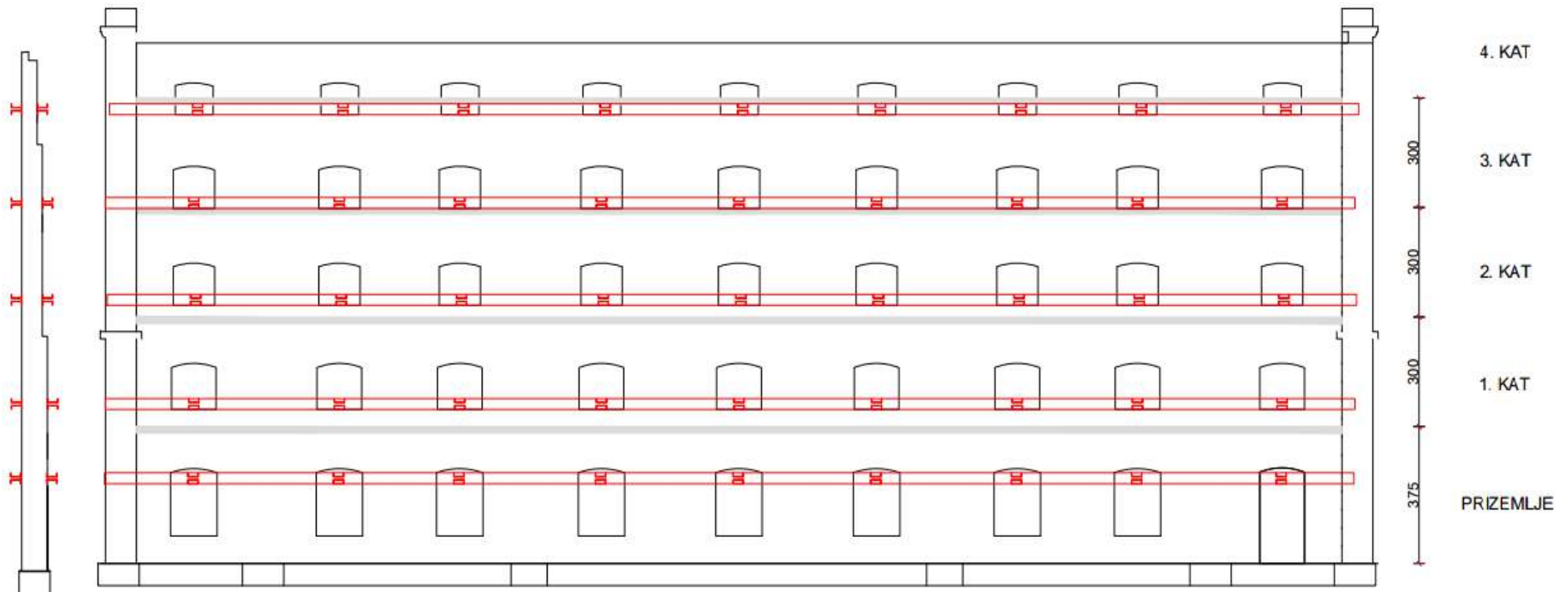


Proračun teške skele

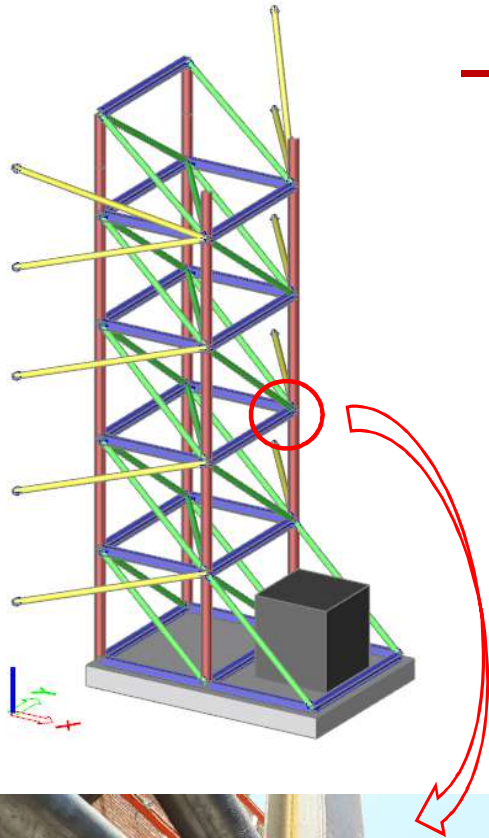


Prihvat teške skele na cigleni zid

Standardni višenamjenski pojas i zatezač (Variokit SRU ili slično)



Detalji spojeva



Toranjska skela



- Nadamo se da smo danim **smjernicama i preporukama** barem malo pomogli inženjerima koji će se uhvatiti u koštac s metodom sanacije **ZADRŽAVANJEM FASADE**



Korištena literatura

LITERATURA

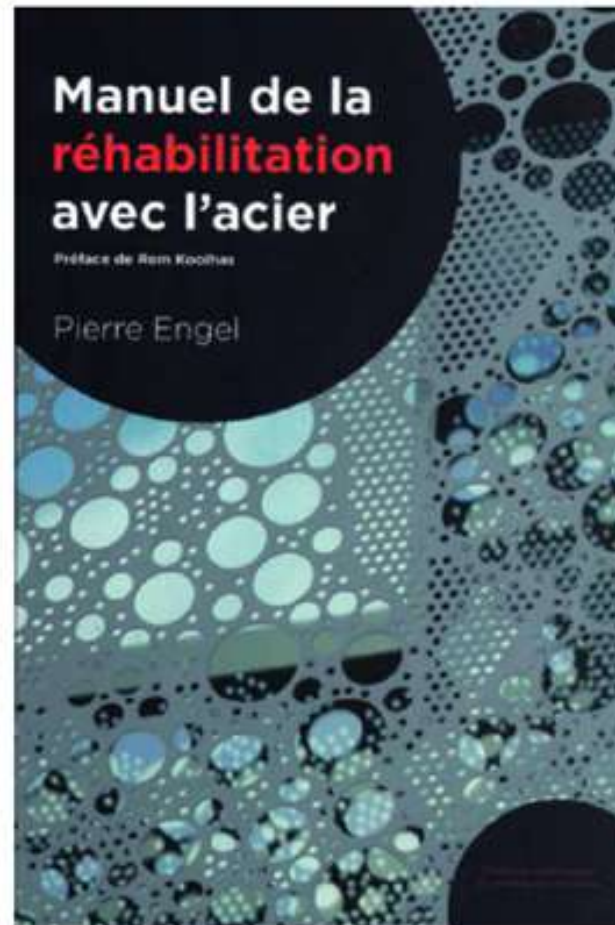
Pierre Engel

Guide de la réhabilitation avec l'acier à l'usage des architectes et des ingénieurs



Pierre Engel

Manuel de réhabilitation avec l'acier



Pierre Engel

Guide de la réhabilitation des enveloppes et des planchers

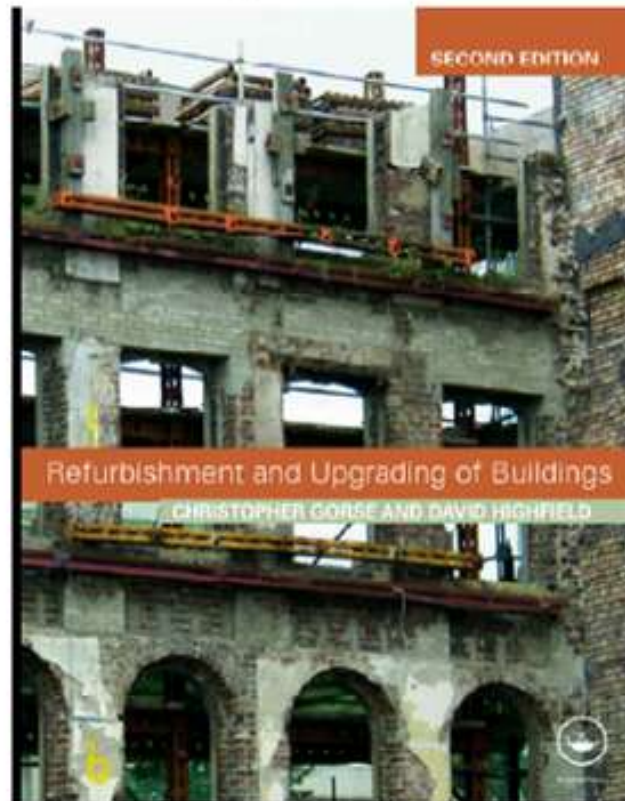


Korištena literatura

Refurbishment by steelwork, ArcelorMittal, ,
LUXEMBOURG, Version 2014-1



Refurbishment and Upgrading of Buildings, Second
edition Christopher Gorse and David Highfield Tayl
& Francis e-Library, 2009.



Temporary works the design of facade retention system
Brian Mahony Barrett Mahony Ireland 1996



Korištena literatura

Retention of major facades

Goodchild Kaminski London 1989

Retention of major facades

S. L. Goodchild, BSc, CEng, MICE
Goodchild, Smith & Tait

M. P. Kaminski, BSc, CEng, MStructE, MICE
Goodchild, Smith & Tait

This paper was presented at a colloquium on refurbishment held at the Institution of Structural Engineers, 11 Upper Belgrave Street, London SW12 8NR, on 9 February 1988.

Synopsis

The authors have been responsible for several major facade retention projects in the City of London. Experience gained from these projects has enabled a carefully planned approach to be developed for the investigation, design and construction of such projects, in particular the temporary works requirements and their integration with the new building design. The paper describes the various stages of the design development and provides detailed information on the key factors to be considered, from the preliminary investigation stage through to the final installation of the temporary works and the reconstruction of the new building behind the retained facade.

Introduction

The redevelopment of sites where the existing buildings have facades of architectural importance, but where the interiors no longer meet the requirements of modern-day users, is increasingly being considered, not only for refurbishment but for major reconstruction while retaining the historic and familiar appearance of the original buildings. Over the last 15 years or so there have been several developments which have adopted

the facade retention solution, particularly those in city centre sites, where the commercial buildings of the late 19th and early 20th centuries no longer provide the necessary space and environmental conditions now demanded by office and retail occupiers.

To the engineer, a major facade retention scheme requires careful consideration of the design and construction criteria in a number of special stages, from the commencement of the demolition of the existing building, through to the final integration of the retained facade with the new structure.

The experience with a variety of retention schemes in recent years has enabled us to formulate a design approach which we believe can be applied to most developments of this type. While every project will have its own unique constraints, there are common considerations which will always apply; the purpose of this paper is to describe these, at specific design stages, with explanations and illustrations taken from actual projects.

Preliminary considerations

(1) Identification of building type and suitability for facade retention
Most of the buildings which lend themselves to facade retention redevelopment were originally constructed around the turn of the century, using loadbearing brick and/or stonework for the external walls. The internal structure may be a variety of loadbearing walls or a partially framed structure using steel and/or timber construction. Concrete floors may be present in some cases. Buildings with fully loadbearing skeletal steel frames were not introduced until the latter part of the 19th century, and, until 1908, it was still a requirement of the London Building Act 1844 that external walls were of full loadbearing thickness.

More recent steel framed or reinforced concrete framed structures with relatively thin external brick or masonry cladding do not lend themselves to facade retention redevelopment. Very few of such buildings have important or listed facades. Internal alterations and refurbishment, in conjunction with external renovation or re-cladding, is likely to be a more viable method of extending the useful life of modern buildings than partial demolition and redevelopment.

Identify site history

One of the major problems associated with trying to establish the precise details, and loadbearing characteristics, of older buildings in town and city centres is the lack of a fully recorded history. A history of previous development on the site may be fundamental in assessing potential foundation problems for the new development. Details of the original construction and any alterations would help assessors of loading and stress on the existing walls and foundations.

The initial research and investigations in general terms will involve some or all of the following:

(a) Research site history, via local authorities and public archives, historical societies, previous owners, etc.

(b) Research availability of construction drawings and details of existing building, including any recent alterations. Obtain copies of external available details.

(c) Conduct visual inspections of the existing building internally and externally to identify the general nature of its construction and the likely nature of support afforded to the facade wall. This will include identifying lateral support from floor walls, party walls, internal walls and floors and also any vertical support where self-weight considerations arise.

(d) Research likely internal conditions and assess whether foundation problems are probable in relation to the new development proposal. Problems often arise if the reconstruction of more floors of heavier construction than those being demolished is envisaged, if structures are faced, or underpinning is required.



Appraisal of Existing Iron and Steel Structures

Appraisal of Existing Iron

and Steel Structures

1997 The Steel Construction Institute

On the Strength of Cast Iron Columns

Jacques Rondal CivEng PhD

Kim JR Rasmussen MScEng PhD

The University of Sydney May 2003



The University of Sydney
Department of Civil Engineering
Sydney NSW 2006
AUSTRALIA

<http://www.civil.usyd.edu.au/>

Centre for Advanced Structural Engineering

On the Strength of Cast Iron Columns

Research Report No R829

By

Jacques Rondal CivEng PhD

Kim JR Rasmussen MScEng PhD

May 2003



**HVALA NA
POZORNOSTI**