

UNIVERSITATE TEHNICA DE CONSTRUCTII BUCURESTI.

STUDII UNIVERSITARE DE DOCTORAT

DOMENIUL INGINERI CIVILE

TEZA DE DOCTORAT

REZUMAT

CONTRIBUTII PRIVIND CONCEPTIA, PROIECTAREA SI REALIZAREA CLADIRILOR DE LOCUIT DIN ELEMENTE PREFABRICATE DE BETON ARMAT, IN IRAK, PE BAZA EXPERIENTEI ROMANESTI IN DOMENIU

Conducator stiintific:

Doctorand:

Prof. Univ. Dr. Ing. MIHAI VOICULESCU

Ing. Eyada O. Amer

BUCURESTI

2014

CUPRINS:

INTRODUCERE

- 1.1. Descrierea problematii
- 1.2. Obiectivele si scopul cercetarii intreprinse in lucrare
- 1.3. Continutul lucrarii

CAPITOLUL 1 - ASPECTE PRIVIND REALIZAREA ELEMENTELOR PREFABRICATE IN SISTEM INDUSTRIALIZAT

- 1.1. Introducere
 - 1.1.1. Consideratii generale
 - 1.1.2. Prefabricarea, avantaje si dezavantaje
- 1.2. Solutii de plansee prefabricate
 - 1.2.1. Plansee cu grinzi si elemente de umplutura
 - 1.2.2. Plansee din grinzi dispuse alaturat
 - 1.2.3. Plansee din fasii, dispuse alaturat
 - 1.2.4. Plansee din elemente de suprafata
 - 1.2.5. Plansee in solutie mixta, predate cu suprabetonare
- 1.3. Structuri in cadre
 - 1.3.1. Structuri in cadre integral prefabricate
 - 1.3.2. Structuri in cadre partial prefabricate
 - 1.3.3. Sisteme de imbinare la cadre prefabricate
 - 1.3.4. Structuri in cadre prefabricate executate in strainatate
- 1.4. Cladiri cu structura din panouri mari, prefabricate
 - 1.4.1. Alcatuirea structurilor din panouri mari prefabricate
 - 1.4.2. Alcatuirea panourilor de pereti
 - 1.4.2.1. Panouri de pereti interiori portanti
 - 1.4.2.2. Panouri de pereti exteriori portanti
 - 1.4.3. Alcatuirea imbinarilor
 - 1.4.4. Cladiri cu structura din panouri mari, prefabricate, realizate in strainatate
- 1.5. Celule spatiale prefabricate
 - 1.5.1. Tipuri caracteristice de celule spatiale prefabricate
 - 1.5.2. Probleme specifice cladirilor din celule spatiale prefabricate. Domenii de utilizare
 - 1.5.3. Elemente constructive caracteristice unor tipuri de celule spatiale utilizate in Romania.
 - 1.5.4. Sisteme de imbinare
 - 1.5.5. Structuri din elemente spatiale prefabricate utilizate in strainatate
- 1.6. Aspecte privind analiza avariilor produse la cladiri cu structura prefabricata din b.a.
 - 1.6.1. Constructii parter
 - 1.6.2. Cladiri etajate
 - 1.6.3. Observatii generale
- 1.7. Aspecte specifice în cazul analizei higrotermice a fațadelor la clădirile din panouri mari

1.7.1. Scurt istoric. Evoluția sistemelor de realizarea clădirilor de locuit din panouri mari prefabricate

1.7.2. Aspecte specifice care intervin în analiza higrotermică/evaluarea performanței energetice

1.7.3. Prezentarea unui studiu de caz - bloc de locuințe din panouri mari – proiect tip 770/78 IPCT

1.8. Analiza auditurilor energetice realizate la 150 de blocuri din București

1.8.1 Situația clădirilor existente analizate.

1.8.1.1 Blocuri cu regimul de înălțime S+P+8E și S+P+10E

1.8.1.2 Blocuri cu regimul de înălțime S+P+4E și S+P+3E

1.8.2. Soluții de reabilitare termică

1.9. Concluzii

1.9.1. Cu privire la partea structurală

1.9.2. Cu privire la partea higrotermică

1.9.3. Cu privire la partea termo-energetică

1.10. Aspecte privind utilizarea soluțiilor structurale din elemente prefabricate, pentru clădiri de locuințe în Irak

CAPITOLUL 2 - ASPECTE PRIVIND COMPORTAREA CLĂDIRILOR EXISTENTE ÎN ROMANIA, PROIECTATE CONFORM NORMATIVELOR P13-63 ȘI P13-71, LA ACȚIUNEA SEISMELOR PRECEDENTE

2.1. Tipologia structurilor pentru clădiri realizate conform normativelor P13 din 1963 și 1971. Caracterizarea generală a clădirilor construite între anii 1963 – 1976

2.2. Aspecte referitoare la prescripțiile de proiectare antisismică a clădirilor civile executate între anii 1963-1976 (conform P13-63 și P13-71).

2.3. Analiza comparativă a normativelor de proiectare antisismică P13-63, P13-71, P100-92, P100-2006

2.4. Deficiențele structurilor proiectate pe baza normativelor P13. Comportarea „in situ” a clădirilor la seismele din 1977, 1986 și 1990 .

CAPITOLUL 3 - ASPECTE PRIVIND CALCULUL PLANSEELOR MIXTE DIN BETON ARMAT

3.1. Introducere

3.2. Calculul plăcilor în ansamblu

3.3. Calculul predalei ca element prefabricat

3.3.1. Calculul la decofrare, transport și manipulare

3.3.2. Calculul la montaj

3.4. Verificarea sistemelor de conectare (conectori, trigoane, nervuri)

3.5. Soluții speciale de planșee prefabricate

3.6. Concluzii

CAPITOLUL 4 - STUDII DE CAZ PRIVIND COMPORTAREA CLĂDIRILOR CU PEREȚI STRUCTURALI PREFABRICATI DIN BETON ARMAT, AMPLASATE ÎN ZONE SEISMICE

4.1. Descrierea studiilor de caz alese în scopul determinării vulnerabilităților seismice structurale ale clădirilor cu structură prefabricată din beton armat

- 4.2. Date istorice referitoare la perioada construirii si nivelul reglementarilor de proiectare aplicate, pentru cladirile prefabricate din studiile realizate
- 4.3. Date generale care descriu conditiile seismice ale amplasamentului
- 4.4. Date privitoare la sistemul structural si la ansamblul elementelor nestructurale
 - 4.4.1. Descrierea cladirilor din punct de vedere arhitectural
 - 4.4.2. Descrierea cladirilor din punct de vedere structural
- 4.5. Descrierea starii constructiei la data evaluarii
 - 4.5.1. Fundatii
 - 4.5.2. Pereți structurali
 - 4.5.3. Stâlpi, grinzi și planșee
 - 4.5.4. Pereți nestructurali
 - 4.5.5. Starea anvelopei
 - 4.5.6. Balcoane și loggii
 - 4.5.7. Soclul
 - 4.5.8. Trotuare de protectie
 - 4.5.9. Aprecieri asupra nivelului de confort și uzură al cladirii
- 4.6. Rezultatele investigatiilor de diferite tipuri pentru determinarea rezistentelor materialelor
 - 4.6.1. Stabilirea valorilor rezistentelor cu care se fac verificarile, pe baza nivelului de cunoastere dobandit in urma investigatiilor (prin aplicarea factorilor de incredere – cf)
 - 4.6.2. Precizarea obiectivelor de performanta selectate in vederea evaluarii constructiei
 - 4.6.3. Alegerea metodologiei de evaluare si a metodelor de calcul specifice acesteia
 - 4.6.4. Metodologia de nivel 1 implica:
 - 4.6.5. Efectuarea procesului de evaluare. Completarea listei de conditii privind alcatuirea de ansamblu si de detaliu si a listei privind starea de integritate a constructiei. Calculul structural seismic. Stabilirea indicatorilor R1, R2 si R3.
 - 4.6.6. Evaluarea prin calcul a indicatorului r3 (gradul de asigurare structurala seismica)
 - 4.6.7. Stabilirea incarcarilor
 - 4.6.8. Stabilirea factorului de incredere
 - 4.6.9. Determinarea fortei taietoare de calcul
- 4.7. Raspunsuri structurale de sistem pentru cladirile studiate
 - 4.7.1. Determinarea gradului de asigurare structurala seismica- R3
- 4.8. Sinteza evaluarii si formularea concluziilor. Incadrarea constructiei in clasa de risc seismic
- 4.9. Propuneri de solutii de interventie.
- 4.10. Reparatia degradarilor aparute in placile loggiilor, balcoanelor si copertinelor
- 4.11. Parapetii loggiilor si balcoanelor
- 4.12. Interventii locale structurale pe fatada.
- 4.13. Interventii la invelitoare

ANEXA 1

CAPITOLUL 5 - STUDII DE CAZ PRIVIND COMPORTAREA CLADIRILOR CU CADRE PREFABRICATE DIN BETON ARMAT, AMPLASATE IN ZONE SEISMICE

- 5.1. Aspecte generale
- 5.2. Descrierea studiilor de caz alese in scopul determinarii vulnerabilitatilor seismice structurale
- 5.3. Comparatiile realizate intre modelele V1, V2, V3 cu M.
- 5.4. Concluzii
- 5.5. Raspunsuri structurale de sistem – comparatii cladiri monolite/prefabricate cu structura in cadre din b.a.
- 5.6. Aspecte privind vulnerabilitatea seismica a diferitelor tipuri de structuri de rezistenta dupa seismul din 2011

CAPITOLUL 6 - CONCLUZII SI CONTRIBUTII PERSONALE

- 6.1. Concluzii documentare din capitolul 1
 - 6.1.1. Cu privire la partea structurala
 - 6.1.2. Cu privire la problemele higrotermice
 - 6.1.3. Cu privire la problemele termo-energetice
- 6.2. Concluzii documentare din capitolul 2
- 6.3. Concluzii documentarea si calculele realizate la capitolul 3
- 6.4. Concluzii din documentarea si calculele realizate in capitolul 4
- 6.5. Concluzii din documentarea si calculele realizate in capitolul 5
- 6.6. Contributii personale
- 6.7. Directii viitoare de cercetare

BIBLIOGRAFIE

INTRODUCERE

1.1. Descrierea problematii

Avand in vedere, cel putin in Romania, ca in urma cutremurelor majore de pamant, nu au existat avarii semnificative la acest tip de cladiri, a aparut o „legenda urbana” in care se considera ca aceste structuri au fost bine proiectate, bine construite si s-au comportat corespunzator la actiunea seismica. Cu toate acestea s-a constatat ca structurile de cladiri, in cadre sau cu pereti din b.a., realizate cu elemente prefabricate s-au comportat relativ slab la cutremure, probabil din cauza comportarii fragile/neductile a conexiunilor dintre elementele prefabricate, realizarii neadecvate a componentelor si al conceptelor de proiectare depasite la acel moment. Ca la orice tip de structuri si cele care sunt proiectate si realizate cu elemente prefabricate trebuie sa fie rezultatul unor metode si metodologii de calcul care sa conduca la o comportare seismica adecvata, fara deformatii remanente.

1.2. Obiectivele si scopul cercetarii intreprinse in lucrare

Cu toate ca pe plan international conceptul de îmbinari ductile disipatoare de energie nu mai este nou, pe plan national acesta a fost foarte putin abordat. Din aceasta cauza exista un vid atât în normele de proiectare cât si în literatura de specialitate. Implementarea unui astfel de concept trebuie privit din doua respective: din punctul de vedere al normelor de proiectare autohtone si din punctul de vedere al executiei. Unul dintre obiectivele tezei de doctorat a fost realizarea unui studiu documentar amplu cu privire la prefabricare, elemente prefabricate si moduri de calcul.

Caracteristicile materialelor sunt foarte importante atât pentru calcul cât si din punct de vedere al comportarii îmbinarii la încarcari ciclice. Se doreste in buna masura ca ductilitatea si capacitatea de disipare a energiei seismice sa fi asemanatoare cu cea a uneia realizate in sistem monolit.

Poate cel mai important obiectiv este acela de a verifica modul în care cladirile cu structuri prefabricate din b.a. respecta principiile si cerintele de proiectate seismica. În primul rând trebuie stabilit modul în care sunt aplicate metodele de calcul seismic, si cum se realizeaza modelarea comportarii structurale, asa cum sunt ele prezentate în P100-1/2006-2013. In aceste conditii cel mai important aspect este cel al modelarii îmbinarii în cazul analizelor neliniare, în termeni de ductilitate si amortizare. În afara de cerinta de rezistenta si stabilitate respectiv ductilitate, trebuie verificat modul în care se poate interveni in scopul punerii in siguranta structurala seismica la cladirile existente cu structuri prefabricate din beton armat.

Experienta covarsitoare avuta de Romania in acest domeniu a constituit un izvor de inspiratie in acest scop, avand la baza atat constatarile determinate pe durata de viata a acestor tipuri de cladiri, fie din punct de vedere al comportarii la actiuni gravitationale dar si seismice (multe dintre aceste cladiri trecand prin seismele majore romanesti din 1977, 1986, 1990 si 2004), cicluri repetate de gelivitate, aspecte higo-termice cat si modurile ingineresti de proiectare, detalii de alcatuire, etc.

Aproape 30% din cladirile de locuinte existente in Bucuresti sunt realizate cu structura de rezistenta prefabricata.

1.3. Continutul lucrarii

Teza contine prezenta introducere, 6 capitole si bibliografie.

Introducerea, prezinta pe scurt motivul alegerii subiectului tezei si continutul acesteia. Acest capitol cuprinde 4 pagini

Capitolul 1 - Aspecte privind realizarea elementelor prefabricate in sistem industrializat – prezinta in mod succint avantajele si dezavantajele prefabricarii, solutiile de elemente structurale prefabricate, aspecte privind avariile intalnite la cladiri cu structura din elemente prefabricate din b.a., precum si cateva aspecte termo-higro-energetice, cu privire la comportarea panourilor exterioare. Acest capitol cuprinde 50 pagini si 34 figuri.

Capitolul 2 - Aspecte privind comportarea cladirilor existente in Romania, proiectate conform normativelor P13-63 si P13-71, la actiunea seismelor precedente – face o analiza completa si complexa a modului de proiectare si comportarea la seismele majore precedente a cladirilor din Romania, atat cu structura de rezistenta din elemente structurale monolite cat si prefabricate, in scopul identificarii eventualelor carente de proiectare si comportare a celor din urma. Acest capitol cuprinde 23 pagini, 3 tabele si 2 figuri.

Capitolul 3 - Aspecte privind calculul planseelor mixte din beton armat – trateaza calculul planseelor mixte din b.a., de tip predala cu suprabetonare, la modul general dar si in cazul unei cladiri cu 6 niveluri. S-au realizat o serie de interpretari dar si nomograme, care sa ajute la calculul simplificat dar acoperitor al acestor elemente structurale. Acest capitol cuprinde 24 pagini, 1 tabel si 57 figuri.

Capitolul 4 - Studii de caz privind comportarea cladirilor cu pereti structurali prefabricati din beton armat, amplasate in zone seismice – prezinta 5 studii de caz pentru 3 cladiri existente, cu structura de rezistenta cu pereti structurali prefabricati din b.a. amplasate in Bucuresti. S-au realizat modele de calcul structural si sunt prezentate raspunsurile la nivel de sistem structural pentru un tronson cu 5 niveluri, analizat in varianta prefabricata apoi pentru doua tronsoane similare din care unul cu 5 niveluri si celalalt cu 9 niveluri sunt realizate calcule comparative in conditiile considerarii comportarii acestora ca structuri monolite sau prefabricate. Acest capitol cuprinde 60 pagini, 11 tabele si 295 figuri.

Capitolul 5 - Studii de caz privind comportarea cladirilor cu cadre prefabricate din beton armat, amplasate in zone seismice – prezinta 2 studii de caz, pentru un tronson de cladire cu structura monolita respectiv prefabricata. S-au realizat calcule de nivel superior de tip biografic, statice si dinamice. Pentru calculele dinamice s-au folosit accelerogramele naturale inregistrate in Vrancea 1977, El Centro 1940 si Titulescu 1986 atat separat cat si introdu-se intr-un lant (tren) de 3 accelerograme succesive. Acest capitol cuprinde 24 pagini, 6 tabele si 128 figuri.

Capitolul 6 – Concluzii si contributiile personale – prezinta in mod organizat concluziile desprinse in urma investigatiilor documentare si numerice abordate pe parcursul lucrarii. Acest capitol cuprinde 6 pagini si 2 figuri.

Bibliografia cuprinde o lista cu 91 de lucrari parcurse in scopul realizarii cercetarii documentare. Acest capitol cuprinde 6 pagini.

CAPITOLUL 1 - ASPECTE PRIVIND REALIZAREA ELEMENTELOR PREFABRICATE IN SISTEM INDUSTRIALIZAT

Acest capitol prezinta in mod succint avantajele si dezavantajele prefabricarii, solutiile de elemente structurale prefabricate, aspecte privind avariile intalnite la cladiri cu structura din elemente prefabricate din b.a., precum si cateva aspecte termo-higro-energetice, cu privire la comportarea panourilor exterioare. Acest capitol cuprinde 50 pagini si 34 figuri in 10 subcapitole.

- Dupa un razboi care dureaza deja de ani de zile, necesitatea de a construi cladiri cu diverse functiuni, dar in special cladiri de locuinte, s-a acutizat.
- In acest moment, exista practic un mare vid de norme proprii, corespunzatoare Irakului, bazate statistico-probabilistic pe tipurile de actiuni dominante, pe tipurile de teren specifice, dar si pe traditia milenara a regiunii. In general se foloseste un amestec de coduri si norme de proiectare mai vechi importate de la diverse tari precum SUA si Marea Britanie.
- In acest scop, se recomanda mai intai alcatuirea unui set de coduri, norme, standarde proprii ancorate profund in traditia tarii, iar din punct de vedere al solutiilor structurale eficiente, se pot utiliza diferite solutii:
 - Cladiri de locuit cu structura de rezistenta din zidarie armata sau/si nearmata;
 - Cladiri de locuit cu structura din cadre de beton armat;
 - Structuri duale alcatuite din doua subsisteme structurale componente: subsistem cadre din b.a. respectiv subsistemul pereti structurali (din b.a. sau zidarie);
 - Cladiri de locuit cu structuri partial sau integral prefabricate.
- Din punct de vedere functional-arhitectural, acestea trebuie sa satisfaca traditiile si cerintele cladirilor de locuit tipice irakiene.
- Optiunea de a se utiliza pentru cladirile de locuinte structuri realizate prin prefabricare partiala sau integrala pare a fi eficienta, din multe puncte de vedere prezentate atat anterior cat si in capitolele urmatoare, dar in special datorita rapiditatii procesului specific de punere in opera.
- Experienta Romaniei in acest sens poate sa fie de bun augur. Aparute la un moment dat pe piata ca un raspuns la necesitatea accentuata de locuinte, acestea ajunsesera sa se realizeze, o data cu capatarea experientei in domeniu, intr-un ritm deosebit. Practic o cladire de locuit cu S+P+3-4 E se construia si da in functiune intr-o luna, deci un nivel pe saptamana.

CAPITOLUL 2 - ASPECTE PRIVIND COMPORTAREA CLADIRILOR EXISTENTE IN ROMANIA, PROIECTATE CONFORM NORMATIVELOR P13-63 SI P13-71, LA ACTIUNEA SEISMELOR PRECEDENTE

Acest capitol face o analiza completa si complexa a modului de proiectare si comportarea la seismele majore precedente a cladirilor din Romania, atat cu structura de rezistenta din elemente structurale monolite cat si prefabricate, in scopul identificarii eventualelor probleme de proiectare si comportare a celor din urma. Acest capitol cuprinde 23 pagini, 3 tabele si 2 figuri in 4 subcapitole.

- Deseori specialistii trebuie sa foloseasca o multitudine de programe de calcul, pentru a surprinde comportarea corecta sau cat mai aproape de realitate, a unor cladiri cu o structura ce iese din tiparele clasice.

- Aparitia unor neregularitati, geometrice (in plan, sau pe verticala), structurale (tipuri de sectiuni transversale ale elementelor structurale, pozitii sau orientari ce se modifica pe verticala, etc) trebuie foarte bine analizata si modelata (prin calibrari succesive) astfel incat concluziile obtinute sa reflecte, daca se poate, cat mai fin realitatea.
- Experienta romaneasca in domeniu, generatii imbunatatite de coduri de proiectare, observatii determinate dupa seismele majore prin care o mare parte a cladirilor existente au trecut, ofera importante date pentru specialisti, tocmai in sensul celor prezentate anterior.
- Introducerea si primele doua capitole contin in mare rezultatul sintetic al unui studiu documentar amplu, realizat in scopul realizarii urmatoarelor capitole, bazate pe cercetari numerice.

CAPITOLUL 3 - ASPECTE PRIVIND CALCULUL PLANSEELOR MIXTE DIN BETON ARMAT

- Acest capitol trateaza calculul planseelor mixte din b.a., de tip predala cu suprabetonare, la modul general dar si in cazul unei cladiri cu 6 niveluri. Acest capitol cuprinde 24 pagini, 1 tabel si 57 figuri in 6 subcapitole.
- Pornind de la relatiile principale de calcul existente pe plan intern s-au realizat mai intai o serie de interpretari, nomograme care sa usureze calculul intr-o maniera simpla dar corecta.
- Apoi, pentru o cladire cu 6 niveluri s-au realizat calcule comparative pentru cazul utilizarii planseelor monolite si cel al utilizarii planseelor cu predale si suprabetonare. In cel din urma caz, printr-o modelare adecvata a conectorilor (cu elemente finite de tip liniar) s-au determinat fortele taietoare care apar la o eventuala lunecare intre stratul suport de tip predala si suprabetonare.

Concluzii

- Predalele se pot realiza fie in sistem industrializat fie pe santier;
- In primul caz dimensiunile predalelor sunt corelate cu posibilitatile de transport de la fabrica la santier, pe trailer sau alte mijloace de transport;
- In cel de-al doilea caz predalele pot avea dimensiuni maxime de 6.0 m x 6.0 m;
- Grosimile predalelor, 5-8 cm, sunt corelate cu suprafetele de placa si incarcările pe aceasta. Grosimea betonului din suprabetonare este de 8 –10 cm. Clasa betonului din predala este C25/30, iar in suprabetonare C20/25.
- Predala contine toata armatura de la partea inferioara a placii; aceasta este calculata pentru incarcările corespunzatoare fazei de exploatare si considerarii placii in ansamblu; armatura de la partea superioara, pe reazeme este positionata in suprabetonare. Armatura poate fi din otel OB37, PC52 sau plase sudate din sarme STNB
- Legatura intre cele doua straturi de beton turnate in etape diferite se realizeaza cu conectori, de tip bucle sau de tip ferme (trigoane), din otel OB37 sau PC52. Acestia au rolul de a prelua efortul de lunecare de la suprafata de separatie dintre cele doua straturi de beton. Pentru suprafete de placi curente,

in jur de 25 mp si incarcari curente de cladiri civile, conectorii pot fi de tip bucle; pentru suprafete mai mari, cu valori ridicate de forta taietoare care conduc la eforturi unitare tangentiale τ ridicate, conectorii pot fi de tip ferme .

- In faza de montaj, predalele reazema pe grinzi extensibile si popi telescopici.
- Manipularea predalelor se realizeaza cu ajutorul unui sistem de ridicare prevazut cu mai multe carlige, care se agata de tevi, care trec prin cele doua siruri de conectori marginali;
- Prin conceptie, calcul si mod de realizare, predalele asigura impreuna cu suprabetonarea un planseu similar din punct de vedere al comportarii cu cele monolite.
- Prin faptul ca asigura in acelasi timp si rolul de cofraj continuand tot odata si armatura din camp, ofera o reducere semnificativa a manoperei pe santier.

CAPITOLUL 4 - STUDII DE CAZ PRIVIND COMPORTAREA CLADIRILOR CU PERETI STRUCTURALI PREFABRICATI DIN BETON ARMAT, AMPLASATE IN ZONE SEISMICE

Acest capitol prezinta 5 studii de caz pentru 3 cladiri existente, cu structura de rezistenta cu pereti structurali prefabricati din b.a. amplasate in Bucuresti. S-au realizat modele de calcul structural si sunt prezentate raspunsurile la nivel de sistem structural pentru un tronson cu 5 niveluri, analizat in varianta prefabricata.

- Apoi pentru doua tronsoane similare din care unul cu 5 niveluri si celalalt cu 9 niveluri sunt realizate calcule comparative in conditiile considerarii comportarii acestora ca structuri monolite sau prefabricate. Raspunsurile structurale obtinute atat pentru cladirea 1 cu 5 niveluri (in varianta monolita si prefabricata) cat si pentru cladirea 2 cu 9 niveluri (in varianta monolita si prefabricata) sunt prezentate in paralel in Anexa.
- Avand in vedere toate calculele realizate rezulta ca in principiu cladirile nu necesita luarea unor masuri de consolidare structurala intrucat gradul de asigurare structurala seismica rezultat din calcul este superior valorii minime impusa de P100-3/2008 (0,65 - valoare minima prevazuta pentru sursa seismica Vrancea pentru ca o cladire sa nu necesite interventie structurala). Se considera ca in circumstantele actuale, avand in vedere cele prezentate in capitolul 1, este necesara reabilitarea termica a acestor cladiri.
- Principalele lucrări de intervenție pentru reabilitarea termica, stabilite prin ordonanta de urgenta nr. 18/2009 aprobata cu modificari si completari de Legea nr. 158/2011, care urmeaza a se efectua in cazul blocurilor de locuinte sunt:
 - izolarea termica a peretilor exteriori;
 - înlocuirea ferestrelor si usilor exterioare existente, inclusiv a tamplariei aferente accesului in blocul de locuinte, cu tamplarie performanta energetic;
 - inchiderea balcoanelor/loggiilor cu tamplarie performanta energetic;
 - termo - hidroizolarea terasei/ termoizolarea planseului peste ultimul nivel in cazul existentei sarpante. Aceasta se va face cu desfacerea

partiala a straturilor existente, inlocuirea si completarea lor cu straturi suplimentare, dar astfel incat sa nu fie depasita greutatea initiala a straturilor;

- izolarea termica a planseului peste subsol, în cazul în care prin proiectarea blocului sunt prevazute apartamente la parter (este cazul cladirii care se analizeaza)
 - lucrari de demontare instalatii si echipamente montate aparent pe fatadele/terasa blocului de locuinte, precum si remontarea acestora dupa efectuarea lucrarilor de izolare termica ;
 - lucrari de refacere a finisajelor anvelopei;
- O data cu efectuarea lucrarilor prevazute mai sus se pot executa si urmatoarele lucrari de interventie, justificate din punct de vedere tehnic in expertiza tehnica si/sau in auditul energetic:
 - lucrari de reparatii la elementele de constructie care prezinta potential pericol de desprindere si/sau afecteaza functionalitatea blocului de locuinte, inclusiv de refacere în zonele de interventie;
 - lucrari de interventie la instalatia de distributie a agentului termic pentru incalzire aferenta partilor comune ale blocurilor de locuinte.
 - In cadrul operatiilor de reparatie a fatadei pot interveni urmatoarele lucrari care implica interventii structurale:
 - Reparatia degradarilor aparute in placile logiilor, balcoanelor si copertinelor
 - Parapetii logiilor si balcoanelor
 - Interventii locale structurale pe fatada.
 - Interventii la invelitoare
 - Concluziile sunt prezentate cu caracter de generalitate, pentru toate studiile de caz realizate.
 - Acest capitol cuprinde 60 pagini, 11 tabele si 295 figuri in 13 subcapitole si o anexa.

CAPITOLUL 5 - STUDII DE CAZ PRIVIND COMPORTAREA CLADIRILOR CU CADRE PREFABRICATE DIN BETON ARMAT, AMPLASATE IN ZONE SEISMICE

- Acest capitol prezinta 2 studii de caz, pentru un tronson de cladire cu structura monolita respectiv prefabricata. S-au realizat calcule de nivel superior de tip biografic, statice si dinamice. Pentru calculele dinamice s-au folosit accelerogramele naturale inregistrate in Vrancea 1977, El Centro 1940 si Titulescu 1986 atat separat cat si introdu-se intr-un lant (tren) de 3 accelerograme succesive. Acest capitol cuprinde 24 pagini, 6 tabele si 128 figuri in 6 subcapitole.
- Avand in vedere cele prezentate anterior, s-au realizat in paralel patru studii de caz, pentru acelasi tip de structura, avand 6 deschideri de cate 6 m si 6 travei de cate 5 m respectiv 5 niveluri de 3.00 m inaltime.

- Pentru beton s-a considerat clasa C25/32 iar armaturile au fost considerate de tip PC52 si OB37. Stalpii au fost armati cu 12F20 iar grinzile cu 3F20 sus si 3F16 jos.
- In cazul structurii monolite imbinarile stalpi/grinzi au fost considerat perfect rigide (M) in timp ce pentru grinzile prefabricate s-au considerat articulatii la capetele grinzilor.
- Pentru grinzi au fost socotite trei tipuri de modele:
 - grinzi cu lungimea pana la stalpi articulate in noduri (V1)
 - grinzi articulate la mijlocul deschiderilor (V2)
 - o varianta cu zone de console prevazute la capetele stalpilor iar grinzile articulate in acele zone de consola, in scopul indepartarii articulatiilor de nodurile stalpilor. (V3)
- S-au realizat comparatii intre varianta monolita a cladirii analizate si cele trei variante propuse pentru prefabricare, rezultand urmatoarele concluzii:
 - Intre monolit (M) si varianta V1 de prefabricare:
 - Raportul mediu intre perioade: 3.0
 - Raportul mediu intre factorii de participare masica: 0.85
 - Din punct de vedere al calculelor statice echivalente rezulta ca drifturile sunt de circa 15 ori mai mari pentru varianta prefabricata fata de cea monolita:
 - Din calcule dinamice neliniare, cu tren de acceleratii, rezulta ca raportul intre rotirile relative de nivel prefabricat/monolit este in medie de 6.0:
 - Se observa ca si in cazul cladirii considerata in varianta monolita, fata de calculele statice echivalente (in care rotirile relative de nivel sunt sub 5‰ rezulta rotiri relative de nivel de 8.24‰, adica 1.65 ori mai mari decat cele admisibile.
 - Din calculele statice biografice rezulta:
 - Pentru structura in varianta monolita: Articuliatiile plastice (AP) apar in pasii initiali la bazele stalpilor si la capetele grinzilor. In final apar local la partile superioare ale unor stalpi;
 - Pentru structura in varianta prefabricata: Articuliatiile plastice (AP) apar numai la bazele stalpilor. In rest stalpii au tendinta sa lucreze in domeniul elastic.
 - Intre monolit (M) si varianta V2 de prefabricare:
 - Raportul mediu intre perioade: 1
 - Raportul mediu intre factorii de participare masica: 1
 - Din punct de vedere al calculelor statice echivalente rezulta ca drifturile practic egale cu cele corespunzatoare cazului M
 - Din calcule dinamice neliniare, cu tren de acceleratii, rezulta ca raportul intre rotirile relative de nivel prefabricat/monolit este in medie 1:
 - Din calculele statice biografice rezulta:
 - Pentru structura in varianta monolita: Articuliatiile plastice (AP) apar in pasii initiali la bazele stalpilor si

- o la capetele grinzilor. In final apar local la partile superioare ale unor stalpi;
 - o Pentru structura in varianta prefabricata: Articulationile plastice (AP) apar in pasii initiali la bazele stalpilor si la capetele grinzilor. In final apar local la partile superioare ale unor stalpi.
- Intre monolit (M) si varianta V3 de prefabricare:
 - Raportul mediu intre perioade: 2.5
 - Raportul mediu intre factorii de participare masica: 0.83
 - Din punct de vedere al calculelor statice echivalente rezulta ca drifturile sunt de circa 15 ori mai mari pentru varianta prefabricata fata de cea monolita:
 - Din calcule dinamice neliniare, cu tren de acceleratii, rezulta ca raportul intre rotirile relative de nivel prefabricat/monolit este in medie de 6.0:
 - Din calculele statice biografice rezulta:
 - o Pentru structura in varianta monolita: Articulationile plastice (AP) apar in pasii initiali la bazele stalpilor si la capetele grinzilor. In final apar local la partile superioare ale unor stalpi;
 - o Pentru structura in varianta prefabricata: Articulationile plastice (AP) apar numai la bazele stalpilor. In rest stalpii au tendinta sa lucreze in domeniul elastic.

Concluzii:

- Se constata ca dintre variantele studiate, cea mai apropiata de varianta monolita este aceea in care se considera ca imbinarea/plastificarea se realizeaza la mijlocul campurilor grinzilor (V2)
- Variantele cu grinzile articulate la ambele capete, fie direct in stalpi fie pe niste console prevazute din stalpi sunt destul de apropiate ca raspunsuri, iar acestea sunt relativ neconvenabile. Structurile sunt flexibile si inevitabil apar rotiri relative de nivel mai mari decat pentru cladirile cu solutie monolita.
- Este foarte clar ca in realitate situatia nu este atat de dificila si ca modelarea cu articulatii desi simplista este acoperitoare pe de o parte si ofera indicii privind modul de comportare al cladirilor cu structura de rezistenta prefabricata.
- In studiile ulterioare s-ar putea incerca modelarea conexiunilor intre elementele prefabricate prin utilizarea unor elemente finite de tip LINK care sa introduca diverse tipuri de amortizare. In studiile efectuate pe plan international, inclusiv pentru punerea in siguranta structurala a cladirilor existente se propune utilizarea unor dispozitive locale de amortizare.

CAPITOLUL 6 - CONCLUZII SI CONTRIBUTII PERSONALE

In prezentul capitol sunt prezentate toate concluziile desprinse pe parcurs, intr-un mod unitar, pentru a putea fi o cale de alegere a solutiei de proiectare si realizare a cladirilor cu structura prefabricata din beton armat, inclusiv in Irak si poate si in alte tari din regiune.

6.1. Concluzii documentare din capitolul 1

6.1.1. Cu privire la partea structurala

- O caracterizare general valabila a istoricului acestor sisteme structurale este greu de realizat, intrucat prefabricarea si industrializarea in constructii au cunoscut etape de dezvoltare diferite in lume, dezvoltare care nu a progresat continuu ci in salturi. Ceea ce se poate defini sunt un numar de directii comune situatiilor din diferite tari ale lumii.
- Prima directie (caracterizand tari ca SUA, Noua Zeelanda, Marea Britanie, parte din tarile Europei Occidentale), duce catre obtinerea de performante deosebite dupa o perioada de stagnare a utilizarii solutiilor prefabricate. In momentul dezvoltarii economice si al progresului in cercetare, aplicarea unor programe de testare performante a permis largirea orizontului informational privitor la comportarea structurilor prefabricate. In urma testarii si a programelor experimentale s-a trecut la elaborarea de material teoretic, de normative oficiale pentru proiectarea si detalierea diferitelor solutii industrializate. Procesul este inca in desfasurare iar progresul este considerabil. Se merge pe ideea de privatizare deschisa care sa inlesneasca un grad cat mai ridicat de flexibilitate functionala, deci sa permita utilizarea de partiuri cat mai variata. O asemenea abordare are insa un mare dezavantaj, costul experimentarii este ridicat, mai ales cand se investeste in solutii cu rezultate teoretice satisfacatoare dar cu aplicabilitate redusa in executie.
- A doua directie, caracteristica in cel mai mare procent Japoniei, duce la obtinerea de progrese in utilizarea solutiilor prefabricate prin dezvoltarea de sisteme proprii fiecarui producator. Companiile producatoare de prefabricate aveau puse la punct si propriile detalii de proiectare mai ales in ceea ce priveste proiectarea antiseismica. Aceasta procedura a ramas tributara unor teorii si principii inechitate, dar acum cercetarea si productia incearca sa puna bazele unor noi reglementari.
- Situatiile in Estul Europei, cat si in fostele state URSS este intr-un regres considerabil. In tara noastra industrializarea sistemelor structurale a inceput in masa in anii '60, a cunoscut apogeul in anii '70 -'80, urmand ca dupa 1990 ideea utilizarii solutiilor prefabricate sa se restranga considerabil, solutiile de plansee mixte ramanand cele mai intalnite. Problema de baza nu este calitatea produselor sau a executiei, ci aplicarea unei tipizari in masa, cu partiuri inghetate care nu mai corespund exigentelor actuale ale utilizatorilor. In momentul de fata nici situatia economica nu mai permite investitiile necesare aplicarii unor astfel de solutii structurale.
- Concluzia generala in urma analizei facute este ca solutiile sistemelor structurale cu grad ridicat de industrializare este si ramane o alternativa viabila a sistemelor structurale monolite. Pentru ca sa se poata beneficia la maxim de avantajele prefabricarii si sa se diminueze din aspectele ei negative, trebuie folosita insa o prefabricare deschisa care sa poata mari aplicabilitatea acestor solutii pentru variate cerinte si destinatii. O alegere oportuna este aceea in concordanta cu destinatia cladirii, exigentele functionale, caracteristicile amplasamentului, posibilitatile producatorului si executantului si care echilibreaza investitia initiala si costul lucrarilor cu investitia pe termen lung.
- Criteriile reducerii termenelor de executie, a consumului de mana de lucru si de materiale nu justifica singure alegerea solutiei structurale prefabricate.

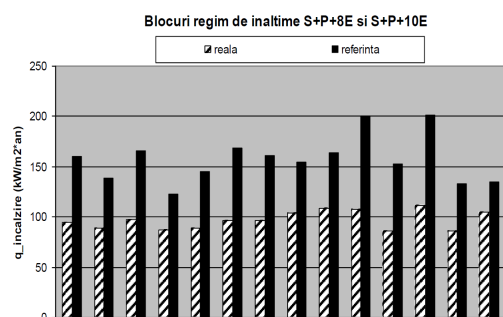
6.1.2. Cu privire la problemele higrotermice

- Influenta punctilor termice, la cladirile din panouri mari, izolate termic bine în câmp curent, face ca rezistentele termice corectate sa scada mult fata de cele unidirectionale atât în situatia existenta cât si în cea modernizata. Astfel:
 - La peretii exteriori, pentru cladirea existenta, de la $R=1,844\text{m}^2\text{K/W}$ la $R'=0,575\text{m}^2\text{K/W}$ ($r=0,312$), iar pentru cladirea modernizata de la $R=4,384\text{m}^2\text{K/W}$ la $R'=1,090\text{m}^2\text{K/W}$ ($r=0,439$),
 - La terasa, pentru cladirea existenta, de la $R=1,140\text{m}^2\text{K/W}$ la $R'=1,003\text{m}^2\text{K/W}$ ($r=0,880$), iar pentru cladirea modernizata de la $R=4,669\text{m}^2\text{K/W}$ la $R'=3,320\text{m}^2\text{K/W}$ ($r=0,711$),
 - La planseul peste subsol, pentru cladirea existenta, de la $R=0,378\text{m}^2\text{K/W}$ la $R'=0,368\text{m}^2\text{K/W}$ ($r=0,973$), iar pentru cladirea modernizata de la $R=3,045\text{m}^2\text{K/W}$ la $R'=2,004\text{m}^2\text{K/W}$ ($r=0,658$),
 - Pe ansamblul anvelopei cladirii, rezistenta medie corectata scade, pentru cladirea existenta – de la $R'=0,763\text{m}^2\text{K/W}$ la $R'=0,524\text{m}^2\text{K/W}$ ($r=0,687$), iar pentru cladirea modernizata – de la $R'=2,208\text{m}^2\text{K/W}$ la $R'=1,566\text{m}^2\text{K/W}$ ($r=0,709$).
- La cladirile din panouri mari este necesara si evaluarea riscului de aparitie a condensului pe suprafata interioara precum, în unele cazuri a condensului interstitial.
- Calculul coeficientului global de izolare termica G reprezinta un instrument pretios, singurul cu care se pot identifica, înca din fazele preliminare de evaluare, suprafetele prin care se disipeaza fluxurile termice majore si cu care se pot stabili grosimile straturilor suplimentare de termoizolatie care conduc la obtinerea unor performante cât mai apropiate de cele ale cladirii de referinta.
- Aplicarea metodei termografice pentru investigarea fatadelor cladirilor din panouri mari existente este deosebit de utila pentru aprecierea procentului de puncti termice care trebuie corectate dar utilizarea acestei metode nu trebuie facuta la întâmplare ci pe baza unor cunostinte dobândite prin specializare si studiu, iar interpretarea imaginilor termografice trebuie facuta cu grija si cu stiinta pentru a nu conduce la concluzii eronate.
- Cladirile de locuit din panouri mari prezinta o mare diversitate din punct de vedere al alcatuirii panourilor de fatada, functie de perioada în care au fost construite, caracterizata printr-o anumita etapa în evolutia acestui sistem constructiv.
- Cladirile din panouri mari, pe lângă punctele termice din dreptul îmbinarilor, au un procent mare de puncti termice în interiorul panourilor prefabricate care nu pot fi corect apreciate decât printr-o cunoastere aprofundata a principiilor de proiectare, alcatuire si executie a acestora.
- Documentatia existenta nu ofera informatiile necesare pentru o analiza higrotermica a anvelopei în conformitate cu realitatea, multe aspecte esentiale ramânând la aprecierea auditorului energetic. Aceasta poate conduce la diferente semnificative între performanta energetica a unor apartamente sau cladiri similare, daca evaluarea a fost facuta de persoane diferite.
- Termografia IR aduce un plus de precizie relativ la ponderea punctilor termice, dar nu poate fi utilizata pentru fiecare certificat de apartament, daca luam în considerare numai faptul ca ar trebui sa creasca semnificativ preturile corespunzatoare acestei activitati (actualmente foarte scazute).
- Elaborarea unui material unitar, sub forma unui „ghid” sau „îndrumator” care sa ofere o serie de criterii precise si usor de apreciat, pe baza carora sa poata fi identificat proiectul

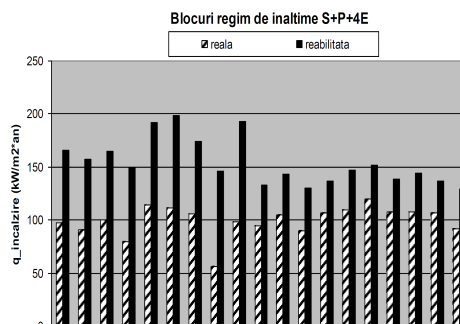
tip dupa care a fost realizata cladirea si implicit structura panourilor de fatada, ar conduce la eliminarea discrepantelor în evaluarea performantei energetice a apartamentelor si blocurilor de locuinte similare, constituind un instrument deosebit de util în special auditorilor energetici care nu sunt arhitecti sau ingineri constructori.

- Materialul ar trebui sa contina valorile coeficientilor de transfer termic liniar corespunzatori celor mai semnificative tipuri de puncti termice identificate la proiectele de cladiri tip din panouri mari de diverse generatii.

6.1.3. Cu privire la problemele termo-energetice



Consumul de căldură anual specific pentru încălzire q_{inc} pentru clădirea certificată și reabilitată pentru S+P+8E



Consumul de căldură anual specific pentru încălzire q_{inc} pentru clădirea certificată și reabilitată pentru S+P+4E

6.2. Concluzii documentare din capitolul 2

- Cladirile de locuit integral prefabricate, din panouri mari, s-au comportat relativ bine la actiunea cutremurelor din 1977, 1986 si 1990, nesemnalandu-se avarii la elementele structurale, care sa afecteze siguranta gravitacionala sau seismica, comportare explicabila printr-o rigiditate ridicata datorata peretilor desi din beton armat.
- Avariile evidentiate constau in fisuri in zonele de imbinari dintre panouri (mai ales la cele cu imbinari la colturi), la intersectiile peretilor, ca si la rosturile de rezemare a panourilor de planseu pe cele de pereti. De asemenea in riglele de cuplare s-au semnalat fisuri la 45°.
- Natura imbinarilor dintre panourile mari, cu profilaturi pentru transmiterea compresiunilor si cu armaturi pentru preluarea intinderilor, a facut ca acestea sa lucreze ca disipatori de energie si sa asigure conlucrarea structurala a ansamblului.

6.3. Concluzii documentarea si calculele realizate la capitolul 3

- Predalele se pot realiza fie in sistem industrializat fie pe santier;
- In primul caz dimensiunile predalelor sunt corelate cu posibilitatile de transport de la fabrica la santier, pe trailer sau alte mijloace de transport;
- In cel de-al doilea caz predalele pot avea dimensiuni maxime de 6.0 m x 6.0 m;
- Grosimile predalelor, 5-8 cm, sunt corelate cu suprafetele de placa si incarcările pe aceasta. Grosimea betonului din suprabetonare este de 8 –10 cm. Clasa betonului din predala este C25/30, iar in suprabetonare C20/25.
- Predala contine toata armatura de la partea inferioara a placii; aceasta este calculata pentru incarcările corespunzatoare fazei de exploatare si considerarii placii in ansamblu;

armatura de la partea superioara, pe reazeme este pozitionata in suprabetonare. Armatura poate fi din otel OB37, PC52 sau plase sudate din sarme STNB

- Legatura intre cele doua straturi de beton turnate in etape diferite se realizeaza cu conectori, de tip bucle sau de tip ferme (trigoane), din otel OB37 sau PC52. Acestia au rolul de a prelua efortul de lunecare de la suprafata de separatie dintre cele doua straturi de beton. Pentru suprafete de placi curente, in jur de 25 mp si incarcari curente de cladiri civile, conectorii pot fi de tip bucle; pentru suprafete mai mari, cu valori ridicate de forta taietoare care conduc la eforturi unitare tangentiale τ ridicate, conectorii pot fi de tip ferme .
- In faza de montaj, predalele reazema pe grinzi extensibile si popi telescopici.
- Manipularea predalelor se realizeaza cu ajutorul unui sistem de ridicare prevazut cu mai multe carlige, care se agata de tevi, care trec prin cele doua siruri de conectori marginali;
- Prin conceptie, calcul si mod de realizare, predalele asigura impreuna cu suprabetonarea un planseu similar din punct de vedere al comportarii cu cele monolite.
- Prin faptul ca asigura in acelasi timp si rolul de cofraj continuand tot odata si armatura din camp, ofera o reducere semnificativa a manoperei pe santier.
- O mare atentie trebuie acordata atat calculului conectorilor cat si a asigurarii decofrarii si transportului, fara a fisura sau rupe placa (cu grosimi reduse).

6.4. Concluzii din documentarea si calculele realizate in capitolul 4

Asa cum s-a mentionat cladirile nu necesita luarea unor masuri de consolidare structurala intrucat gradul de asigurare structurala seismica rezultat din calcul este superior valorii minime impusa de P100-3/2008 (0,65 - valoare minima prevazuta pentru sursa seismica Vrancea pentru ca o cladire sa nu necesite interventie structurala). Se considera ca in circumstantele actuale, avand in vedere cele prezentate in capitolul 1, este necesara reabilitarea termica a acestor cladiri.

Principalele lucrări de intervenție pentru reabilitarea termica sunt stabilite prin ordonanta de urgenta nr. 18/2009 aprobata cu modificari si completari de Legea nr. 158/2011.

6.5. Concluzii din documentarea si calculele realizate in capitolul 5

- Se constata ca dintre variantele studiate, cea mai apropiata de varianta monolita este aceea in care se considera ca imbinarea/plastificarea se realizeaza la mijlocul campurilor grinzilor.
- Variantele cu grinzile articulate la ambele capete, fie direct in stalpi fie pe niste console prevazute din stalpi sunt destul de apropiate ca raspunsuri, iar acestea sunt relativ neconvenabile. Structurile sunt flexibile si inevitabil apar rotiri relative de nivel mai mari decat pentru cladirile cu solutie monolita.
- Este foarte clar ca in realitate situatia nu este atat de dificila si ca modelarea cu articulatii desi simplista este acoperitoare pe de o parte si ofera indicii privind modul de comportare al caldirilor cu structura de rezistenta prefabricata.
- In studiile ulterioare s-ar putea incerca modelarea conexiunilor intre elementele prefabricate prin utilizarea unor elemente finite de tip LINK care sa introduca diverse tipuri de amortizare.
- In studiile efectuate pe plan international, onclusiv pentru punerea in siguranta structurala a cladirilor existente se propune utilizarea unor dispozitive locale de amortizare.

6.6. Contributii personale

- Cercetare documentara legata de problematica cladirilor cu structura din elemente prefabricate din beton armat, atat pentru cladirile existente cat si pentru cladirile noi;
- Realizarea unor nomograme pentru calculul simplificat al elementelor prefabricate de planseu de tip predala cu suprabetonare;
- Realizarea de modele si analize pentru cladiri de locuit existente cu structura avand pereti prefabricati din beton armat, in comparatie cu structuri similare monolite, tinand seama de comportarea imbinarilor intre elementele structurale;
- Realizarea de modele si analize pentru cladiri de locuit noi cu structura din cadre de beton armat prefabricate, in comparatie cu structuri similare monolite, tinand seama de comportarea imbinarilor dintre elementele structurale. Realizarea de calcule static biografice. Realizarea de calcule dinamice de tip Time History (TH) cu utilizarea unor accelerograme naturale (Vrancea NS 1977, El Centro 1940 si Titulescu 1986) precum si a unui tren (lant) format din cele trei accelerograme.

6.7. Directii viitoare de cercetare

Avand in vedere ca dupa terminarea facultatii un absolvent are o idee despre totul si despre nimic, cu ocazia mai intai a masteratului si apoi a doctoratului incepe sa inteleaga din ce in ce mai multe si orizontul devine din ce in ce mai clar.

Lucrarea de doctorat este importanta, dar in acelasi timp ar trebui sa nu fie lucrarea de capatai a unui absolvent.

Deoarece toata cercetarea documentara si practica inteprinsa pe decursul elaborarii lucrarii de doctorat mi-a desvaluit o multitudine de „secrete” ingineresti, ma gandesc ca pe viitor sa incerc sa ma ocup, de aceasta data mai putin stresat, de urmatoarele aspecte:

- Noi tipuri de imbinari intre elementele prefabricate din beton armat (avand in vedere ca totusi dupa cutremurul puternic din Noua Zeelanda au fost cladiri destul de putin avariate;
- Modelarea imbinarilor dintre elementele prefabricate:
 - Pe modele mai mici, cu programe mai performante;
 - Pe intreg modelul structural, cu programe mai performante
 - Folosind programe de proiectare curente (ETABS, SAP, SAFE) sa incerc o modelare corespunzatoare unui inginer proiectant si nu a unui cercetator.

BIBLIOGRAFIE

1. Restrepo, J. I., R. Park, and A. H. Buchanan. 1995. Tests on Connections of Earthquake Resisting Precast Reinforced Concrete Perimeter Frames of Buildings. *PCI Journal*, V. 40, No. 4, (July–August): pp. 44–61.

2. Alcocer, S. M., R. Carranza, D. Perez-Navaratte, and R. Martinez. 2002. Seismic Tests of Beam to Column Connections in a Precast Concrete Frame. *PCI Journal*, V. 47, No. 3 (May–June): pp. 70–89.
3. Rodriguez, M. E., and J. J. Blandon. 2005. Tests on Half-Scale Two-Story Seismic-Resisting Precast Concrete Building. *PCI Journal*, V. 50, No. 1 (January–February): pp. 94–114.
4. Blandon, J. J., and M. E. Rodriguez. 2005. Behavior of Connections and Floor Diaphragms in Seismic-Resisting Precast Concrete Buildings. *PCI Journal*, V. 50, No. 2 (March–April): pp. 56–75.
5. Soubra, K. S., J. K. Wight, and A. E. Naaman. 1993. Cyclic Response of Fibrous Cast-in-Place Connections in Precast Beam-Column Subassemblages. *ACI Structural Journal*, V. 90, No. 3 (May–June): pp. 316–323.
6. Vasconez, R.M., A. E. Naaman, and J. K. Wight. 1998. Behavior of HPFRC Connections for Precast Concrete Frames Under Reversed Cyclic Loading. *PCI Journal*, V. 43, No. 6 (November–December): pp. 58–71.
7. Bhatt, P., and D. W. Kirk. 1985. Test on an Improved Beam Column Connection for Precast Concrete. *ACI Journal*, V. 82, No. 6 (November–December): pp. 834–843.
8. Seckin, M., and H. C. Fu. 1990. Beam-Column Connections in Precast Reinforced Concrete Construction. *ACI Structural Journal*, V. 87, No. 3 (May–June): pp. 252–261.
9. Ochs, J. E., and M. R. Ehsani. 1993. Moment Resistant Connections in Precast Concrete Frames for Seismic Regions. *PCI Journal*, V. 38, No. 5 (September–October): pp. 64–75.
10. Stanton, J. F., N. M. Hawkins, and T. R. Hicks. 1991. PRESSS Project 1.3: Connection Classification and Evaluation. *PCI Journal*, V. 36, No. 5 (September–October): pp. 62–71.
11. Yee, A.A. 1991. Design Considerations for Precast Prestressed Concrete Building Structures in Seismic Areas. *PCI Journal*, V. 36, No. 3 (May–June): pp. 40–55.
12. Mast, R. F. 1992. A Precast Concrete Frame System for Seismic Zone Four. *PCI Journal*, V. 37, No. 1 (January–February): pp. 50–64.
12. French, C. W., O. Amu, and C. Tarzikhan. 1989. Connections between Precast Elements—Failure Outside Connection Region. *Journal of Structural Engineering*, V. 115, No. 2: pp. 316–340.
13. French, C. W., M. Hafner, and V. Jayashankar. 1989. Connection between Precast Elements—Failure within Connection Region. *Journal of Structural Engineering*, V. 115, No. 12: pp. 3171–3192.
14. Priestley, M. J. N. 1996. The PRESSS Program—Current Status and Proposed Plans for Phase III. *PCI Journal*, V. 41, No. 2 (March–April): pp. 22–40.
15. Hawkins, N. M., and S. K. Ghosh. 2000. Proposed Revisions to 1997 NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for Precast Concrete Structures Part 2—Seismic-Force-Resisting Systems. *PCI Journal*, V. 45, No. 5 (September–October): pp. 34–44.
16. Nakaki, S.D., R. E. Englekirk, and J. L. Plaehn. 1994. Ductile Connectors for a Precast Concrete Frame. *PCI Journal*, V. 39, No. 5 (September–October): pp. 46–59.
17. Elliot, K.S., G. Davies, H. Gorgun, A. Mohammad Reza, 1998. “The Stability of Precast Concrete Skeletal Structures.” *PCI Journal*, 43(2): 42-61.
18. Seckin, M. and H.C. Fu, 1990. Beam-Column Connections in Precast Reinforced Concrete Construction. *ACI Structural Journal*, 87(3): 252-261.

19. ACI 550.1R-01. 2001, Emulating Cast-in-Place Detailing in Precast Concrete Structures, *ACI Manual of Concrete Practice 2002*, 16 p
20. Ghosh, S.K., Nakaki, S.D. & Krishnan K 1997, Precast Structures in Regions of High Seismicity: 1997 UBC
21. Park, R. 1995, The Use of Precast Concrete in Earthquake Regions, *PCI-Journal*, Vol. 40, No. 3, May – June 1995, pp 40 – 60
22. Elliott, K.S., Davies, G., Ferreira, M., Gorgun, H., Mahdi, A.A.: Can precast concrete structures be designed as semi-rigid frames? Part 1: The experimental evidence, *The Structural Engineer*, Vol. 81, No. 16, August 2003., pp. 14-27
23. Elliott, K.S., Davies, G., Ferreira, M., Gorgun, H., Mahdi, A.A.: Can precast concrete structures be designed as semi-rigid frames? Part 2: Analytical equations and column effective length factors, *The Structural Engineer*, Vol. 81, No. 16, August 2003., pp. 28-37
24. Englekirk, R.E.: *Seismic design of reinforced and precast concrete buildings*, John Wiley & Sons Inc., 2003.
25. George G. Penelis and Andreas J. Kappos. *Earthquake resistant concrete structure*
26. Edmund Booth, Richard Fenwick. *Concrete structures in earthquake regions*
27. Priestly. MJN, Stiharan.S. Conley, J.R. and Pampanin, S: *Preliminary results and conclusions from the PRESS five story precast concrete test building*. Journal of the precast/ Prestressed concrete Institute. Vol 44.No . 6, pp. 42-67, 1999.
28. Zahn, F.A., Park, R. and Priestley, MJN. *Design of reinforced concrete bridge columns for strength and ductility*, Research report 86-7, Department of Civil Engineering, University of Canterbury, March 1986, 330 pp.
29. Park, R. *Some considerations in the seismic design of reinforced concrete interior beam-column joints of moment resisting frames*, Journal of the Structural Engineering Society of New Zealand, Vol. 15, No. 2, September 2002, pp. 53-64.
30. Park, R. and Paulay, T. *Reinforced concrete structures*. John Wiley and Sons, New York, 1975,769 pp.
31. Mander, J.B., Priestley, MJN and Park, R.: *Theoretical stress-strain model for confined concrete*. Journal of Structural Engineering of the American Society for Civil Engineers, Vol. 114, No. 8, August 1988, pp. 1804-1826.
32. Anderson, J.C. and Bertero, V, V. *Seismic performance of instrumental six story steel building*, Report No. UCB/ EERC-91/111,Earthquake Engineering Research Center, University of California at Berkely, Berkely, California, 1991.
33. T. Paulay, M.J.N. Priestley. *Seismic design of reinforced of reinforced concrete and masonry buildings*.