

Motivatie en doelstellingen van de modelcursus

Degelijk opgeleide ingenieurs en architecten vormen zonder twijfel één van de basispijlers van een goede en moderne maatschappij. Kennis en aanpassingsvermogen zijn immers sterk verbonden met rendement en vooruitgang. In de bouwwereld behoort prefabricatie tot de voorlopers qua ontwikkeling op gebied van technologie en uitvoering. De kennis hiertoe moet echter nog steeds hoofdzakelijk in de industrie zelf verworven en opgebouwd worden. De vraag stelt zich dan ook waarom dit niet eerder, en wellicht ook beter in het hoger en universitair onderwijs zou gebeuren.

Sommige academici zijn van mening dat het onderwijs zich alleen op de basisopleiding moet concentreren en dat specifieke bouwmethodes nadien tijdens de professionele loopbaan moeten aangeleerd worden. Anderen - waaronder ook de prefabindustrie - vinden dat prefab wel degelijk in het hoger onderwijs thuishoort, omwille van de fundamentele verschillen ten opzichte van de klassieke bouwmethoden, onder meer op gebied van ontwerpfilosofie, stabiliteitsprincipes, verbindingen, enz.

Huidige situatie in het onderwijs

Prefabricatie wordt in België weinig of niet onderwezen. Er zijn gelukkig enkele uitzonderingen bij sommige universiteiten en industriële hogescholen en ook bij enkele hogescholen voor architectuur. De cursussen zijn meestal gebaseerd op het FIP boek "Planning and Design of Precast Building Structures". De Federatie van de Betonindustrie (FEBE) heeft trouwens reeds 6000 boeken aan de studenten ter beschikking gesteld.

In het buitenland vinden we twee extremen op gebied van prefabonderwijs: enerzijds een volledige uitgebreide cursus zoals aan de Technische Universiteiten van Delft en Eindhoven, of in Chalmers Technical University in Göteborg, Zweden, ook aan Nottingham Technical University, UK en aan de Technische Universiteiten van Milaan en Turijn. Een gemeenschappelijk kenmerk van al deze universiteiten is dat ze bovendien een sterke reputatie hebben opgebouwd op gebied van onderzoek voor de prefabindustrie.

Prefabricatie wordt echter weinig gedoceerd in de meeste andere Europese landen. We stellen echter vast dat bijna overal inspanningen gedaan worden om aan deze lacune te verhelpen, niet alleen in Europa, maar ook in de Verenigde Staten van Amerika, waar het Precast/Prestressed Concrete Institute (PCI) aan een modelcursus werkt.

Motieven om prefabricatie te doceren aan universiteiten en hogescholen

Een eerste reden ligt in de specifieke ontwerpfilosofie van prefabconstructies. Wanneer wij prefabbeton vergelijken met ter plaatse gestort beton dan zijn de verschillen al bijna even zo groot als tussen beton en staal: minstens dubbel tot 4 maal grotere overspanningen, slankere doorsnede van de elementen, geconcentreerd stabiliteitsconcept in plaats van stijve knopen tussen alle elementen, specifieke verbindingen tussen de prefabelementen, enz.

Een andere reden om prefabricatie te onderwijzen ligt in de evolutie van de bouwtechniek. Onderwijs moet vanzelfsprekend niet alle nieuwigheden behandelen, maar wel deze die in het

tijdsbeeld passen, zoals industrialisatie, vraag naar kwaliteit, milieuvriendelijkheid zowel bij bouw als bij afbraak, arbeidsvriendelijkheid - in tegenstelling tot het 3-D syndroom - dirty, dangerous and difficult - waar de klassieke bouw onder lijdt. Het beste bewijs voor het groeiende belang van prefabricatie in de bouw is het feit dat het uitvoerig behandeld wordt in Eurocode 2 en dat er zelfs een aparte Belgische norm NBN-B15-003 bestaat voor prefabricatie.

Een derde reden betreft de mogelijkheden voor fundamenteel onderzoek. Door de kennisopbouw van prefabricatie aan de onderwijsinstellingen zullen ook de onderzoeksopdrachten uit de industrie toenemen. Nu gebeurt het toegepaste onderzoek al te veel in de industrie zelf, omwille van het feit dat men eerst de huidige onderzoekers van externe laboratoria moet bijbrengen waarover het gaat, vooraleer het onderzoek zelf kan worden aangevangen.

Domein en inhoud van de cursus

Op gebied van berekeningsprincipes en -methoden is er nagenoeg geen onderscheid tussen prefab-betonconstructies en ter plaatse gestort beton. De betonsterktes liggen wel veel hoger in de prefabricatie en omwille van de doorgevoerde controle en kwaliteitsbewaking mogen gunstigere veiligheidscoëfficiënten voor de materialen aangenomen worden. Verder zijn er kleine verschillen op gebied van de berekening van voorspanverliezen en dergelijke, maar globaal gezien blijven dezelfde berekeningsmethoden gelden.

Het allerbelangrijkste onderwijsdomein op gebied van prefabricage betreft de specifieke ontwerpfilosofie voor prefabgebouwen. Bij ter plaatse gestort beton zorgt een drie-dimensionele structuur met vaste knopen samen met centrale kernen voor de horizontale stijfheid. Bij prefab is een dergelijk concept niet wenselijk en moet de stabiliteit geconcentreerd worden in specifieke onderdelen zoals dwarswanden en kernen waarbij de schijfwerking van de vloeren voor de overdracht en de verdeling van de krachten zorgt. De verbindingen tussen de verschillende elementen spelen daarbij vanzelfsprekend een cruciale rol.

Modelcursus uitgegeven door de FEBE

De onderhavige cursus wordt door de FEBE uitgegeven ten behoeve van professoren bij het doceren van het ontwerpen van constructies in prefabbeton. De cursus werd opgesteld door Arnold Van Acker, expert bij de FEBE, met 40-jaar internationale ervaring op gebied van de betonprefabricatie. Een speciale onderwijscommissie samengesteld uit prefabrikanten en professoren van universiteiten, technische hogescholen en architectuur-instituten heeft tijdens de voorbije twee jaar deze modelcursus bestudeerd op inhoudelijk en pedagogisch vlak. De cursus omvat 11 lessen met voor elke les een geschreven tekst met talrijke voorbeelden, en een Power Point® presentatie waarin tal van foto's en tekeningen worden gegeven.

Het is de bedoeling dat de professoren zelf hun cursus opstellen en doceren aan de hand van het aangeboden materiaal, dat in open vorm gepresenteerd wordt. Men kan de documentatie geheel of gedeeltelijk gebruiken en aanvullen met eigen didactisch materiaal. De cursus richt zich tot alle bouwkundige ingenieurs en architecten. Hij is uitgegeven in het Nederlands en in het Frans.

Inhoud van de modelcursus

Les 1. Algemene aspecten bij het ontwerpen van prefabconstructies

Prefabricatie van betonconstructies is een geïndustrialiseerd bouwproces. De cursus vangt aan met een korte bespreking van de meest markante eigenheden van het systeem: fabrieksmatige producten, optimaal gebruik van grondstoffen, korte bouwtijd, slankere constructies, gunstige werkomstandigheden, milieuvriendelijke manier van bouwen. Vervolgens wordt uitgebreid ingegaan op een aantal basisprincipes om tot een goed ontwerp te komen, het belang van standaardisatie en modulatie en hoe er rekening gehouden wordt met dimensionele toleranties. Tenslotte wordt iets gezegd over bijkomende mogelijkheden aangaande technische uitrustingen in het gebouw.

Les 2. Prefab-bouwsystemen

Ogenschijnlijk bestaan er een groot aantal constructieve prefabsystemen voor gebouwen, die echter allemaal terug te leiden zijn tot een beperkt aantal basisoplossingen. Deze les beschrijft de meest gebruikte dragende bouwsystemen in prefabbeton: portiek- en skeletconstructies, wandconstructies, vloeren en daken, gevels in architectonisch beton.

Vervolgens worden motieven en richtlijnen gegeven aangaande de keuze en aanwending van de hierboven vermelde systemen voor toepassingen zoals residentiële gebouwen, kantoren, scholen, industriële en commerciële gebouwen, parkeergarages, sportcomplexen, enz.

Les 3. Stabiliteit

Prefabconstructies moeten ontworpen worden met een eigen stabiliteitsconcept dat verschilt van ter plaatse gestorte constructies. Deze les bestudeert de specifieke systemen die gebruikt worden om een prefabgebouw stabiel te maken: geschoorde en niet geschoorde constructies, inklemming van kolommen, dwarswandwerking, realisatie en werking van centrale kernen en schijfwerking van vloeren.

Een van de belangrijkste aspecten bij het ontwerpen van een prefabconstructie is de structurele integriteit. Deze wordt bekomen door een reeks doeltreffende verbindingen, ook wel kettingen genoemd. De les geeft een gedetailleerd overzicht van de soorten kettingsystemen en bijhorende ontwerpregels.

Les 4. Constructieve verbindingen

Verbindingen behoren tot de meest essentiële onderdelen in de prefabricatie. In deze les worden basisprincipes en ontwerpcriteria gegeven voor constructieve verbindingen in prefabconstructies. Vooreerst worden de belangrijkste criteria besproken die bepalend zijn bij het ontwerp: sterkte van de verbinding, invloed van volumeveranderingen, mogelijke vervormingen, ductiliteit en duurzaamheid. Vervolgens worden de basisprincipes bestudeerd die gebruikt worden voor de overdracht van krachten doorheen de onderdelen van een verbinding: insluiting, overlapping, deuwelwerking, aanhechting, wrijving, mechanische grendels, schranken van voegen, schroeven, lassen en naspanning.

Nadien volgt een gedetailleerde beschrijving van de bestaande soorten constructieve verbindingen en hun toepassingen zoals bijvoorbeeld druk- en trekverbindingen, overdracht van momenten, dwarskrachten en torsie, enz. De les eindigt met een aantal ontwerpcriteria in verband met productie, transport en montage.

Les 5. Portiek- en skeletconstructies

Deze les behandelt in detail het ontwerp van prefabconstructies waarvan het constructieve skelet gemaakt wordt met kolommen en balken. Achtereenvolgens worden de volgende aspecten behandeld: bestaande oplossingen voor portiek- en skeletconstructies; schikking van het grondplan en modulatie; systemen om de horizontale stabiliteit te verwezenlijken. Daarna volgt een beschrijving van de courant gebruikte prefabelementen met hun afmetingen en toepassingen. Tenslotte worden in het laatste hoofdstuk een aantal voorbeelden van typische verbindingen voor portiek- en skeletconstructies besproken.

Les 6. Prefabvloeren

In deze les wordt een duidelijk inzicht gegeven in de bestaande prefabsystemen voor vloeren en richtlijnen voor het ontwerp. Bij de beschrijving van de bestaande types wordt onderscheid gemaakt tussen volledig en gedeeltelijk geprefabriceerde vloersystemen. Daarna worden de bestaande elementen in detail beschreven met hun mogelijke afmetingen en toepassingen. Er is een uitgebreid hoofdstuk over het ontwerp en de berekening van enerzijds de individuele elementen en anderzijds de volledige vloer. Hierbij worden achtereenvolgens de structurele integriteit, de dwarsverdeling van geconcentreerde lasten en de schijfwerking behandeld. De les omvat ook hoofdstukken over prefabtrappen en balkons. Ook hier worden in het laatste hoofdstuk typische verbindingen voor vloerconstructies gegeven.

Les 7. Prefabwanden

De les vangt aan met een overzicht van de normaal voorkomende afmetingen van wanden en hun toepassingen. Daarna volgt een beschrijving van de bestaande constructieve systemen en het gebruik van wanden voor kernen en liftkokers. In het hoofdstuk stabiliteit wordt eerst uitgebreid ingegaan op de aangrijpende acties op de enkelvoudige en samengestelde wanden en de berekening van de mechanische sterkte. Dan wordt een gedetailleerd overzicht gegeven van de in acht te nemen excentriciteiten van de optredende acties, geometrische afwijkingen en constructieve schikkingen. Tenslotte wordt de sterkte van de horizontale en verticale voegen berekend en maatregelen ter voorkoming van voortschrijdende instorting bij calamiteiten. Het laatste hoofdstuk geeft een beschrijving van de typische verbindingen tussen wanden onderling en tussen wanden en vloeren.

Les 8. Architectonisch beton

Gevels in architectonisch beton kunnen ontworpen worden als dragend of niet-dragend, enkel- of dubbelschalig. De meest gebruikelijke constructieve systemen worden in detail behandeld in het eerste hoofdstuk. Vervolgens wordt de stabiliteit van de constructie besproken evenals specifieke ontwerpaspecten zoals differentiële vervormingen onder invloed van temperatuurwisselingen. Een ander belangrijk aspect bij het ontwerpen van

geprefabriceerde gevels betreft de architecturale vormgeving, modulatie, oppervlakte afwerkingen en thermische isolatie. De cursus beschrijft de mogelijkheden en geeft richtlijnen voor het ontwerp. In een volgend hoofdstuk worden specifieke verbindingen en hun toepassingen besproken. Daarbij wordt in detail ingegaan op de duurzaamheid van verbindingen, ondermeer bij sandwichelementen. In het laatste hoofdstuk wordt uitvoerig gehandeld over het ontwerp van afdichtingsvoegen tussen de gevelelementen.

Les 9. Constructieve detaillering

In deze les worden een aantal specifieke constructiedetails besproken zoals bijvoorbeeld opleggingen, consoles, openingen en sparingen in de elementen, speciale aspecten in verband met de schikking van wapeningen, enzomeer. Voor elk van deze punten worden de eisen, oplossingen en ontwerpaspecten in detail bestudeerd en richtlijnen gegeven voor het ontwerp.

Les 10. Brandveiligheid

Prefabgebouwen hebben een goede brandweerstand. In deze les wordt uitgelegd hoe de brandweerstand van prefabgebouwen en elementen wordt bepaald. Hoe de tabellen gebruikt worden, specifieke gegevens voor prefabelementen, en hoe men de brandweerstand door berekening kan bepalen. Er wordt onder andere een berekeningsvoorbeeld gegeven voor een voorgespannen holle vloerplaat.

Les 11. Geprefabriceerde bruggen

Geprefabriceerde bruggen worden in België gemaakt sinds het einde van de 60-er jaren. Ongeveer de helft van de sindsdien gebouwde bruggen zijn in prefabbeton en het is daarom aangewezen om hieraan een les te wijden. In het eerste hoofdstuk worden de bestaande types geprefabriceerde bruggen beschreven. Vervolgens wordt uitvoerig ingegaan op de constructieve systemen, het ontwerp van de brugbalken en de verbindingen. In het laatste deel wordt gehandeld over de detaillering, onder andere opleggingen, schuine bruggen, verkantingen, afwerking van brugranden en voorbeelden van geprefabriceerde brugpijlers. De les eindigt met een aantal beschouwingen in verband met het esthetische uitzicht van prefabbruggen.

Besluit

Prefabricatie is een moderne methode van bouwen die steeds meer toepassingen vindt in onze hedendaagse maatschappij. Ze geeft een antwoord op de vraag naar industrialisatie van het bouwproces en milieuvriendelijkheid van de uitvoering. Het is dan ook onontbeerlijk dat prefab deel uitmaakt van de opleiding van ingenieurs en architecten. De prefabindustrie is bereid daaraan volledig mee te werken door cursusmateriaal en documentatie aan de professoren ter beschikking te stellen. Ook op gebied van fundamenteel en toegepast onderzoek in verband met de verdere ontwikkeling van de prefabricage kunnen Universiteiten en onderzoekslaboratoria een rol spelen. Ze dienen dan evenwel daartoe over voldoende kennis en specialisatie op het gebied van de prefabricatie te beschikken.