



РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване на
научна степен "ДОКТОР НА НАУКИТЕ"

Автор на дисертационния труд:	проф. д-р ВИЛИ МЛАДЕНОВ ЛИЛКОВ
Тема на дисертационния труд:	ХИДРАТАЦИЯ НА ЦИМЕНТИ С МИНЕРАЛНИ ДОБАВКИ И СТРУКТУРА НА ЦИМЕНТОВИ ПАСТИ
Рецензент:	доц. д-р инж. Валерий Б. Найденов Институт по механика - БАН
Рецензията е в съответствие с изискванията на чл. 26(2) от ЗРАСРБ и е възложена от научно жури, назначено със заповед №Р-1175/20.12.2017 г. на Ректора на МИННО-ГЕОЛОЖКИ УНИВЕРСИТЕТ "СВ. ИВАН РИЛСКИ", гр. София	

1. ОБЩА ЧАСТ

На разширен катедрен съвет на к-ра "ФИЗИКА" (Протокол №5/12.12.2017 г.), след предварително обсъждане на посочения по-горе дисертационен труд, е взето решение за допускането му до защита по професионално направление 5.7. АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ, научна специалност „Строителни материали и изделия и технология за производството им“. На същото заседание е взето решение и за предложение за състав на научно жури, утвърдено със съответна заповед на ректора на МТУ "Св. Иван Рилски".

2. ДАННИ ЗА ДОКТОРАНТА

Представената от кандидата ТВОРЧЕСКА БИОГРАФИЯ дава пълна информация за проф. д-р Вили Лилков, като проследява в хронологичен ред следваната образователна програма, педагогически стаж, водените лекционни курсове и кариерно научно развитие в годините.

Проф. д-р Вили Лилков завършва съответния "Физико-производствен профил" със специалност "Инженерна физика" със специализация "Ядрена техника" във "Физическия факултет" на Софийски университет "Св. Кл. Охридски" през 1980 г.

От 1984 г. е последователно асистент, старши асистент, главен асистент, доцент (1997 г.) и професор (2011 г.) в катедра „Физика“ на МГУ „Св. Иван Рилски“.

През 1994 г. защитава научно-образователна степен "доктор" по физика на тема «Спектретометър за поляризиращи неутрони и изследване на аморфни феромагнитни ленти», като задочен докторант към Атомния реактор при Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика - БАН.

Автор и съавтор е на 2 изобретения и на над 90 научни публикации.

3. АКТУАЛНОСТ НА ПРОБЛЕМА

Актуалността на разработената тематика вече е оценена колективно, обективно и единодушно от първичното научно звено, след като дисертационния труд е приет и утвърден за допускане до защита.

В уводната част на дисертацията проф. Лилков категорично подчертава основните функционални предимства от използването на минералните добавки - способността им да подобряват физико-механичните характеристики и корозионната устойчивост на циментовите разтвори и бетони, което обективно мотивира изследователска работа в тази посока. Нещо повече, разширеното им използване носи и допълнителни екологични ползи - косвено и пряко намаляване на въглеродните емисии.

Напълно съм съгласен и с твърдението на автора, че до момента в изследователската работа по тази тематика, в частност при изучаване на особеностите на хидратацията на циментови композити и влиянието на минерални добавки върху свойствата и структурата им, най-често се използва непълен набор от физични, химични и инструментални методи, което лимитира и ограничавания кръг от изследвани свойства на

изучаваните обекти - важни в конкретния случай на тяхното приложение. Освен това, провежданите рутинни експерименти се концентрират върху конкретни възрасти на втвърдяване по изискванията на съществуващите стандарти, като много рядко се проследяват в динамика и в пълнота особеностите на отделните етапи на хидратация и преструктурирането на системите, които пряко са свързани и предопределят техните технически свойства и показатели.

4. СТРУКТУРА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД, СТЕПЕН НА ПОЗНАВАНЕ СЪСТОЯНИЕТО НА ПРОБЛЕМА, АНАЛИТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационният труд е интересно структуриран, подобен на монография - включва уводна част, 7 глави, формулирани научно-приложни приноси, списък на публикациите по дисертационния труд, списък на научно-изследователски проекти и цитирания на публикациите, свързани с дисертационния труд, развити на общо 184 страници, включително 107 фигури и 47 таблици.

Формулираната **ЦЕЛ** на дисертационния труд е: *"чрез използване на пълен набор физични, химични и инструментални методи, някои от които за първи път приложени в България, да бъде изучена хидратацията на цименти с минерални добавки, физико-механичните свойства и структурата на втвърдените циментови пасти и трансформацията във времето на получените хидратни продукти".*

Всяка една от основните 7 глави може да се разглежда като относително автономна (посветена на конкретна проблематика), но едновременно с това - подчинена на постигане на поставената конкретна научно-изследователска **ЦЕЛ** на изследванията. В съдържателната част на всяка от тях се дискутират характеристиките на основните изходни материали, целеносочено избрани състави от тях, методите на изследване и анализ на получените структурно-механични характеристики, обобщени във формулиране на логични изводи. Диференцирано, в края на всяка от главите, са посочени и използваните литературни източници.

Приветствам подобен подход на структуриране, който като цяло съответства на използваната в световната наука редакционна практика за по-пълно фокусиране върху специфичен научен проблем, решаван в посока на изпълнение на конкретна изследователска цел.

Глава 1:

Хидратация, свойства и структурни характеристики на цименти, олеотени с пепелни микросфери

Приемам за съществено значими формулираните основни изводи от проведените изследвания, обобщени в посока на оценка за влиянието на пепелни микросфери от ТЕЦ „Бобов дол“ (5% до 20% от масата на цимента) по отношение физико-механичните характеристики на изследваните циментови пасти; за позитивното влияние на разширяващата добавка „Булекса“ при търсеното контролирано разширение при втвърдяване в ограничени условия; по отношение структурата на олеотената циментовата паста и способността ѝ за самоуплътнение и нарастващо сцепление с ограничаваща повърхност. Също така с приносен ефект е направения извод за ефективността от допълнително влагане на микросилициев прах към олеотените с пепелни микросфери цименти в оптимално съотношение в границите на 1:3 + 1:1. Експериментално е доказано и че повишаването на температурата стимулира химичната им реакция с портландита, вследствие на което се образуват хидратни продукти с ниска температура на дехидратация. При добавяне на микросилициев прах към пепелните микросфери, се активизират пуцолановата реакция и карбонизацията в олеотените циментови пасти.

Глава 2:

Хидратация, свойства и структурни характеристики на цименти с пепел и микросилициев прах

Представени са оригинални изследвания на явлението синерезис, пуцолановата активност на минералната добавка Пуцолит, хидратацията на циментови пасти с минерални добавки (пепел от ТЕЦ, микросилициев прах и Пуцолит), вида и количеството на хидратните продукти и тяхната трансформация във времето.

Експериментално доказано е позитивното влияние върху основните физико-механични и специализирани характеристики на циментовите пасти на Пуцолитът като минерална добавка, съчетаваща

качествата на микросилициевия прах и пепелта от ТЕЦ чрез увеличаване на общото количество на хидратните продукти и намаляване на калциевия хидроксид в циментовите пасты. Формулирана е хипотеза за влиянието на тази добавка върху ранната хидратация на цимента, основана на разбирането, че частиците на пепелта, които не са покрити от частици на микросилициевия прах, служат като ядра за кристализация на хидратните продукти, наред с това, че частиците микросилициев прах, които съществуват самостоятелно или покриват по-фините зърна на пепелта, ускоряват хидратацията и свързват хидратиращите циментови частици.

Проведените изследвания за установяване кинетиката на формиране на хидратните продукти в температурния интервал $340\div 350^{\circ}\text{C}$ и $450\div 480^{\circ}\text{C}$ на възраст 48 дни, 600 дни и 4 години, които показват доминантна значимост на протичащите процеси на хидратация в ранна възраст до 48 дни, като, интегрално, количеството на хидратните продукти за един грам цимент в циментите с минерални добавки след 4 години хидратация, е по-високо от съответното в чистия цимент. В такава връзка може да се възприема и твърдението на автора, че карбонизацията на портландита и на хидросиликатния гел в циментовите пасты се ускоряват в присъствие на минерални пуцоланови добавки, като допълнително се образуват ватерит и арагонит.

От съществено значение за науката и практиката е формулираният извод за същността на явлениято синерезис в циментови пасты, изразяващо се в отделяне на вода през първите часове на хидратация в контактната зона на циментовите пасты с добавъчните материали. Пепелта от ТЕЦ „Република“ и микросилициевия прах намаляват степента на синерезис, което директно се отразява в намаление на широчината на контактната зона на циментовата паста, от там потенциал за повишаване механичните характеристики на композитите на циментова основа

Глава 3:

Изследване на хидратиращи цименти с минерални добавки с Мьосбауерова спектроскопия

В резултат от проведени специализирани изследвания с помощта на химически анализ и мьосбауерова спектроскопия са получени оригинални научни резултати за поведението на желязото и трансформацията на железосъдържащите фази на цимента до 48-ия ден на втвърдяване на цименти с минерални добавки.

Под формата на въведение авторът акцентира върху особеностите на отнасянията на железосъдържащите компоненти в изследваните материали. Познато е, че в циментите желязото присъства като Fe_2O_3 и FeO фаза. Поради ниската концентрация в чистите циментови пасты двувалентното желязо не се регистрира с ефекта на Мьосбауер, а само по химичен път. Три-валентното желязо в изходните цименти е разпределено поравно в две октаедрични позиции (O_1) и (O_2), с близки изомерни отмествания и квадруполни разцепвания. Различно е състоянието на железните атоми в микросилициевия прах, които са разпределени преобладаващо в тривалентно състояние с тетраедрична координация (T_1), както и в двувалентно състояние, докато в пепелта желязото присъства в дву- и три-валентна форма, което на мьосбауеровите спектри се регистрира с три дублета - два за тривалентното желязо в тетраедрично обкръжение (T_1) и (T_2) и един за желязото в двувалентна форма.

Проведените изследвания доказват, че в хидратиращите циментови пасты се извършва преразпределение на атомите на желязото в различни кристалографски позиции, в резултат на хидратацията на четирикалциевия алумоферит и от образуването на по-късен етапна железосъдържащ моносулфат, в който железните атоми са в тетраедрично обкръжение. През първите 48 дни на хидратация в циментовите пасты не се извършва трансформация на двувалентното желязо и не се регистрира $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Установено е, че в чистите циментови пасты железосъдържащият моносулфат се появява между 5-и и 14-и ден на хидратация и количеството му нараства до 28-и ден. В циментовите пасты с пепел моносулфатът се появява между първи и 4-5-и ден на хидратация, а в циментовата паста с микросилициев прах още през първия ден и количеството му расте до 48-ия ден.

Глава 4:

Микроскопски и лазерно-гранулометричен анализ на циментови суспензии с минерални добавки

Дискутирани са резултатите от микроскопски и лазерно-гранулометричен анализ на циментови суспензии с микросилициев прах, пепел от ТЕЦ „Бобов дол“ и Пуцолит. Проследено е изменението на концентрацията, формата и размерите на частиците им във времето. Извършено е сравнение на

результатите, получени от микроскопския и лазерно-гранулометричния анализи и е направен извод за приложимостта на тези методи за изучаване на хидратацията на циментовите суспензии.

Представени са оригинални научни резултати за особеностите на механизма на протичане на хидратационните процеси на цимент в присъствие на пепел, микросилициев прах и Пуцолит, като е доказано, че в присъствието на Пуцолит образуватите конгломерати от частиците на пепелта, микросилициевия прах и цимента са по-устойчиви и само по-едриите частици на пепелта се отделят от циментовите частици и от частиците на микросилициевия прах.

Обоснована е възможността за използване на лазерно-гранулометричния анализ за изследване на частиците на материали с приблизително еднаква форма на частиците, които могат да се определят еднозначно с така наречения „параметър на формата“. По тази причина методът е приложен само за качествена оценка на протичащите процеси в циментовите суспензии, защото формата на частиците силно се изменя по време на хидратация и резултатите, които се получават, се изместват към по-високите размери на частиците.

Глава 5:

Хидратация, свойства и структурни характеристики на циментови пасты с добавка на зеолити

Представени са изследванията на автора, посветени на изучаване на клиноптилолита от находище „Бели пласт“ като пуцоланова добавка в цимента и влиянието му върху физико-механичните характеристики и топлоотделянето на циментови композиции, особеностите на хидратните продукти на цименти с клиноптилолит и карбонизацията на циментовите пасты и проучване на възможността клиноптилолитът да се използва в комбинация с други активни пуцоланови минерални добавки за подобряване на свойствата на циментови композиционни материали.

Получени са оригинални научни резултати за влиянието на замяната на част от цимента с клиноптилолит (10-20%) и смес от Пуцолит и клиноптилолит (10%), първоначално посветени на изследвания за особеностите на протичане на хидратационните процеси в многокомпонентната система и степента им на влияние върху основни характеристики на композита - якост на натиск и на опън при огъване, кинетика на топлоотделяне, характеристики на формираното порово пространство, повърхностна и обемна карбонизация.

Получените научни резултати са оригинални по характер и с определена степен на значимост за науката и практиката.

Глава 6:

Реология на циментови пасты с минерални добавки

Анализирани са получени научни резултати от проведени реологични изследвания на циментови пасты с добавка на микросилициев прах, пепел от ТЕЦ „Бобов дол“, Пуцолит и зеолит. Експериментално обосновават изводи за това, че пепелите не променят вискозитета на циментовата паста, а микросилициевият прах го увеличава и придава тиксотропни свойства на сместа, мотивира използването именно на Пуцолита като възможност за оптимално използване на качествата на микросилициевия прах и пепелта за постигане добра обработваемост на смесите.

Оценено е и влиянието на зеолита - цимент-зеолитните системи показват поведение, типично за повечето водни минерални дисперсии, с ясно изразено гранично напрежение на срязване, като е установено, че при ниски градиенти на скоростта на срязване има съществена разлика в стойностите на реологичните параметри, докато при високи градиенти разтворите имат близки реологични характеристики.

Демонстрирани са резултати, които показват наличие на пластифициращ ефект при малки количества на зеолитната добавка, както и близки стойности на реологичните параметри на циментовите пасты при високи концентрации, което се обяснява с високата специфична повърхност на зеолитните частици и структурообразуващата способност на тези минерали.

Глава 7:

Структурни изменения в циментови пасты при циклично „замразяване-размразяване“ и „нагряване-охлаждане“

Тази част от проведените изследвания е посветена на установяване влиянието на цикличното термично въздействие („замразяване-размразяване“ и „нагряване-охлаждане“) върху хидратните продукти в чисти шлако-циментни пасты и такива, модифицирани с микросилициев прах.

Установено е, че изследваните температурни режими не влияят на отношението на хидратните продукти с ниска и висока температура на дехидратация в циментовата паста от шлаков цимент, а в чистата циментова паста рязко се увеличават хидратните продукти с ниска температура на дехидратация. При циклично „замразяване-размразяване“ на циментовата паста с микросилициев прах това отношение нараства два пъти, а при циклично „нагряване-охлаждане“ – намалява повече от два пъти в сравнение с нормално хидратиращата циментова паста. Правилно е оценено, че това се дължи на понижена пуцоланова активност на микросилициевия прах при по-ниска температура и активизиране при повишена температура и стимулиране на процеса на карбонизация на портландита и калциевите хидросиликати.

Представени са и резултатите от изследване на гелните пори в циментовите паста с метода на позитронната спектроскопия, проведено в „Лабораторията по позитронна спектроскопия“ на Института за ядрена изследвания и ядрена енергетика (БАН). Видно е, че използваният метод е слабо чувствителен към порите с радиуси над 5 nm. С него се установяват структурни пори със среден радиус 0,3 nm и гелни пори със среден радиус 1,4 nm. По изменението на съдържането на тези пори може да се съди за количеството и изменението във времето на гелните пори в циментовата паста. При нормални условия на втвърдяване относителното съдържание на гелните пори със среден радиус на свободните обеми 0,3 nm и 1,4 nm след 28-ия ден нараства средно с 0,5% до 1% до 365-ия ден, а температурните режими на втвърдяване слабо влияят върху относителното им съдържание.

В подкрепа на актуалността на проведените изследвания, избраните методики и актуалност на проблема в дисертацията са цитирани множество литературни източници, който логично следват съответната глава на дисертацията, а именно:

Глава №	Цитирани източници на	
	кирилица	латиница
I	10	23
II	4	98
III	0	42
IV	0	5
V	0	34
VI	2	12
VII	0	41
ОБЩО	14	255

Характерът на цитираните публикации е впечатляващ – много от тях са и от последните години. Показана е висока степен на осведоменост, освен за генезиса на развитие на изследователската работа по темата и постигнатите резултати в световен мащаб, така също и за спецификата на използване и комбиниране на разнообразни и физико-химични методи на изследване.

Не бива да учудва малкият брой на литературни източници на кирилица, в частност на български език - просто това е действителността към момента в научните изследвания по темата.

5. СЪОТВЕТСТВИЕ НА ИЗБРАНИТЕ МЕТОДИКИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ С ПОСТАВЕНАТА ЦЕЛ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

В процеса на няколко годишните си изследвания по темата авторът демонстрира изключително високо ниво на познаване и оригинален усет за смислено комбиниране на разнообразни методики на изследване в областта на циментовите композити в различни фази на тяхното формиране, повечето от които се използват или изключително рядко, или въобще отсъстват от арсенала на българската изследователска практика.

За демонстрираното високо и в методическо отношение ниво на проведените изследвания основна заслуга е и наличието на специализираната подготовка на автора на дисертацията като дипломиран физик с научно-образователна степен "доктор".

Със задоволство констатирам, че за първи път в България е демонстрирано такова високо ниво на използване на оригинални специализирани физико-химични, инструментални и относително конвенционални методи на изследване на силикатни икомпозити, които допринасят за постигане на формулираната ЦЕЛ на

дисертационния труд - химични анализи, инфрачервена и мьосбауерова спектроскопия, калориметрия, сканираща електронна микроскопия, тестове за електропроводимост в течна фаза, живачна порозиметрия, методи за стационарна филтрация на газ и вода в капилярни среди, позитронна спектроскопия, механични изпитвания.

6. НАУЧНИ И НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

По формулировката на автора основните изводи от проведените изследвания са с претенции за научни и научно-приложни такива. Те могат да бъдат оценени като синтезирано логични, значими за науката и практиката и обобщаващи получените най-важни резултати в рамките на проведените изследвания, свързани с комплексното изследване на поведението на циментови пасти с участие на достъпни за българската практика минерални добавки в различни фази на протичане на хидратационните процеси, включително и такива протичащи в най-ранна фаза - тецова пепел, микросилициев прах, Пуцолит и зеолит.

Чрез разработената в рамките на изследванията по темата активна минерална добавка за олекотен тампонажен цимент, комбинация от пепелни микросфери, микросилициев прах и разширяваща добавка от хидроксиден тип „Булекса“ може да се контролира процеса на разширението на тампонажен цимент със самоуплътняваща се структура при втвърдяване и повишено сцепление с ограничителната повърхност.

Приносите носят оригинален характер и висока степен на значимост за науката и практиката не само в регионален аспект.

В заключение, приемайки авторските претенции за приносите на работата, отчитайки актуалността на проблема, логиката на поставените експерименти, извършеният много голям обем изследвания, критичния анализ на получените резултати и правилното им тълкуване, формулираните изводи и претенции за приноси на работата, считам че поставената ЦЕЛ на изследванията е постигната.

7. ОЦЕНКА ЗА СТЕПЕНТА НА ЛИЧНОТО УЧАСТИЕ НА ДИСЕРТАНТА В ПРИНОСИТЕ

Аргументите за максимално високата степен на лично участие на автора в разработване на темата, без да се омаловажава и ролята на негови колеги-съавтори в някои публикации (продиктувано от интердисциплинараността на изследователската работа), се състоят в проучване на коментирания голям обем на анализирани литературни източници, във формулиране на целта и в същността на проведената експериментална работа с използване на комплекс от най-съвременни изследователски методи, което е позволило формулиране на логични и значими изводи с претендирани научни и научно-приложни приноси.

8. ПУБЛИКАЦИИ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Резултатите от изследванията, включени в дисертацията, са публикувани в:

- научни списания с импакт фактор – 14 бр.
- сборници доклади на Международни научни конференции – 13 бр.
- рецензирани научни списания – 7 бр.

Общият импакт фактор на публикациите е 45,165 (H index =10).

Индивидуален импакт фактор 12,86.

Публикуваните статии са цитирани 268 пъти в:

- чуждестранни научни списания – 180 цитата;
- сборници от материали на Международни научни конгреси конференции – 28 цитата;
- монографични трудове и дисертации – 43 цитата;
- български научни списания – 6 цитата;
- доклади на чуждестранни изследователи – 11 цитата.

Считам, че по този начин максимално добре са популяризирани и достатъчно видими за научната общественост най-съществените и значими части от проведените изследвания по темата на дисертационния труд.

Освен това, описаните по-горе различни публикации значително надхвърлят възприетия в МГУ "Св. Иван Рилски" минимум за претендираната научна степен.

9. ОЦЕНКА НА АВТОРЕФЕРАТА

Структурата на АВТОРЕФЕРАТА следва структурата на дисертационния труд, като включва три групи раздела - обща характеристика на труда, резюмиран вид на проведените изследвания, следващи 7-те основни глави на дисертационния труд, както и претенциите за научни и научно-приложни приноси, плюс информация за използваните литературни източници, списък на н.и. проекти с участието на автора и публикации по дисертацията.

Изготвеният АВТОРЕФЕРАТ по темата на дисертационния труд пълно отразява същността и значимостта на проведените оригинални научни изследвания, като акцентира в относително кратка форма на постигнатите резултати.

10. МНЕНИЯ, БЕЛЕЖКИ И ПРЕПОРЪКИ

На базата на правилно поставени научни експерименти чрез използване на адекватни най-съвременни методики на изследванията, достоверността на получените изследователски резултати не оставя съмнение и определя тяхната значимост в посока на установяване важни закономерности с подчертан научен и научно-приложен характер, свързани с ролята на минерални добавки в състава на циментови композити в различни фази на протичане на основните хидратационни процеси.

Към работата нямам принципни забележки, освен някои чисто редакционни, като все пак считам, че в уводната част на всяка от отделните глави би могло в кратка форма да се подчертае още по-категорично степента на важност на съответните изследвания, свързана с конкретни практически приложения на този тип композити.

Още веднъж настойчиво препоръчвам на автора, след дооформяне на текста и качествен превод на английски език, същият да бъде предложен за издаване като монография в международно специализирано издателство. Такова действие още веднъж ще подчертае и ще направи известни за световната научна общност постигнатите оригинални научни резултати.

11. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният дисертационен труд показва, че проф. д-р ВИЛИ МЛАДЕНОВ ЛИЛКОВ на тема "ХИДРАТАЦИЯ НА ЦИМЕНТИ С МИНЕРАЛНИ ДОБАВКИ И СТРУКТУРА НА ЦИМЕНТОВИ ПАСТИ" демонстрира изключително високо ниво на оригинални научни търсения с висока степен на значимост на науката и практиката в световен мащаб. Цялостният анализ на дисертационния труд показва, че същият в завършен вид съответства напълно на цялостно структуриран монографичен труд, който (след превод на английски език) може да бъде успешно издаден от всяко специализирано в научно-техническата литература световно издателство, за което си позволявам да настоявам пред автора.

Въз основа на горе казаното, давам цялостна много висока положителна оценка на рецензираната дисертационна работа и предлагам на проф. д-р ВИЛИ МЛАДЕНОВ ЛИЛКОВ да бъде присъдена научната степен "доктор на техническите науки" по научна специалност "Строителни материали и изолации и технологии за тяхното производство".

29.01.2018 г.
гр. София

РЕЦЕНЗЕНТ:

(доц. д-р инж. В. Найденов)
р-л направление "ФИЗИКО-ХИМИЧНА МЕХАНИКА"
в ИНСТИТУТ ПО МЕХАНИКА - БАН
AMERICAN CONCRETE INSTITUTE's member
INTERNATIONAL CONCRETE REPAIR INSTITUTE's member
WORLD BANK KEY EXPERT