

ÉPÜLETGÉPÉSZET I.

Dr. Magyar Zoltán

**BME Épületenergetikai és
Épületgépészeti Tanszék**

ENERGIA



EMBER



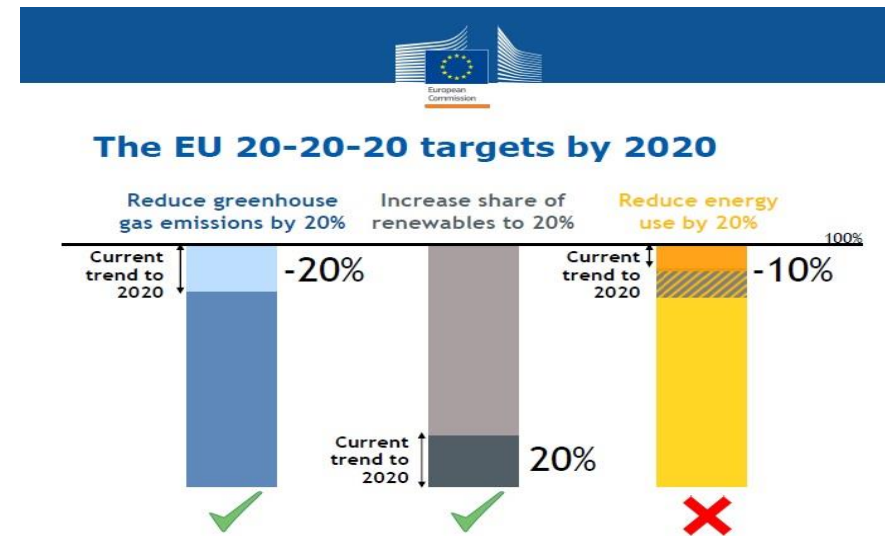
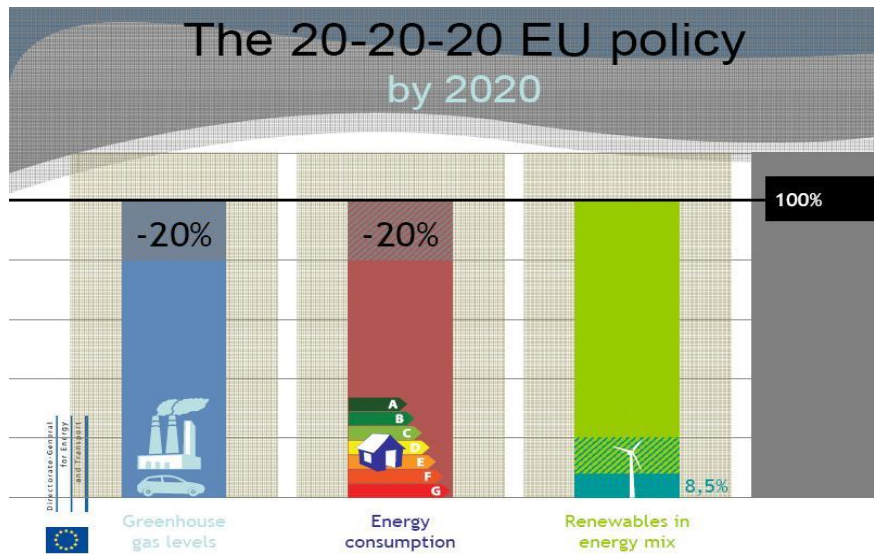
KOMFORT

ÉPÜLET



Energetikai háttér

Az EU-ban az épületekhez köthető az energiafogyasztás 40%-a és az üvegházhatású gázok kibocsátásának 36%-a



Az EU célja (EPBD recast), hogy 2019-től az új építésű hatósági épületek és 2021-től minden új építésű épület közel nulla energiaigényű legyen.

Energetikai háttér



News
European Parliament

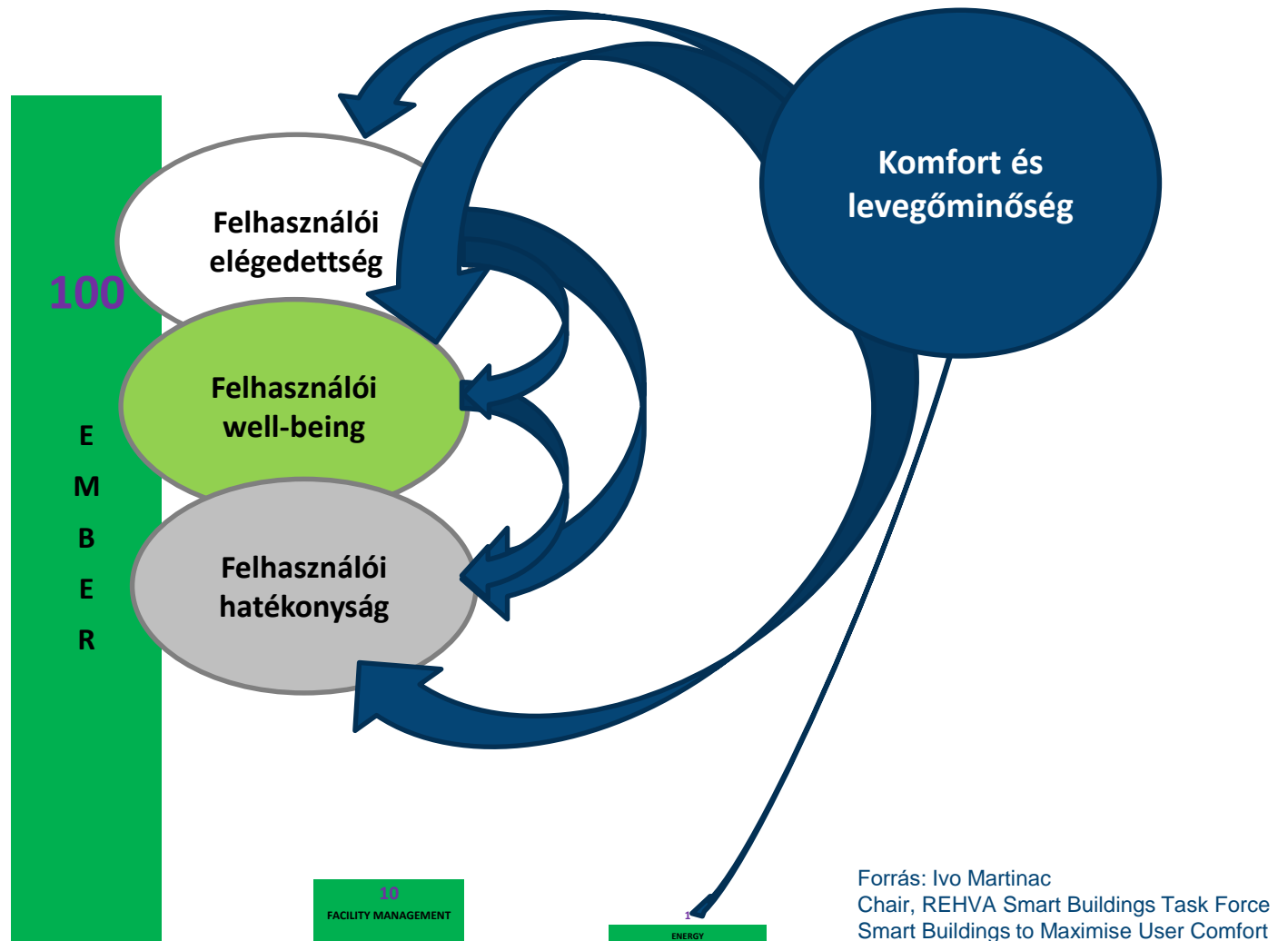
Cleaner energy: new binding targets for energy efficiency and use of renewables

Press Releases TITLE 28-11-2017 - 13:24

- EU energy consumption to be reduced by 40% by 2030
- At least 35% of all EU energy has to come from renewables by 2030
- Support for consumers who use self-produced energy



Irodaépület költségei



A komfortelmélet főbb témakörei:

- hőkomfort
- levegő minősége
- akusztikai alapfogalmak
- természetes és mesterséges megvilágítás

Az ember és a környező világ kapcsolata:

- szubjektív
- objektív

A belső környezet tervezési kritériumai

MSZ EN 15251

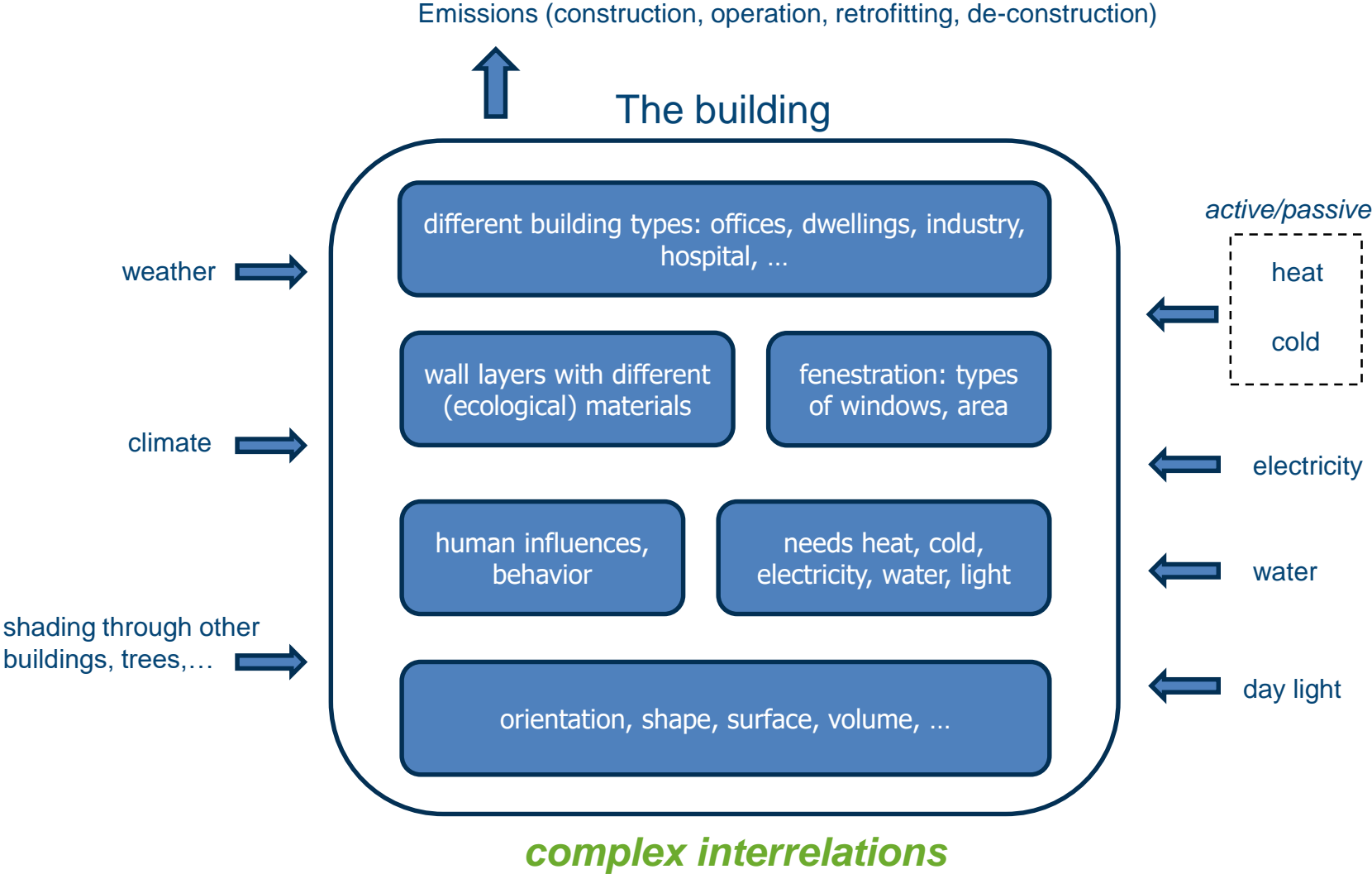
	A	B	C
Iroda belső hőmérséklete télen	$22 \pm 1,0 \text{ °C}$	$22 \pm 2,0 \text{ °C}$	$22 \pm 3,0 \text{ °C}$
Konferenciateremben a megengedett max légsebesség nyáron	0,18 m/s	0,22 m/s	0,25 m/s
Áruházban a megengedett hangnyomásszint	40 dB(A)	45 dB(A)	50 dB(A)

Tartalom

- **Integrált tervezői megközelítés**
- **IEA Task 23 projekt**
- **Integrált energetikai tervezés**

Integrált tervezői megközelítés

Integrated Design Approach (IDA)



Integrált tervezői megközelítés

Integrated Design Approach (IDA)

- **Komplex kapcsolatrendszer** a környezet, az épület, a technológia, a gépészet és az épületben tartózkodók között.
- Különböző szakterület művelői dolgoznak együtt (megbízó, építész, különböző mérnökök, szerelők,).
- A komplexitás és ennek összefüggései következtében holisztikus és optimális megoldást kell keresni.
- A komplexitás megértése és ennek kezelése az

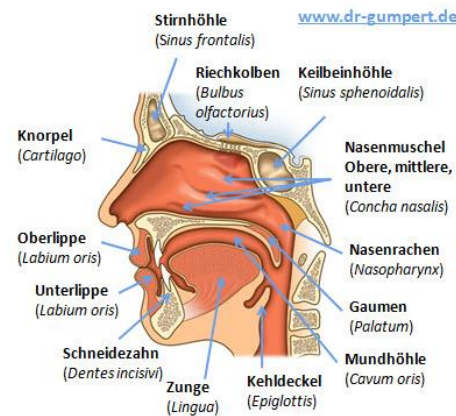
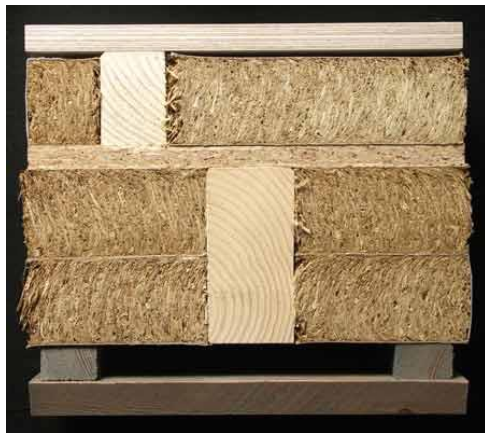
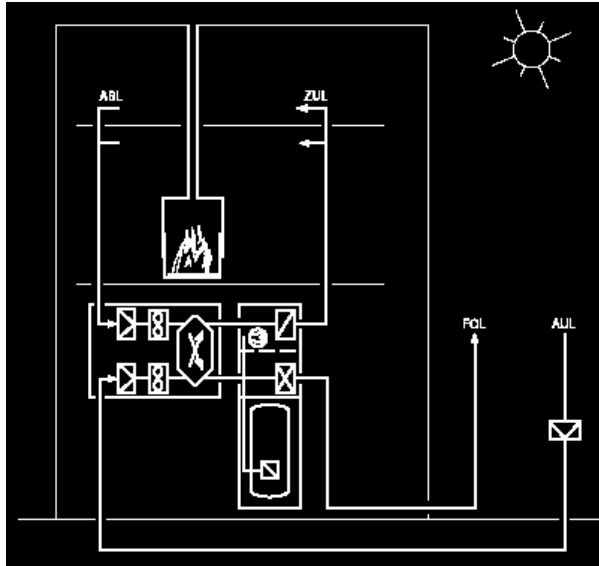
Integrated Design Approach

A tervezés folyamán felmerül kérdések

- Együttműködés a megbízó, tervezők, üzemeltető, felhasználó, kivitelező, szakhatóságok, között (cross-disciplinary teamwork)
- Az épület tervezését holisztikus módon kell megközelíteni.
- Figyelembe kell venni a szűkebb és tágabb környezeti hatásokat is.
- Figyelembe kell venni az életciklus költségeket is.

(Löhnert et al., 2003)

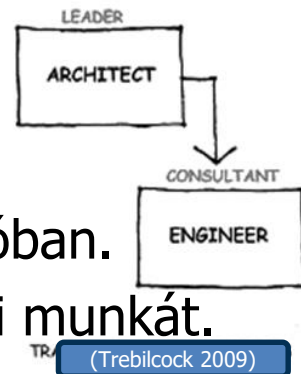
Az integrált tervezés sokféle arca...



Hagyományos vs. Integrált tervezési folyamat

▪ **Hagyományos tervezés**

- Lineáris folyamat.
- Az építész és a megbízó megállapodik a tervezési koncepcióban.
- A szaktervezők elvégzik a koncepciónak megfelelő tervezési munkát.



▪ **A hagyományos tervezés lehetséges eredménye**

- Nem használják ki a szoláris nyereséget, magasabb a fűtési költség télen.
- A nagy üvegfelületek miatt magasabb a hűtési költség nyáron.
- A természetes világítást nem megfelelően használják ki.
- Lokális diszkomfort alakul ki.
- A korszerű fűtési, hűtési, légkondicionálási, világítástechnikai technológiák nem kerülnek alkalmazásra.

(Löhnert et al., 2003)

Hagyományos vs. Integrált tervezési folyamat

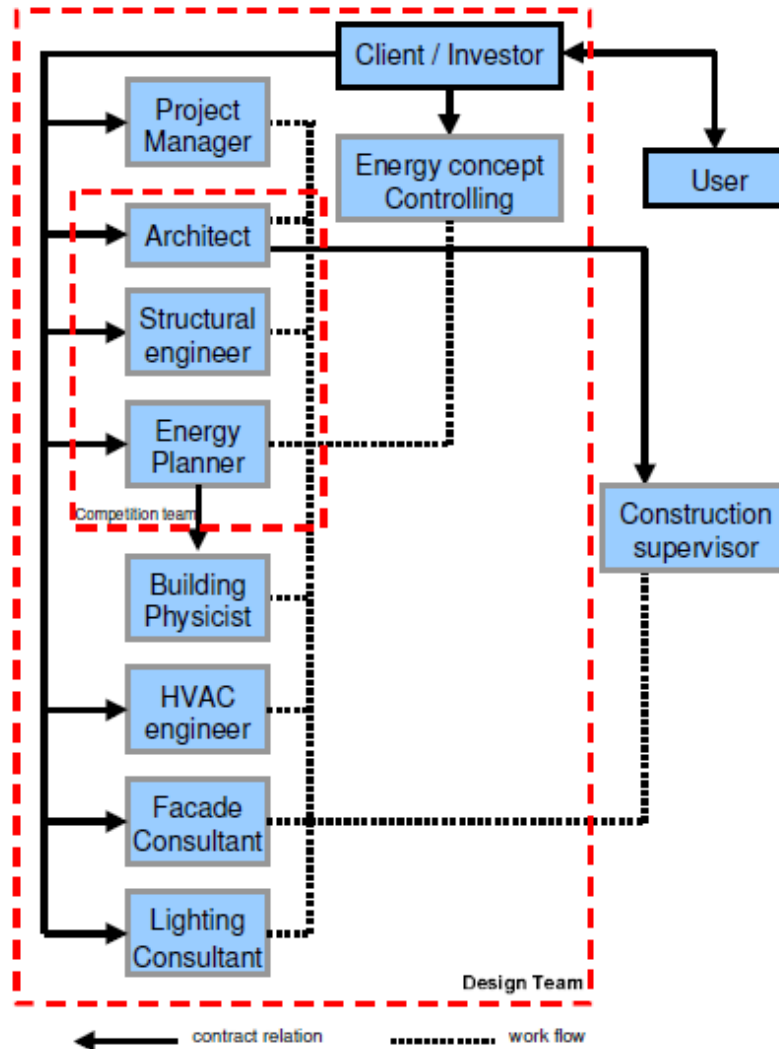
▪ Integrált tervezési folyamat

- Iterációs folyamat.
- Az épületet, mint egész rendszert a teljes életciklusra optimalizálja, beleértve a műszaki berendezéseket.
- A projekt minden résztvevője a kezdetektől részt vesz a folyamatban.
- A tervezési koncepció team-munkában készül.
- Minden résztvevő ötlete és tudása a projekt elején figyelembe lesz véve.
- Az energetikai és gépészeti koncepció nem az építész tervezés után következik, hanem párhuzamosan készül a teljes tervezés.

(Löhnert et al., 2003)

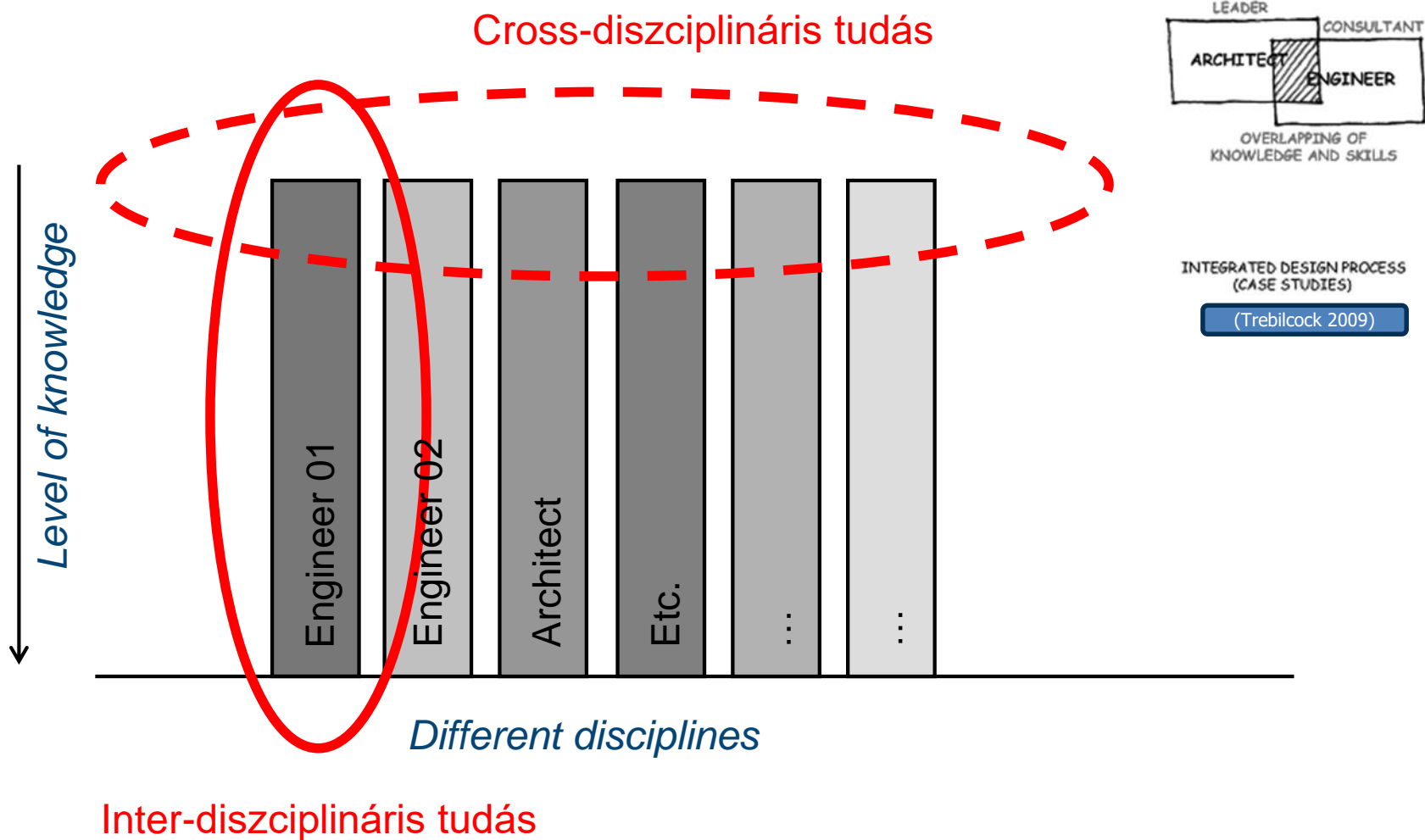
The design team – a possible constellation

A tervezői csoport – egy lehetséges megoldás

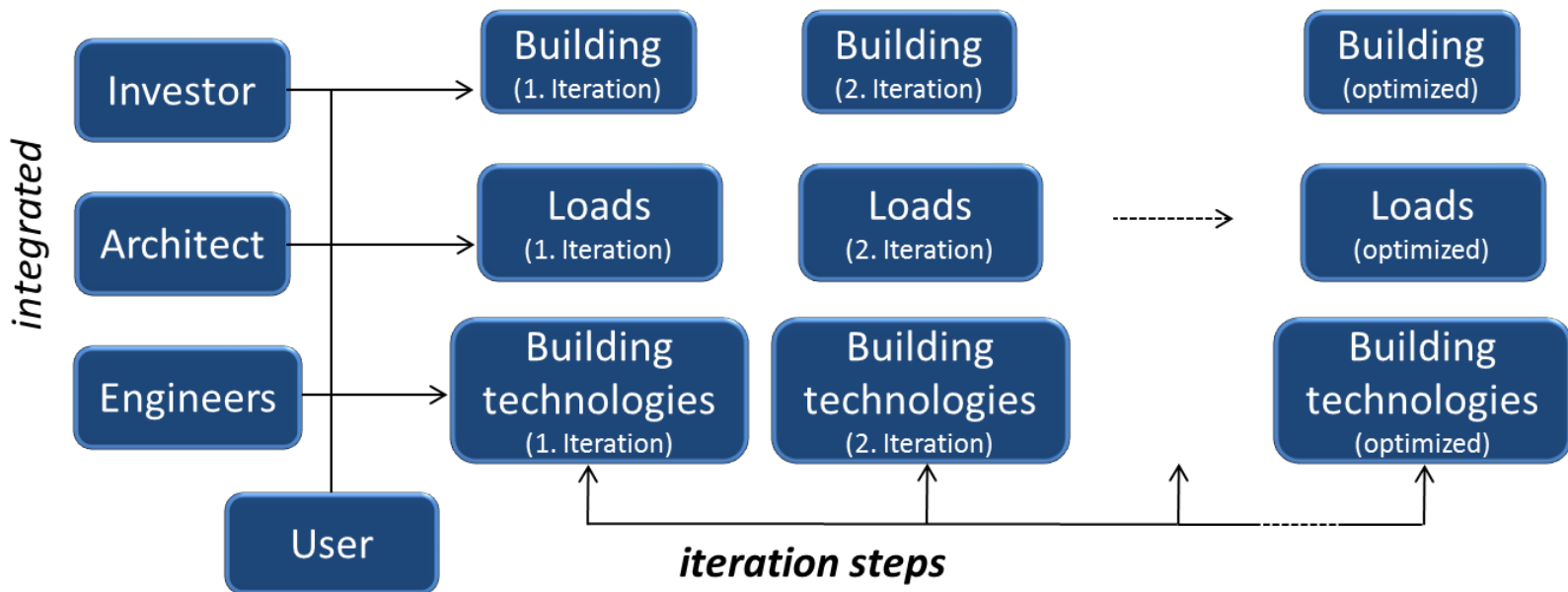
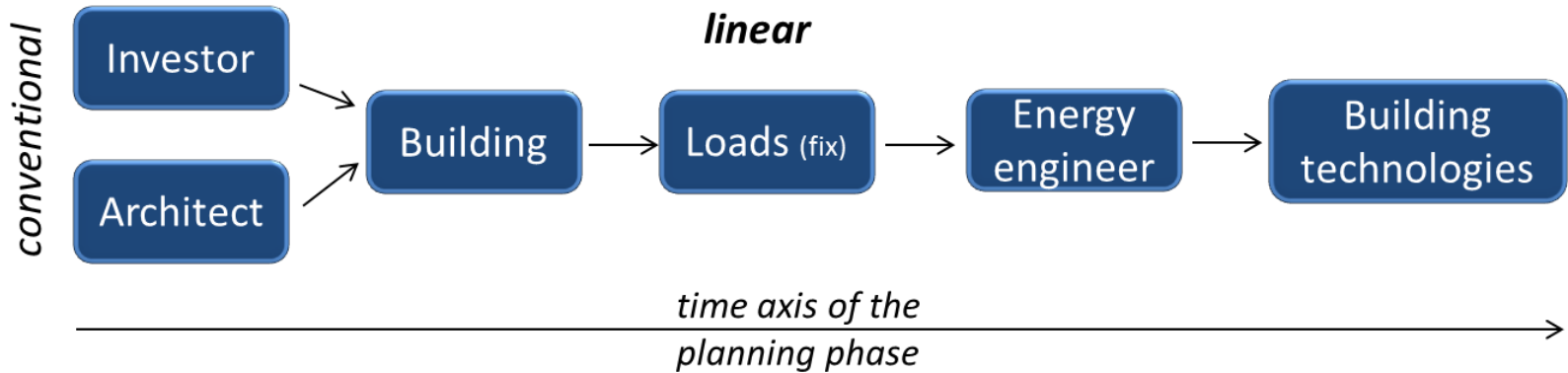


(Poel. B. et al. 2002)

Különböző szakterületek együttműködése

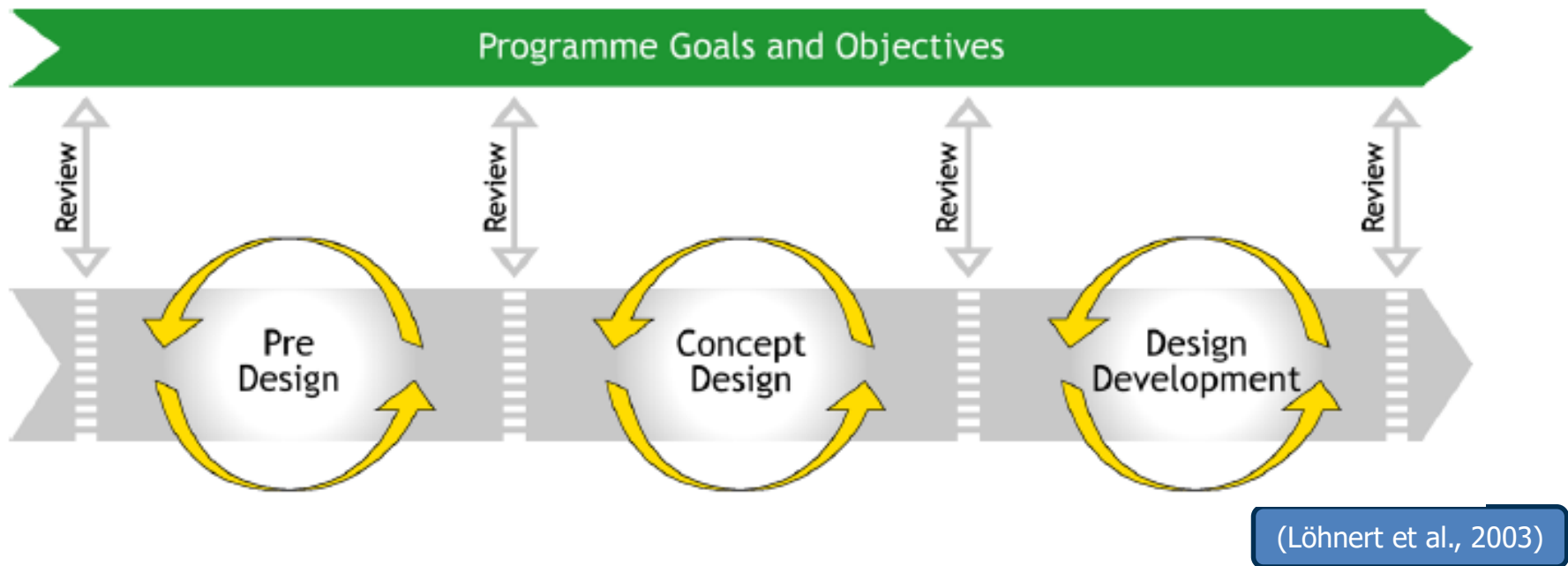


linear vs. iterative and integrated



A folyamat – az iterációtól az integrációig

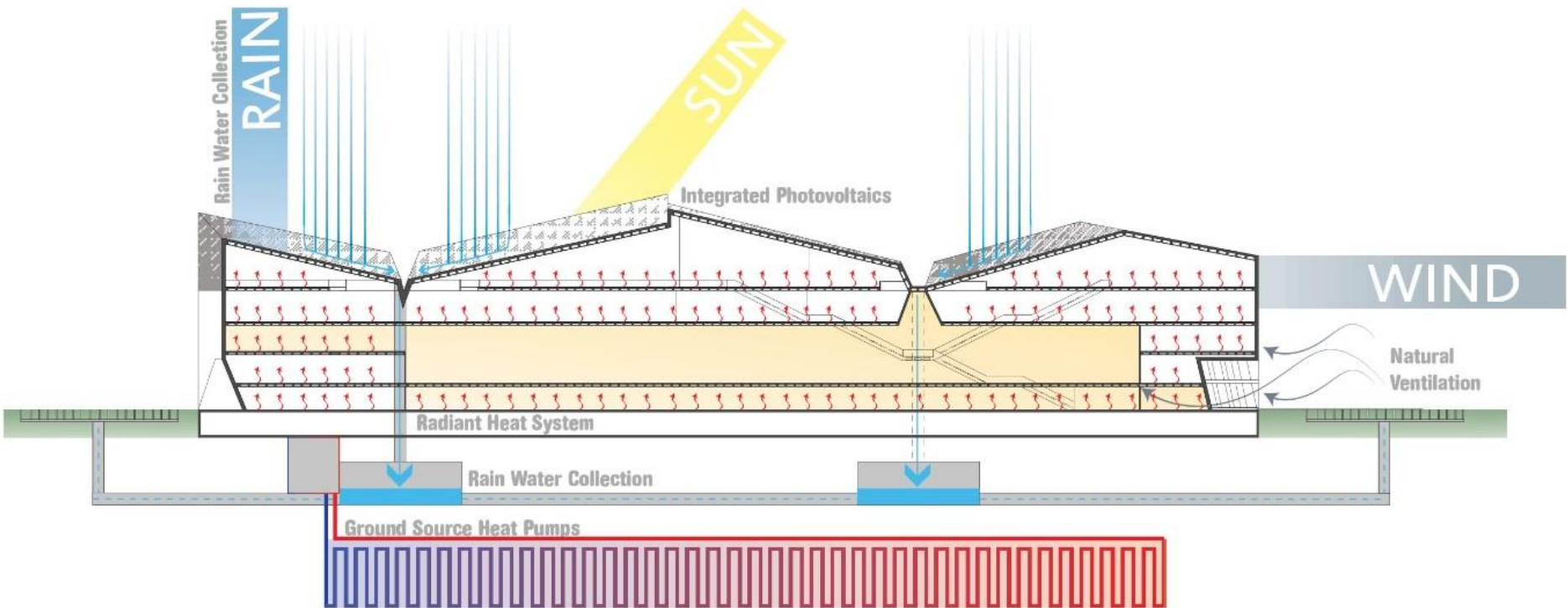
A tervezés optimalizálása azt jelenti, hogy a különböző tervezési folyamatok **iterációs lépések** során történnek, beleértve az előtervezést, a koncepció tervezését és magát a tényleges tervezési folyamatot.



Integrált tervezői folyamat - Összegzés

- A környezet, az épület, a technológia és az épület használói közötti kapcsolat bonyolult és összetett.
- Minden csapattagnak képesnek kell lennie korszerű, kiváló minőségű fenntartható épületet tervezni.
- Az integrált tervezői folyamat az építés nagyon korai fázisában kezdődik, ahol minden résztvevő megadja a szükséges paramétereket.
- A folyamat iteratív és integrált. Ezáltal a különböző alternatívák elemzése után elkészülhet az optimális változat.
- Az integrált tervezői folyamat már ismert, elemezhetjük, megtanulhatjuk.

Esettanulmányok



★ Optimal Daylight

Window walls and large-span heights increase the natural light intake, and decrease the need for energy-intensive artificial lighting.

★ Ground Source Heat Pumps

Ground source heat pumps utilize the earth's consistent temperature to generate radiant floor system.

★ Natural Ventilation

Natural ventilation is utilized where operable windows exist.

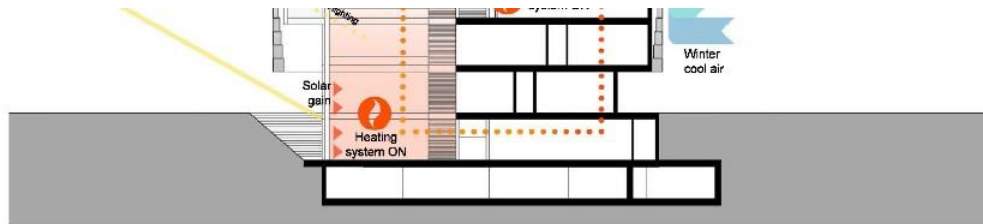
★ Integrated Surface Photovoltaics

Integrated Surface Photovoltaics mimic the tiled texture of the roof surface to gain solar energy without affecting aesthetic.

★ Rain Water Collection

Rain water is collected and stored through the roof geometry and irrigation system and reused as greywater in the building.

Esettanulmányok

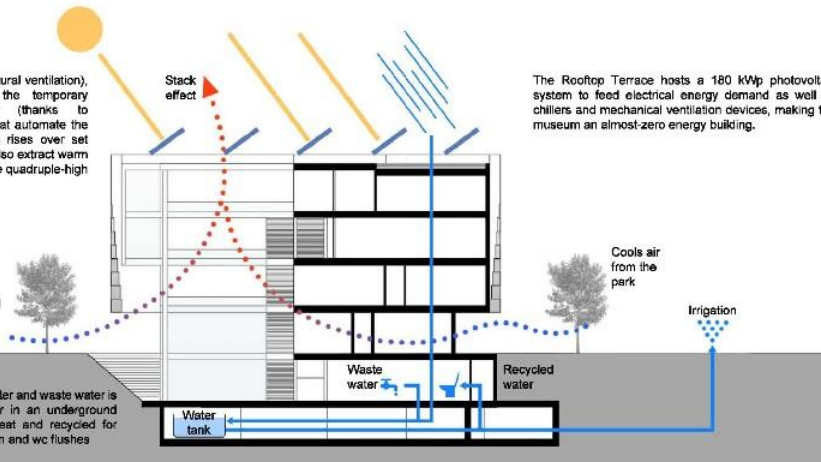


MID-SEASON SCENARIO

To activate stack effect (natural ventilation), skylights will open on the temporary exhibition glazing roof (thanks to thermal/humidity sensors that automate the system) when temperature rises over set point. Such procedure will also extract warm air from the rooms facing the quadruple-high volume.

Air cools down passing through the trees line long the street. It is pulled up by pressure helping exhausting the warm dirty air in the indoor environments

Rainwater and waste water is collected in an underground tank, treated and recycled for irrigation and wc flushes



The Rooftop Terrace hosts a 180 kWp photovoltaic system to feed electrical energy demand as well as chillers and mechanical ventilation devices, making the museum an almost-zero energy building.



FUNCTIONS

Offices and service

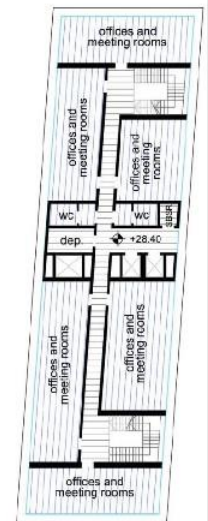
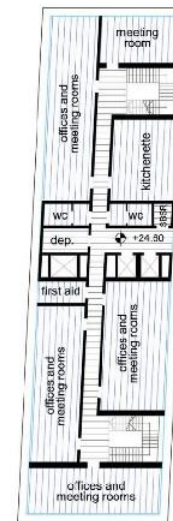
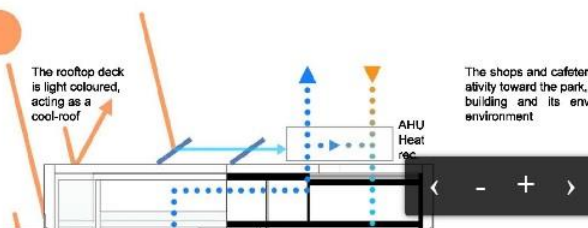
The office typical floor is organized to maximize the exposition of the working spaces, to provide employees with natural lighting and ventilation.

SUMMER SCENARIO

The shading second-skin strongly reduces solar irradiation preventing indoor overheating

The rooftop deck is light coloured, acting as a cool-roof

The shops and cafeteria outdoor area is ideal to extend activity toward the park, due to the shade provided by the building and its envelope, which grants a cooler environment



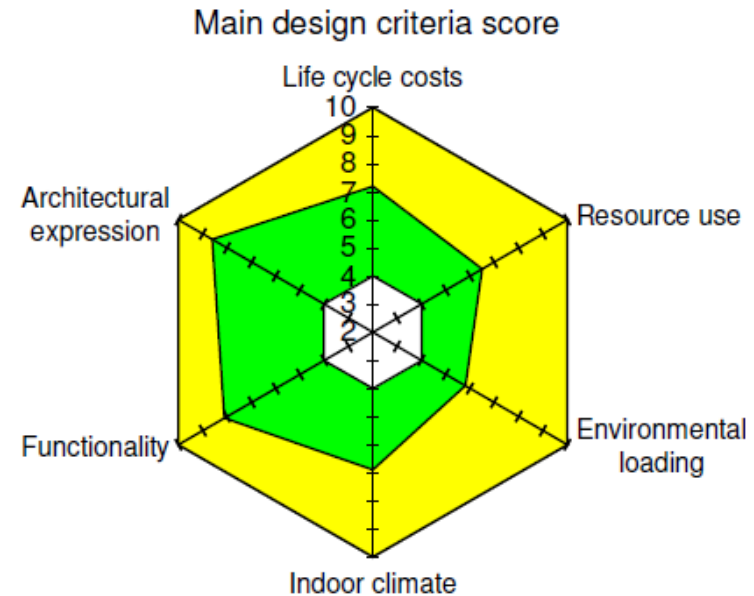
▪ **Tervezés fázisai**

- Kiindulás: A team összeáll, a kompetenciák tisztázódnak.
- Tervezést megelőző fázis: A projekt céljának rögzítése. Az első elemzés, az igények tisztázása. A rendelkezésre álló anyagi források rögzítése.
- Koncepció tervezése: Az igények, a célok és a lehetőségek összhangba hozása. A vizsgálatot szimulációs programok támogatják. Előtervek készülnek, pl. természetes világítás alkalmazása, természetes és mesterséges szellőzés kombinálása, flexibilitás, költségelemzés.
- Tervezés: Engedélyezési terv, majd kiviteli terv készítése.

IEA Task 23

Tools

- Különböző segédanyagokat használtak az épületgépészeti rendszer és a rendelkezésre álló költségek összhangjának megteremtése céljából.
- A csapat tagjainak tisztában kell lennie a segédanyagok alkalmazhatóságával.
- Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) **Kritériumokon alapuló döntéshozatali módszer** fejlesztettek ki.
- MCDM támogatja a tervezői csapatot a döntéshozatalban. Segítségével különböző szempontok szerint súlyozni lehet a különböző alternatív megoldásokat.



[MCDM, IEA Task 23]

IEA Task 23

- **PI: The headquarters of Deutsche Post AG, Bonn (2003)**
 - Bonn városa alkalmas 3000 munkahely kialakítására a Deutsche Post részére, 40 emeletes épület tervezhető.
 - Alacsony energiafelhasználású épületet akarnak kialakítani, amelynek energiafelhasználása 25 %-kal kevesebb a jelenlegi szabályozásnál.
 - A megbízó egy reprezentatív épületet akart, emberközpontú munkahelyi környezettel, egyedi szabályozással, nyitható ablakokkal.

[http://www.dp-dhl.com/en/media_relations/media_library/fotos/post_tower_2010_02.html]

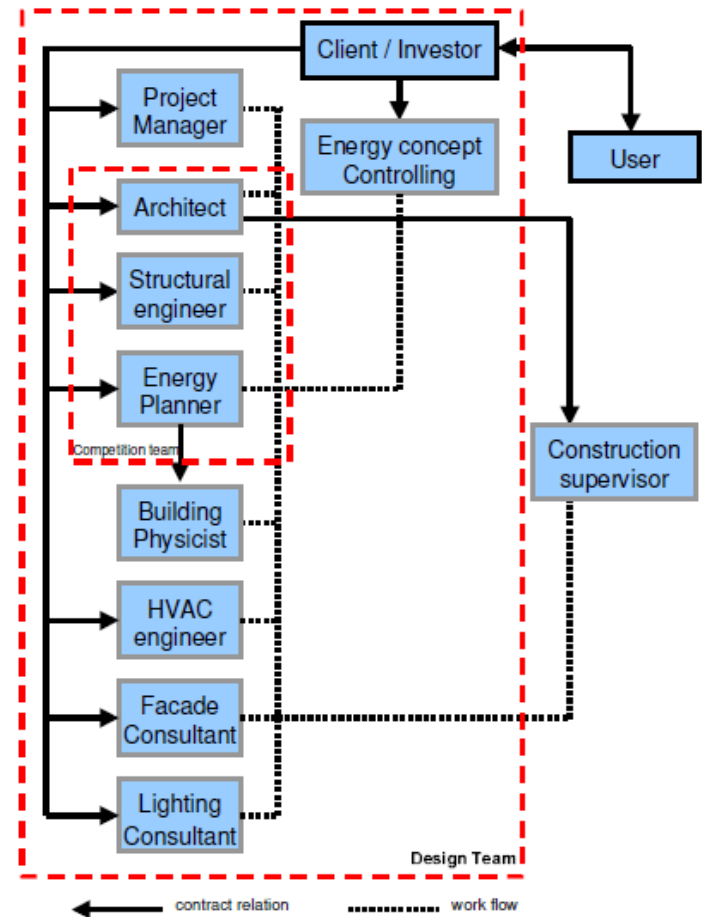


[http://www.dp-dhl.com/en/media_relations/media_library/fotos/post_tower_architecture.html]

IEA Task 23

■ Example: The headquarters of Deutsche Post AG located in Bonn (2003)

- IDP szinergikus hatást váltott ki, alacsony energiafelhasználást és magas komfort szintet eredményezett.
- IDP lehetővé tette, hogy az épület adottságait figyelembe véve az épületbe integrált szellőzési rendszert alakítsanak ki.
- Az épület homlokzatának drágább kialakítását olcsóbb épületgépészeti rendszer kompenzálta, amelyet csak a IPD alkalmazásával tudtak elérni.



[Poel. B. et al. 2002]

IEA Task 23

Example: Mayo Replacement School, Mayo, Yukon Territory, Canada (2002)

- Környezetvédelmi és energetikai szempontból a legmagasabb szabványokat kielégítő épület. (Canadian C-2000 Program for Advanced Buildings.)
- A légtechnika szabályozása a helyiségben tartózkodók alapján történik. Az energiaellátás áram és/vagy olaj felhasználásával történik, a mindenkori pillanatnyi ár függvényében. Kihasználják fűtésre/hűtésre a talajvíz energiáját is.
- Egyebek: háromrétegű üvegezés, természetes világítás maximális kihasználása, figyelmes anyagválasztás.

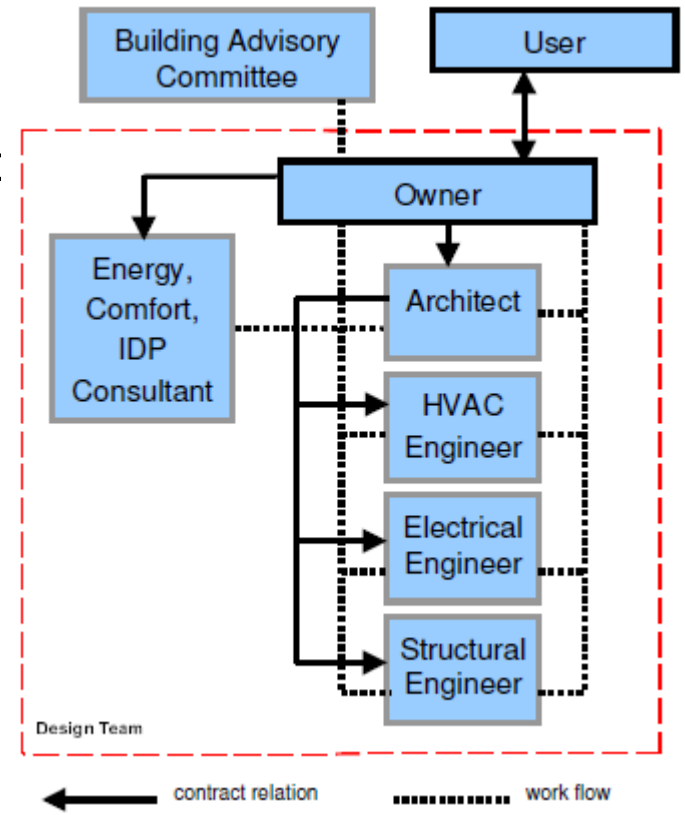


[www.google.com/http://www.gfshymko.com/projects_mayo.html]

IEA Task 23

Example: Mayo Replacement School, Mayo, Yukon Territory, Canada (2002)

- A tervező team magas szinten vett részt a döntéshozatalban.
- Miután a tervezés általános irányát rögzítették, a csoport tagjai speciális tervezési feladatokat oldottak meg a saját szakterületükön folyamatosan konzultálva a többi tervezővel.
- A folyamat minden résztvevője elégedett volt, az elkészült épület hatékonyan kezdett üzemelni.
- Sikerült megteremteni az egyensúlyt a homlokzat, tömeg, üvegezési arány, természetes világítás, passzív napenergia hasznosítás, között



[Poel. B. et al. 2002]

IEA Task 23

- **More examples:**

- Poel. B. et al. (ed.) (2002) The Integrated Design Process in Practice – Demonstration Projects Evaluation. International Energy Agency² (IEA) Task 23 Optimization of Solar Energy Use in Large Buildings, subtask B. Austria.
- van Cruchten, G. et al. (ed.). (2000) Examples of Integrated Design - Five Low Energy Buildings Created Through Integrated Design. International Energy Agency (IEA) Task 23 Optimization of Solar Energy Use in Large Buildings, subtask B. Austria

Examples of holistic solutions

- **Marcahn Low-Energy Apartment Building. Assmann, Salomon & Scheidt, Berlin, Germany (1994-97)**
 - What shape is a low-energy building? Not easy to answer
 - Ratio of the surface area and volume – optimal form cylindrical
 - Large window area to south maximise passive solar heat gains
 - Cylindrical shape result in lack of sunlight on parts of the façade
 - Shape study was made
 - A long shape on this site met the requirements – large glazed area to the south, opaque facade to the north



[Hawkes D. et al. “Architecture, Engineering and Environment” Laurence King Publishing in association with Arup (2002)]

Examples of holistic solutions

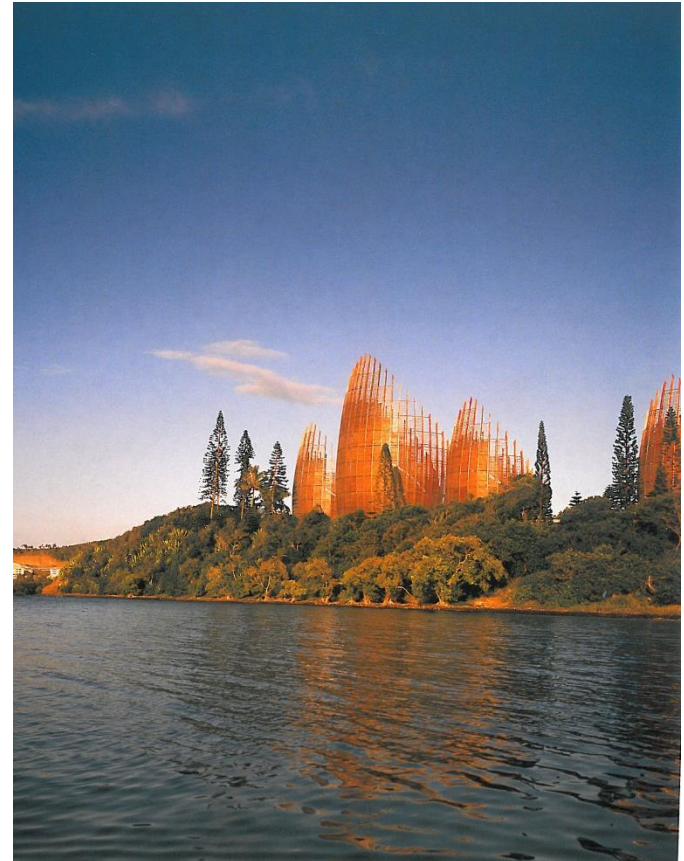
- **Mont Cenis. Jourda & Perraudin Herne-Sodingen, Germany (1997)**
 - Use of renewable technologies
 - photovoltaic (PV) cells
 - PV cells are integrated in the glass roof as a shading devise
 - not “add-on”s
 - Varying density of PV ´s simulate cloud canopy
 - PV are also incorporated in the west façade of the envelope



[Hawkes D. et al. “Architecture, Engineering and Environment” Laurence King Publishing in association with Arup (2002)]

Examples of holistic solutions

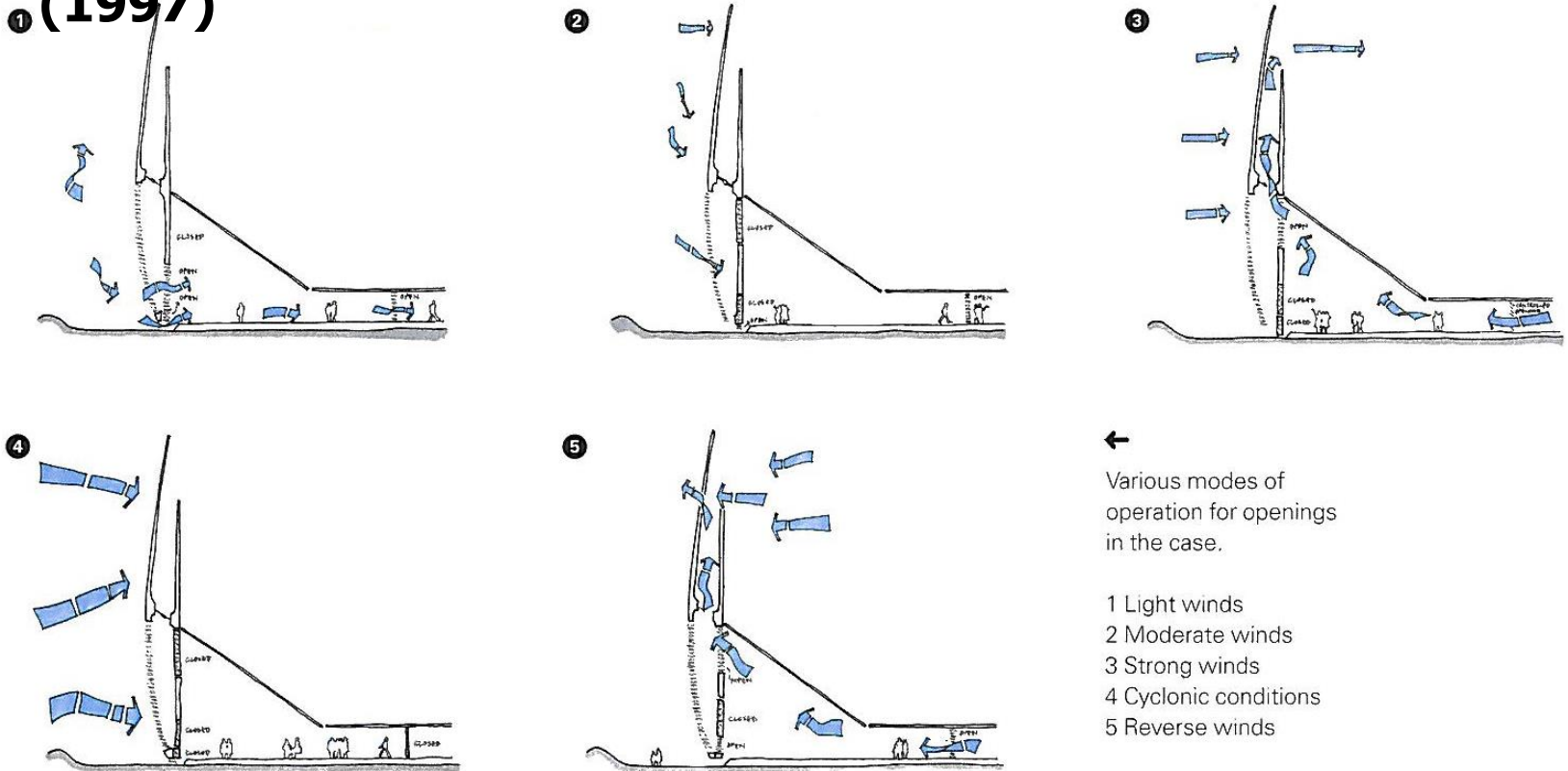
- **Cultural Centre. Renzo Piano, Nouméa, New Caledonia (1997)**
 - The “Cases” promote natural wind-driven ventilation by directing and accelerating breezes into internal spaces and by setting up convective stack ventilation within the building
 - The Cases are constructed by a mixture of local specially adapted material
 - The forms are traditional yet taller than local hut, they are as tall as the surrounding pine trees
 - The Cases stand as sculptures in the landscape
 - Louvres in the Cases open and close in response to the wind condition – several openings allow ventilation



[Hawkes D. et al. “Architecture, Engineering and Environment” Laurence King Publishing in association with Arup (2002)]

Examples of holistic solutions

■ Cultural Centre. Renzo Piano, Nouméa, New Caledonia (1997)



[Hawkes D. et al. "Architecture, Engineering and Environment" Laurence King Publishing in association with Arup (2002)]

Összegzés

- **A bemutatott példák alapján látható, hogy az építész és a mérnök együttes tudása eredményezheti az integrált megoldást.**
- **Talán a legkiválóbb építészek meg tudnak tervezni ilyen integrált megoldásokat a mérnökök segítségével is a hagyományos tervezési folyamat mellett.**
- **A legtöbb esetben azonban ez nem lehetséges, mert a kommunikáció hiánya miatt a változtatásokat a legutolsó fázisban kell elvégezni, ami kihatással van pl. a költségekre is.**

Integrált energetikai tervezés

- **A fenntartható épület elérése érdekében integrált energetikai tervezésre van szükség.**
- **Az új középületeknek 2018-tól, minden épületnek 2020-tól közel nulla energiafelhasználásúnak kell lennie (Épületenergetikai direktíva EPBD, 2010)**
- **A megújuló energiák részarányának el kell érnie a 25 %-ot.**

Integrated Energy Design (IED)

Integrált energetikai tervezés

- A tervezési folyamat nagyon korai fázisában különböző energetikai lehetőségeket kell megvizsgálni.
- Széleskörű energetikai ismeretekkel rendelkező szakembert kell hívni a tervező team-be.
- Modern szimulációs eljárásokat kell alkalmazni a tervezés során.
- Az épületek energiafelhasználása nagyon alacsony, beruházási költség változatlan vagy egy kicsit magasabb. Tapasztalatok szerint a beruházási költség 5 %-kal magasabb, az éves üzemeltetési költség 40-70 %-kal alacsonyabb.

Integrated Energy Design - lépések

STEP 1

Multi-disciplináris tervező team létrehozása az első naptól kezdve, akik energetikai/környezetvédelmi szempontból megfelelő tudással rendelkeznek és motiváltak a team munkában

- A koncepcióterv elkészítésében az építész és az épület-energetikus kapja a vezető szerepet.
- A koncepcióterv elfogadása után a részletes tervezés következik. Ekkor az épület-energetikus helyettesíthető épületgépész mérnökkel is.

Integrated Energy Design - lépések

STEP 2

A peremfeltételek vizsgálata, a megbízó igényei, a projekt általános céljainak megfogalmazása (programming)

- A megbízó igényei általában nincsenek pontosan megfogalmazva a projekt elején. Pl. beruházási költség, megtérülési idő, belső környezet paraméterei, hőmérséklet, levegőminőség, zaj, megvilágítás követelményei, költség-minőség viszonya.
- Segédanyagok:
 - Solar/shading diagrams or tools
 - Wind diagrams
 - Environmental assessment tools
 - Environmental programming tools
 - Forecasting/scenario tools
 - Multi-criteria decision-making tools

Integrated Energy Design - lépések

STEP 3

Minőségbiztosítási program és Minőség szabályozási program készítése

- Quality Assurance Program leírja az épület általános célját és feladatát.
- Quality Control Plan egy segédeszköz a projekt team részére és az épület tulajdonosának egy dokumentum, amely segíti a célok elérését.
- Quality Control Plan meghatározza a célokat, alcélokat, a mérföldköveket a tervezési és kivitelezési folyamatban, kijelöli az egyes területek felelőseit.

Integrated Energy Design - lépések

STEP 4

A folyamat elején workshop szervezése, hogy a team minden tagja ugyanazt gondolja a tervezési folyamat során

Integrated Energy Design - lépések

STEP 5

Konceptióterv elkészítése – szoros együttműködés az építész és a mérnökök között

- Az építészek és a mérnökök munkamódszere különböző.
- A mérnökök szeretik a kiinduláskor pontosan definiálni a feladatokat. A folyamat többnyire lineáris, az alternatív megoldások vizsgálata sokszor elmarad.
- Az építészek többnyire alig definiálják a problémát és különböző megoldási lehetőségeket vázolnak fel. A folyamat leginkább körkörös mozgásokból áll.
- A team munka különböző formái lehetségesek. Hasznos, ha a tervezés vezetője irányítja a megbeszéléseket, meghívva a különböző területek szakértőit, akik vázolják a lehetséges megoldásokat.

Integrated Energy Design - lépések

Segédeszközök a koncepcióterv készítése során:

- Reference buildings, case studies
- Rules of thumb (locally adapted)
- Energy and indoor environment design tools/ simulations
- Daylight design tools
- Environmental assessment tools
- LCC-tools

Integrated Energy Design - lépések

STEP 6

A Quality Control Plan aktualizálása és az energiahatékonyság dokumentálása

- Egyszerűsítve az integrált energetikai tervezés 3 fő részéből áll: programing, koncepcióterv, részletes tervezés.
- Az integrált energetikai tervezés egy iterációs folyamat, ezért a különböző feladatok ismételten aktualizálásra kerülnek.

Integrated Energy Design - lépések

STEP 7

Üzemeltetési és karbantartási kézikönyv készítése

- Monitoring program alkalmazása javasolt.
- Az üzemeltetők és az épületet használók oktatása az épület és a különböző technikai rendszer használatáról.

Integrated Energy Design

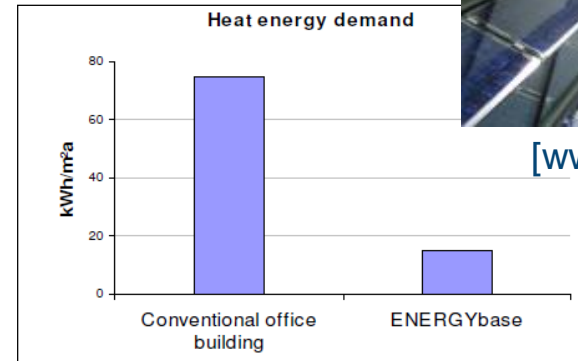
- **Example: ENERGYbase, Vienna, Austria (2008)**
 - The project is a reference project highlighting the compatibility of ecological and economic considerations in the construction of state-of-the-art commercial and office properties
 - Fulfil the Passive House Standard
 - Geothermal energy fully covers the heat and cooling need
 - A photovoltaic plant (400 m²) at the folded south façade supplies a part of the electricity need
 - Passive use of solar energy
 - Ventilation system allows the use of solar energy in summer for solar cooling.



[www.intendesign.com]



[www.google.com]



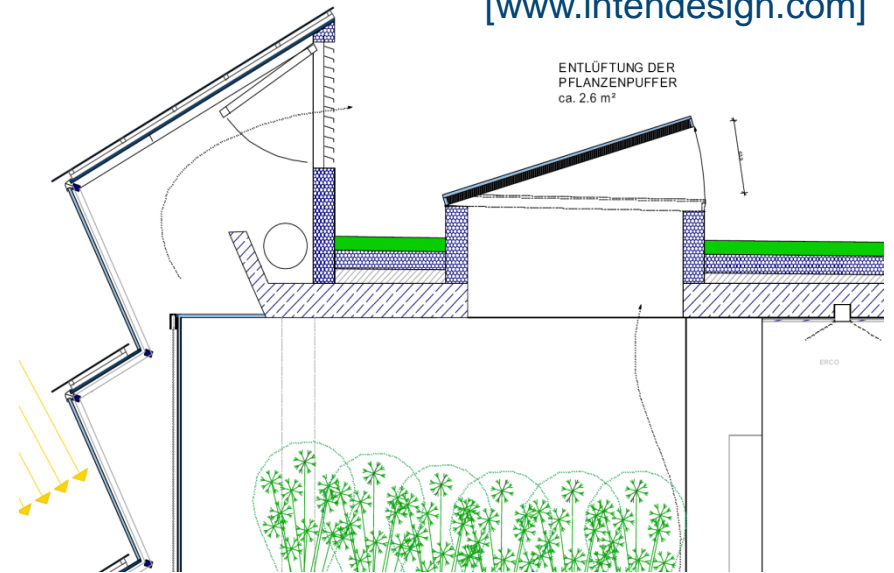
[www.intendesign.com]

Integrated Energy Design

- **Example: ENERGYbase**
 - Plant buffer rooms naturally condition the air even during the winter
 - During regular workshops architect, research institutions, engineers and the building owner discussed concepts and agreed on further steps
 - To analyse the characteristics of the building and to set measures to further lower the energy need and to rise the comfort, simulations were done during the concept phase
 - More information:



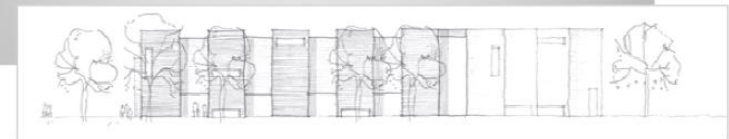
[www.intendesign.com]



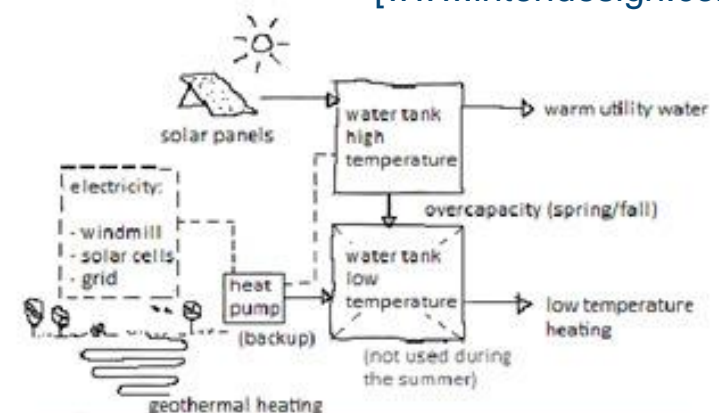
[www.intendesign.com]

Integrated Energy Design

- **Example: Midgaard, Nørager, Denmark (Construction start spring 2010)**
 - Centre of health, culture and sports
 - Based on the concepts of IED the design team has succeeded in creating a low energy class 1 (Danish low energy class) building with sustainability as the keyword
 - The compact and well isolated building minimises the heat loss
 - Daylight operated lighting and zoning help to reduce the supply of energy
 - The building has an efficient utilisation of renewable energy, such as solar panels, geothermal heat and the urban windmill



[www.intendesign.com]



[www.intendesign.com]

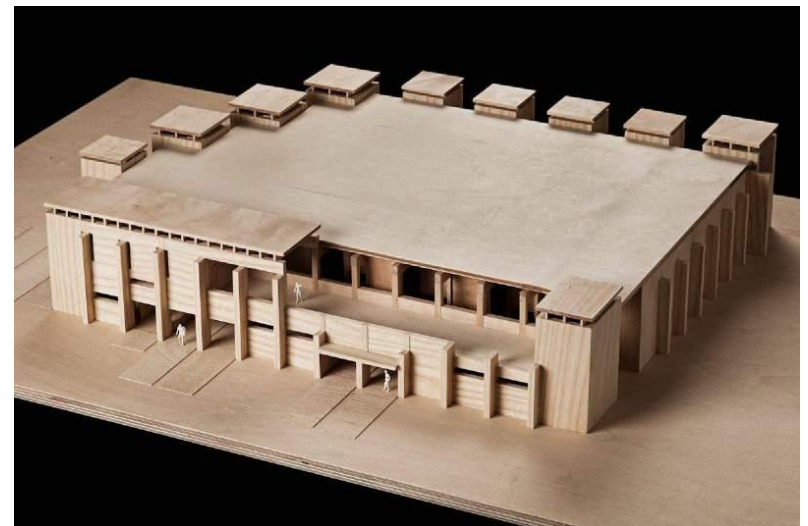
Integrated Energy Design

- **Example: Midgaard, Nørager, Denmark (Construction start spring 2010)**

- Kick-off meeting between Architect, Engineer and developer. Subjects: expectation and exchange of knowledge about the site
- Meetings between Architect and Engineer: Subjects: Daylight, natural ventilation, zoning of different type of room
- Meeting with the developer. Presentation and feedback of the sketches and ideas
- Meetings between architects and Engineer: Subjects: fine-tuning the concepts
- Presenting and acceptance of the concept by developer



[www.intendesign.com]



[<http://dinby.dk/allingaabro/midgaard-er-klar-paa->

[skitseplan?minby=allingaabro#minby:allingaabro](http://dinby.dk/allingaabro/midgaard-er-klar-paa-skitseplan?minby=allingaabro#minby:allingaabro)]

Zoltan MAGYAR, PhD

51

Összegzés

- **Integrált tervezői megközelítés**
- **IEA Task 23 projekt**
- **Integrált energetikai tervezés**
- **2018, ill. 2020-tól minden új épületnek közel nulla energiafelhasználású épületnek kell lennie, 25 % megújuló energia alkalmazásával**