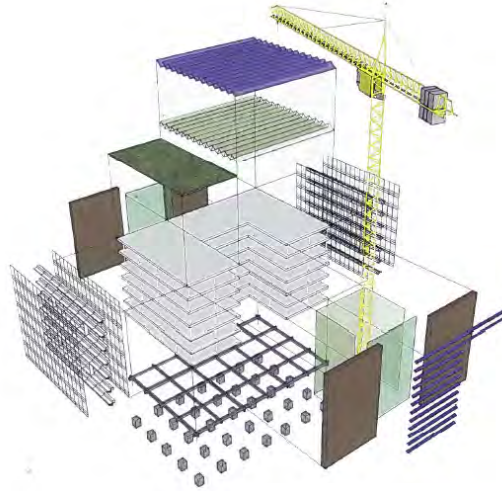
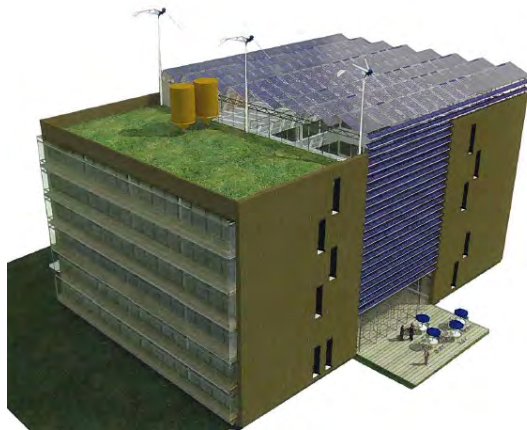


# Belang van Levensduur :

Energieneutraal en duurzaam in staal : ENDIS



7,5 x 7,5 m raster  
Kerto+ HE340A:  
485 mm netto  
530 mm bruto

Meest kritisch: Kostendeskundige:  
Extra financierings kosten

Levensduur **50 jr** :  
positief resultaat : **+8.600,- /jr**

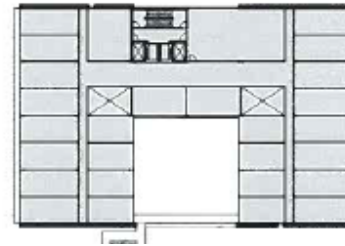
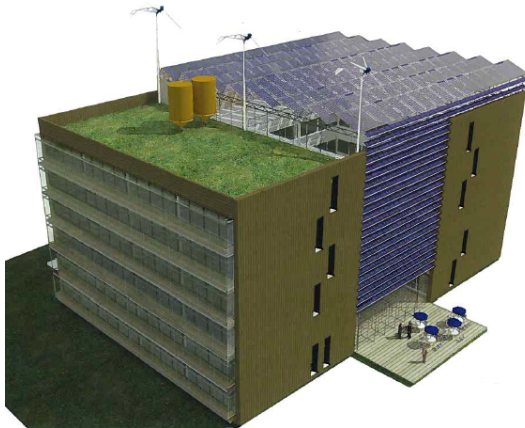
Levensduur **35 jr**:  
Negatief resultaat : **-27.000,-/jr**

|                                  | traditioneel | ENDIS-gebouw       |
|----------------------------------|--------------|--------------------|
| Stichtingskosten (A)             | € 14.032.786 | € 18.125.254       |
| Opbrengsten (B)                  |              |                    |
| m² BVO                           | 8.186        | 8.186              |
| m² VVO                           | 7.308        | 7.308              |
| Huurprijs per m2 VVO             | € 145        | € 175              |
| Huuropbrengst per jaar           | € 1.104.660  | € 1.323.900        |
| Extra financiering (A)           |              | € 4.092.468        |
| Aflossing (50 jaar)              |              | € 81.849           |
| Rente (5,75%)                    |              | € 235.317          |
| Extra financieringslast          |              | -/- € 317.166      |
| Extra huuropbrengst (B)          |              | +/+ € 219.240      |
| Energiebesparing (gem. per jaar) |              | +/+€ 96.525        |
| Onderhoudskosten besparing       |              | +/+ € 10.000       |
| <b>Resultaat (gem. per jaar)</b> |              | <b>+/+ € 8.599</b> |

ENDIS publicatie Staalfederatie Nederland J. De Charro e.a.

# Belang van Levensduur :

Energie neutraal en duurzaam in staal : ENDIS



Hotelfunctie



Woonfunctie

## Flexibiliteit:

Uitbreiding en Functie verandering in principe mogelijk

Levensduur **50 jr** :  
positief resultaat : **+8.600,- /jr**

Levensduur **35 jr**:  
Negatief resultaat : **-27.000,-/jr**

Hoe Flexibel is de oplossing werkelijk?

- Instalaties voor woningen?
- Brandeisen
- Geluidswerendheid
- .....

ENDIS publicatie Staalfederatie Nederland J. De Charro e.a.

# Duurzaamheid (Sustainability)

(Groei wereldbevolking, groei ontwikkelingsbehoefte per capita,  
>> “Global footprint” versus “beschikbare wereld” )

## Energie

- Reductie gebruik Fossil fuels
  - Reductie CO<sub>2eq</sub> impact (Klimaat, “global warming”)
- >> Energie efficiëncy gebouwen, hernieuwbare energiebronnen

## Materialen

- Schaarste (toename benodigde energie, toename prijzen)
  - Bouw en constructie afval (C&D waste)
- >> Gebouwen als bron voor hernieuwbare materialen
- >> Hergebruik / Deconstructie ipv sloop

## Levensduur van gebouwen

LCT (Life cycle Thinking) vergelijken / optimaliseren van  
verschillende oplossingen

Efficiënt, langer gebruik van gebouwen,  
Hergebruik op een zo hoog mogelijk niveau  
Kaptitaal....

# Life Cycle Thinking (LCT) , LCA methodology

- **LCA methodology...**

**LCA codes and standards/framework**

**ISO 14040: LCA principles and framework**

**ISO 14044: LCA requirements and guidelines**

**Integrated approach to environmental performance of buildings, and also to include social and economic dimensions.**

**EN 15643 Sustainability of construction works**

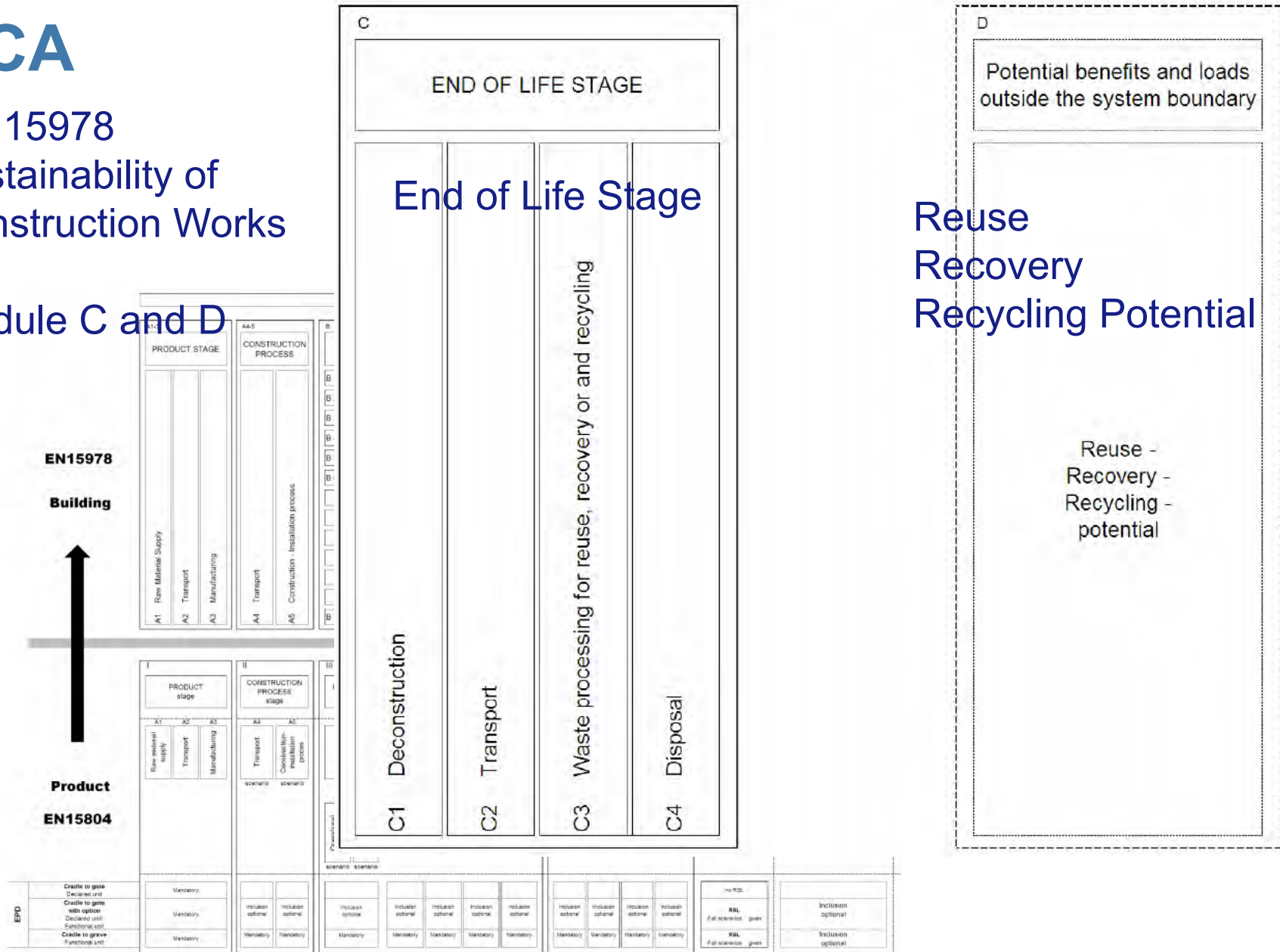
**EN 15804 Sust. of constructions works : EPD's**

**EN 15978 Sust. of constr. works: Calculation method for Buildings**

# LCA

## EN 15978 Sustainability of Construction Works

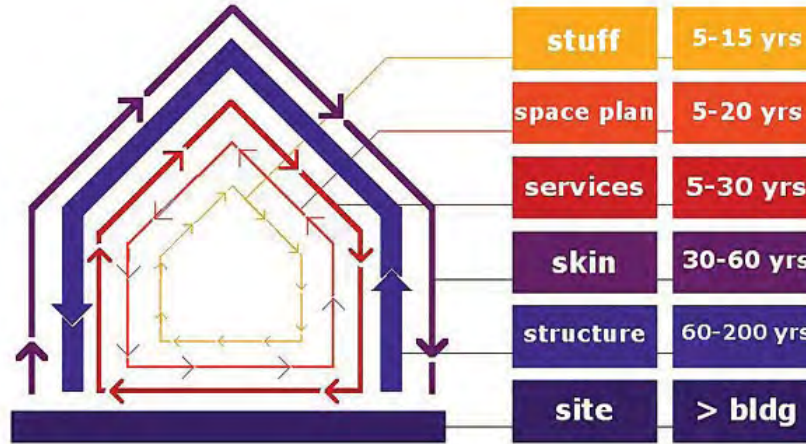
### Module C and D



# Levensduur Gebouw

## Interactie van systemen met verschillende levensduren

Habraken SAR

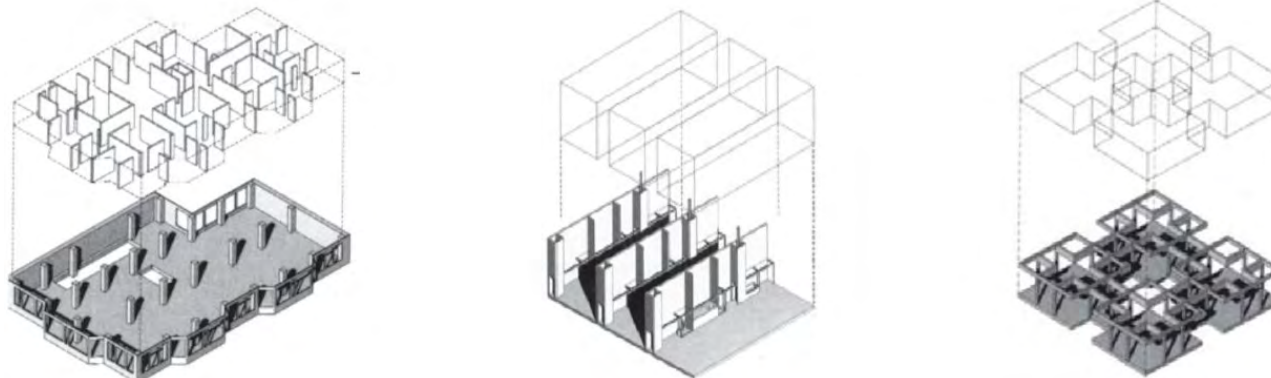


|            |            |
|------------|------------|
| stuff      | 5-15 yrs   |
| space plan | 5-20 yrs   |
| services   | 5-30 yrs   |
| skin       | 30-60 yrs  |
| structure  | 60-200 yrs |
| site       | > bldg     |

Brand

- Stuff (inboedel)
- Spaceplan (inbouw)
- Services (installaties)
- Skin (gevel)
- Structure (constructie)
- Soil (locatie)

Durmisevic: “transformation capacity”



Leupen: Kader en generiek ruimte

# Levensduur van een gebouw

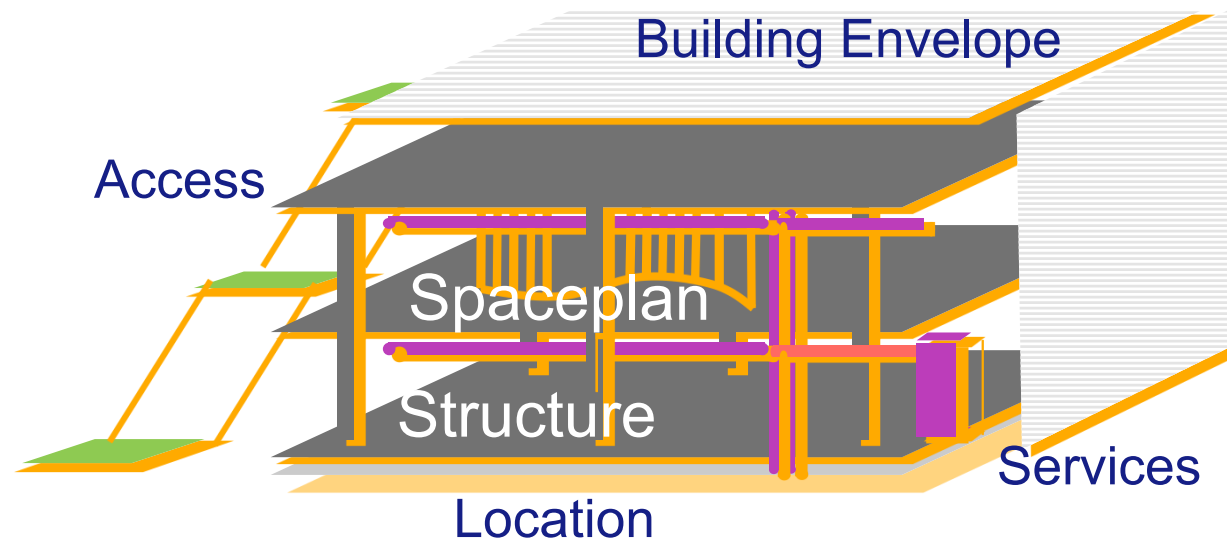
## Sloop versus Herbestemming/ Hergebruik

- Cultuur sociale en historische waarde, branding, image..
- Economie kosten, opbrengsten... Economische levensduur
- Technisch degradatie, veiligheid Technische levensduur
- Functioneel gebruikerseisen, aanpasbaarheid

## Functionele Levensduur van een gebouw:

**Interactie** tussen gebouwssystemen met verschillende levensduren

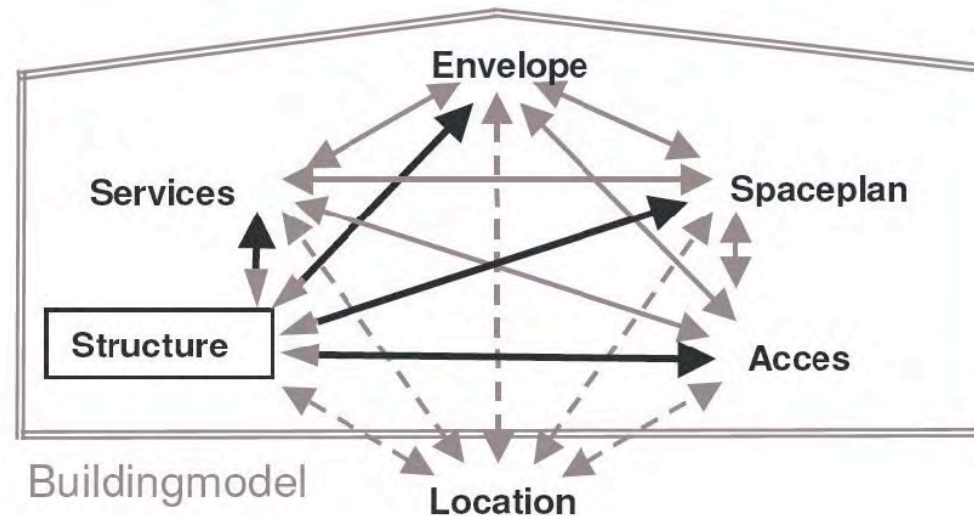
# Levensduur Gebouw (End of Life): Focus op Constructieve Flexibiliteit Interactie van systemen en elementen





# Constructieve Flexibiliteit

Evalueren van de relaties tussen bouwlagen



## Flexible gebouwconstructie:

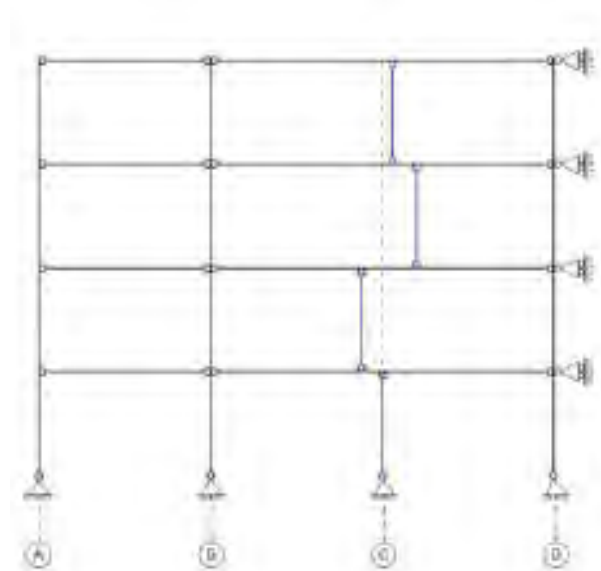
Constructie die wijzigingen en aanpassingen aan andere bouwlagen mogelijk maakt zonder dat hiervoor de constructie zelf gewijzigd hoeft te worden.

# Constructie: Flexibiliteit versus Aanpasbaarheid



Dr.ir. Roel Gijsbers  
TU/e Faculteit Bouwkunde – leerstoel Productontwikkeling

**TU/e** Technische Universiteit  
Eindhoven  
University of Technology



# Verschillende “gebouwlagen”



Centre Pompidou, Paris, 1977, Refurbished 1996-2000

# Interactie Bouwlagen



## Constructie - Ruimteplan

(Indelings flexibiliteit)

# Interactie Bouwlagen

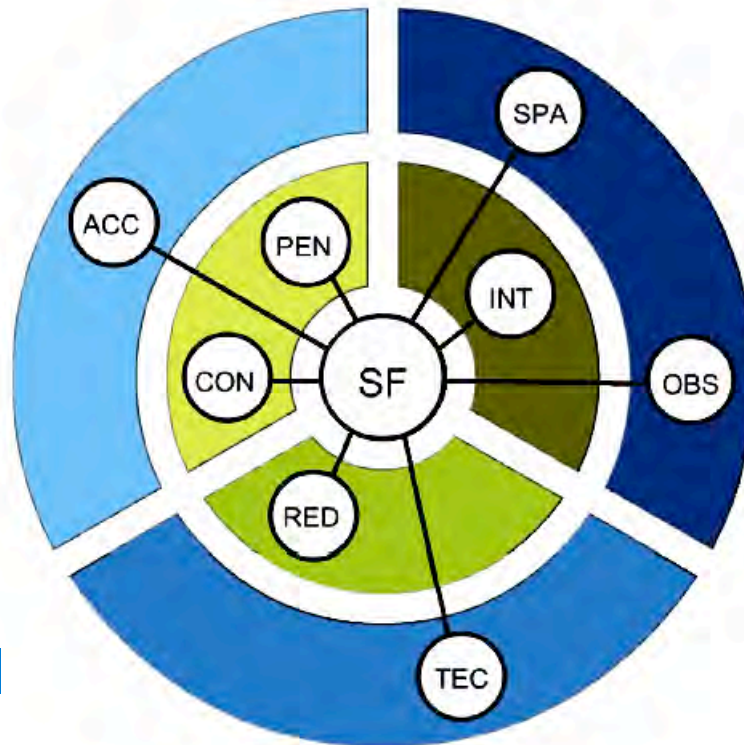


## Constructie-Gevel

# Interactie Bouwlagen



# Evaluatie van Constructieve Flexibiliteit:



Model

Evaluatie en score van

“AUTONOMY” en  
“SUITABILITY” in

- Functioneel Domein
- Technisch Domein
- Fysische Domein



# Scorings Matrix Constructieve Flexibiliteit , indicatoren

## Overige Gebouwlagen

|                        |                         | Envelope |      | Access |       | Service elements             |                  |                     |                     | Scenery  |                                   | Spaceplan |                   |
|------------------------|-------------------------|----------|------|--------|-------|------------------------------|------------------|---------------------|---------------------|----------|-----------------------------------|-----------|-------------------|
| Structural Flexibility |                         |          |      |        |       | Main systems                 |                  | Distribution syst.  |                     |          |                                   |           |                   |
|                        |                         | Facade   | Roof | Stairs | Lifts | Generating systems           | Delivery systems | Ducts (ventilation) | Pipes (waste water) | Finishes | Partition walls (Non-loadbearing) |           | resulting average |
| Structure              | Integration             |          |      |        |       |                              |                  |                     |                     |          |                                   |           |                   |
|                        | Connections             |          |      |        |       |                              |                  |                     |                     |          |                                   |           |                   |
|                        | Accessibility           |          |      |        |       |                              |                  |                     |                     |          |                                   |           |                   |
|                        | Capacity                |          |      |        |       | Capacity for Partition walls |                  |                     |                     |          |                                   |           |                   |
|                        | Dimensions, Obstruction |          |      |        |       | 0                            |                  |                     |                     |          |                                   |           |                   |
|                        | resulting average       |          |      |        |       | 0,5                          |                  |                     |                     |          |                                   |           |                   |

Less than 0,2 kN/m<sup>2</sup>

1,0 kN/m<sup>2</sup>

More than 2,0 kN/m<sup>2</sup>

Constructie



# Scoring Matrix Structural Flexibility Using Indicators versus other Building Layers

## Overige Gebouwlagen

|                        |               | Envelope |      | Access |       | Service elements   |                  |                     |                     | Scenery  |                                   | Spaceplan |                   |
|------------------------|---------------|----------|------|--------|-------|--------------------|------------------|---------------------|---------------------|----------|-----------------------------------|-----------|-------------------|
| Structural Flexibility |               |          |      |        |       | Main systems       |                  | Distribution syst.  |                     |          |                                   |           |                   |
|                        |               | Facade   | Roof | Stairs | Lifts | Generating systems | Delivery systems | Ducts (ventilation) | Pipes (waste water) | Finishes | Partition walls (Non-loadbearing) |           | resulting average |
| Structure              | Integration   |          |      |        |       |                    |                  |                     |                     |          |                                   |           |                   |
|                        | Connections   |          |      |        |       |                    |                  |                     |                     |          |                                   |           |                   |
|                        | Accessibility |          |      |        |       |                    |                  |                     |                     |          |                                   |           |                   |
|                        | Capacity      |          |      |        |       |                    |                  |                     |                     |          |                                   |           |                   |
|                        | Dimensions    |          |      |        |       |                    |                  |                     |                     |          |                                   |           |                   |
|                        | Obstructions  |          |      |        |       |                    |                  |                     |                     |          |                                   |           |                   |
| resulting              |               |          |      |        |       |                    |                  |                     |                     |          |                                   |           |                   |

|     |  |
|-----|--|
| 0.0 | Not enough space (Less than 0.02m <sup>2</sup> ) |
| 0.4 | Just enough (0.10m <sup>2</sup> )                |
| 0.8 | Enough space (0.3m <sup>2</sup> )                |
| 1.0 | Plenty space (More than 0.8m <sup>2</sup> )      |

Score configuratie: **1,00**

Constructie

# Resultaten enquête architecten en constructeurs: “Focus points”

## Overige Gebouwlagen

|                        |                   | Envelope |      | Access |       | Service elements   |                  |                     |                     | Scenery  |                                   | Spaceplan |                  |    |
|------------------------|-------------------|----------|------|--------|-------|--------------------|------------------|---------------------|---------------------|----------|-----------------------------------|-----------|------------------|----|
| Structural Flexibility |                   |          |      |        |       | Main systems       |                  | Distribution syst.  |                     |          |                                   |           |                  |    |
|                        |                   | Facade   | Roof | Stairs | Lifts | Generating systems | Delivery systems | Ducts (ventilation) | Pipes (waste water) | Finishes | Partition walls (Non-loadbearing) |           | Survey mentioned |    |
| Structure              | Integration       | 5,5      | 0,0  | 1,0    | 1,0   | 3,0                | 2,0              | 9,5                 | 4,5                 | 2,0      | 0,0                               | 1,5       | 17               |    |
|                        | Connections       | 15,5     | 0,0  | 1,0    | 0,0   | 2,0                | 4,0              | 7,0                 | 5,0                 | 5,0      | 7,5                               | 1,5       |                  |    |
|                        | Accessibility     | 2,0      | 1,0  | 6,0    | 5,0   | 2,0                | 1,0              | 4,5                 | 5,5                 | 0,0      | 0,0                               | 0,0       |                  |    |
|                        | Capacity          | 3,0      | 5,0  | 1,0    | 1,0   | 0,0                | 0,0              | 0,0                 | 0,0                 | 0,0      | 4,0                               | 10,0      |                  | 12 |
|                        | Dimensions,       | 0,0      | 0,0  | 1,0    | 1,0   | 1,0                | 1,0              | 2,0                 | 1,0                 | 2,0      | 2,0                               | 15,0      |                  | 12 |
|                        | Obstruction       | 1,5      | 1,5  | 0,0    | 3,5   | 0,0                | 0,0              | 4,5                 | 1,0                 | 0,0      | 0,0                               | 9,0       |                  | 9  |
| 2                      | Survey mentioned: | 8        |      |        |       |                    |                  | 10                  |                     |          | 2                                 | 21        |                  |    |

 Focuspoints, aantal keren genoemd als belangrijk door experts

# Residential Building “Gennep”



Construction: 2004  
12 Floors 20x35 m  
In situ Cast Concrete structure  
Loadbearing walls and lift shafts

## Office and Residential building “MultiFunk”



Construction: 2005  
5 Floors 20x35 m  
Prefabricated /  
In situ Cast Concrete  
Loadbearing columns  
and lift shaft cores  
Flexible functions

# Office building “Mexx/ Nissan”



Construction: 1991  
9 Floors 15 x 80 m  
Steel Structure, Steel columns  
Castelated beams and trusses  
Hollow Core Floor Slabs  
Demountable

# Constructieve Flexibiliteit per Gebouwlaag/ hoofdelementen

|                             | Buildings   |             |             |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                             | Multi Funk  | Genep       | Nissan      |
| Façade                      | 0,58        | <b>0,43</b> | 0,78        |
| Roof                        | 0,63        | 0,63        | 0,63        |
| Stairs                      | <b>0,84</b> | 0,74        | 0,78        |
| Elevators                   | 0,64        | 0,58        | 0,76        |
| Services generating systems | 0,73        | 0,46        | 0,73        |
| Services end-systems        | 0,63        | 0,57        | 0,63        |
| Services Ducts              | <b>0,84</b> | <b>0,29</b> | <b>0,85</b> |
| Services Pipes              | 0,49        | <b>0,32</b> | <b>0,89</b> |
| Finishes                    | 0,65        | 0,55        | <b>0,83</b> |
| Partition Walls             | 0,78        | <b>0,45</b> | 0,60        |
| Space plan                  | 0,73        | 0,38        | <b>0,85</b> |

Building layers/ elements

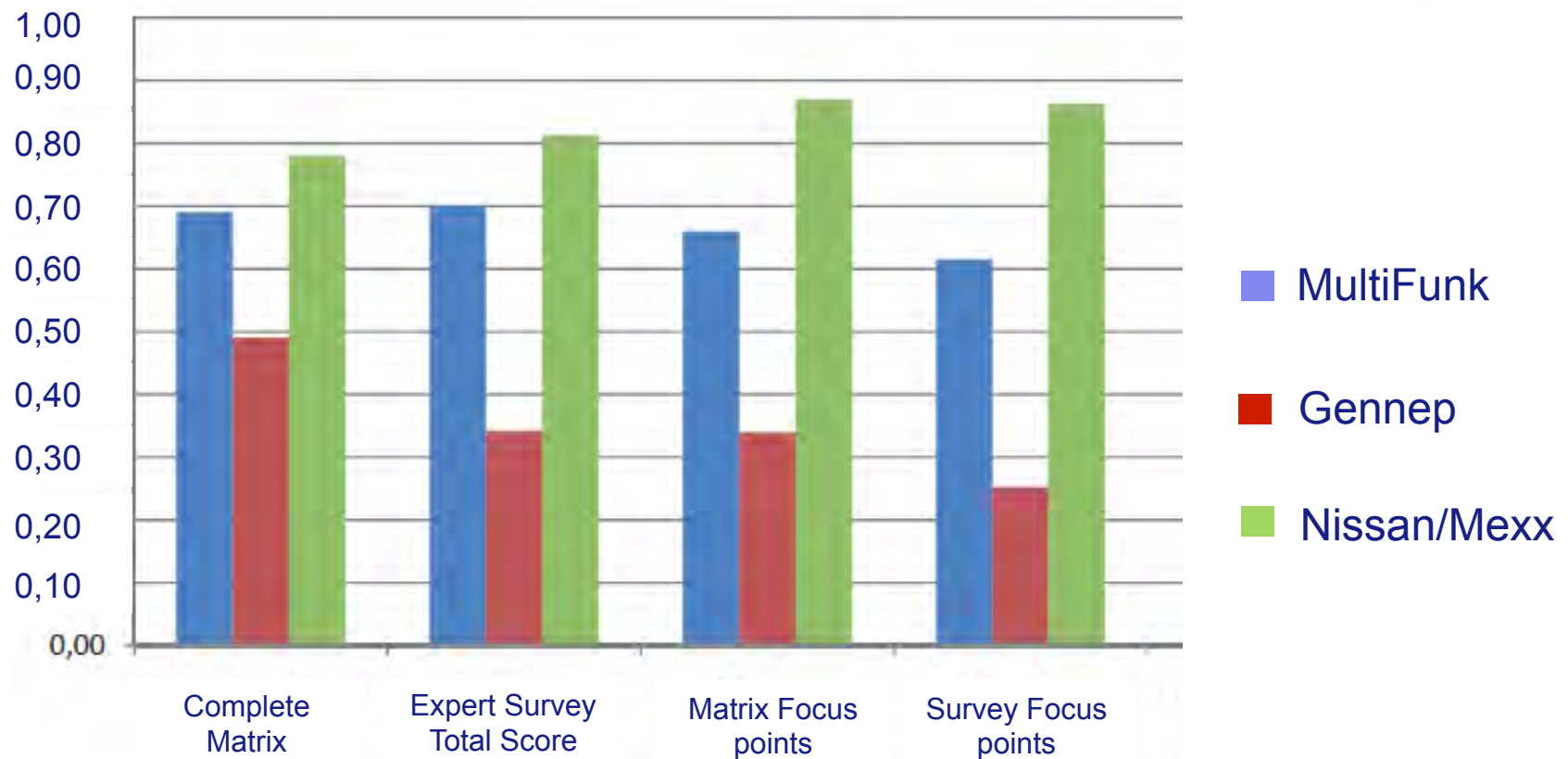
# Constructieve Flexibiliteit per “Flexibiliteitsindicator”

| Structural Flexibility Indicators | Buildings  |       |        |
|-----------------------------------|------------|-------|--------|
|                                   | Multi Funk | Genep | Nissan |
| Integration                       | 0,59       | 0,37  | 0,90   |
| Connections                       | 0,62       | 0,48  | 0,85   |
| Accessibility                     | 0,80       | 0,61  | 0,93   |
| Load bearing capacity             | 0,55       | 0,36  | 0,43   |
| Space, Dimensions                 | 0,75       | 0,46  | 0,88   |
| Obstruction                       | 0,85       | 0,64  | 0,84   |

# Constructieve Flexibiliteit “Single Score”

## Test op 3 gebouwen met verschillende methode

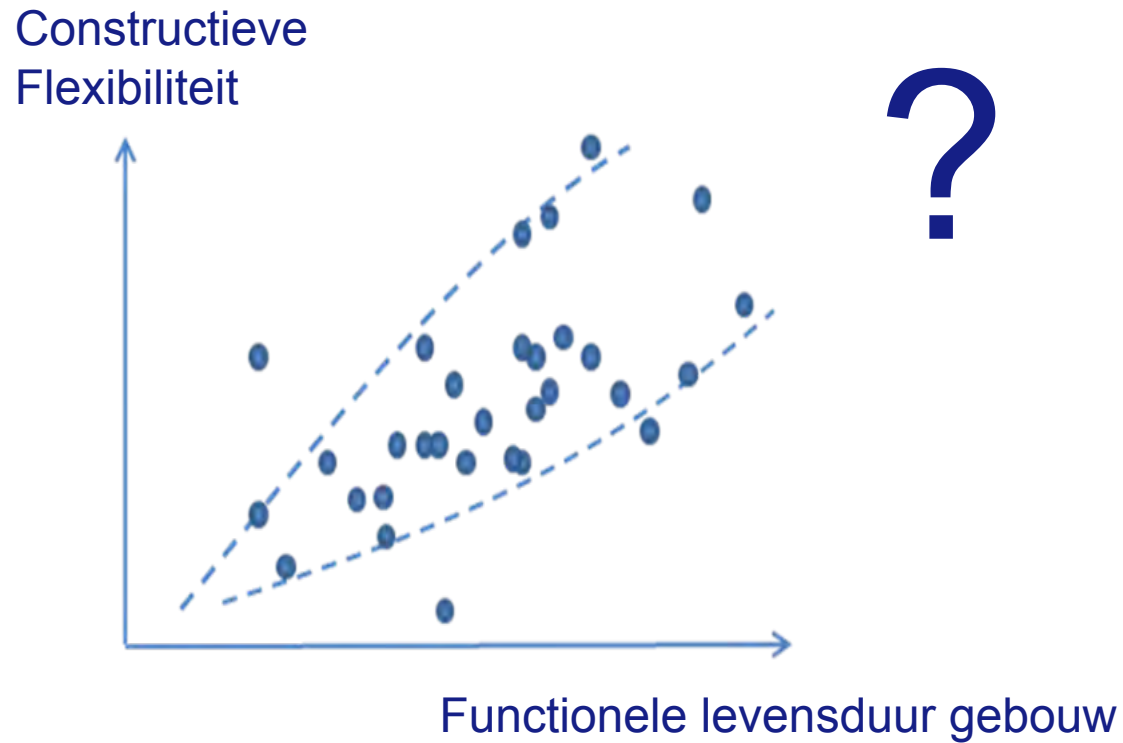
Flexibility score



“Het lijkt mogelijk gebouwen op Constructieve Flexibiliteit te scoren”

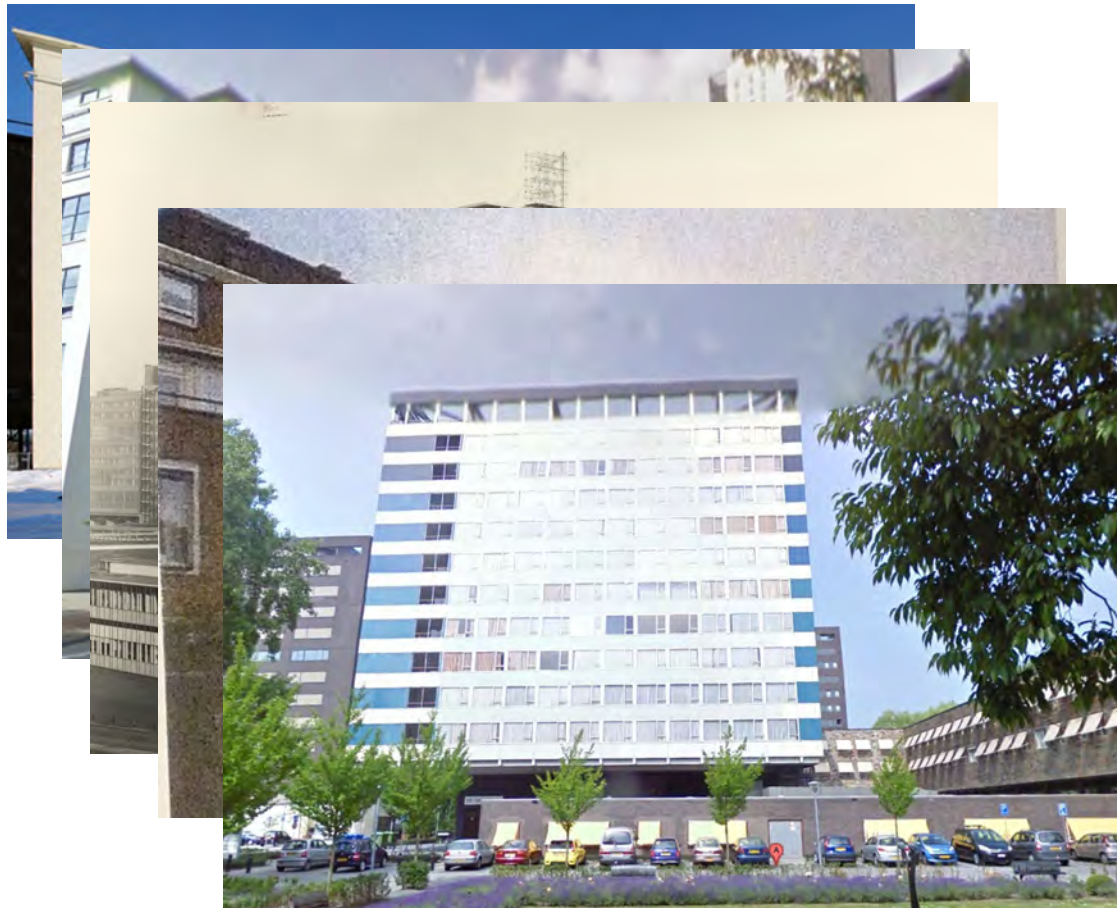


# Flexibele gebouwen leven langer ??



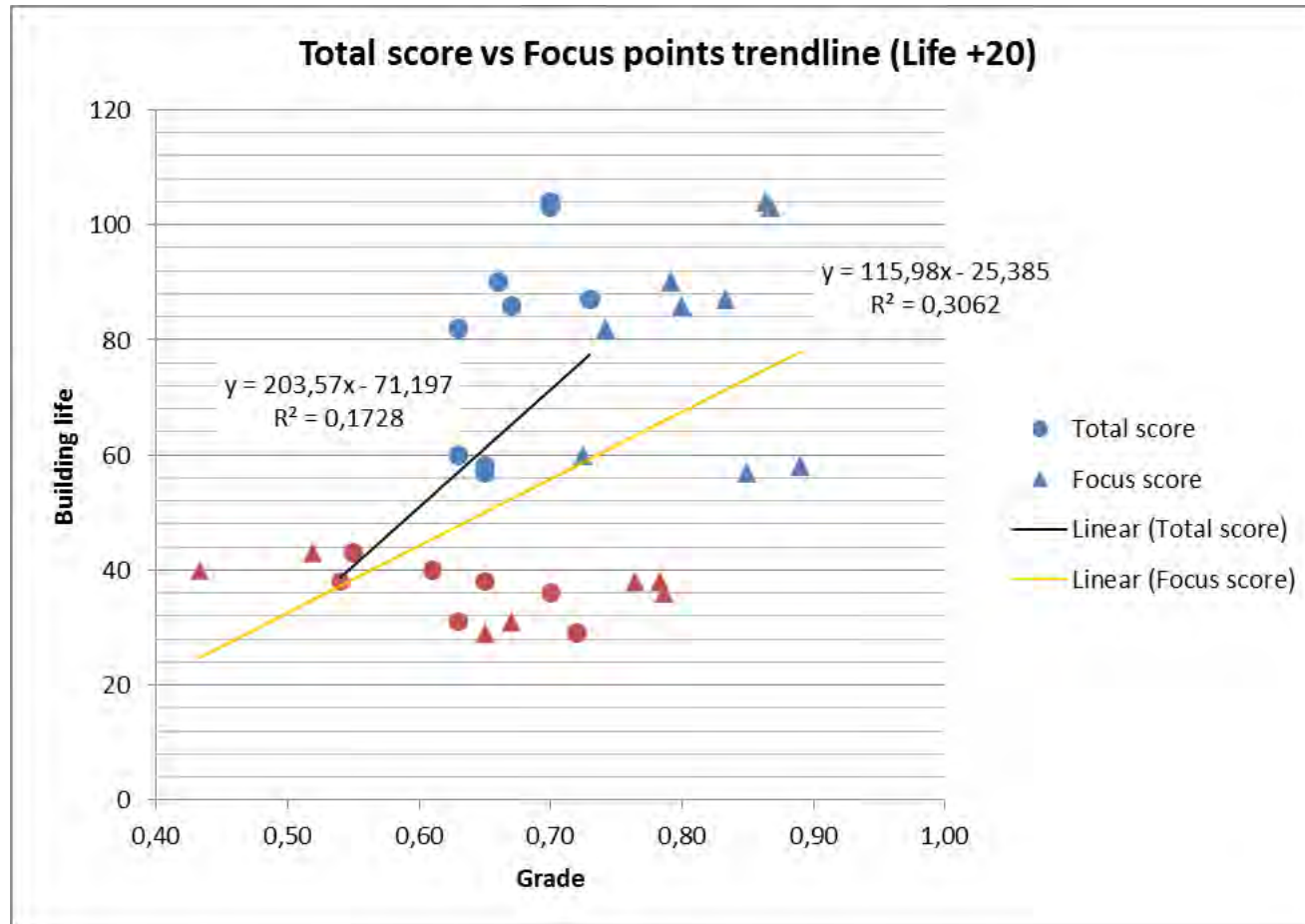
# Voorlopige resultaten 18 gebouwen in Eindhoven

Gesloopte versus herbestemde gebouwen



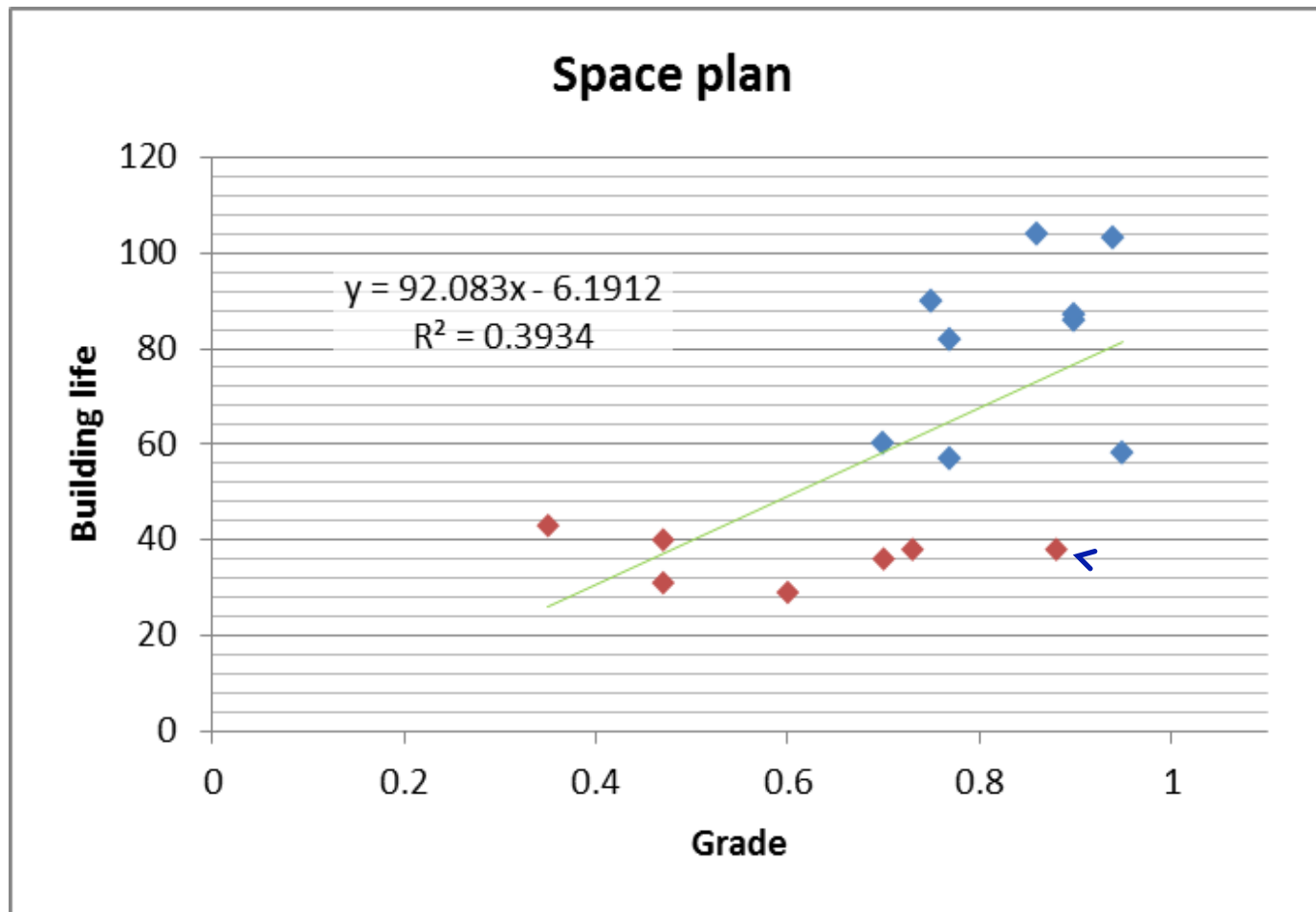
|             |      |      |
|-------------|------|------|
| Total score | 0,70 | 0,69 |
|             | 0,69 | 0,01 |
| Focus score | 0,89 | 0,84 |
|             | 0,86 | 0,04 |
| Total score | 0,73 | 0,71 |
|             | 0,72 | 0,01 |
| Focus score | 0,80 | 0,87 |
|             | 0,83 | 0,07 |
| Total score | 0,65 | 0,65 |
|             | 0,65 | 0,00 |
| Focus score | 0,88 | 0,91 |
|             | 0,89 | 0,04 |
| Total score | 0,65 | 0,62 |
|             | 0,63 | 0,04 |
| Focus score | 0,68 | 0,66 |
|             | 0,67 | 0,03 |
| Total score | 0,54 | 0,56 |
|             | 0,55 | 0,02 |
| Focus score | 0,53 | 0,51 |
|             | 0,52 | 0,01 |

# Voorlopige resultaten 18 gebouwen in Eindhoven



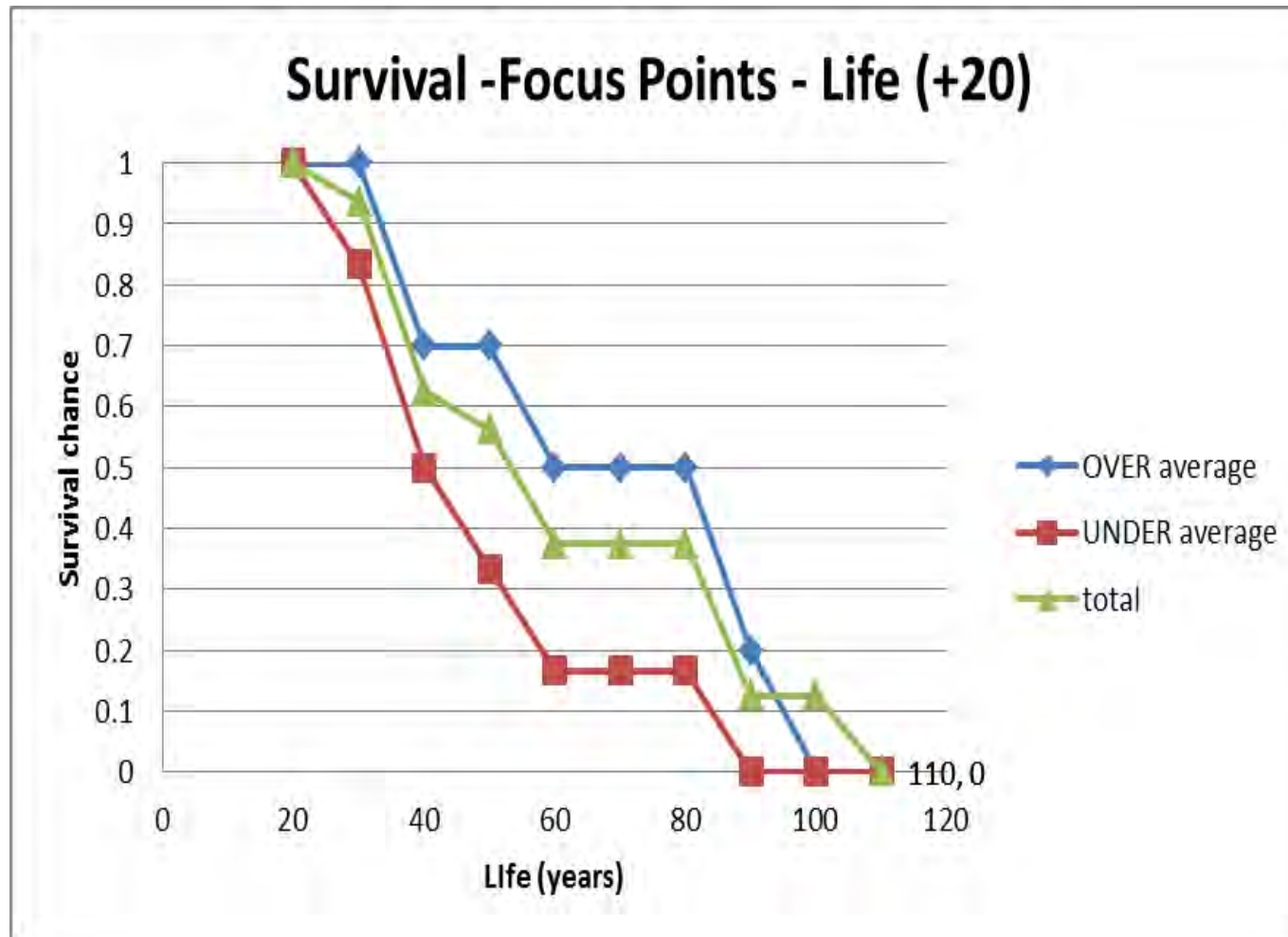
Gesloopt  
Herbestemd

# Voorlopige resultaten 18 gebouwen in Eindhoven



Relatie levensduur Constructieve Flexibiliteit indicator Spaceplan

# Voorlopige resultaten 18 gebouwen in Eindhoven



# Onderzoek TU/e Constructieve Flexibiliteit

Verbetering van Estimated Service Life ESL voor gebouwen:

- Relatie Functionele levensduur met Constructieve Flexibiliteit
- Invloed afzonderlijke Constructieve Flexibiliteit-aspecten op de levensduurverwachting van gebouwen?

Vergelijking van grotere groepen herbestemde gebouwen met gesloopte gebouwen

# Her-overweging indicatoren Constructieve Flexibiliteit

|        |                  |                                      |  |  |  |  |  |  |
|--------|------------------|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Domain | STRUCTURE        |                                      |  |  |  |  |  |  |
|        |                  | AUTONOMY                             |  |  |  |  |  |  |
|        |                  |                                      |  |  | SUITABILITY  |  |  |  |
|        | Functional       | Functional integration/ independence |  |  | Capacity (loading)   |  |  |  |
|        |                  |                                      |  |  |  |  |  |  |
|        | Technical system | Independent behaviour/ redundancy    |  |  | Space abundance<br>obstruction   |  |  |  |
|        |                  |                                      |  |  |  |  |  |  |
|        | Physical         | Load transfer<br>Ease of penetration |  |  | reversability connections<br>accessability connections<br>interwoven/ entwinedness |  |  |  |
|        |                  |                                      |  |  |  |  |  |  |
|        |                  |                                      |  |  |  |  |  |  |

Hierarchie  
Weegfactoren...

# 2020 20: The EU Commission's new Energy Efficiency Plan

To still Achieve 20% reduction in EU Energy use > New actions required> EU action Plan 2011:

- Exemplary role public sector
- Accelerate Refurbishment rate of the existing building stock:
- Public authorities: Refurbish at least 3% of their building stock each year

>> Bestaande gebouwvoorraad:  
Versnelling van Renovatie, Retrofitting en Herbesteming

Betere Inschatting van Functionele Levensduur en Levensduurverlenging nodig

<http://ec.europa.eu/energy/efficiency/action>



# Samenvattende opmerkingen...

- **Life Cycle Thinking (LCT) , Levensduur essentieel in duurzaamheids- beschouwingen.**
- **Functionele levensduur wordt steeds belangrijker**
- **Constructieve Flexibiliteit beïnvloedt Levensduurverwachting**
- **Verschuiving van hergebruik materialen naar hergebruik op gebouwniveau**
- **Gebouwen belangrijk als onze toekomstige materiaalvoorraad**
- **Staal biedt enorme kansen mbt gesloten kringlopen**
- **Relatie Constructieve Flexibiliteit en Levensduur moet verder worden onderzocht...**