



The Fortification Depot
A CO₂-reduction project



A global list

Passive measures:

Windows, glazing, solar shading

Insulation of walls, roofs, floors

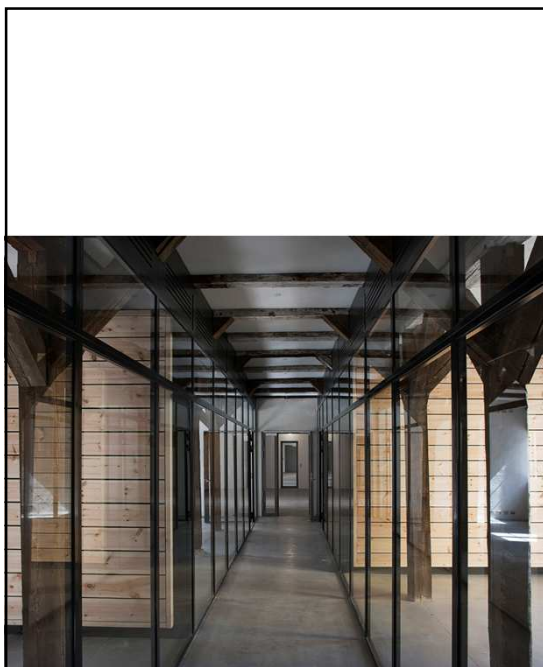
Improving air tightness



A global list

Technical measures:

- Various ventilation methods
- Pre-heating of fresh air intake through active solar walls
- Passive cooling, cooling via heat pumps
- Various heating systems and systems for hot water production
- Reduced electricity consumption



A global list

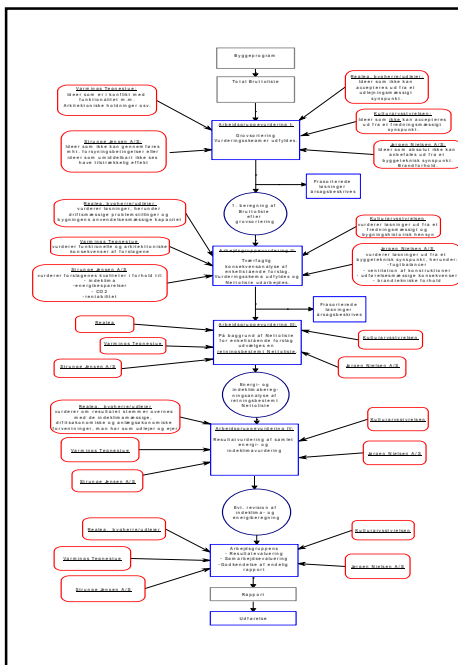
Layout and pattern of use:

- Common server room
- Common canteen
- Common meeting facilities
- Wind breakers at entrances



Committee

- Property owner
- Architect
- Statics engineer
- Technical engineer
- Cultural Heritage Agency



Dialogue

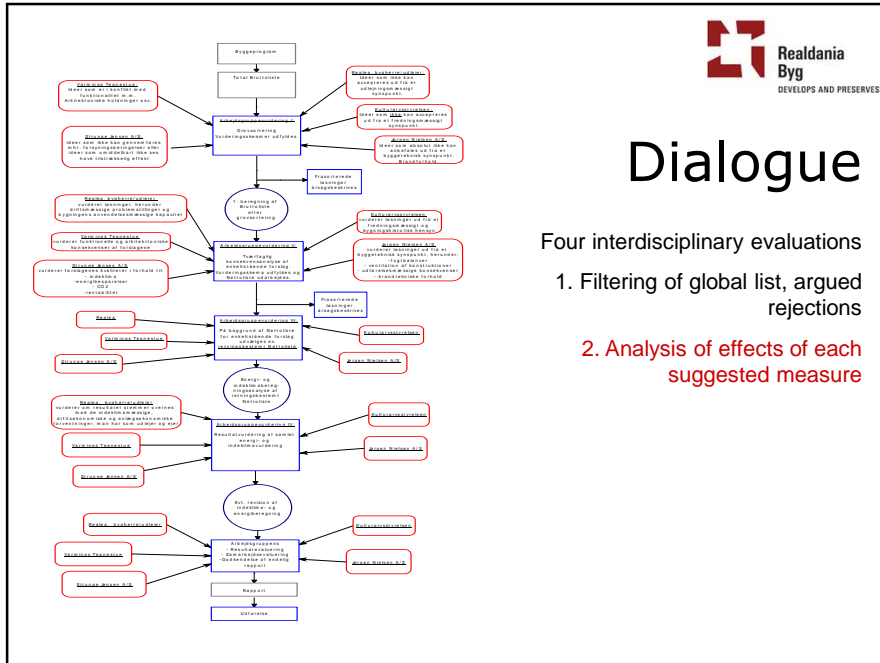
Four interdisciplinary evaluations

1. Filtering of global list, argued rejections

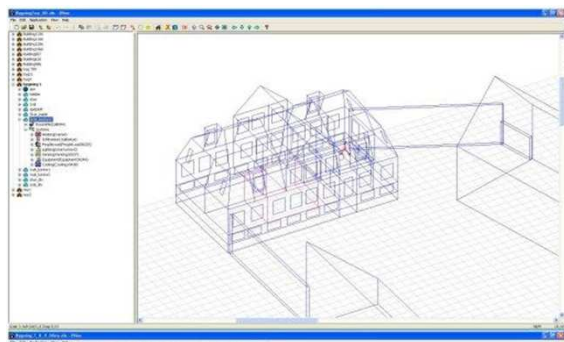
Dialogue

Four interdisciplinary evaluations

1. Filtering of global list, argued rejections
2. Analysis of effects of each suggested measure



Simulations



'BSIM' computer simulation tool:

Detailed models built based on collected data

'BSIM' results:

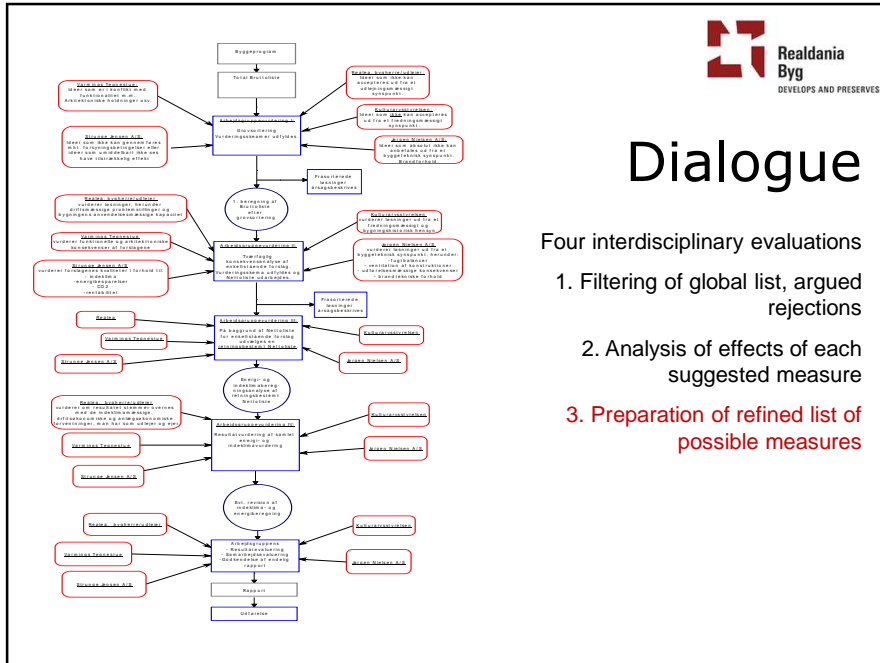
Simulation of energy saving measures

Calculation of energy consumption, consequences for indoor climate, daylight, humidity, ventilation, etc.

Dialogue

Four interdisciplinary evaluations

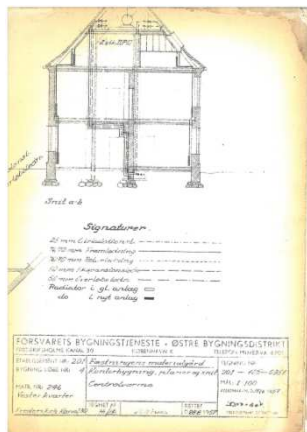
1. Filtering of global list, argued rejections
2. Analysis of effects of each suggested measure
3. Preparation of refined list of possible measures



Data collection

Known data:

- History
- Drawings
- Descriptions
- Measurements
- Valuations
- Consumption data



Date	Wider	Height	Temp	Temp	Veget
1. el. 2001	3945	1	68°	4°	Regn vege.
2. el. 2001	3956	1	66°	5°	Regn og blødt.
3. el. 2001	3957	1	64°	6°	Regn vege.
4. el. 2001	3959	2	60°	6°	Regn Vejed.
5. el. 2001	3961	2	60°	6°	Regn Vejed.
6. el. 2001	3963	2	64°	5°	Vejed og blødt.
7. el. 2001	3971	2	64°	5°	Regn vege.
8. el. 2001	3974	3	28°	±1°	Frost vege.
9. el. 2001	3978	3	72°	±3°	Frost vege.
10. el. 2001	3980	3	72°	±2°	Frost vege.
11. el. 2001	3983	4	77°	±3°	Vejed og blødt.
12. el. 2001	3986	3	75°	±3°	Frost vege.
13. el. 2001	3995	3	70°	±0°	Vejed vege.
14. el. 2001	3999	4	70°	±2°	Frost vege.
15. el. 2001	4002	3	70°	±0°	Vejed vege.
16. el. 2001	4011	10	70°	±4°	Vejed og blødt.
17. el. 2001	4015	3	70°	±1°	Vejed og blødt.
18. el. 2001	4018	3	64°	±3°	Blødt vege.
19. el. 2001	4021	3	64°	±3°	Blødt vege.
20. el. 2001	4024	3	64°	±4°	Blødt vege.
21. el. 2001	4031	7	62°	±5°	Vejed og blødt.
22. el. 2001	4034	3	60°	±4°	Blødt vege.
23. el. 2001	4036	2	66°	±3°	Blødt vege.

Data collection



Blower door test:

Overall air tightness

Thermal photography:

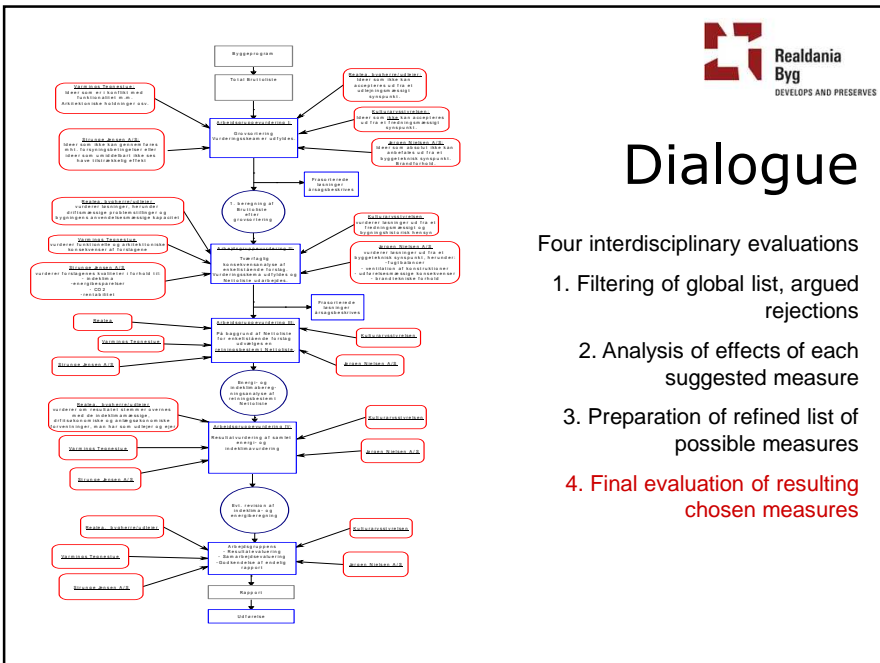
Localises air flow through leaks in walls and ceilings

Dark areas = cold bridges or leaks


Dialogue

Four interdisciplinary evaluations

1. Filtering of global list, argued rejections
2. Analysis of effects of each suggested measure
3. Preparation of refined list of possible measures
4. Final evaluation of resulting chosen measures




Bygning 7.8 og 9


Realdania Byg
 DEVELOPS AND PRESERVES

Results


Nr.	Energistag	V1	V2	V3	V4	Beskrivelse af fravalg
Vinduer og solfaskærmning						
01a	Udsiftning af vinduer til nye superlavenergi vinduer					
01b	Nye superlavenergi vinduer i nye vinduespartier					
02	Nye energiforsatsglas + solfaskærmende udvendigt glas					Udvendigt glas kan ikke udsiftes pga. arkitektur og fredning
02a	Nye energiforsatsglas i eksist. forsatsrammer					Kun bygning 8
02b	Nye solfaskærmende forsatsglas					Farven på glassene er for mørkt
03	Nye vinduer med indvendig solfaskærmning					Fredning og arkitektur respekteres ikke
04	Udvendig solfaskærmning					
Isolering og bygningsstæthed						
05	Indvendig efterisolering af ydervægge					Delvis
06	Udvendig efterisolering af ydervægge					Fredning og arkitektur respekteres ikke
07	Efterisolering af skrånlofter					Tiltaget har ikke stor nok effekt
08	Efterisolering af terrændæk					
09	Brug af isoleringstypen "superbynd"					Kvaliteten af isoleringstypen er usikker og effekten ikke stor nok
10	Etablering af bygningsstæthed					
Ventilation						
11	Naturlig ventilation - via åbning af vinduer					Vinduer er optakelige, men er ikke medregnet som primær ventilation
12	Natbeking, ventilation - indtag i klimaskærm og udtag i tag					Friskluftindtag gennem klimaskærm ikke mulig
13	Hybrid ventilation, indtag i klimaskærm og udsugning via varmepumpe					Friskluftindtag gennem klimaskærm ikke mulig
14	Traditionel mekanisk ventilation via ventilationsystem					
15	Friskluftindtag via solvægge, aktive glasspartier					Fredning og arkitektur respekteres ikke
Varme, vand og køl						
16	Køling via mekanisk recirkulering af luft i rum					Køling sker via ventilationssystemet
17	Passiv køling af rum via medtaget loft eller væg					Køling stabileres via ventilation
18	Køling hvor overskudsvarmen afsættes til luften ude					
19	Køling via jordstanger					Kølebehov er ikke tilstrækkelig
20	Køling via varmepumpe til grund/havvand					Kølebehov er ikke tilstrækkelig
21	Radiatoropvarmning					
22	Gulvvarme					ikke CO2 rentabel
23	Central brugsvandsproduktion					
24	Decentral brugsvandsproduktion					
28	Opsamling af regnvand					Begrænset vandforbrug
El						
25	Energibesparende lyskilder					
26	Dagslysstyring					
27	Centralsstyring af el forbrugskomponenter					
Solfanger og solceller						
29	Solfanger til varmvandsproduktion					Fredning og arkitektur respekteres ikke
30	Solfanger til opvarmning					Fredning og arkitektur respekteres ikke
31	Solceller					Fredning og arkitektur respekteres ikke
Adfærd og indretning						
32	Flytning af varmealgivende udstyr fra kontor til fælles serverrum					Kræver at krav til lejers udstyr/rufter bliver defineret præcist.
33	Fælles kantine					
34	Fælles møde- og konferencetilfælde					
35	Vindfang ved hovedindgang					Fredning og arkitektur respekteres ikke


Realdania Byg
 DEVELOPS AND PRESERVES

What we did

General measures:

- Energy efficient lighting
- Daylight control
- Centralized control of electricity consumption
- Common canteen and kitchen
- Common meeting facilities
- Common server room





- and did not

Discarded measures:

Exterior insulation

Changing of windows

Interior insulation behind wall panelling

Solar panels and photovoltaics

Heat pumps

Theoretical results

Consumption KWh/m ²	Supervisor's dwelling	Two-story building	Half-timbered warehouse	Shed building
Heating	35,2 (56,5)	120,1 (133,0)	47,8 (105,7)	55,0 (111,4)
El. equipment	37,7 (46,8)	67,7 (96,7)	66,0 (72,3)	28,2 (27,1)
Lighting	5,1 (4,7)	9,9 (12,1)	6,8 (8,2)	8,7 (10,3)
Cooling/vent.	3,6 (3,4)	6,6 (8,0)	11,3 (3,7)	8,2 (4,6)
Total	81,6 (111,4)	204,3 (249,8)	131,9 (189,9)	100,1 (153,4)
CO₂ kg/m²	30,7 (38,4)	63,9 (83,7)	53,2 (61,8)	32,9 (39,4)

Theoretical results

Consumption KWh/m ²	Supervisor's dwelling	Two-story building	Half-timbered warehouse	Shed building
Heating	35,2 (56,5)	120,1 (133,0)	47,8 (105,7)	55,0 (111,4)
El. equipment	37,7 (46,8)	67,7 (96,7)	66,0 (72,3)	28,2 (27,1)
Lighting	5,1 (4,7)	9,9 (12,1)	6,8 (8,2)	8,7 (10,3)
Cooling/vent.	3,6 (3,4)	6,6 (8,0)	11,3 (3,7)	8,2 (4,6)
Total	81,6 (111,4)	204,3 (249,8)	131,9 (189,9)	100,1 (153,4)
CO₂ kg/m²	30,7 (38,4)	63,9 (83,7)	53,2 (61,8)	32,9 (39,4)

Improved (legal!) indoor climate

40% more work places

22,5% less CO₂-emissions per workplace

