



# Livscyklusvurdering på KU – styring og praksis

Uffe Gebauer Thomsen  
Vicedirektør  
KU Campus Service

KØBENHAVNS UNIVERSITET





# At tænke langsigtet

1479

1819

1836

1861

1874

1888

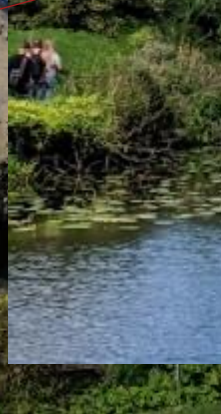
1920



Stadsbygmester i København får overdraget opgaven med at bygge universitetsbygningerne, der blev brændte i 1807. Efter forhandlinger mellem universitet og byråd kommer byggeriet i gang. I 1819 starter et byggeprogram, der i de næste århundreder forsyner universitetet med tidsaktuelle bygninger, som siden er fortsat.



1974



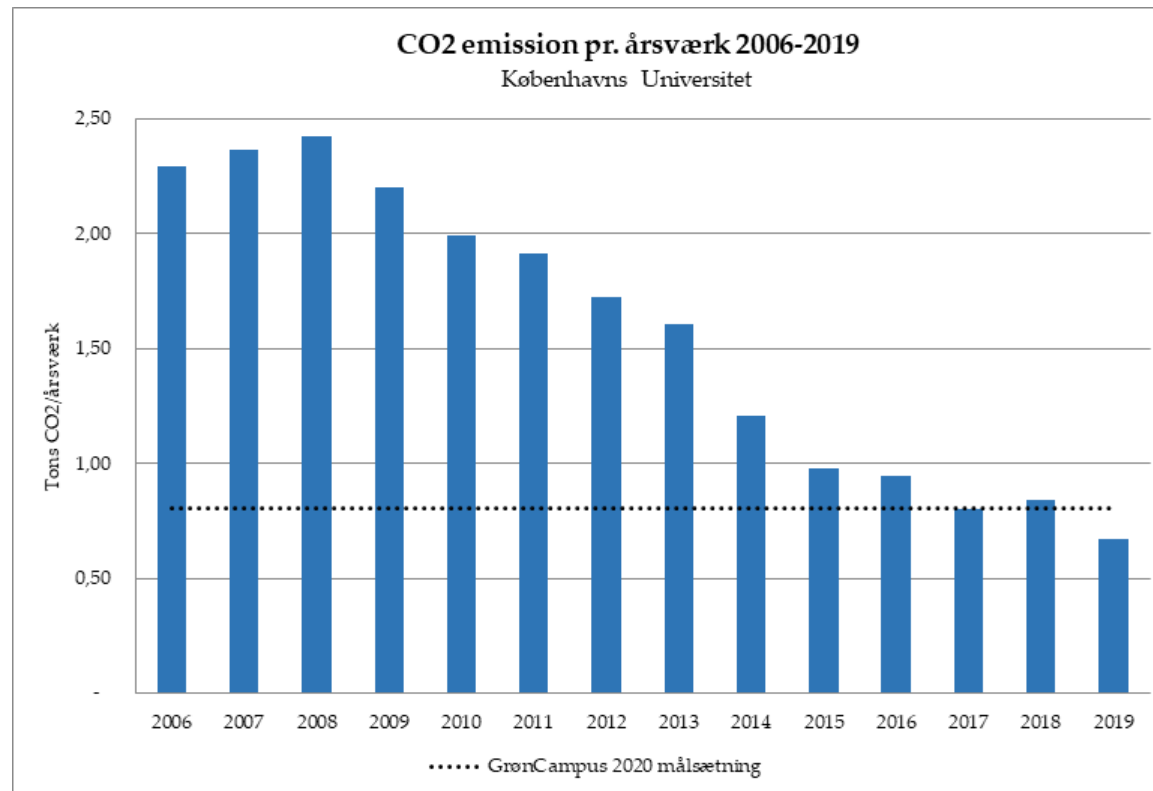
1956



I 1956 køb af tre landbrugsejendomme ved Roskilde fjord, projektering og igangsættelse af byggeri, kontrakt om leverancer af reaktorerne DR1 og DR2 med amerikanske firmaer, rejsegilde på de første bygninger. I 1957 kontrakt med et britisk firma om leverance af DR3 og opstart af DR1. I 1958 kontrakt om leverance af en elektronaccelerator, officiel indvielse, opstart af DR2. I 1960 opstart af DR3.

# Grøn Campus – 14 år med bæredygtighedsfokus

- Markante resultater på energieffektivisering og CO<sub>2</sub>-reduktion fra energiforbruget.
- 2019: 71% reduktion af CO<sub>2</sub>-emissionerne fra **energi** (scope 1+2) pr. ansat/studerende siden 2006





# KU's 4 campusområder i løbende transformation

Nye faciliteter i verdensklasse: 1 mia. €, ca. 250.000 m<sup>2</sup>

**Nørre Campus** **400.000m<sup>2</sup>**  
Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet  
Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet

**City Campus** **200.000 m<sup>2</sup>**  
Det Samfundsvidenskabelige Fakultet  
Fællesadministrationen

**Søndre Campus** **136.000 m<sup>2</sup>**  
Det Humanistiske Fakultet  
Det Juridiske og Det Teologiske Fakultet

**Frederiksberg Campus** **147.000m<sup>2</sup>**  
Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet  
Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet

**Øvige campusområder** **55.000m<sup>2</sup>**  
Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet

**Total bygningsareal** **938.000m<sup>2</sup>**



Niels Bohr Bygningen



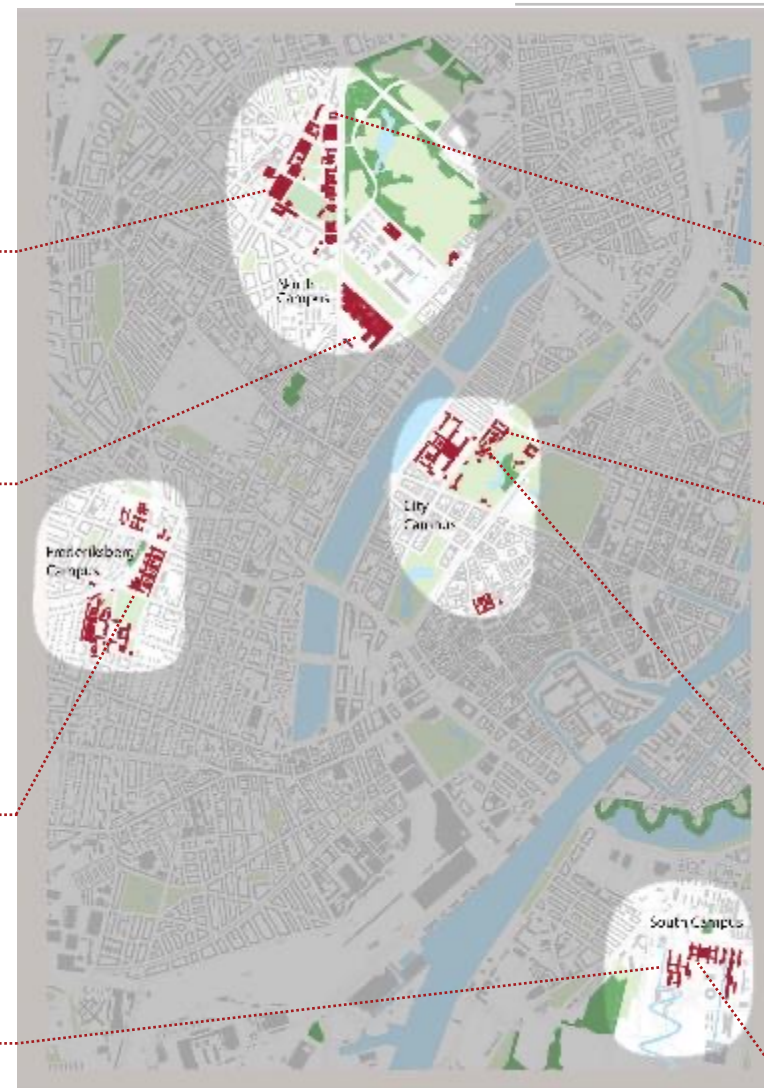
Mærsk Tårnet



Copenhagen Plant Science Centre



Søndre Campus



Pharma Science Centre



Statens Naturhistoriske Museum



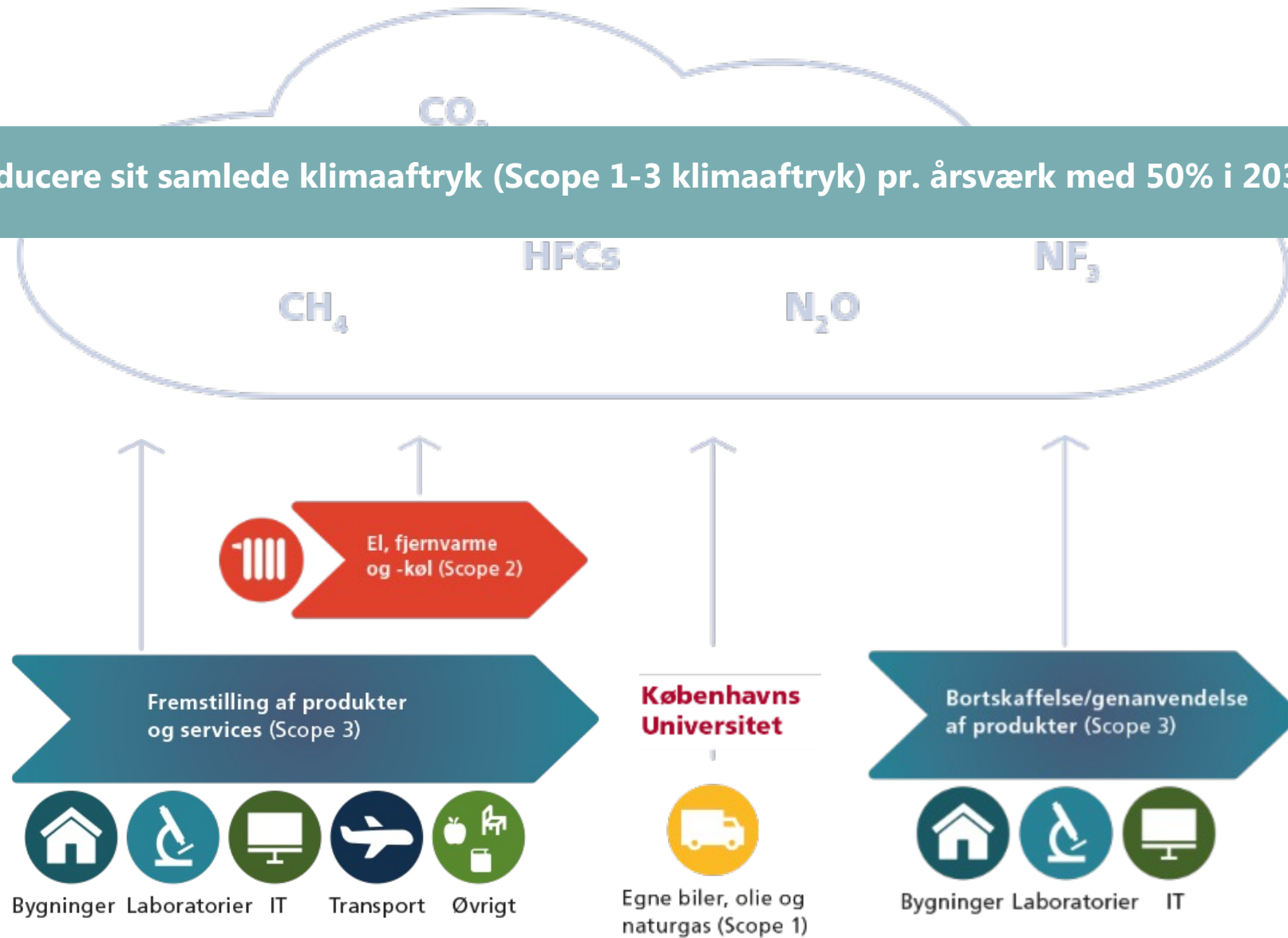
Center for Sundhed og Samfund



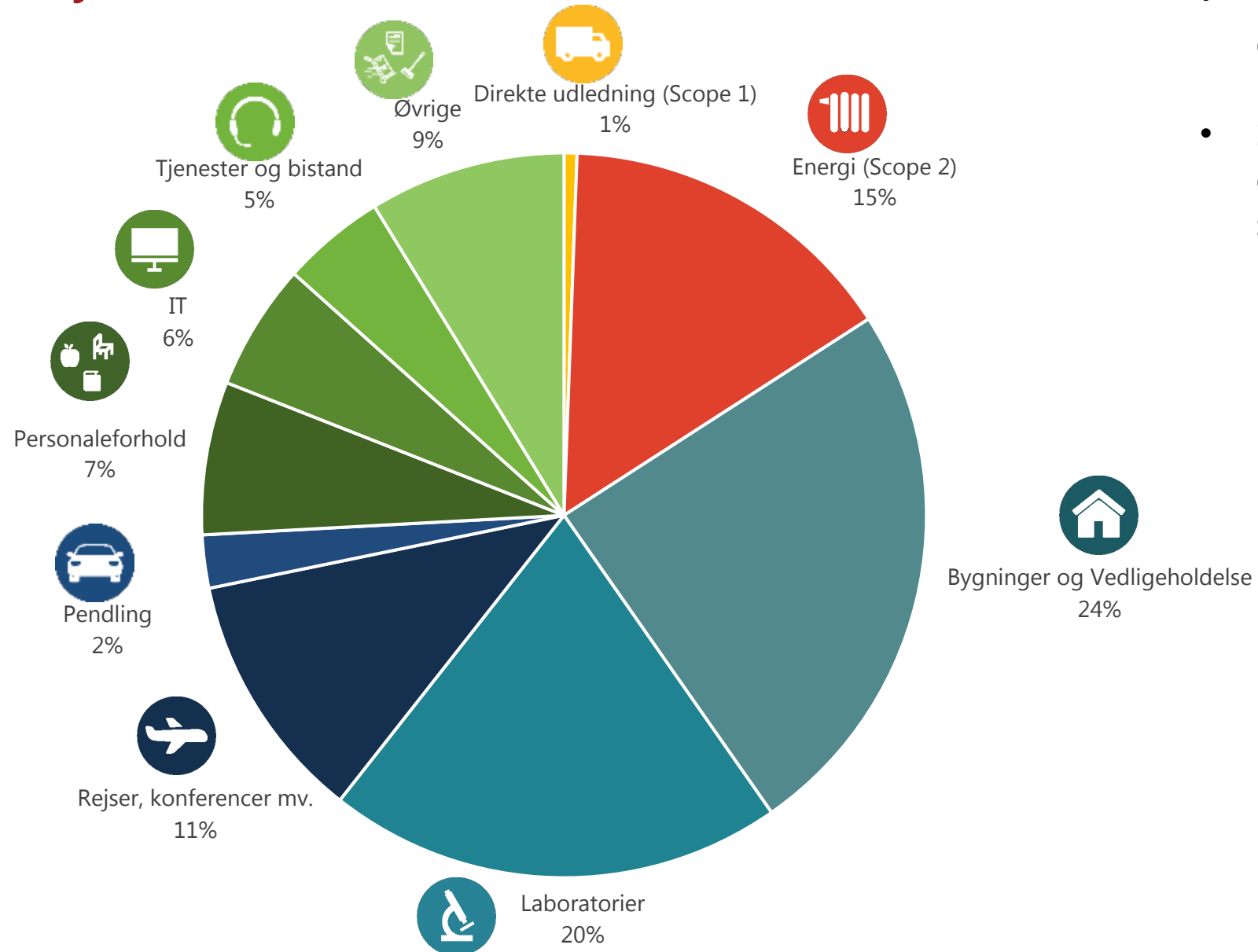
Søndre Campus

# Klima

KU vil reducere sit samlede klimaaftryk (Scope 1-3 klimaaftryk) pr. årsværk med 50% i 2030. Baseline er 2018.



# KU's klimaaftryk 2018



- Fokus på det der batter!
- Scope 3 udgør ca. 85% af KU's samlede klimaaftryk

# Klimaaftryk i RE-FM

## KU FM Regnskab 2021 Omkostninger (Mio. kr.)

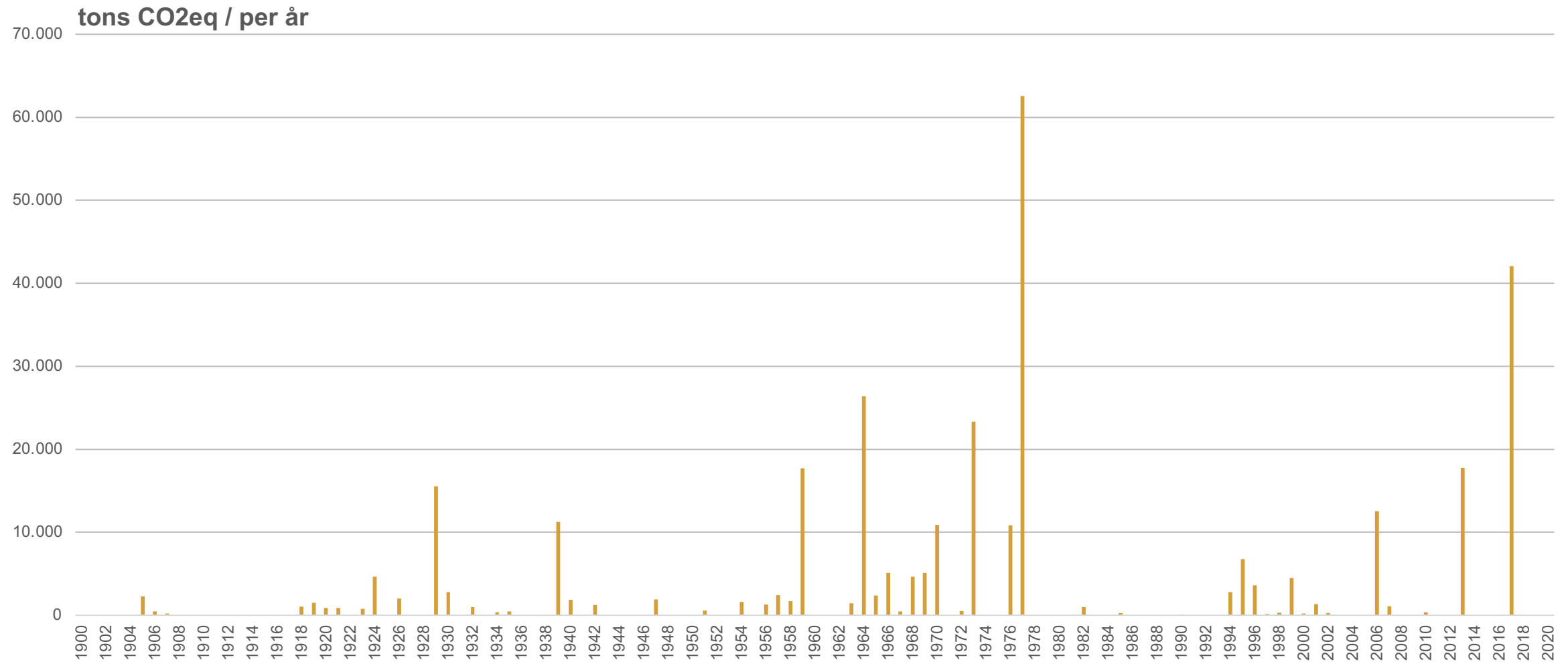
|                                 |                              | m2 Brutto       |                  |                    | 956.663 |                                       |
|---------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|--------------------|---------|---------------------------------------|
| FM Kategori                     |                              | KU samlet 2021  |                  |                    |         |                                       |
|                                 |                              | Løn<br>mio. kr. | Omk.<br>mio. kr. | Samlet<br>mio. kr. | kr./m2  | Klimaaftryk<br>ton CO2e<br>kg CO2e/m2 |
| Vedligehold                     | Terræn                       | 0               | 0,2              | 0,2                | 0       | 0,0                                   |
|                                 | Afhjælpende                  | 4,8             | 3,7              | 8,5                | 9       | 663 0,7                               |
|                                 | Oprettende                   | 0               | 0,1              | 0,1                | 0       | 11 0,0                                |
|                                 | Udvendigt                    | 0,1             | 0,2              | 0,4                | 0       | 30 0,0                                |
|                                 | Forebyggende                 | 3,1             | 5,7              | 8,8                | 9       | 684 0,7                               |
|                                 | Afhjælpende                  | 4,4             | 78,5             | 82,9               | 87      | 6.458 6,8                             |
|                                 | Oprettende                   | 3,2             | 5,7              | 8,9                | 9       | 696 0,7                               |
|                                 | Indvendigt                   | 32,9            | 84,6             | 117,5              | 123     | 9.149 9,6                             |
|                                 | Forebyggende                 | 4,9             | 66,1             | 71,0               | 74      | 5.530 5,8                             |
|                                 | Oprettende                   | 2,6             | 4,6              | 7,2                | 8       | 560 0,6                               |
|                                 | Installationer               | 20,7            | 49,1             | 69,7               | 73      | 5.431 5,7                             |
|                                 | Afhjælpende                  | 3,1             | 45,5             | 48,5               | 51      | 3.780 4,0                             |
|                                 | Oprettende                   | 0,0             | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Inventar                     | 1,4             | 2,5              | 3,9                | 4       | 301 0,3                               |
|                                 | Afhjælpende                  | 0,0             | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Oprettende                   | 0,0             | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
| Vedligehold i alt               |                              | 81,3            | 346,4            | 427,6              | 447     | 33.306 34,8                           |
| Pasning, overvågning og styring |                              | 23,0            | 8,6              | 31,7               | 33      | 2.467 3                               |
|                                 |                              | MWh/m3/l        | kr.              |                    |         |                                       |
| Forsyninger                     | El                           | 72.180,2        | 108,1            | 108,1              | 113     | 5.247 5                               |
|                                 | Vand                         | 196.317,5       | 5,3              | 5,3                | 6       | 83 0                                  |
|                                 | Varme                        | 91.386,3        | 61,8             | 61,8               | 65      | 4.085 4                               |
|                                 | Køl                          | 12.801,2        | 0,0              | 0,0                | -       | 446 0                                 |
|                                 | Gasser og brændstoffer       | -               | 9,7              | 9,7                | 10      | 565 1                                 |
|                                 | Affald                       | 0,0             | 9,6              | 9,6                | 10      | 80 0                                  |
| Vagt og Security                | løbende                      | 0,0             | 12,5             | 12,5               | 13      | 974 1                                 |
|                                 | ekstra                       | 0,0             | 3,2              | 3,2                | 3       | 247 0                                 |
|                                 | Renhold                      | 0,0             | 2,6              | 2,6                | 3       | 56 0                                  |
|                                 | Vinduer mv.                  | 4,8             | 77,5             | 82,2               | 86      | 1.777 2                               |
|                                 | Inde                         | 0,0             | 10,7             | 10,7               | 11      | 231 0                                 |
|                                 | Special/ekstra               | 0,0             | 7,9              | 7,9                | 8       | 2.093 2                               |
|                                 | Catering                     | 15,3            | 6,4              | 21,8               | 23      | 470 0                                 |
|                                 | Universitets services        | 9,1             | 8,1              | 17,3               | 18      | 373 0                                 |
| Plan og Udvikling               | Kontorstøtte                 | 17,3            | 0,0              | 17,3               | 18      | 2.198 2                               |
|                                 | Ejendomsadm. og ledelse      | 12,6            | 2,4              | 14,9               | 16      | 322 0                                 |
|                                 | Faste Ejendomsudgifter       | 0,0             | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Ejendomsskatter              | 0,0             | 76,7             | 76,7               | 80      | 357 0                                 |
|                                 | Forsikringer                 | 0,0             | 0,1              | 0,1                | 0       | 1 0                                   |
|                                 | Husleje                      | 0,0             | 1.049,5          | 1.049,5            | 1.097   | 4.885 5                               |
| Afskrivninger                   | Horisont (år)                | -               | kr.              |                    |         |                                       |
|                                 | Bygninger                    | 50              | 3,9              | 3,9                | 4       | -                                     |
|                                 | Installationer               | 30              | 0                | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Indretning af lejede lokaler | 10              | 57,2             | 57,2               | 60      | 2.077 2                               |
|                                 | Inventar                     | 10              | 0                | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | IT                           | 5               | 0                | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Materiel                     | 5               | 0                | 0,0                | -       | -                                     |
| Samlet omkostninger             |                              | 163,4           | 1.868,2          | 2.031,6            | 2.124   | 62.342 65                             |

Kilde: KUCAS Økonomi og Administration

|                                 |                              | m2 Brutto       |                  |                    | 408.088 |                                       |
|---------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|--------------------|---------|---------------------------------------|
| FM Kategori                     |                              | Nørre Campus    |                  |                    |         |                                       |
|                                 |                              | Løn<br>mio. kr. | Omk.<br>mio. kr. | Samlet<br>mio. kr. | kr./m2  | Klimaaftryk<br>ton CO2e<br>kg CO2e/m2 |
|                                 | Terræn                       | 0,0             | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Afhjælpende                  | 2,0             | 0,5              | 2,6                | 6       | 199 0,5                               |
|                                 | Oprettende                   | 0,0             | 0,0              | 0,0                | 0       | 0 0,0                                 |
|                                 | Udvendigt                    | 0,0             | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Forebyggende                 | 2,2             | 4,0              | 6,2                | 15      | 484 1,2                               |
|                                 | Afhjælpende                  | 1,9             | 54,9             | 56,8               | 139     | 4.420 10,8                            |
|                                 | Oprettende                   | 1,7             | 2,9              | 4,6                | 11      | 358 0,9                               |
|                                 | Indvendigt                   | 13,7            | 44,1             | 57,8               | 142     | 4.499 11,0                            |
|                                 | Forebyggende                 | 2,1             | 23,9             | 26,0               | 64      | 2.022 5,0                             |
|                                 | Oprettende                   | 1,2             | 2,1              | 3,3                | 8       | 256 0,6                               |
|                                 | Installationer               | 10,4            | 29,9             | 40,3               | 99      | 3.137 7,7                             |
|                                 | Afhjælpende                  | 1,3             | 21,5             | 22,8               | 56      | 1.774 4,3                             |
|                                 | Oprettende                   | 0,0             | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Inventar                     | 0,3             | 0,5              | 0,8                | 2       | 65 0,2                                |
|                                 | Afhjælpende                  | 0,0             | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Oprettende                   | 0,0             | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
| Vedligehold i alt               |                              | 36,8            | 184,2            | 221,0              | 542     | 17.215 42,2                           |
| Pasning, overvågning og styring |                              | 10,1            | 3,7              | 13,8               | 34      | 1.073 3                               |
|                                 |                              | MWh/m3/l        | kr.              |                    |         |                                       |
| Forsyninger                     | El                           | 48.442,8        | 71,2             | 71,2               | 175     | 3.522 9                               |
|                                 | Vand                         | 88.081,0        | 2,8              | 2,8                | 7       | 37 0                                  |
|                                 | Varme                        | 51.644,7        | 34,1             | 34,1               | 84      | 2.309 6                               |
|                                 | Køl                          | 12.801,2        | 0,0              | 0,0                | -       | 446 1                                 |
|                                 | Gasser og brændstoffer       | -               | 8,2              | 8,2                | 20      | 477 1                                 |
|                                 | Affald                       | 0,0             | 4,4              | 4,4                | 11      | 37 0                                  |
| Vagt og Security                | løbende                      | 0,0             | 5,1              | 5,1                | 12      | 395 1                                 |
|                                 | ekstra                       | 0,0             | 2,3              | 2,3                | 6       | 183 0                                 |
|                                 | Renhold                      | 0,0             | 0,8              | 0,8                | 2       | 18 0                                  |
|                                 | Vinduer mv.                  | 2,0             | 36,9             | 38,9               | 95      | 842 2                                 |
|                                 | Inde                         | 0,0             | 5,7              | 5,7                | 14      | 124 0                                 |
|                                 | Special/ekstra               | 0,0             | 1,9              | 1,9                | 5       | 513 1                                 |
|                                 | Catering                     | 6,5             | 2,7              | 9,3                | 23      | 201 0                                 |
|                                 | Universitets services        | 3,9             | 3,5              | 7,4                | 18      | 159 0                                 |
| Plan og Udvikling               | Kontorstøtte                 | 7,4             | 0,0              | 7,4                | 18      | 937 2                                 |
|                                 | Ejendomsadm. og ledelse      | 5,4             | 1,0              | 6,4                | 16      | 138 0                                 |
|                                 | Faste Ejendomsudgifter       | 0,0             | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Ejendomsskatter              | 0,0             | 37,8             | 37,8               | 93      | 176 0                                 |
|                                 | Forsikringer                 | 0,1             | 0,1              | 0,1                | 0       | 0,3 0                                 |
|                                 | Husleje                      | 0,0             | 487,8            | 487,8              | 1.195   | 2.271 6                               |
| Afskrivninger                   | Horisont (år)                | -               | kr.              |                    |         |                                       |
|                                 | Bygninger                    | 50              | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Installationer               | 30              | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Indretning af lejede lokaler | 10              | 40,0             | 40,0               | 98      | 1.452 4                               |
|                                 | Inventar                     | 10              | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | IT                           | 5               | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Materiel                     | 5               | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
| Samlet omkostninger             |                              | 72,1            | 934,3            | 1.006,5            | 2.466   | 32.523 80                             |

|                                 |                              | m2 Brutto            |                  |                    | 141.900 |                                       |
|---------------------------------|------------------------------|----------------------|------------------|--------------------|---------|---------------------------------------|
| FM Kategori                     |                              | Frederiksberg Campus |                  |                    |         |                                       |
|                                 |                              | Løn<br>mio. kr.      | Omk.<br>mio. kr. | Samlet<br>mio. kr. | kr./m2  | Klimaaftryk<br>ton CO2e<br>kg CO2e/m2 |
|                                 | Terræn                       | 0,0                  | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Afhjælpende                  | 0,7                  | 1,2              | 1,9                | 13      | 148 0                                 |
|                                 | Oprettende                   | 0,0                  | 0,0              | 0,0                | 0       | 0 0,0                                 |
|                                 | Udvendigt                    | 0,0                  | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Forebyggende                 | 0,4                  | 0,8              | 1,2                | 8       | 91 0                                  |
|                                 | Afhjælpende                  | 0,7                  | 12,9             | 13,6               | 96      | 1.058 10,8                            |
|                                 | Oprettende                   | 0,3                  | 0,6              | 0,9                | 6       | 70 0                                  |
|                                 | Indvendigt                   | 5,5                  | 13,0             | 18,6               | 131     | 1.446 10,8                            |
|                                 | Forebyggende                 | 0,7                  | 5,8              | 6,5                | 46      | 506 5,8                               |
|                                 | Oprettende                   | 0,5                  | 0,8              | 1,3                | 9       | 100 0,6                               |
|                                 | Installationer               | 4,4                  | 8,1              | 12,5               | 88      | 974 7,7                               |
|                                 | Afhjælpende                  | 0,5                  | 8,4              | 8,9                | 63      | 692 4,3                               |
|                                 | Oprettende                   | 0,0                  | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Inventar                     | 0,0                  | 0,1              | 0,1                | 1       | 9 0                                   |
|                                 | Afhjælpende                  | 0,0                  | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Oprettende                   | 0,0                  | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
| Vedligehold i alt               |                              | 13,7                 | 51,7             | 65,4               | 461     | 5.094 42,2                            |
| Pasning, overvågning og styring |                              | 3,5                  | 1,3              | 4,8                | 34      | 373 3                                 |
|                                 |                              | MWh/m3/l             | kr.              |                    |         |                                       |
| Forsyninger                     | El                           | 11.137,1             | 16,5             | 16,5               | 116     | 810 9                                 |
|                                 | Vand                         | 32.313,3             | 0,6              | 0,6                | 4       | 14 0                                  |
|                                 | Varme                        | 12.368,8             | 7,5              | 7,5                | 53      | 553 6                                 |
|                                 | Køl                          | -                    | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Gasser og brændstoffer       | -                    | 0,4              | 0,4                | 3       | 21 1                                  |
|                                 | Affald                       | 0,0                  | 2,8              | 2,8                | 20      | 24 0                                  |
| Vagt og Security                | løbende                      | 0,0                  | 0,6              | 0,6                | 4       | 48 1                                  |
|                                 | ekstra                       | 0,0                  | 0,3              | 0,3                | 2       | 23 0                                  |
|                                 | Renhold                      | 0,0                  | 0,2              | 0,2                | 1       | 4 0                                   |
|                                 | Vinduer mv.                  | 0,7                  | 10,4             | 11,1               | 78      | 240 2                                 |
|                                 | Inde                         | 0,0                  | 2,0              | 2,0                | 14      | 43 0                                  |
|                                 | Special/ekstra               | 0,0                  | 1,2              | 1,2                | 8       | 308 1                                 |
|                                 | Catering                     | 2,3                  | 1,0              | 3,2                | 23      | 70 0                                  |
|                                 | Universitets services        | 1,4                  | 1,2              | 2,6                | 18      | 55 0                                  |
| Plan og Udvikling               | Kontorstøtte                 | 2,6                  | 0,0              | 2,6                | 18      | 326 2                                 |
|                                 | Ejendomsadm. og ledelse      | 1,9                  | 0,3              | 2,2                | 16      | 48 0                                  |
|                                 | Faste Ejendomsudgifter       | 0,0                  | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Ejendomsskatter              | 0,0                  | 16,0             | 16,0               | 113     | 74 0                                  |
|                                 | Forsikringer                 | 0,0                  | 0,0              | 0,0                | 0       | 0,1 0                                 |
|                                 | Husleje                      | 0,0                  | 151,7            | 151,7              | 1.069   | 706 6                                 |
| Afskrivninger                   | Horisont (år)                | -                    | kr.              |                    |         |                                       |
|                                 | Bygninger                    | 50                   | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Installationer               | 30                   | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Indretning af lejede lokaler | 10                   | 2,7              | 2,7                | 19      | 97 4                                  |
|                                 | Inventar                     | 10                   | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | IT                           | 5                    | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
|                                 | Materiel                     | 5                    | 0,0              | 0,0                | -       | -                                     |
| Samlet omkostninger             |                              | 26,0                 | 268,4            | 294,3              | 2.074   | 8.930 80                              |

# KU klimaaftryk fra byggeri i CO<sub>2</sub>eq, tons pr. år (1900-2020)

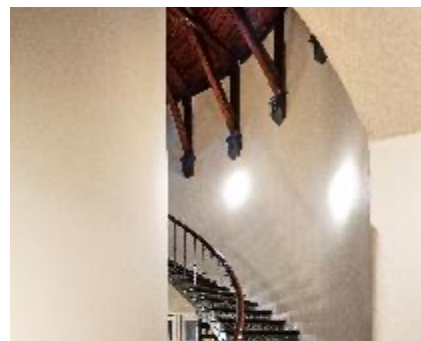




# Gigeth & Islet (2022) (2009)



# Observatoriet – AI-center



# Observatoriet – klimaaftryk

- Fredet bygning på ca. 2085 m<sup>2</sup> med høj arkitektonisk kvalitet. Netop transformeret fra observatorium til tidssvarende forskningslaboratorium på verdensplan.
- Ca. 95% af alt i bygningen er genbrug uden at gå på kompromis med funktionalitet eller arkitektur:
  - Transformation og renovering af Observatoriet: ca. 4 kg CO<sub>2</sub>-eq/m<sup>2</sup>/år (ekskl. drift)
  - Tilsvarende nybyggeri: ca. 12 kg CO<sub>2</sub>-eq/m<sup>2</sup>/år (ekskl. drift)
- Renovering fremfor nybyggeri: besparelse på ca. 8 kg CO<sub>2</sub>-eq/m<sup>2</sup>/år.
- Total besparelse på ca. 820 t CO<sub>2</sub>-eq.
  - svarer til, at en person rejser med fly t/r til New York ca. 270 gange.
- Klimaaftrykket er markant mindre ved transformation og renovering af det eksisterende observatorium i forhold til et tidssvarende nybyggeri.



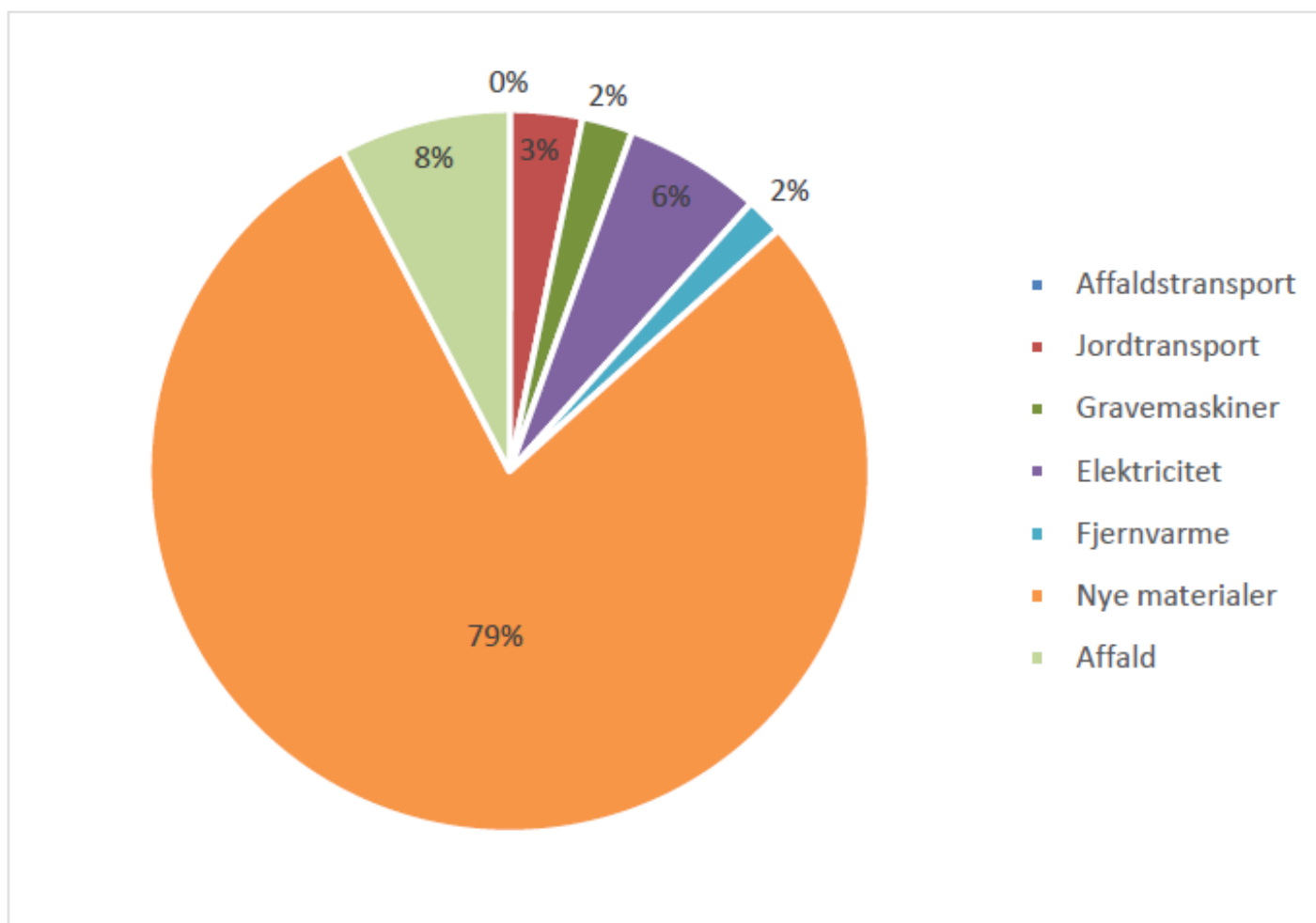
# Statens Naturhistoriske Museum



# Statens Naturhistoriske Museum – klimaaftryk

- Klimaaftrykket er markant mindre for ombygninger i forhold til nybyggeri. SNM genbruger i væsentlig grad eksisterende bygninger og herigennem holdes det samlede klimaaftryk nede.
  - Gennemsnitligt klimaaftryk for SNM: 7-8 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/år.
  - Nybyggeri (ca. 16.000 m<sup>2</sup>) : ca. 12-14 kg CO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>/år
  - Ombygning (ca. 16.000 m<sup>2</sup>): ca. 1,3-1,4 kg CO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>/år.
- Nye byggematerialer udgør knap 80 % af det samlede klimaaftryk for ny SNM.
- Beton udgør for nye materialer den væsentligste del af klimaaftrykket med ca. 60%. Valget af en bygning under jorden afføder stort betonbehov og dermed stort klimaaftryk. Med dagens viden og klimakrav ville designet nok have været et andet.
- Bygning 10 (ny stor underjordisk udstilling- og magasinbygning) står for ca. halvdelen af klimaaftrykket for byggematerialer (50 års betragtningsperiode).
- Bygningen forventes en meget lang levetid >100 år.

# Klimaaftryk for SNM (nybyg og ombygning)

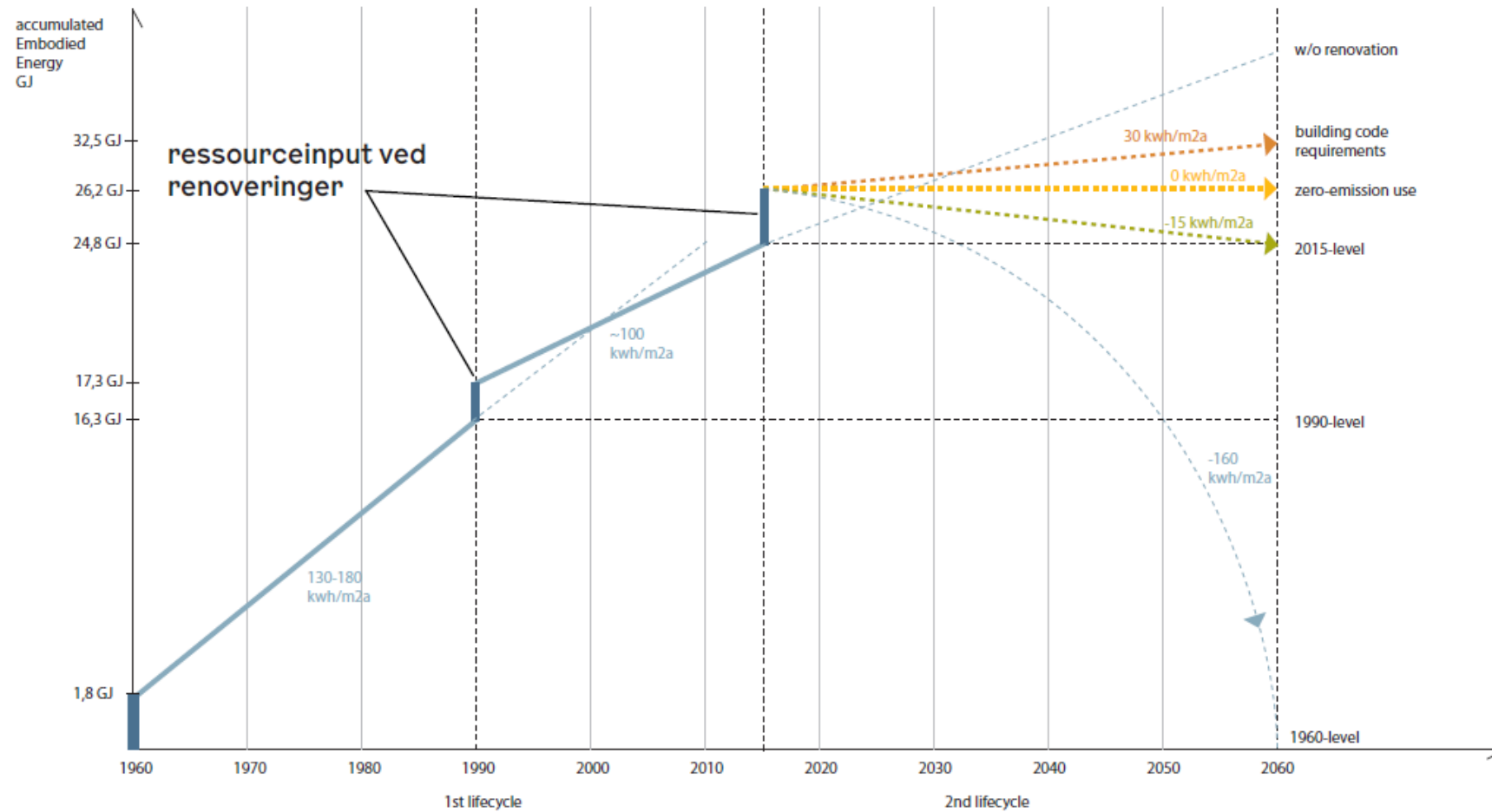


Ombygningen og nybyggeriets samlede CO<sub>2</sub>eq-bidrag :  
16.000-19.000 ton CO<sub>2</sub>eq

Figur 7 Procentvisse fordeling af beregnede CO<sub>2</sub>eq-udledning



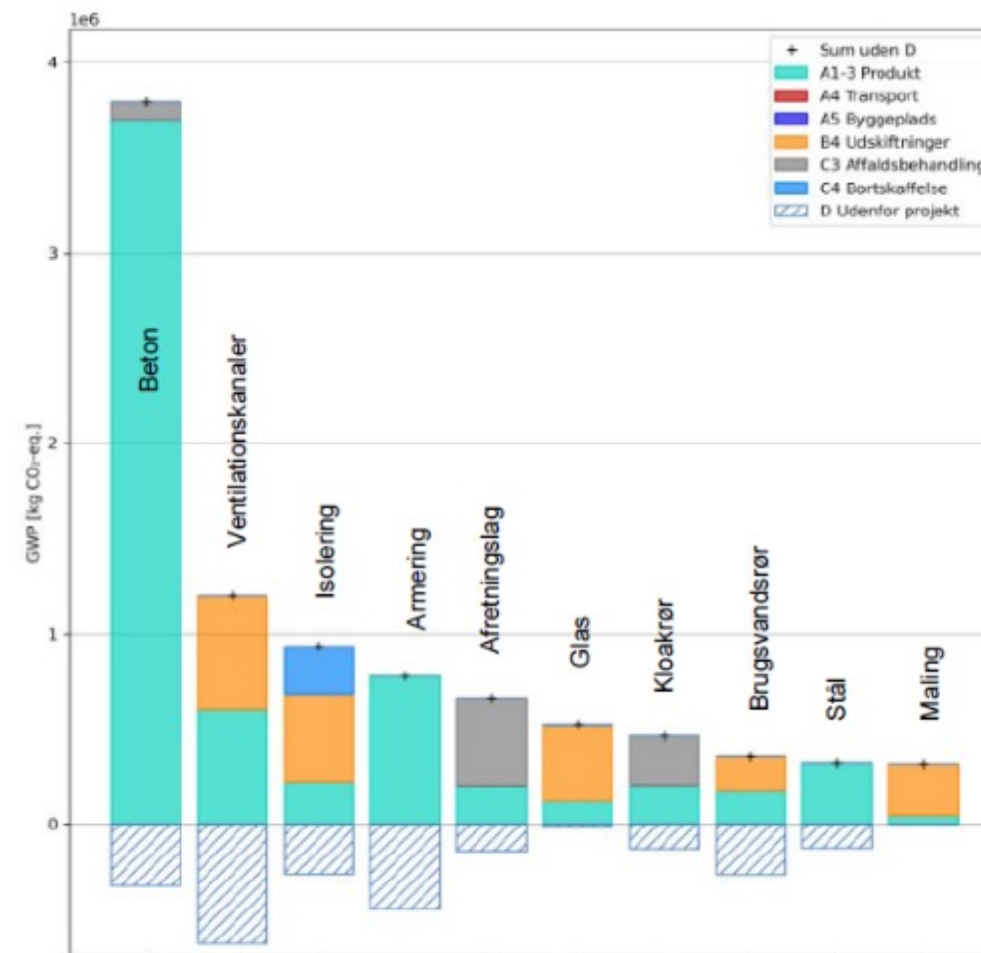
# Klimaaftryk over en bygnings levetid



# Klimaaftryk SNM nye materialer

| Produkt      |           |              | Bygge-proces |                      | Brug |                 |            |             |            |                         |                       | Endt levetid          |           |                   |               | Udenfor projekt                                         |
|--------------|-----------|--------------|--------------|----------------------|------|-----------------|------------|-------------|------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|-------------------|---------------|---------------------------------------------------------|
| Råmaterialer | Transport | Fremstilling | Transport    | Opførelse, montering | Brug | Vedligeholdelse | Reparation | Udskiftning | Renovering | Energiforbrug til drift | Vandforbrug til drift | Nedtagning/nedrivning | Transport | Affaldsbehandling | Bortskaffelse | Potentiale for genbrug, gen-anvendelse og nyttiggørelse |
| A1           | A2        | A3           | A4           | A5                   | B1   | B2              | B3         | B4          | B5         | B6                      | B7                    | C1                    | C2        | C3                | C4            | D                                                       |

Figur 2 Bygningers livscyklus i henhold til EN 15978. De understøttede moduler i LCAbyg er markeret med grå.



Figur 2 Tusind tons CO<sub>2</sub>eq fra nye byggematerialer fordelt på de 10 byggevarer med største udledning henover en 100 års betragtningsperiode.

