



KLIMA- OG MILJØANALYSE

Undervisningsbygg:  
Ventilasjon i skolebygg

KUNDE

Nasjonalt Program for Leverandørutvikling

KONTAKTPERSON

Tore Andre Sines

---

TEMA

Klima- og miljøanalyse

SELSKAP

Analyse og Strategi

FORFATTERE

Magnus Jul Røsjø  
Therese Holm Thorvaldsen

DATO

April 2017

---

## INNHold

Sammendrag .....	4
1 Innledning .....	6
2 Klima- og miljøgevinster .....	7
2.1 Reduksjon av CO <sub>2</sub> - utslipp .....	7
2.2 Reduksjon av CO <sub>2</sub> - utslipp regionalt/nasjonalt .....	10
2.3 Tallfesting av forbedret inn klima/luftkvalitet .....	10
2.4 Andre/ytterligere miljøgevinster ved anskaffelsen .....	14

## SAMMENDRAG

I mai 2016 gjennomførte Analyse & Strategi en gevinstanalyse knyttet til en offentlig anskaffelse av ventilasjon i skolebygg. Dette notatet ser nærmere på klima- og miljøgevinster ved anskaffelsen av nytt ventilasjonsanlegg på Trosterud skole.

### Reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslipp

Dagens konvensjonelle løsning for installasjon/oppgradering av ventilasjon innebærer som regel at hele eller deler av skolen må stenges. Dermed må elever og lærere transporteres til alternative lokaler i det aktuelle tidsrommet, som i visse tilfeller kan ta opptil 1,5 år.

Med metode for innovative offentlige anskaffelser har det blitt utviklet en løsning for installasjon/oppgradering av ventilasjon der skolen kan holdes i drift mens arbeidene pågår. Beregninger viser at unngått CO<sub>2</sub>-utslipp fra dieselbusser, som følge av at skolen slipper transport av elever og lærere til en erstatningsskole, er lik ca. 660 kg per km per skoleår. For busser som går på biodiesel ville denne besparelsen ligge på ca. 100 kg per km per skoleår.

Tabellen under angir unngått CO<sub>2</sub>-utslipp per skoleår for Trosterud skole, for to scenarier, der en erstatningsskole hadde ligget 1 km og 5 km unna skolen.

	Avstand til erstatningsskole (km)	Unngått CO <sub>2</sub> -utslipp per km per skoleår (kg)	Trosterud skole (km per skoleår, 8 busser)	Trosterud skole Unngått CO <sub>2</sub> -utslipp per skoleår (kg). Diesel	Unngått CO <sub>2</sub> -utslipp per skoleår (kg). Biodiesel
Case 1	1	659	12 160	8 013 440	1 203 840
Case 2	5	659	24 320	80 183 040	12 062 720

### Forbedret inneklima/luftkvalitet

Etter at Caverion vant fram i plan- og idékonkurransen ble løsningen Klimatak testet ut på Trosterud skole i Oslo. Klimatak har bidratt til et bedre inneklima på skolen på tre måter:

#### CO<sub>2</sub>-nivå under 800 PPM

Felles kravspesifikasjon for Oslo kommune (FKOK) stiller krav om at CO<sub>2</sub>-nivået i undervisningsrom ikke skal overstige 800 PPM. Før Klimatak ble installert på Trosterud skole ble CO<sub>2</sub>-nivået målt til over 1800 PPM i enkelte klasserom. Etter at Klimatak ble installert, med behovsstyrt ventilasjon, vil ingen av klasserommene ha et CO<sub>2</sub>-nivå over 800 PPM over lengre tid.

#### Støynivå under 30 dB

FKOK stiller krav om at støynivået fra ventilasjonsanlegg i undervisningsrom ikke skal overstige 30 dB. Ettersom det ikke eksisterte et ventilasjonsanlegg på Trosterud skole før Klimatak ble installert, har støynivået i klasserommene nødvendigvis økt sammenlignet med før-situasjonen. Klimatak gir imidlertid betydelig lavere støynivå enn eldre ventilasjonsanlegg.

#### Stabil temperatur

Før Klimatak ble installert var klasserommene på Trosterud skole preget av svært dårlig inneklima. Små klasserom med mange elever ga raskt tett luft og temperaturer opp til 27 grader. Klasserommene måtte derfor sjokkluftes ofte, noe som ga store temperatursvingninger og ukontrollert energibruk. Med behovsstyring styres ventilasjonen i dag etter en forhåndsdefinert temperatur i klasserommene.

**Andre/ytterligere miljøgevinster**

Lavere CO<sub>2</sub>-nivå i inneluften, lavere støynivå, og mer stabil temperatur er tre måter Klimatak har bidratt til et bedre inn klima på. I sum gir dette bedre læremiljø for elever og lærere, som i tur kan ha positiv effekt på trivsel, sykefravær etc.

Disse miljøgevinstene kunne imidlertid også vært oppnåelige om Undervisningsbygg og Bergen kommune hadde gjennomført innkjøpet etter ordinær anskaffelsesprosess. Med stor sannsynlighet kunne også andre moderne ventilasjonsløsninger på markedet gitt lavere CO<sub>2</sub>-nivå, lavere støynivå, og mer stabil temperatur sammenlignet med eldre ventilasjonsløsninger. Hovedgevinsten med Klimatak anses derfor å være at man unngår stengning av skolen, samt spart transport til en eventuell erstatningsskole.

# 1 INNLEDNING

I mai 2016 gjennomførte Analyse & Strategi en gevinstanalyse knyttet til en offentlig anskaffelse av ventilasjon i skolebygg. Anskaffelsen ble gjennomført av Undervisningsbygg og Bergen kommune, i samarbeid med Nasjonalt Program for Leverandørutvikling. Målet med anskaffelsen var å finne ventilasjonsløsninger som kunne være rimeligere både i anskaffelse og drift enn dagens løsninger, og samtidig ivareta krav til levetid, driftssikkerhet og arbeidsmiljø/inneklima.

Dagens løsning for installasjon/oppgradering av ventilasjon i skolebygg er svært kostnads- og tidkrevende. Arbeidene medfører som regel flere andre bygningsmessige inngrep, og det er derfor vanskelig å isolere dette fra annen rehabilitering. Som en konsekvens kan arbeidene bli så omfattende at hele eller deler av skolene må stenges, ofte over lengre perioder (0,5 til 1,5 år). I mellomtiden kan kommunene også påføres høye utgifter til eventuelle erstatningsskoler, samt transport av elever og lærere til og fra erstatningsskoler.

Ved å gjennomføre innkjøpet etter metode for innovative offentlige anskaffelser fikk Undervisningsbygg og Bergen kommune imidlertid kjennskap til alternative løsninger i markedet. Leverandørene som ble valgt kunne tilby løsninger for installasjon/oppgradering av ventilasjon i nybygg og eksisterende bygg samtidig som skolene kunne holdes i drift. På denne måten ville man unngå tradisjonelle følgekostnader ved installasjon/oppgradering av ventilasjon.

Gevinstanalysen fra mai 2016 konkluderte med at norske kommuner kan spare mellom 21-26 milliarder kroner på installasjon/oppgradering av ventilasjonsanlegg i skoler, beregnet ut fra et nasjonalt behov de neste 10 årene. I tillegg beskrev analysen en rekke ikke-prissatte gevinster ved de innovative løsningene, som f.eks. bedre læremiljø for elever og ansatte (mindre sykefravær, mindre støy etc.). Disse gevinstene kunne imidlertid også vært oppnåelige om Undervisningsbygg og Bergen kommune hadde gjennomført innkjøpet etter ordinær anskaffelsesprosess. De innovative ventilasjonsløsningene gir med andre ord ikke nødvendigvis bedre kvalitet enn andre løsninger på markedet.

Leverandørutviklingsprogrammet ønsker nå gjennom denne rapporten å se nærmere på de positive klima- og miljøgevinstene ved anskaffelsen for mer konkret å kunne formidle resultatene. Notatet skal svare ut følgende spørsmål:

- Hva er unngått CO<sub>2</sub>-utslipp som følge av at skolen slipper transport av elever og lærere?
- Hva er potensialet om alle skoler i Oslo benytter liknende løsning for vedlikeholdsbehovet over en viss periode. Og hva med nasjonalt nivå?
- Tallfesting av forbedret inneklima/luftkvalitet (før og etter tall).
- Er det noen andre/ytterligere miljøgevinster ved denne anskaffelsen?

## 2 KLIMA- OG MILJØGEVINSTER

### 2.1 REDUKSJON AV CO<sub>2</sub> - UTSLIPP

Dagens løsning for oppgradering av ventilasjon innebærer som regel at hele eller deler av skolen må stenges. Dermed må elever og lærere flyttes til alternative lokaler i det aktuelle tidsrommet. I slike tilfeller inngår normalt skolen en avtale med et busselskap om leie av busser. I det følgende presenteres et estimat for potensielle CO<sub>2</sub>-utslipp tilknyttet dette. Estimater bygger på enkle forutsetninger, og må kun forstås som en illustrasjon på hva som er mulig å unngå av CO<sub>2</sub>-utslipp knyttet til transport av elever og lærere.

Busselskapene stiller ofte (eldre) turistbusser til disposisjon når elever og lærere skal transporteres til/fra erstatningsskoler. Disse går som regel på tradisjonell diesel. Videre forutsetter vi at en effektiv dieselbuss bruker ca. 3 liter diesel på mila ved landeveiskjøring<sup>1</sup>. Ifølge Statens Vegvesen (SVV) vil én liter diesel (vekt 0,84 kg) som forbrennes i en motor gi et CO<sub>2</sub>-utslipp på 2,66 kilo<sup>2</sup>.

For å beregne hvor mange busser en gjennomsnittlig skole behøver å leie i tidsrommet, tar vi utgangspunkt i tall fra SSB. Ifølge SSB var det 623 440 elever i kommunale og private grunnskoler i 2015, fordelt på 2 867 kommunale og private grunnskoler<sup>3</sup>. Det gir i gjennomsnitt 217 elever per grunnskole. Videre forutsetter vi at en dieselbuss har plass til ca. 50 passasjerer (elever og lærere)<sup>4</sup>.

Oppsummert ligger følgende forutsetninger til grunn for vårt estimat:

Tabell 2-1: Forutsetninger

	Antall	Enhet
Drivstoff per km per buss	0,30	liter
Utslipp CO <sub>2</sub> per liter diesel	2,66	kg
Antall elever per buss	50	stk
Antall elever per grunnskole	217	stk
Antall skoledager per år	190	dager

Ifølge Bergen kommune er det en komplisert prosess å bygge en erstatningsskole<sup>5</sup>. Det kreves de samme konkurranseregler, søknader og tillatelser som ved hvilket som helst annet offentlig nybygg, også krav til infrastruktur, adkomst, rekkefølgekrav, høyder osv. I tillegg kommer de helt spesielle krav som stilles til bygging av et skolebygg, for eksempel krav til uteareal/lekeområde.

Bergen kommune har krav om at aktuelle tomter for en erstatningsskole skal ha en størrelse på ca. 15 mål eller større (areal-norm på skole for 300 elever). I mange tilfeller blir tomter/eiendommer vurdert som uaktuelle av en rekke årsaker: for lite areal, for mye støy, for kostbare, uegnet terreng eller grunnforhold, må gjennomgå langvarige omreguleringer, er leid bort til for eksempel bybaneforhold, planlagt andre bygg, vil ta for lang tid, kulturminne, vanskelig sambruk, for uhensiktsmessig plassering osv.

<sup>1</sup> <http://gronnfase.blogspot.no/2010/02/buss-tog-fly-eller-bil-hvor-co2.html>

<sup>2</sup> <http://www.vegvesen.no/Kjoretøy/Eie+og+vedlikeholde/Kjoretøy+og+drivstoff/Klimagassutslipp/CO2utslipp>

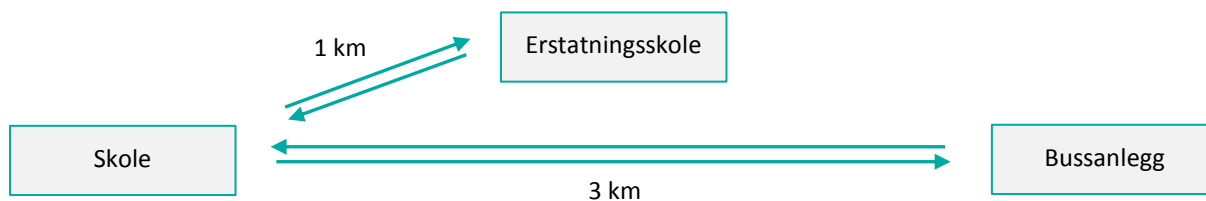
<sup>3</sup> <https://www.ssb.no/statistikkbanken/SelectVarVal/Define.asp?MainTable=Kostra3K9962&KortNavn=Web=utgrs&PLanguage=0&checked=true>

<sup>4</sup> <http://unibusstur.no/vare-busser/>

<sup>5</sup> [https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00189/Byr\\_dssak\\_Vurdering\\_189771a.pdf](https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00189/Byr_dssak_Vurdering_189771a.pdf)

Det er altså strenge krav til hvordan en erstatningsskole skal bygges, og til hvor den eventuelt skal ligge. Av den grunn er det lite hensiktsmessig å forsøke å beregne gjennomsnittlig avstand til/fra en gjennomsnittlig erstatningsskole. I mange tilfeller kan det også være aktuelt å sette opp midlertidige brakker på skolens egen tomt, slik at avstanden til erstatningsskolen blir lik 0 km.

I første omgang beregner vi en utslippssats per 1 km avstand mellom skole og erstatningsskole. Denne brukes videre til å belyse utslipp for andre scenarier der avstanden mellom skole og erstatningsskole varieres. Vi forutsetter at bussene ikke står parkert på skolen som pusses opp om natten, men at de kommer fra et bussenlegg. For enkelthets skyld antar vi at bussenlegget ligger 3 km unna skolen. Videre antar vi at bussene står parkert på erstatningsskolen fra morgentil ettermiddag.



Tabell 2-2: CO<sub>2</sub>-utslipp per km (diesel)

	Antall	Enhet
Avstand til erstatningsskole	1	km
Diesel per buss per km	0,3	liter
CO <sub>2</sub> -utslipp per buss per km	0,798	kg
Antall busser per gjennomsnittsskole	4,3	stk
Antall km per buss per dag	8	km
CO <sub>2</sub> -utslipp per dag per skole	27,8	kg
Antall skoledager per år	190	dager
CO <sub>2</sub> -utslipp per skoleår	5 275	kg
CO <sub>2</sub> -utslipp per km per skoleår	659	kg

Beregningene viser at unngått CO<sub>2</sub>-utslipp, som følge av at skolen slipper transport av elever og lærere, er lik ca. 660 kg per km per skoleår. Tabellen under angir unngått CO<sub>2</sub>-utslipp per km per skoleår for tre andre scenarier der erstatningsskolen ligger henholdsvis 5, 10 og 15 km unna skolen. For hvert av disse scenariene antar vi at bussenlegget fortsatt ligger 3 km unna skolen som pusses opp:

Tabell 2-3: Ulike scenarier (diesel)

	Avstand til erstatningsskole (km)	Total avstand (km)	Unngått CO <sub>2</sub> -utslipp per km per skoleår (kg)	Trosterud skole (km per skoleår, 8 busser)	Trosterud skole Unngått CO <sub>2</sub> -utslipp per skoleår (kg), 8 busser
Case 1	1	8	659	12 160	8 013 440
Case 2	5	16	659	24 320	80 183 040
Case 3	10	26	659		
Case 4	15	36	659		

Det går 400 elever på Trosterud skole, noe som ville avledet et behov for 8 busser. Som storbyskole er det ikke sannsynlig at en erstatningsskole ville ligget lengre enn 5 km unna, så vi begrenser oss til scenario 1 og 2 for å se hva Trosterud har unngått av CO<sub>2</sub>-utslipp ved å slippe å transportere elever. Case 1 med 1 km til erstatningsskole og 8 busser vil utgjøre et unngått årlig utslipp på 8,013 tonn CO<sub>2</sub>, og case 2 med 5 km til erstatningsskole og 8 busser vil utgjøre et unngått årlig utslipp på 80,183 tonn CO<sub>2</sub>.



Estimatet over tar utgangspunkt i at de innleide bussene går på tradisjonell diesel. En kan imidlertid tenke seg tilfellet der skolen heller hadde inngått avtale om leie av busser på biodiesel. I dette tilfellet beholder vi samme forutsetninger som fra Tabell 2-1 over, men erstatter CO<sub>2</sub>-utslipp per liter diesel til CO<sub>2</sub>-utslipp per liter biodiesel, som er lik 0,40 kg<sup>6</sup>. Med disse forutsetningene får vi følgende estimat:

Tabell 2-4: CO<sub>2</sub>-utslipp per km (biodiesel)

	Antall	Enhet
Avstand til erstatningsskole	1	km
Diesel per buss per km	0,3	liter
CO <sub>2</sub> -utslipp per buss per km	0,120	kg
Antall busser per gjennomsnittsskole	4,3	stk
Antall km per buss per dag	8	km
CO <sub>2</sub> -utslipp per dag per skole	2,1	kg
Antall skoledager per år	190	dager
CO <sub>2</sub> -utslipp per skoleår	397	kg
CO <sub>2</sub> -utslipp per km per skoleår	99	kg

I tilfellet med busser på biodiesel viser beregningene at unngått CO<sub>2</sub>-utslipp, som følge av at skolen slipper transport av elever og lærere, er lik ca. 100 kg per km per skoleår. Dette er ca. 85% lavere utslipp enn tilfellet med busser på diesel. Tabellen under angir unngått CO<sub>2</sub>-utslipp per km per skoleår for tre andre scenarier der erstatningsskolen ligger henholdsvis 5, 10 og 15 km unna skolen:

Tabell 2-5: Ulike scenarier (biodiesel)

	Avstand til erstatningsskole (km)	Total avstand (km)	Unngått CO <sub>2</sub> -utslipp per km per skoleår (kg)	Trosterud skole (km per skoleår, 8 busser)	Trosterud skole Unngått CO <sub>2</sub> -utslipp per skoleår (kg)
Case 1	1	8	99	12 160	1 203 840
Case 2	5	16	99	24 320	12 062 720
Case 3	10	26	99		
Case 4	15	36	99		

For Trosterud skole vil dette utgjøre for case 1 et unngått årlig utslipp på 1,204 tonn CO<sub>2</sub>, og case 2 vil utgjøre et unngått årlig utslipp på 12,063 tonn CO<sub>2</sub>.

<sup>6</sup> <http://www.tu.no/artikler/miljoeffekten-virker-for-god-til-a-vaere-sann-na-testes-dieselen-i-stor-skala-i-norge/277547>

## 2.2 REDUKSJON AV CO<sub>2</sub>-UTSLIPP REGIONALT/NASJONALT

I gevinstanalysen fra mai 2016 ble det konkludert med at ca. 3 800 kommunale/fylkeskommunale skolebygg i Norge hadde behov for ett eller flere tiltak knyttet til luftbehandling/ventilasjon i løpet av de neste 10 årene.

Tabell 2-6: Skoler med behov for oppgradering av ventilasjonsanlegg

	Førskoler	Grunnskoler	Videregående skoler	Sum
Antall bygg 2015 (stk)	6 087	2 867	447	9 401
Andel bygg med behov for oppgradering av ventilasjonsanlegg (%)	39 %	42 %	40 %	
Antall skoler med behov for oppgradering av ventilasjonsanlegg over 10 år (stk)	2 374	1 204	179	3 757
Antall skoler med behov for oppgradering av ventilasjonsanlegg per år (stk)	237,4	120,4	17,9	375,7
CO <sub>2</sub> -utslipp per skole per km per skoleår (kg). Dieselbusser	659			
Totalt CO <sub>2</sub> -kutt per km per skoleår, regnet mot busser på diesel (kg)	156 543	79 393	11 803	247 739
CO <sub>2</sub> -utslipp per skole per km per skoleår (kg). Biodieselbusser	99			
Totalt CO <sub>2</sub> -kutt per km per skoleår, regnet mot busser på biodiesel (kg)	23 540	11 939	1 775	37 254

Dersom ventilasjonen i alle disse byggene installeres/oppgraderes mens skolene er i drift, og dersom skolene på den måten slipper transport av elever og lærere, viser beregningene at unngått CO<sub>2</sub>-utslipp er lik ca. 250 tonn per km per skoleår. I tilfellet med busser på biodiesel viser beregningene at unngått CO<sub>2</sub>-utslipp er lik ca. 40 tonn per km per skoleår.

## 2.3 TALLFESTING AV FORBEDRET INNEKLIMA/LUFTKVALITET

Gevinstanalysen fra mai 2016 så nærmere på Caverions løsning «Klimatak» da denne ble brukt på Trosterud skole i Oslo og ferdigstilt november 2016. I det følgende er det valgt å se nærmere på egenskaper ved denne løsningen.

Klimatak består av automasjonselementer som binder sammen alle systemene for automasjon som trengs i en bygning. Løsningen kan også benyttes som føringsvei for andre installasjoner (f.eks. elektro-kabler, IKT, sprinkler og rør), og produktet omtales derfor som «byggets tekniske motorvei».

Med Klimatak legges det opp nye og større kanalstrekk enn ved dagens tradisjonelle ventilasjonsløsninger. Med større kanaler bruker systemet mindre energi på luftbevegelse, og lav bevegelse i luften gjør at systemet er tilnærmet lydløst. Løsningen er også tilrettelagt for behovsstyrt ventilasjon.

Etter at Caverion vant fram med sin løsning ble Klimatak testet ut på Trosterud skole i Oslo. Trosterud skole er en 1-7 skole (3 paralleller) med ca. 400 elever og 50 ansatte. Bygget hadde ikke et fullverdig ventilasjonsanlegg fra før av, og innklimaet ble av lærere og elever beskrevet som svært dårlig. Barna var plaget med såre øyer og slet med å holde konsentrasjonen oppe over lengre perioder. Uten ventilasjonsanlegg måtte klasserommene tidvis «sjokkluftes», og om vinteren måtte barna sitte inne med ytterjakkene på<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> <http://www.fdvnytt.no/aktuelt/skolesuksess-for-caverion/>

Ifølge prosjektleder for utviklingsprosjektet har Klimatak bidratt til et bedre inneklima på Trosterud skole på tre måter:

- CO<sub>2</sub>-nivå under 1000 PPM (partikler per mill.)
- Støynivå under 30 dB
- Stabil temperatur

#### **CO<sub>2</sub>-nivå under 800 PPM**

CO<sub>2</sub>-nivå benyttes som en generell hygienisk indikator på luftskifte i et rom. Flere studier har påvist sammenhenger mellom høye konsentrasjoner av CO<sub>2</sub> inne og oppfattet dårligere innelima, nedsatt arbeidsutførelse og økt forekomst av helseplager (hodepine, slimhinneirritasjon)<sup>8</sup>. Høye konsentrasjoner av CO<sub>2</sub> tyder på dårlig ventilasjonskapasitet i forhold til personbelastningen. CO<sub>2</sub>-nivået vil med andre ord øke i rom med mange mennesker og dårlig ventilasjon

Anbefalt faglig norm for innelima er et CO<sub>2</sub>-nivå som ikke overstiger 1000 PPM. FKOK (felles kravspesifikasjon for Oslo kommune) stiller imidlertid strengere krav til undervisningsrom, der CO<sub>2</sub>-nivået ikke skal overstige 800 PPM. Før Klimatak ble installert på Trosterud ble CO<sub>2</sub>-nivået på skolen målt til over 1800 PPM i enkelte klasserom.

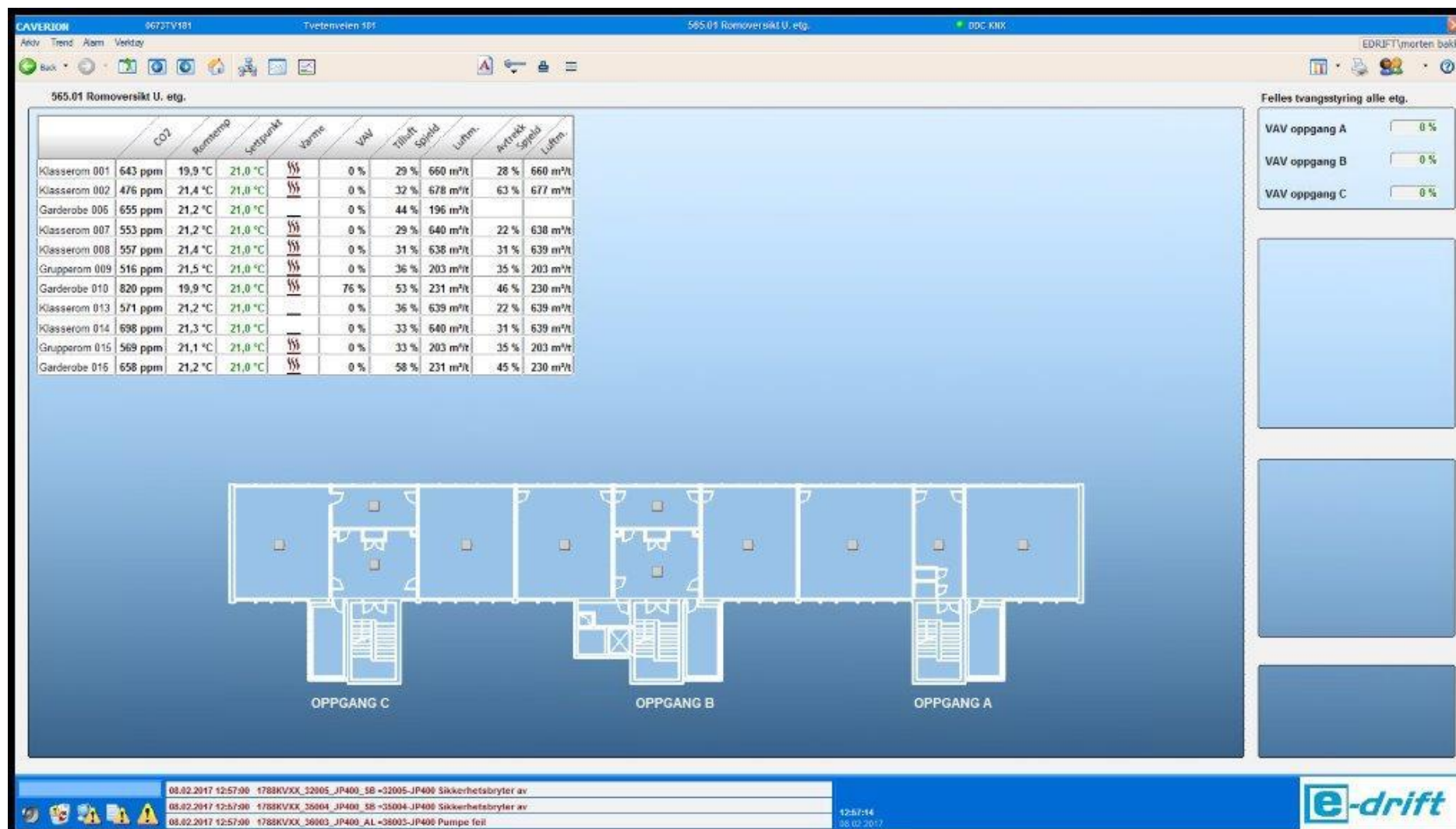
Figur 3-1 på neste side viser et skjermbilde av Caverions ventilasjonssystem på Trosterud skole, datert 08.02.2017 kl 12:57. Ventilasjonen er behovsstyrt og styres etter en forhåndsdefinert temperatur i klasserommene. Ved behovsstyring registrerer CO<sub>2</sub>-sensoren belastning i form av CO<sub>2</sub>-konsentrasjon, og sender signal til spjeldaktuatoren eller SD-anlegget som sørger for riktig tilførsel av friskluft til rommet.

Skjermbildet viser at ingen av klasserommene på Trosterud hadde et CO<sub>2</sub>-nivå over 800 PPM på det aktuelle tidspunktet. Kun «Garderobe 010» hadde CO<sub>2</sub>-nivå på over 800 PPM, noe som antakeligvis skyldes at flere barn entret garderoben samtidig (f.eks. etter et friminutt). Vifteeffekten på 76% viser at ventilasjonen er satt på fullt for å kompensere for det høye CO<sub>2</sub>-nivået.

---

<sup>8</sup> <https://www.fhi.no/globalassets/migrering/dokumenter/pdf/anbefalte-faglige-normer-for-innelima-pdf.pdf>

Figur 2-1: Skjerm bilde av ventilasjonssystemet på Trosterud skole (08.02.2017 kl 12:57)



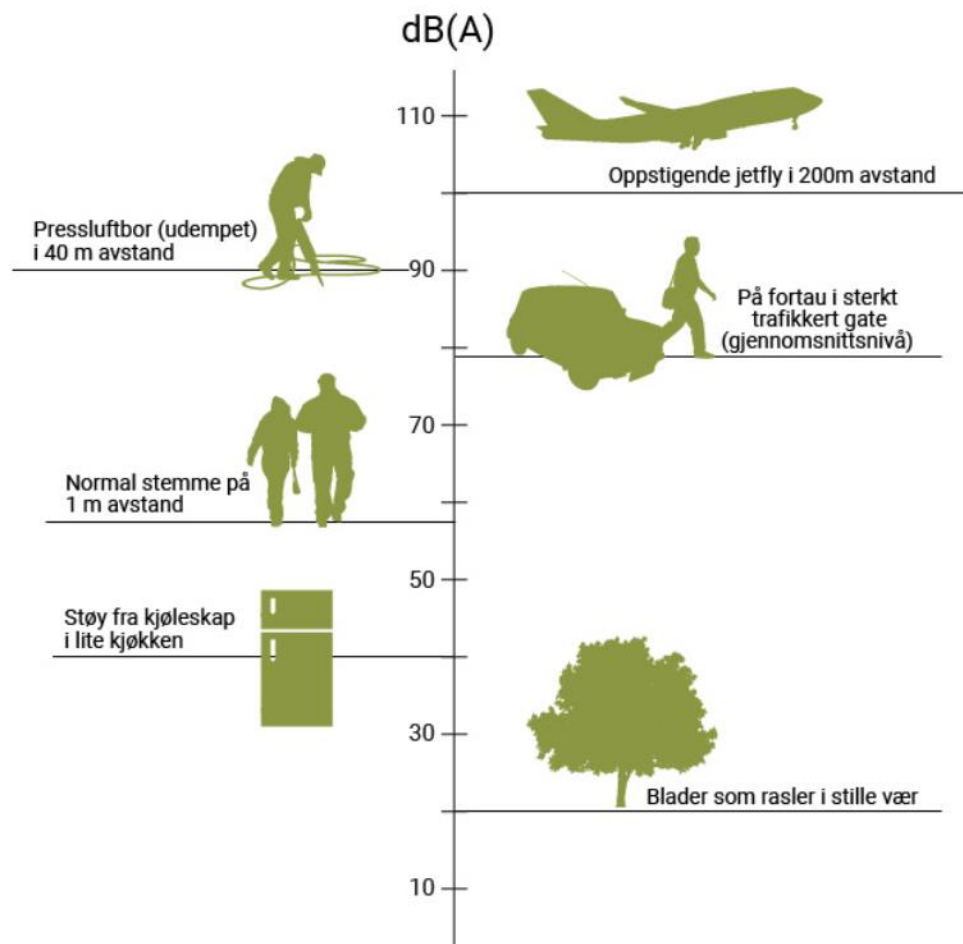
Før-situasjonen på Trosterud skole er ikke unik. Flere skoler i Oslo og landet for øvrig ble bygget på 1960-tallet uten fullverdige ventilasjonsanlegg. Skolene har kun basisventilasjon der frisk luft trekkes inn (såkalt naturlig ventilasjon), men uten mulighet for utskiftning av luft. Uten et ventilasjonsanlegg er det ikke uvanlig med CO<sub>2</sub>-nivå på 1800-2000 PPM i enkelte klasserom.

### Støynivå under 30 dB

I tillegg til CO<sub>2</sub>-nivå stiller FKOK også krav til støynivået fra ventilasjonsanlegg i undervisningsrom, som ikke skal overstige 30 dB. Ettersom det ikke eksisterte et ventilasjonsanlegg på Trosterud skole før Klimatak ble installert, har støynivået i klasserommene nødvendigvis økt sammenlignet med før-situasjonen. Klimatak gir imidlertid betydelig lavere støynivå enn eldre ventilasjonsanlegg. Som beskrevet over består løsningen av store kanaler der lav bevegelse i luften gjør systemet tilnærmet lydløst.

Etter installasjonen har Caverion foretatt målinger av Klimatak på Trosterud skole som viser at støynivået fra det tekniske anlegget ligger på 26-27 dB, noe som er godt under kravet til FKOK (pga. logaritmisk skala). Videre har støymålinger vist ca. 30 dB i enkelte klasserom med lukkede vinduer. I andre klasserom har støymålinger vist opp til 55 dB, men ifølge Caverion skyldes dette trafikkstøy utenfra i kombinasjon med gamle vinduer.

Figur 2-2: Lydnivå fra forskjellige kilder



9

<sup>9</sup> <http://www.miljostatus.no/Tema/Stoy/Lyd-og-stoy/Desibelskalaen/>

### **Stabil temperatur**

Før Klimatak ble installert var klasserommene på Trosterud skole preget av svært dårlig inneklime. Små klasserom med mange elever ga raskt tett luft og temperaturer opp til 27 grader. Klasserommene måtte derfor sjokklufte ofte, noe som ga store temperatursvingninger.

I dag opplever elever og lærere ved Trosterud skole en mer stabil innetemperatur. Med behovsstyring styres ventilasjonen etter en forhåndsdefinert temperatur i klasserommene. Dette kan sees av Figur 3-1 der temperaturen er satt til 21 grader i samtlige rom.

## **2.4 ANDRE/YTTERLIGERE MILJØGEVINSTER VED ANSKAFFELSEN**

Lavere CO<sub>2</sub>-nivå, lavere støynivå, og mer stabil temperatur er tre måter Klimatak har bidratt til et bedre inneklime på. I sum gir dette bedre læremiljø for elever og lærere, som i tur kan ha positiv effekt på trivsel, sykefravær etc. I gevinstanalysen fra mai 2016 ble det blant annet trukket fram at astma og andre luftveissykdommer kan være en risiko ved dårlig inneklime.

Disse miljøgevinstene kunne imidlertid også vært oppnåelige om Undervisningsbygg og Bergen kommune hadde gjennomført innkjøpet etter ordinær anskaffelsesprosess. Med stor sannsynlighet kunne også andre moderne ventilasjonsløsninger på markedet gitt lavere CO<sub>2</sub>-nivå, lavere støynivå, og mer stabil temperatur sammenlignet med eldre ventilasjonsløsninger.

Med behovsstyrt ventilasjon vil nye og moderne ventilasjonsanlegg som Klimatak med stor sikkerhet medføre lavere drifts- og vedlikeholdskostnader sammenlignet med eldre ventilasjonsanlegg. På en annen side, dersom skolen ikke hadde hatt et ventilasjonsanlegg fra før av (som i tilfellet med Trosterud skole) vil et nyere ventilasjonsanlegg medføre høyere drifts- og vedlikeholdskostnader.

Forbedret ventilasjonsanlegg er imidlertid bare ett av flere tiltak for å oppnå energibesparelser i skolebygg. Prosjektleder fra Caverion påpeker at man aldri vil kunne oppnå optimale energimessige løsninger uten at skolens bygningskropp for øvrig er tilrettelagt for det. Som tidligere nevnt ble mange av dagens skoler bygget på 1960-tallet, og flere av disse har i dag store behov for energieffektiviseringstiltak. Gode isolasjonsegenskaper i vegger og vinduer (lav u-verdi) vil f.eks. være avgjørende for byggets energibesparelser.

**UTARBEIDET FOR NASJONALT PROGRAM  
FOR LEVERANDØRUTVIKLING**

**APRIL 2017**