

NOTAT



VESTBANEN OMBYGGING

Termisk inneklima

NOT-RIEN-01

Oppdragsnavn: Vestbanen - Ombygging	Dato: 14.09.2021
Oppdragsgiver: Statsbygg	Oppdragsnummer: 15894
Utarbeidet av: Herman Andersen	Sign:
Dokumentnummer: NOT-RIEn-01	
Revisjonsnummer: 01	Revisjonsdato: 26.10.2021
Sidemannskontroll: Bjørn Høyem	Sign:
Distribusjon: Statsbygg v/ Hege Saxebøl Moum og Øyvind Aaby Kima Arkitektur AS v/ Kristoffer Bøksle	

Revisjonslogg

Nr.:	Beskrivelse:	Dato:	Utarb.	SK:
01	<ul style="list-style-type: none"> - Utvendig solskjerming i form av screens etter vedtak fra Byantikvaren. - Nødvendig kjølekapasitet i alle rom. - Oppdaterte beregningsforutsetninger og scenarier, kap. 5.2 og 5.3 - Oppdatert iht. ny skillevegg mellom Pop-up galleri og Butikk. 	26.10.21	HAN	BJH

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 OPPSUMMERING	4
3 BYGGET	5
4 KRAV TIL TEMPERATURFORHOLD	6
4.1 Myndighetskrav.....	6
4.1.1 TEK17	6
4.1.2 Arbeidstilsynets 444.....	7
5 BEREGNINGSMODELL OG FORUTSETNINGER.....	8
5.1 Beregningsmodell	8
5.2 Forutsetninger.....	9
5.3 Beregningsscenarioer.....	10
6 RESULTATER	11
7 VIDERE ARBEID	12
8 VEDLEGG.....	13
A. BEREGNINGSMETODE	13

1 INNLEDNING

Dette notatet oppsummerer de mest sentrale forutsetningene og resultatene fra detaljerte inneklimasimuleringer for Vestbanen.

Formålet med notatet er å dokumentere at termisk inneklima for utvalgte rom på Vestbanen oppfyller krav i TEK17, samt Arbeidstilsynets: "Veiledning om klima og luftkvalitet på arbeidsplassen", best.nr. 444 (2016). Detaljerte inneklimasimuleringer er analysert for dimensjonerende sommerdøgn for representative soner på Vestbanen.

2 OPPSUMMERING

Resultatene viser at det vil være behov for en kombinasjon av tiltak dersom kravene til maks. operativ temperatur iht. krav fra TEK17 og Arbeidstilsynets best.nr. 444 skal tilfredsstilles.

Utvendig solavskjerming er et effektivt tiltak for rom med fasade mot SØ (alle rom utenom Forsamlingsrommet). Dette ansees som et høyst nødvendig tiltak for å skape et tilfredsstillende termisk inneklima i utsatte rom.

Det må installeres lokal kjøling i alle soner dersom maks. operativ temperatur skal holdes på et akseptabelt nivå, gitt de luftmengder og interne laster som er lagt til grunn for beregningene.

Usikkerhet knytter seg til hvilke og omfang av tiltak som er mulig å sette inn i dette verneverdige bygget. Det er mulig å omfordele, samt å utvide kapasiteten på eksisterende ventilasjon noe, men dette bør undersøkes nærmere i videre beregninger sammen med andre tiltak.

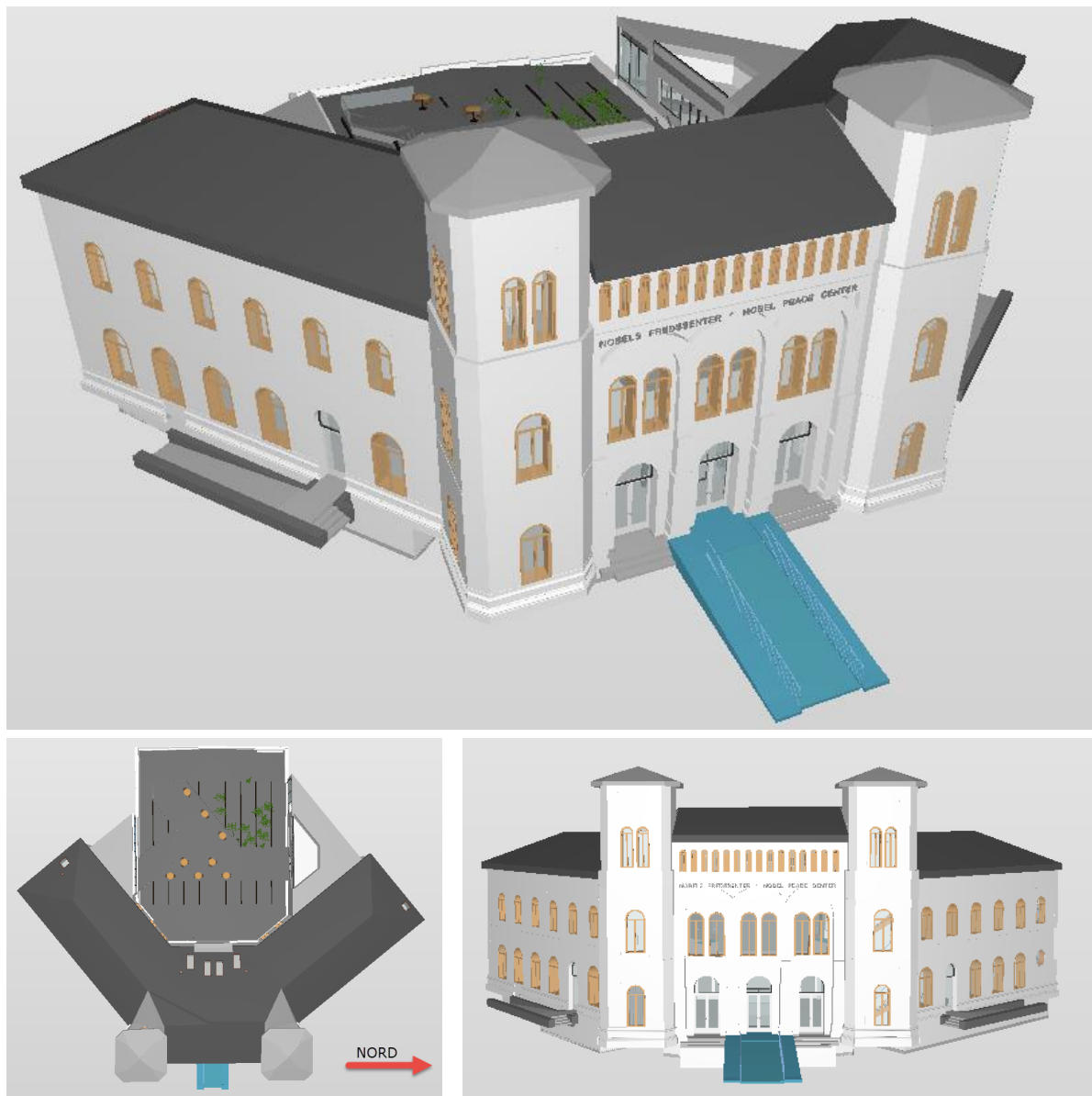
Manglende kjøling vil kunne oppfylles ved ulike tiltak. Spesielle rom i bygget er i dag dekket av romkjøling av fancoils basert på sirkulasjon av direkte kjølevæske. Et multisoner (VRV) system for individuell temperaturstyring av separate rom.

Det anbefales også en gjennomgang av forventet driftstid for teknisk utstyr, styring av belysning og tilstedeværelse av personer. Dersom det legges opp til regelmessige pauser (f.eks. i Forsamlingsrom) vil det gi mindre intens varmetilskudd fra internlast, og redusere kjølebehovet

3 BYGGET

Bygget som beregnes i dette notatet er plassert ved Rådhusplassen i Oslo og er opprinnelig en jernbanestasjon oppført i mur fra 1872 med fire etasjer inkludert kjeller. Bygget huser i dag Nobels Fredssenter. Det er eksisterende klimaanlegg i bygningen fra generalombygging i 2005.

Figur 3.1 viser en 3D-visualisering av bygget. Nord-sør-retning går langs med fasaden med byggets hovedinngang.



Figur 3.1: 3D-visualisering av Vestbanen.

4 KRAV TIL TEMPERATURFORHOLD

TEK 17 med veiledning og Arbeidstilsynets 444 legges til grunn. Det er ingen ytterligere prosjektspesifikke krav. Kravene er gjengitt i påfølgende avsnitt.

4.1 Myndighetskrav

4.1.1 TEK17

I TEK17 § 13-4 står følgende:

1. Termisk inneklime i rom for varig opphold skal tilrettelegges ut fra hensynet til helse og tilfredsstillende komfort ved forutsatt bruk.
2. I rom for varig opphold skal minst ett vindu eller en dør kunne åpnes mot det fri og til uteluft.
3. Annet ledd gjelder ikke for rom i arbeids- og publikumsbygg der åpningsbare vinduer er uønsket ut fra bruken.

Anbefalinger i veiledningen til TEK17 (VTEK17) angir grenseverdier til operativ temperatur for oppfyllelse av §13-4 punkt 1, se Tabell 4.1.

Tabell 4.1: Grenseverdier for operativ temperatur i VTEK17.

Aktivitetsgruppe	Lett arbeid	Middels tungt arbeid	Tungt arbeid
Temperatur °C	19-26	16-26	10-26

VTEK17 åpner for en viss overskridelse av de høyeste grensene angitt i Tabell 4.1 ved høy utetemperatur. Øvre temperaturgrense kan overskrides når utelufttemperaturen er høyere enn den grenseverdien (utelufttemperaturen) som i et normalår overskrides med 50 timer, jf. Meteorologisk institutt. For Oslo er dette 26,7 °C.

Med rom for varig opphold i byggverk for publikum og arbeidsbygning, menes alle arbeidsrom og publikumsrom, men ikke lagerrom, korridor, gang, garderobe, toalett, dusjrom o.l., iht. TEK17 §1-3. Lufthastigheten fra varme- og ventilasjonsanlegg må ikke overskride 0,15 m/sek i rommets oppholdssone.

4.1.2 Arbeidstilsynets 444

I Arbeidstilsynets veiledning, best.nr. 444 "Veiledning om Klima og luftkvalitet på arbeidsplassen", står det følgende:

Det anbefales at lufttemperaturen så langt mulig holdes under 22 °C når det er oppvarmingsbehov. Individuell reguleringsmulighet må tilstrebes.

Arbeidstilsynets 444 gir de samme anbefalinger til operativ temperatur som veiledning til TEK17. Disse fremgår av Tabell 4.2.

Tabell 4.2: Anbefalte verdier for operativ temperatur

Aktivitetsgruppe	Lett arbeid	Middels tungt arbeid	Tungt arbeid
Temperatur °C	19-26	16-26	10-26

Videre angir veiledningen lufttemperaturforskjeller over 3-4 °C mellom føtter og hode som uakseptabelt, likeså daglig eller periodisk temperaturvariasjon utover ca. 4 °C

Med unntak av feil på de tekniske anlegg eller andre driftsforstyrrelser skal de laveste grensene alltid kunne overholdes. Også her tillates det overskridelser av den høyeste grensen. Overskridelser kan aksepteres i varme sommerperioder ved utelufttemperatur over 22 °C. Det settes en begrensning om at overskridelsen ikke bør utgjøre mer enn høyst 50 timer per år i lokalenes brukstid.

5 BEREGNINGSMODELL OG FORUTSETNINGER

5.1 Beregningsmodell

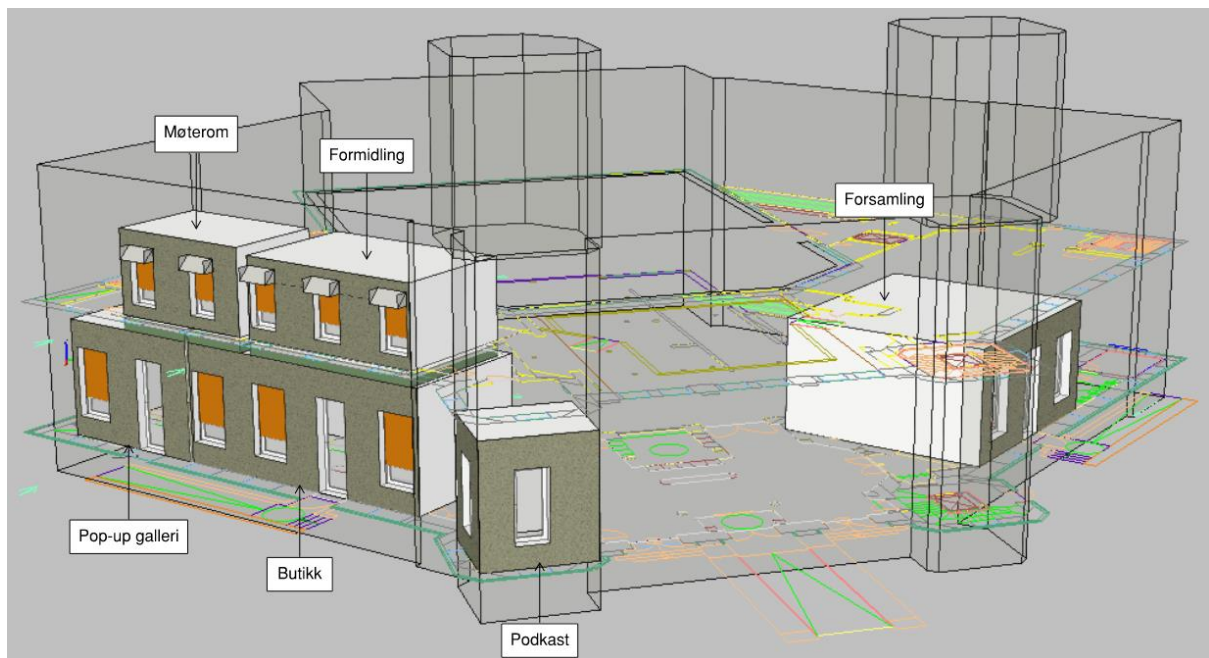
Underlaget for notatet er tegninger og IFC tilgjengeliggjort 02.09.2021.

Figur 5.1 viser en 3D-visualisering av beregningsmodellen i IDA ICE, med navn og plassering på beregningssonene.

Rommene som er simulert anses som kritiske grunnet høyt soltilskudd på fasade og/eller høyt varmetilskudd fra internlaster.

Klimaforholdene implementert i simuleringen ved dimensjonerende sommerforhold:

- Klima: Oslo
- Dimensjonerende sommertemperatur: 26,7 °C



Figur 5.1: Visualisering av beregningsmodell i IDA ICE

5.2 Forutsetninger

Et representativt utvalg rom analyseres for å undersøke det generelle termiske inneklimaet på Vestbanen.

Tabell 5.1 gir en oversikt over sentrale forutsetninger som er brukt i simuleringene. I forbindelse med revisjon av notatet er tabellen oppdatert med nye tall for personbelastning og luftmengde i noen soner, samt driftstid og g-verdi. Oppdaterte verdier er markert røde.

Tabell 5.1: Oppsummering av sentrale beregningsforutsetninger

Sone →	Pop-up galleri	Butikk	Møterom	Formidling	Forsamlingsrom	Podkast	
BRA [m ²]	67	48	25	40	81	15	
Personbelastning [antall personer]	40	25	12	35	80	4	
Revisjon 01	35	25	15	35	80	8	
Belysning [W/m ²]	16	15	12	16	15	10	
Teknisk utstyr	[W]	200	150	474	551	800	700
	[W/m ²]	3,0	3,1	19,0	13,8	9,9	46,7
Luftmengde [m ³ /h]	1000	850	500	1000	2400	350	
Revisjon 01	1400	1000	600	1200	2500	350	
Felles inndata for alle soner						Revisjon 01	
Driftstid	Ventilasjon			7-18	7-18		
	Internlaster			8-17	9-17		
Ventilasjon	Tilluftstemperatur			18 °C	18 °C		
	Setpunkt kjøling			22 °C	22 °C		
g-verdi	Vinduer (g _{glass})			0,55	0,55		
	Vinduer + utv. solavskjerming (g-verdi screens veil. fra leverandør)			0,11 (persiener)	0,06 (screens)		

5.3 Beregningsscenarioer

Det er utført beregninger for 7 ulike scenarioer for sonene. Scenarioene er beskrevet i det følgende:

Tabell 5.2: Beskrivelse av simulerte scenarier

Revisjon 00 – Opprinnelige forutsetninger i Tabell 5.1	
Scenario	Beskrivelse
1	Dagens løsning med utvendig solavskjerming i form av persienner på utvalgte rom.
2	Utvendig solavskjerming i form av persienner/screens på alle vinduer, utenom vinduer i forsamlingsrom (innvendig persienner).
3	Nedjustert antall personer iht. første estimat fra RIV.
4	Nedjustert antall personer iht. første estimat fra RIV. Lagt inn to pauser i personopphold i sonen.
5	Nedjustert antall personer iht. første estimat fra RIV. Lagt inn to pauser i personopphold i sonen. Oppjustert luftmengder med 20 %.
6	Som 2. Oppjustert luftmengder med 20 %.
Revisjon 01 – Oppdaterte forutsetninger (rød skrift) i Tabell 5.1	
Scenario	Beskrivelse
7	Foreslått løsning med utvendig solavskjerming i form av screens på vinduer i rom langs sørfasade. Ingen solavskjerming på vinduer i Podkast-rom. Lokal kjøling i alle rom.

I scenario 7 med lokal kjøling er det forutsatt en ideell kjøleenhet, som ikke hensyntar eventuelle tap i systemet og variasjon i tilgjengelig kjølekapasitet mht. temperaturforskjeller.

6 RESULTATER

Tabell 6.1 oppsummerer resultater fra dimensjonerende sommersimulering i de ulike scenariene beskrevet i kap. 5.3.

Tabell 6.1: Maks. operativ temperatur for dimensjonerende sommerdøgn.

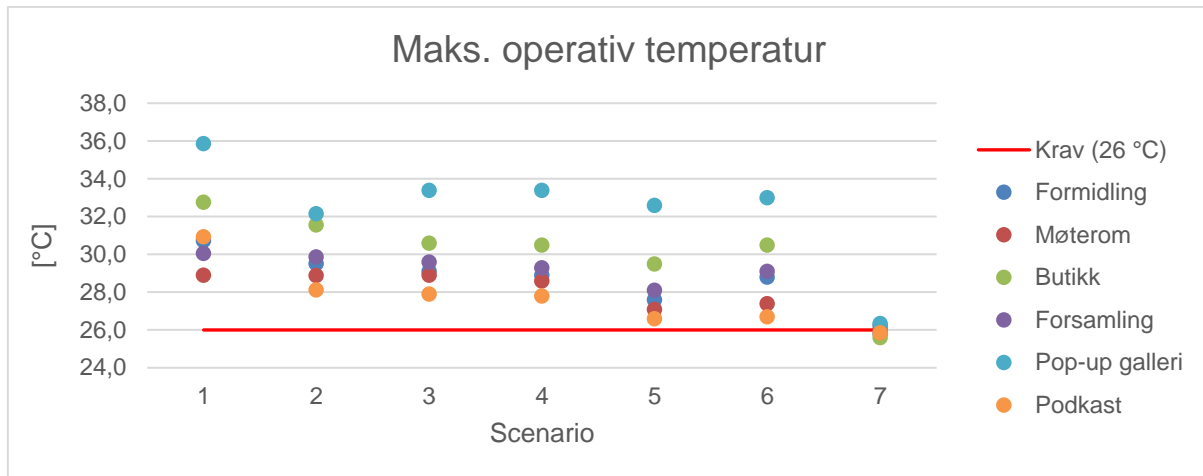
		Maks. operativ temperatur [°C]						
Revisjon	Scenario →	Sone →	Formidling	Møterom	Butikk	Forsamling	Pop-up galleri	Podkast
00	1		30,7	28,9	32,8	30,1	35,9	30,9
	2		29,5	28,9	31,6	29,9	32,2	28,1
	3		29,1	28,9	30,6	29,6	33,4	27,9
	4		28,9	28,6	30,5	29,3	33,4	27,8
	5		27,6	27,1	29,5	28,1	32,6	26,6
	6		28,8	27,4	30,5	29,1	33,0	26,7
01	7		25,8	26,0	25,6	26,2	26,3	25,9

Rommene oppfyller ikke krav til termisk komfort kun ved bruk av ventilasjonskjøling og utvendig solavskjerming i scenario 1-6. Samtlige soner overgår kravet om maks. operativ temperatur lik 26 °C.

I scenario 7, hvor lokal kjøling er implementert i simuleringene, holdes temperaturen stort sett innenfor kravet om maks. 26 °C, med overskridelse under 50 timer per år, som beskrevet i kap. 4.1

Figur 6.1 viser resultatene i Tabell 6.1, plottet i et diagram. Her kommer det tydeligere frem at Forsamlingsrommet (lilla punkter) er mindre sensitiv for ytre påvirkninger (soltilskudd på fasade) enn de andre sonene. Forskjellen i maks. operativ temperatur er relativt liten mellom scenario 1 og 2, når eneste endring er utvendig solavskjerming. Forskjellen er tydeligere ved scenario 5, når personbelastningen reduseres, tilstedeværelsen av personer begrenses i form av pauser, og luftmengden økes. Da synker maks. operativ temperatur markant.

I figuren ser en også tydelig behovet for lokal kjøling, for å komme innenfor temperaturkravene.



Figur 6.1: Maks. operativ temperatur i soner i scenario 1-8.

Tabell 6.2 oppsummerer installert kjøleeffekt i sonene i scenario 7. Her er det også angitt hvor mange timer i løpet av året at temperaturen overstiger 26 °C.

Tabell 6.2: Effektbehov lokal kjøling.

Sone	Installert kjøleeffekt		Antall timer > 26 °C
	[W]	[W/m ²]	[h]
02-017 Formidling	1 000	25	0
02-013 Møterom	300	12	0
01-007 Butikk	2 000	42	0
01-006 Forsamling	3 000	37	10
01-011 Pop-up galleri	4 000	60	26
01-003 Podkast	1 000	66	0

7 VIDERE ARBEID

Videre anbefales følgende:

- Vurdere muligheter for nattkjøling ved å utnytte lavere utendørs temperatur om natten. Det er en effektiv form for kjøling som kun krever viftedrift fra aggregatet.
- Vurdere bruken av sonene. Dersom det legges opp til pauser i bruksmønsteret, vil det gi mindre intens varmetilskudd fra interne laster.

8 VEDLEGG

A. BEREGNINGSMETODE

Simuleringene er utført med det dynamiske simuleringsverktøyet IDA ICE versjon 4.8 (IDA Indoor Climate and Energy), et program utviklet av Equa Simulation AB.

Dette er et multisone-verktøy for fullt dynamiske beregninger for inneklima og energiforbruk i bygninger.

Programmet er validert i henhold til følgende:

- CEN Standard EN 15255 and 15265, 2007
- ASHRAE 140, 2004
- CEN Standard EN 13791
- International Energy Agency SHC Task 34
- Technical Memorandum 33 (TM 33)
- LEED og BREEAM
- DGNB