



BFR - transport og engros

RAPPORT

**Måling af træk og temperaturer inden for porte
ved brug af trækreducerende teknologi**

1. august 2001

1.0 SAMMENFATNING	1
2.0 MÅLING AF LUFTHASTIGHEDER I LAGERHAL	2
3.0 MÅLING AF LUFTHASTIGHEDER I PORTÅBNING	4

Bilag

- 1. Skitse med målepunkter**
- 2. Lufthastighedsmålinger (side 1 - 2)**
- 3. Forsøg med vindafvisere (side 1 - 6)**

1.0 SAMMENFATNING

Formål

Som led i BAR-projekt T-99-32 har BST Århus gennemført nogle målinger af lufthastigheder og temperaturer inden for porte, hvor der er udført forskellige trækreducerende foranstaltninger.

Udførelse

Det ene sæt målinger er udført midt i en lagerhal, hvor der er etableret nye automatiserede ledhejseporte i stedet for nogle gamle udslidte manuelt betjente rulleporte. Disse målinger skulle have vist hurtiggående portes virkning på luftbevægelserne inde i hallen, men desværre viste det sig, at det ikke var hurtiggående porte, men almindelige ledhejseporte, der var etableret. Se afsnit 2.0 "Måling af lufthastigheder i lagerhal". Det har ikke været muligt at finde alternative målesteder med hurtiggående porte.

Det andet sæt målinger er foretaget i en portåbning, hvor der er udført forsøg med to forskellige vindafvisere (vindbrydere). Dels en vindafviser af massiv plade, dels en med perforeret plade. Se afsnit 3.0 "Måling af lufthastigheder i portåbning med og uden vindafvisere".

I begge tilfælde er målingerne udført under nogenlunde isothermiske forhold, det vil sige, at ude- og inde temperaturen er ens.

Resultater

Lufthastighedsmålinger inde i lagerhallen

De udførte målinger viser tydeligt, at når der etableres automatiserede porte, der kan lukkes og også bliver det, reduceres lufthastighederne inde i hallen betydeligt. Under de givne vindforhold blev der opnået en reduktion til en tredjedel af, hvad der var, når portene stod åbne. Dette på trods af, at kun 30 af hallens 90 porte var blevet fornyet. De øvrige 60 porte, der består af gamle rulleporte, portsluser m.m., blev under målingerne anvendt som normalt.

Lufthastighedsmålinger i portåbning med og uden vindafvisere

Målingerne i portåbningen med og uden vindafvisere viste, at der sker ændringer i luftbevægelserne i åbningen, når der etableres vindafvisere. Det blev også konstateret, at der var forskelle i bevægelsesmønstret (se bilagene) i portåbningen alt efter, om det var massive eller perforerede plader, der blev anvendt som vindafvisere, men lufthastighederne ind i lagerhallen var nogenlunde der samme.

Vurdering

Der er BST's vurdering, at jo nemmere og hurtigere en port bliver lukket, jo mindre træk i den bagved liggende lagerhal. Ved en automatisering af portstyringen vil åbningstiden blive

mindre og trækgenerne derved reduceret. Vi er ikke i tvivl om, at hvis det ved de aktuelle målinger havde været hurtiglukkende porte, som kun åbner, når der skal transporteres varer ud i lastbilen, var de målte hastigheder blevet endnu mindre.

Vurderingen af vindafvisernes virkning er, at de godt nok ændrer luftbevægelserne i selve portåbningen, men de har ingen nævneværdig indflydelse på luftbevægelserne eller hastighederne inde i den bagvedliggende lagerhal, i hvert fald ikke ved små vindhastigheder. Under forsøgene viste det sig, at bare en lille åbning i den anden facade havde meget større betydning.

Konklusion

For at undgå trækgener i lagerhaller skal klimaskærmen holdes lukket. Porte skal hurtigst muligt lukkes, hvis de ikke er forsynet med portsluser, oppustelige vulster eller lignende. Hurtiggående porte vil være at fortrække, hvor det kan lade sig gøre.

Etablering af vindafvisere havde ingen positiv virkning, men kan i mange tilfælde virke meget generende for transporten omkring porten. Emner, der er længere en portbredden, kan ikke kantes ind, som det ellers er muligt med en truck.

Det er meget afgørende, at der ikke er gennemtræk, hvilket kan betyde, at der bør etableres adskillelser i hallen med f.eks. hurtiggående porte, så der ikke er åbent helt igennem.

Der er vigtigt, at styringen af portene er gennemtænkt, så medarbejderne ikke føler det som en stor gene, der forsinker transporten, for så bliver porten stående åben i længere tid end nødvendigt. Alle styringer kan sættes ud af drift på den ene eller anden måde.

Hvis der skal undersøges mere omkring porte, vindafvisere m.m., vil vi foreslå, at det foregår under kontrollable forhold. Det vil sige, at forsøgene bør foregå i vindtunnel, hvor man selv kan bestemme vindhastighed og retning og ikke som ved de udførte forsøg, hvor det er naturen og driftsforholdene, der bestemmer. Om en sådan undersøgelse vil ændre konklusionen er tvivlsomt.

2.0 MÅLING AF LUFTHASTIGHEDER I LAGERHAL

I forbindelse med BAR-projektet "Evaluering af kulde og træk" har BST Århus foretaget nogle lufthastighedsmålinger i terminalen hos Danske Fragtmænd Aarhus A/S for at konstatere, om automatisering af porte har en gunstig indflydelse på trækgenerne inde i terminalen.

Udførelse

Målingerne er foretaget den 13. februar 2001, hvor der var etableret 30 nye automatiserede ledhøjseporte i nordfacaden. Den automatiske styring var dog ikke helt bragt på plads, da hensigten var, at portene selv skal åbne, når lastbilerne bakker til, og lukke, når de kører. På måledagen virkede åbningen af portene automatisk, men der skulle trykkes på en knap ved

porten for at få den lukket. Det skal dog nævnes, at chaufførerne var meget flinke til at lukke portene, når de forlod terminalen.

Hensigten med målingerne var at registrere lufthastighederne inde i terminalen med portene i drift, som før de blev fornyet og automatiseret – det vil sige, at portene for det meste stod åbne – og herefter sammenligne disse registreringer med dem, der blev foretaget, når de nye porte blev anvendt - det vil sige, at portene blev holdt lukkede, når der ikke holdt en lastbil ved rampen.

Om formiddagen, hvor målingerne med åbne porte skulle foretages, var det svært at få chaufførerne til ikke at lukke portene efter sig. De var åbenbart hurtigt blevet vænnet til at trykke på knappen, før de forlod rampen. Om eftermiddagen, hvor målingerne med ”lukkede” porte skulle foretages, var der kun ganske få chauffører, der ikke lukkede efter sig.

Da udeforholdene naturligvis har meget stor betydning for luftbevægelserne inde i terminalen, blev vejrudsigten taget med i betragtning ved valget af dagen for målingerne. I henhold til vejrudsigten skulle vinden komme fra NV, og vindhastigheden skulle blive ca. 8 m/s. Som det fremgår af bilagene, var retningen nogenlunde rigtig, men hastigheden blev noget mindre, ca. 4 m/s, nogenlunde svarende til middelvindhastigheden i Danmark, der er på ca. 4,5 m/s.

Af hensyn til arbejdet i terminalen blev målepunkterne placeret midt i bygningen, således at der ikke nødvendigvis skulle transporteres varer tæt på målesonderne. Der blev placeret i alt 15 målesonder i 3 forskellige højder over gulvet. Placering af målepunkterne er vist på bilag 1. Måleudstyret, der blev anvendt, var en Multichannel Flow Analyzer fabr. Dantec, kalibreret april 2000. Det blev besluttet at måle gennemsnittet over 3 og 10 minutter.

Resultater

På bilag 2, side 1 og 2 er vist såvel de enkelte måleresultater som data på udeforholdene, målt af DMI i Tirstrup. På bilagene er også udregnet middelhastigheder både på de enkelte målinger og i de forskellige højder.

Som det fremgår, er middellufthastighederne med ”tvangsåbne” porte mellem 0,44 og 0,61 m/s afhængig af højden over gulv. Den maximale middelhastighed, der blev målt, er 0,85 m/s, og den minimale 0,20 m/s.

Med de automatiske porte i normal drift er middellufthastighederne mellem 0,13 og 0,18 m/s afhængig af højden over gulv. Den maximale middelhastighed er målt til 0,33 m/s og den minimale 0,08 m/s.

Hastighederne målt både under den ene og anden driftsform ville naturligvis være blevet højere, hvis der havde været højere vindhastigheder. En anden faktor, der har indflydelse, er vindretningen. Det er ikke undersøgt, hvorledes luftbevægelserne i terminalen ændrer sig ved skiftende vindretning og hastighed.

Under målingerne, både formiddag og eftermiddag, kørte der jævnligt lastbiler til både på nord- og sydsiden. Cirka halvdelen af lastbilerne havde bagsmækklift.

Vurdering

Der er ikke tvivl om, at de lufthastigheder, der blev målt om formiddagen, hvor en stor del af portene stod åbne, giver anledning til trækgener for både de ansatte terminalarbejdere og de tilstedeværende chauffører. Hvis vindhastigheden udenfor havde været højere, var der blevet registreret endnu højere hastigheder i terminalen.

Om eftermiddagen, hvor de nye porte blev anvendt, var de målte hastigheder kun ca. 30% af værdierne fra formiddagen. Lufthastigheder på omkring 0,15-0,20 m/s svarer til de hastigheder, man tilstræber at holde på en kontorarbejdsplads. Der er imidlertid den forskel, at rumtemperaturen er betydeligt højere ved kontorarbejde, og samtidig er beklædningen en anden.

Ingen af de gældende komfort-standarder kan anvendes til den aktuelle uopvarmede hal.

Som nævnt i indledningen er ovennævnte målinger udført hos Danske Fragtmænd Aarhus A/S, hvor de gamle håndbetjente porte er udskiftet med nye automatiserede almindelige porte. Der er således ikke tale om specielt hurtiggående porte, og der er ikke tale om, at de åbnes og lukkes i takt med, at palleøftere kører frem og tilbage fra bil til terminal. De åbnes, når en lastbil bakker til og lukkes, når den forlader terminalen igen. Portene bliver også lukket i tilfælde af, at biler skal holde i længere tid uden aktivitet.

Konklusion

Automatiseringen af portene har, selv om den ikke er helt færdig (manglende automatiseret lukning), bevirket en meget væsentlig reduktion af lufthastighederne. Hastighederne er så lave, at de ikke giver anledning til trækgener med den aktuelle vindhastighed og retning.

3.0 MÅLING AF LUFTHASTIGHEDER I PORTÅBNING MED OG UDEN VINDAFVISERE

Som en del af BAR-projektet "Evaluering af kulde og træk" har BST Århus foretaget nogle målinger af lufthastigheder i en port med og uden vindafvisere.

Udførelse

Da disse vindafvisere er anbefalet i pjecen ved vind parallelt facaden, blev der først valgt en nordvendt port, da vest er den mest udbredte vindretning i Danmark. Da vinden på de planlagte måledage imidlertid drejede lidt om i sydvest, blev målingerne flyttet til en sydvendt port, der lå ud til en smøge mellem to bygninger. På grund af bygningernes placering kom vinden parallelt med facaden. Vejrudsigterne havde lovet vindhastigheder op til 9-10 m/s, men oplysningerne fra meteorologisk institut viste kun hastigheder omkring 3-5 m/s. Ved den aktuelle port var hastighederne ikke over 3 m/s, som der fremgår af måleresultaterne.

Der blev udført tre måleserier:

1. Uden vindafvisere
2. Med vindafvisere af massive plader
3. Med perforerede plader

Pladerne var venligst udlånt af Richard Müller A/S, Skanderborg. De perforerede plader var af typen 01.1230-4525 Standard expanded metal, som firmaet netop sælger til læskure. Da målingerne kom til at strække sig over to dage, hvor vindhastighed og især retningen ændrede sig lidt, er der udført to sæt målinger uden vindafvisere. Der er ved målingerne uden vindafvisere og med perforerede vindafvisere målt både med og uden gennemtræk i hallen. Gennemtrækken opstod ved, at en dør og et vindue var åbent i to tilstødende lokaler, hvortil portene stod åbne.

Målingerne er udført ved hjælp af en Multichannel Flow Analyzer fabr. Dantec, kalibreret april 2000.

Resultater

Resultaterne er vist på bilag 3 side 1 – 6.

Vurdering

Som det fremgår er vindhastighederne meget små, hvilket naturligvis bevirker, at lufthastighederne i portåbningen også er relativt lave. Hvis vindhastighederne havde været større, ville hastighederne i portåbningen også være højere, men om turbulenserne og derved luftbevægelserne ind i hallen var blevet tilsvarende højere vides ikke.

Lufttemperaturerne både i det fri og i hallen var i måleperioderne omkring de 20°C, hvilket betyder, at der ikke er termiske luftbevægelser mellem inde og ude.

På bilag 3, side 1 er vist lufthastighederne, når der er gennemtræk, mens bilag 3, side 2 og 6 er uden gennemtræk. Alle tre måleserier er uden vindafvisere. Luftbevægelsesmønsteret viser, at luftretningen går ind i et større område af porten, når der er gennemtræk, end når der ikke er gennemtræk. Den subjektive bedømmelse var, at der var betydeligt mere ”træk” længere ind i hallen, når der var gennemtræk, end når de øvrige porte, døre og vinduer var lukket.

På bilag 3, side 3 er vist de tilsvarende målinger, når der er monteret massive plader på begge sider af porten og uden gennemtræk. En sammenligning med målingerne på bilag 3 side 2 viser, at turbulensen i selve portåbningen bliver større, mens hastighederne ind i hallen er nogenlunde de samme. Den subjektive bedømmelse var, at luftbevægelserne og lufthastighederne længere inde i hallen var de samme som uden vindafvisere.

Bilag 3 side 4 og 5 viser resultaterne med vindafvisere udført af perforerede plader henholdsvis med og uden gennemtræk. Ved en sammenligning af bilag 3 side 3 og 4 fremgår det, at turbulensen i portåbningen ændres lidt, mens lufthastighederne ind i hallen er uændrede. Når der var gennemtræk forsvandt turbulensen i åbningen helt, og der var indstrømmende luft i hele arealet. Lufthastighederne var stadig nogenlunde de samme. Den

subjektive bedømmelse var, at der ikke skete nogen ændringer i luftbevægelser og lufthastighederne i hallen generelt.

Konklusion

Konklusionen på ovennævnte målinger er:

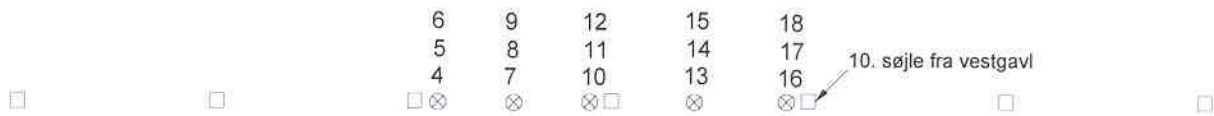
- Lufthastighederne både i det fri og i portåbningen var relativt små i måleperioden. Det vides ikke, om dette er repræsentativt for, hvorledes luftbevægelserne er i en portåbning ved højere vindhastigheder.
- Luftbevægelserne i selve portåbningen ændrer sig ved brug af vindafvisere, mens hastighederne ind i hallen er uændrede.
- Luftbevægelserne i selve portåbningen ændrer sig, når der er gennemtræk, bare en relativt lille åbning som en dør i modsatte facade betyder, at lufthastighederne ind gennem porten stiger betydeligt, og trækgenerne øges langt ind i hallen.

Århus, den 1. august 2001

Bjarne Pless
Ingeniør

Sydfacade

Manuelle porte

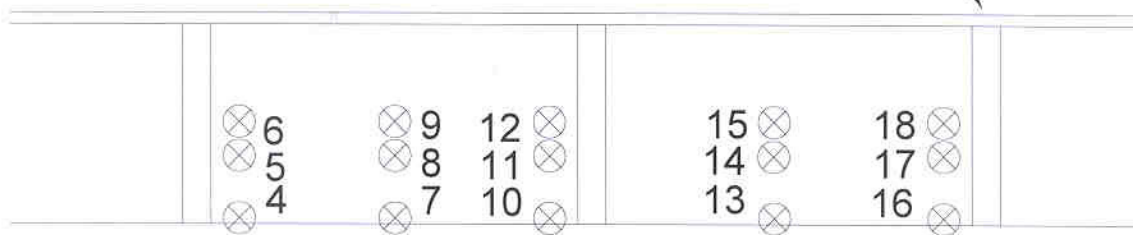


Nye automatiske porte

Plan

Nordfacade

10. søjle fra vestgavl



Snit

BAR-projekt "Evaluering af kulde og træk"

Målepunkters placering

Med tvangsåbne porte, svarende til tidligere brug										
Start af måling kl.		10.55	11.05	11.13	11.27	11.40	11.55	12.07	12.20	Middel i mpkt.
Varighed af måling - min		3	3	10	10	10	10	10	10	
Målepunkt		6°C	6°C	6°C	6°C	6°C	6°C	6°C	6°C	
Nr.	Højde o. gulv m	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
4	0,1	0,43	0,37	0,67	0,53	0,34	0,47	0,52	0,35	0,46
5	1,2	0,65	0,50	0,69	0,66	0,45	0,48	0,67	0,56	0,58
6	1,8	0,27	0,20	0,42	0,36	0,21	0,29	0,35	0,24	0,29
7	0,1	0,43	0,62	0,81	0,81	0,70	0,65	0,82	0,77	0,70
8	1,2	0,82	0,48	0,76	0,73	0,57	0,57	0,72	0,60	0,66
9	1,8	0,61	0,34	0,60	0,61	0,43	0,45	0,57	0,40	0,50
10	0,1	0,41	0,47	0,75	0,76	0,68	0,69	0,76	0,76	0,66
11	1,2	0,85	0,43	0,74	0,74	0,67	0,68	0,73	0,68	0,69
12	1,8	0,71	0,41	0,57	0,64	0,66	0,57	0,66	0,67	0,61
13	0,1	0,67	0,40	0,43	0,49	0,57	0,51	0,49	0,62	0,52
14	1,2	0,78	0,48	0,54	0,56	0,62	0,58	0,52	0,62	0,59
15	1,8	0,44	0,29	0,44	0,39	0,39	0,41	0,36	0,29	0,38
16	0,1	0,62	0,63	0,69	0,61	0,62	0,48	0,54	0,63	0,60
17	1,2	0,51	0,60	0,51	0,57	0,55	0,46	0,47	0,55	0,53
18	1,8	0,39	0,48	0,57	0,43	0,40	0,33	0,37	0,38	0,42
Middel for den enkelte måling		0,57	0,45	0,61	0,59	0,52	0,51	0,57	0,54	0,55

Udeforhold	kl.	Vindretning		Hast.m/s		Temp
DMI, Tirstrup	1	300	VNV	8	Tågedis	4,20
	4	310	NV	5	Tågedis	3,60
	7	290	VNV	3	Tågedis	2,00
	10	310	NV	2	Halvskyet	3,00
	13	330	NVN	4	Halvskyet	7,70
	16	280	V	4	Halvskyet	7,30

Middelhastighed	m/s
0,1 m o.g.	0,59
1,2 m o.g.	0,61
1,8 m o.g.	0,44
Største værdi	0,85
Mindste værdi	0,20