
RAPPORT

AKADEMISKA HUS AB

Spridningsberäkningar avseende utsläpp av luftföroreningar från Chalmers kraftcentral

UPPDRAGSNUMMER 13010858



2020-09-30

GBG LUFT- OCH MILJÖANALYS

LEIF AXENHAMN

Sammanfattning

Sweco har på uppdrag av Akademiska hus AB utfört en utredning där spridningsberäkningar ingår med avseende luftföroreningsutsläpp från Chalmers kraftcentral. Syftet är med utredningen är att besvara Länsstyrelsens fyra frågeställningar som framkommit i granskningsyttrande, 2020-03-20 samt synpunkter framförda vid möte 2020-08-25.

Spridningsberäkningarna bygger på aktuella utsläppsdata (NO_x, SO₂, PM, metaller), driftdata, meteorologiska förutsättningar och att panna 2 har ersatts med en ny panna med en lägre effekt jämfört med den tidigare installerade. Beräkningarna är utförda för tre olika scenarier enligt följande:

- Utsläpp och drift enligt **villkorsuppgifter** med full effekt kontinuerligt
- Utsläpp och drift enligt verkliga uppgifter år **2019**
- Utsläpp med driftförhållanden enligt villkor där emissionsuppgifterna har begränsats till 70 % av villkorvärdena med kontinuerlig drift, s.k. **alternativ**

Spridningsberäkningarna är utförda med en avancerad spridningsmodell Calpuff som kan ta hänsyn till exempelvis effekter som eventuell ackumulering av halter i rökgasplymen som länsstyrelsen önskar ett förtydliganden kring.

Beräkningarna är utförda för fem olika receptorhöjder 20, 30, 40, 50 resp 60 meter ovan marknivå. Fyra planerade byggnader som riskerar en exponering av rökgasplymen är byggnad 04, 05, 06 och 15.

Resultaten från spridningsberäkningarna sammanfattas enligt följande:

- Resultaten från spridningsberäkningarna med **villkorsuppgifter** och full effekt för årets samtliga timmar visar att förhöjda halter förekommer vid byggnad 04 med en receptorhöjd på 40 meter ovan marknivå. Miljökvalitetsnormens värden som 98 och 99.8 percentil för timmedelvärden samt 98 percentil för dygnsmedelvärdet överskrids. Det ska dock poängteras att byggnad 04 planeras få en byggnadshöjd på maximalt ca 30 meter ovan marknivå där lägre värden konstateras. För byggnad 04 visar dock resultaten från spridningsberäkningarna med en receptorhöjd på 30 meter att 98-percentilen för timmedelvärdet enligt miljökvalitetsnormens värde tangeras, 90 µg/m³. Övriga byggnader exponeras av halter som underskrider miljökvalitetsnormernas värden på samtliga receptorhöjder.
- Beräkningarna med driftdata och utsläpp för år **2019** visar att samtliga miljökvalitetsnormvärden underskrids med marginal.
- Resultaten från spridningsberäkningarna enligt **alternativa** utsläppshalter vid kontinuerlig drift visar att samliga miljökvalitetsnormvärden underskrids.

Analys av rökgasplymen från Chalmers kraftcentral visar att de högsta halterna vid de aktuellt studerade byggnaderna förekommer när vindhastigheten ligger på mellan 3 – 5 m/s. Det visar sig också att rökgasplymen ändrar sin struktur, fluktuerar, timma för timma och att det inte kan påvisas några ackumuleringseffekter av rökgasplymen vid de aktuella byggnaderna när de högst beräknade halterna konstateras.

När det gäller bedömningsgrunder för luftföroreningar finns miljökvalitetsnormer att utgå ifrån, dock gäller dessa i områden där allmänheten normalt kan vistas. Utanför en fastighetsfasad på höga höjder ovan marknivå finns därför inga bedömningsgrunder att förhålla sig till. Dock kan miljökvalitetsnormerna användas som indikativa

bedömningsgrunder över vad som kan betraktas som en godtagbar exponeringsnivå vid en byggnad där människor kan exponeras.

Avseende bedömningsgrunder och risk för hälsoeffekter har det i experimentella studier har visat sig att det krävs relativt höga halter av kvävedioxid (NO_2), ca 2 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för att framkalla luftvägseffekter (Barregård, VMC). Den kritiska effekten av NO_2 bedöms vara en ökning av bronkiell reaktivitet hos personer med astma där 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bedöms vara lägsta effektnivå (VMC, Västra Götalands Miljömedicinska Centrum). WHO anger också ett högsta rekommenderat timmedelvärde för kvävedioxid på 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vid samtliga byggnader med en receptorhöjd på 30 meter ovan marknivå underskrids detta rekommenderade värde med villkorsgivna utsläpp vid kontinuerlig drift.

För att undvika att förhöjda halter uppkommer vid de planerade byggnader har det framkommit förslag på att verksamheten kan kontrolleras med hjälp av att mätutrustning sätts upp vid byggnaderna. Det skulle kortfattat innebära att kontinuerliga mätningar av exempelvis kvävedioxid genomförs på byggnaderna samtidigt som kraftcentralen är i drift. Vid förhöjda uppmätta halter av kvävedioxid vid byggnaderna kan pannorna som är i drift minska sina utsläpp genom att exempelvis sänka effektnivån så att det exponeringsvärde som gäller vid byggnaderna underskrids. Systemet kan automatiseras.

Innehållsförteckning

1	Inledning och syfte	1
2	Beskrivning av Chalmers kraftcentral	1
3	Miljö kvalitetsnormer och bedömningsgrunder	2
3.1	Miljö kvalitetsnormerna	2
3.1.1	Miljö kvalitetsnormer för metaller	3
3.1.2	Bedömning av Miljö kvalitetsnormen för omgivningsluft	4
3.1.3	Bedömning av godtagbara luftföroreningshalter vid husfasader	4
4	Spridningsmodell och meteorologi	5
4.1	Spridningsmodell	5
4.2	Meteorologi	6
5	Länsstyrelsens granskningsyttrande och frågeställningar	6
6	Lokalisering av Chalmers kraftcentral och aktuella byggnader	8
7	Utsläppsdata och utsläppsscenarier	9
8	Resultat	10
8.1	Kvävedioxid	11
8.2	Svaveldioxid	13
8.3	Partiklar som PM ₁₀	15
8.4	Metaller	17
8.5	Spridningsberäkningar presenterade med hjälp av typ isopleth linjer avseende villkorsutsläpp av kväveoxider med en receptorhöjd på 30 meter ovan marknivå.	19
8.5.1	Resultat avseende årsmedelvärden för kvävedioxid	19
8.5.2	Resultat avseende 98-percentil för dygnsmedelvärden av kvävedioxid	20
8.5.3	Resultat avseende 98-percentil för timmedelvärden av kvävedioxid	21
8.5.4	Resultat avseende 99,8-percentil för timmedelvärden av kvävedioxid	22
9	Rökgasplymen och exponering vid byggnader	23
9.1	Allmänt om skorstensutsläpp och rökgasplymer	23
9.2	Exempel på olika rökgasplymer och effekter på luftföroreningshalterna	23
9.3	Analys av rökgasplymen vid Chalmers kraftcentral	24
10	Kontroll av verksamheten och motåtgärder	24

RAPPORT
2020-09-30

SPRIDNINGSBERÄKNINGAR AVSEENDE UTSLÄPP AV
LUFTFÖRORENINGAR FRÅN CHALMERS KRAFTCENTRAL

1 Inledning och syfte

Sweco har på uppdrag av Akademiska hus genomfört en utredning med anledning av i länsstyrelsens granskningsyttrande 2020-03-20 samt synpunkter framförda vid möte 2020-08-25. Syftet med utredningen är att besvara länsstyrelsens fyra frågeställningar avseende luftföroreningsutsläpp från Chalmers kraftstation och dess påverkan på planerade byggnader.

2 Beskrivning av Chalmers kraftcentral

Chalmers kraftcentral är en kombinerad forsknings- och produktionsanläggning som uppfördes år 1949. Anläggningen förser värme till fjärrvärmenätet (även kyla för Chalmers) och gör det möjligt för högskolan att bedriva en avancerad forskning för ny energiteknik.

Anläggningen består av två förbränningspannor (panna 1 och panna 2) och har bedrivits med dispens enligt 1969 års miljöskyddslag fram till år 2004. Därefter har anläggningen bedrivits enligt tillstånd som en B-verksamhet. Den termiska effekten för panna 1 är 8 MW och för panna 2, 10 MW, totalt 18 MW. Panna 1 klarar av att elda fastbränsle, samförbränning av avfall, gasol och dieselolja, företrädesvis används träpulver. Panna 2 kan eldas med olja, gas och träpellets.

Anläggningen har succesivt underhållits och uppdaterats, år 2011 kompletterades panna 1 med en rökgaskondensor för att ytterligare utnyttja energin från rökgaserna. År 2017 fick verksamheten ett beslut om anmälan enligt miljöprovningsförfarande om en ny panna 2 på 6 MW. Den totala effekten för anläggningen är därmed i dagsläget 14 MW.

Under år 2019 har anläggningen trimmat in och provkört panna 2. Bränsle för den nya panna 2 är vanligtvis träpulver och bioolja. Panna 1 är normalt i drift under november till och med mars månad och panna 2 används i forskningen under kortare tider och när topplastbehov föreligger under de kallaste perioderna under vintern.

Miljöförvaltningen i Göteborg har bedömt (2019-10-25) huruvida Chalmers kraftcentral ska omfattas av förordningen om medelstora förbränningsanläggningar (2018:471). Miljöförvaltningen gör den bedömning att förordningen inte ska tillämpas på kraftcentralen eftersom anläggningen används för forskning, utveckling och provning. Dessutom anger miljöförvaltningen att anläggningen inte omfattas av förordningen om förbränning av avfall (2013:253) så länge verksamheten behandlar mindre än 50 ton avfall per år.

3 Miljökvalitetsnormer och bedömningsgrunder

3.1 Miljökvalitetsnormerna

I förordningen (2010:477) om miljökvalitetsnormer (MKN) för utomhusluft beskrivs dels föroreningsnivåer som inte får överskridas eller som får överskridas endast i viss angiven utsträckning dels föroreningsnivåer som "skall eftersträvas". I tabell 1, 2 och 3 nedan redovisas miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid (NO₂), svaveldioxid (SO₂) och partiklar som PM₁₀.

Dessutom förekommer det miljökvalitetsnormer för metallerna arsenik, kadmium, nickel och bly. Miljökvalitetsnormer som inte är aktuella i detta fall är PM_{2,5}, koloxid, bensen, PAH (BaP) och ozon. Miljökvalitetsnormerna för arsenik, kadmium, nickel, PAH och ozon definierar nivåer som "skall eftersträvas" (Luftguiden, Handbok 2019:1, Naturvårdsverket).

Tabell 1. Miljökvalitetsnormer för kvävedioxid

Miljökvalitetsnormer för kvävedioxid i utomhusluft		
Normvärde	Skydd för människors hälsa	Maximalt antal överskridanden
Årsmedelvärde ¹⁾	40 µg/m ³	Aritmetiskt medelvärde
Dygnsmedelvärde ²⁾	60 µg/m ³	7 ggr per kalenderår
Timmedelvärden ³⁾	90 µg/m ³	175 ggr per kalenderår om föroreningsnivån inte överstiger 200 µg/m ³ under 1 timme mer än 18 ggr per kalenderår

¹⁾ Årsmedelvärde definieras som aritmetiskt medelvärde där summan av alla värden divideras med antalet värden.

²⁾ För dygnsmedelvärde gäller 98-percentilvärde, vilket innebär att halten av kvävedioxid som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 7 dygn på ett kalenderår (2 % av 365 dagar).

³⁾ För timmedelvärde gäller 98-percentilvärde, vilket innebär att halten av kvävedioxid som timmedelvärde får överskridas maximalt 175 timmar på ett kalenderår (2 % av 8760 timmar) om halten 200 µg/m³ inte överskrids mer än 18 timmar (99,8 percentilvärden).

Tabell 2. Miljökvalitetsnormer för svaveldioxid (SO₂)

Miljökvalitetsnormer för svaveldioxid i utomhusluft		
Normvärde	Skydd för människors hälsa	Maximalt antal överskridanden
Årsmedelvärde ¹⁾	20 µg/m ³	Aritmetiskt medelvärde
Dygnsmedelvärde ²⁾	100 µg/m ³	7 ggr per kalenderår om föroreningsnivån aldrig överstiger 125 µg/m ³ mer än 3 ggr per kalenderår
Timmedelvärden ³⁾	200 µg/m ³	175 ggr per kalenderår om föroreningsnivån aldrig överstiger 350 µg/m ³ under 1 timme mer än 24 ggr per kalenderår

¹⁾ För årsmedelvärde gäller gränsvärdet till skydd för växtlighet, >20 km utanför tätort eller 5 km från annat bebyggt område, industriell anläggning eller motorväg till skydd för vegetation.

²⁾ För dygnsmedelvärde gäller 98-percentilvärde, vilket innebär att halten av svaveldioxid som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 7 dygn på ett kalenderår (2 % av 365 dagar) om inte svaveldioxidhalten överskrider 125 µg/m³ mer än 3 dagar per år (99 percentilvärden).

³⁾ För timmedelvärde gäller 98-percentilvärde, vilket innebär att halten av svaveldioxid som timmedelvärde får överskridas maximalt 175 timmar på ett kalenderår (2 % av 8760 timmar) om inte svaveldioxidhalten överskrider 350 µg/m³ mer än 24 timmar per år (99,7 percentilvärden).

Tabell 3. Miljökvalitetsnormer för partiklar som PM₁₀

Miljökvalitetsnormer för partiklar (PM₁₀) i utomhusluft		
Normvärde	Skydd för människors hälsa	Maximalt antal överskridanden
Årsmedelvärde ¹⁾	40 µg/m ³	Aritmetiskt medelvärde
Dygnsmedelvärde ²⁾	50 µg/m ³	35 ggr per kalenderår

¹⁾ Årsmedelvärde definieras som aritmetiskt medelvärde där summan av alla värden dividerats med antalet värden.

²⁾ För dygnsmedelvärde gäller 90-percentilvärde, vilket innebär att halten av partiklar (PM₁₀) som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 35 dygn på ett kalenderår.

3.1.1 Miljökvalitetsnormer för metaller

Miljökvalitetsnormer som bör eftersträvas och avses för metaller finns som årsmedelvärden för arsenik med ett värde på 6 ng/m³ för bly på 0,5 µg/m³ för kadmium på 5 ng/m³ samt för nickel på 20 ng/m³. Summavärdet för dessa metaller är 0,53 µg/m³.

3.1.2 Bedömning av Miljökvalitetsnormen för omgivningsluft

Miljökvalitetsnormerna gäller generellt för utomhusluft, dock förekommer undantag enligt följande:

- I luftkvalitetsförordningen (2010:477) anges att miljökvalitetsnormerna inte ska tillämpas för luften på arbetsplatser samt vägtunnlar och tunnlar för spårbunden trafik.
- Enligt luftkvalitetsdirektivet (2008/50/EG) ska överensstämmelse med gränsvärden avsedda för skydd av människors hälsa inte utvärderas^{*)} på följande platser:
 - ✓ Varje plats inom områden dit allmänheten inte har tillträde och det inte finns någon fast befolkning.
 - ✓ Fabriker eller industrianläggningar där samtliga relevanta bestämmelser om hälsa och säkerhet på arbetsplatser tillämpas.
 - ✓ På vägars körbanor och mittremsor utom om fotgängare har normalt tillträde till mittremsan.

^{*)} Med utvärdering avses, enligt luftkvalitetsdirektivet, en metod som används för att mäta, beräkna, förutsäga och uppskatta nivåer.

3.1.3 Bedömning av godtagbara luftföroreningshalter vid husfasader

När det gäller bedömningsgrunder för luftföroreningar finns miljökvalitetsnormer att utgå ifrån, dock gäller dessa i områden där allmänheten normalt kan vistas obehindrat. Utanför en fastighetsfasad på högre höjder mer än 20 meter ovan marknivå finns därför inga bedömningsgrunder att förhålla sig till. Dock kan miljökvalitetsnormerna användas som indikativa bedömningsgrunder över vad som kan betraktas som en godtagbar exponeringsnivå vid en byggnad där människor kan exponeras.

När det gäller experimentella studier har det visat sig att det krävs relativt höga halter av kvävedioxid (NO₂), ca 2 000 µg/m³ för att framkalla luftvägseffekter (Barregård, VMC). Den kritiska effekten av NO₂ bedöms vara en ökning av bronkiell reaktivitet hos personer med astma där 200 µg/m³ bedöms vara lägsta effektnivå (VMC, Västra Götalands Miljömedicinska Centrum). WHO anger också ett högsta rekommenderat timmedelvärde för kvävedioxid på 200 µg/m³.

För att bedöma risk för hälsa vid korttidsexponering under få tillfällen under ett år av kvävedioxid har de amerikanska miljömyndigheterna (US-EPA) tagit fram (via den oberoende organisationen National Academy of Sciences) riktvärden som kan vara användbara vid denna typ av verksamhet. Dessa värden AEGL, Acute Exposure Guideline Levels finns för kvävedioxid avseende en till åtta timmars medelvärden, se internet via:

https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/nitrogen_oxides_volume_11_1.pdf

4(24)

RAPPORT
2020-09-30

SPRIDNINGSBERÄKNINGAR AVSEENDE UTSLÄPP AV
LUFTFÖRORENINGAR FRÅN CHALMERS KRAFTCENTRAL

Bedömningsgrunderna enligt AEGL används även i Europa och Sverige, se IMM rapport n1/2008 (Karolinska sjukhuset) där rekommenderas användningen av AEGL

<https://ki.se/sites/default/files/migrate/2008-1.pdf>

AEGL-värdena finns i tre olika exponeringsnivåer där den lägsta nivån AEGL-1 anger att det finns risk för personer som exponeras kan känna irritation/obehag som är av övergående natur. Värdena är anpassade för bedömning avseende exponering av känsliga befolkningsgrupper som barn, astmatiker etc). Den kvävedioxidhalt som anges för AEGL-1 är 940 µg/m³ och gäller som 1 - 8 timmars exponeringsmedelvärde. Den högre AEGL nivå 2 anger att vid exponering av kvävedioxid med en halt överstigande 2 300 µg/m³ som entimmes exponering riskeras retningar i andningsorganen framkalla hosta.

För partiklar, som PM₁₀, saknas korttidsvärden, men en halt på omkring 200 µg/m³ som timmedelvärde kan utgöra ett riktvärde för godtagbar luftkvalitet (Hälsoeffekter av luftföroreningar i stationsmiljöer till järnvägstunnlar, Institutionen för folkhälsa och klinisk medicin, Umeå 2013).

4 Spridningsmodell och meteorologi

4.1 Spridningsmodell

Spridningsberäkningarna är utförda enligt de amerikanska miljömyndigheternas (US-EPA) rekommenderade modellkoncept Calpuff för spridningsberäkningar. Modellkonceptet Calpuff är en bland de mest avancerade modellkoncepten för spridningsberäkningar avseende luftföroreningar. Användningen av Calpuff rekommenderas vid komplexa miljöer där bland annat de topografiska förhållandena och låga vindhastigheter kan ha en inverkan på spridning av luftföroreningarna, se internet: <http://www.src.com/>.

Tre olika applikationer ingår i detta arbete, dessa är:

1. **CALMET** är en avancerad applikation för att beräkna ett vindfält med hög tidsupplösning och upplösning både i horisontellt och vertikalt led s.k. 3D - modellering.
2. **CALPUFF** är en icke steady-state-model av typ Lagrangian puffmodell. Modellen är att betrakta som mycket avancerad som tar hänsyn till de många förutsättningar som enklare modeller inte klarar utav. Det kan vara exempelvis topografi, ackumuleringseffekter, kanaliseringseffekter, stagnation och vindhastigheter lägre än 1 m/s etc.
3. **CALPOST** är en applikation som används för att bland annat beräkna medelvärden, maxvärden och percentilvärden.

Resultatet redovisas i receptorpunkter vid respektive planerad byggnad med haltnivåer vid 20, 30, 40, 50 och 60 meter ovan marknivå i enheten $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Beräkningsmodellen innehåller information gällande platsspecifik topografi och markbeskaffenhet.

4.2 Meteorologi

Speciellt anpassade meteorologiska data för spridningsberäkningar (CALMET) har tagits fram för det aktuella området kring Chalmers kraftcentral. Den meteorologiska informationen bygger på en avancerad numerisk väderprognosmodell, "Weather Research and Forecasting mesoscale model", WRF vilken har beräknat de lokala meteorologiska förutsättningarna för år 2019, totalt 8 760 timmar. Bland parametrar som ingår kan nämnas lufttryck, temperatur, vindhastighet, vindriktning, relativ fuktighet, molnmängd, inversionshöjd och nederbörd. Vissa parametrar är även definierade för olika nivåer i vertikalled upp till 4 000 meter ovan marknivå. Metoden att använda WRF-data data följer de anvisningar/rekommendationer som de amerikanska miljömyndigheterna (US-EPA) tagit fram att användas i motsvarande analyser i USA. Motsvarande data används även i Europa.

5 Länsstyrelsens granskningsyttrande och frågeställningar

Länsstyrelsen har i sitt granskningsyttrande 2020-03-20 framfört följande frågeställningar som behöver klargöras kring luftföroreningsutsläppen från Chalmers kraftcentral (1 – 4). Efter varje frågeställning finns en anvisning hur frågorna avses bli besvarade (A – D):

1. "Spridningsberäkningarna utfördes för ett antal år sedan och Länsstyrelsen anser att det behöver säkerställas att samma förutsättningar gäller i dag. Säkerställ och inkludera i planhandlingarna att förutsättningarna för utsläpp till luft från Chalmers panncentral i dagens situation motsvarar de förutsättningar som användes som indata till spridningsberäkningarna 2016/2017".

A. Analysen i denna rapport innehåller uppdaterade emissionsuppgifter på hur panncentralen drivs idag enligt villkor samt verkliga driftuppgifter och bygger på uppdaterade meteorologiska data.

2. "I några av luftrapporterna beskrivs i slutsatsen ett antal åtgärder avseende panncentralen i syfte att begränsa förhöjda halter och synbar rökgasplym vid planerade byggnader. Exempel på åtgärder är högre skorstenar och ytterligare reningsutrustning på panncentralen, begränsad tid och effektutnyttjande för panncentralen. I den miljömedicinska bedömningen skrivs också att åtgärder som minskar emissionerna från panncentralen kraftigt kan reducera risken för hälsobesvär. Beskriv hur möjligheten att genomföra dessa åtgärder har beaktats i planarbetet".

B. För att minska och begränsa rökgasplymens effekter vid de planerade byggnader har ett utsläppsscenario tagits fram som underskrider miljö kvalitetsnormernas värden vid byggnaderna med en höjd på mellan 20 – 60 meter ovan marknivå. Ett förslag på kontroll av halterna vid byggnaderna som är kopplad till åtgärder ingår i denna rapport.

6(24)

RAPPORT
2020-09-30

SPRIDNINGSBERÄKNINGAR AVSEENDE UTSLÄPP AV
LUFTFÖRORENINGAR FRÅN CHALMERS KRAFTCENTRAL

3. "Länsstyrelsen anser att målsättningen behöver vara att rökgasplymen inte ska träffa fasaderna på de planerade byggnaderna. I de fall bedömningen görs att det genom skyddsåtgärder, t.ex. helt tät fasad, är acceptabelt att plymen träffar en fasad behöver detta motiveras tydligt. Länsstyrelsen anser att aktuella halter för samtliga byggnader där plymen träffar en fasad behöver redovisas. Såväl miljö kvalitets-normer (NO₂, PM och SO₂) och övriga redovisade bedömningsgrunder till skydd av människors hälsa behöver beaktas för de byggnader där rökgasplymen träffar fasaderna. I tillägg till byggnad 4 och 5, kan halter vid bland annat byggnad 6 behöva redovisas".

C. Spridningsberäkningarna inkluderar utsläpp för de luftföroreningar som det finns miljö kvalitetsnormerna för avseende förbränningsanläggningar som NO₂, PM, SO₂ och metaller. Beräkningarna innefattar också data för byggnad 15.

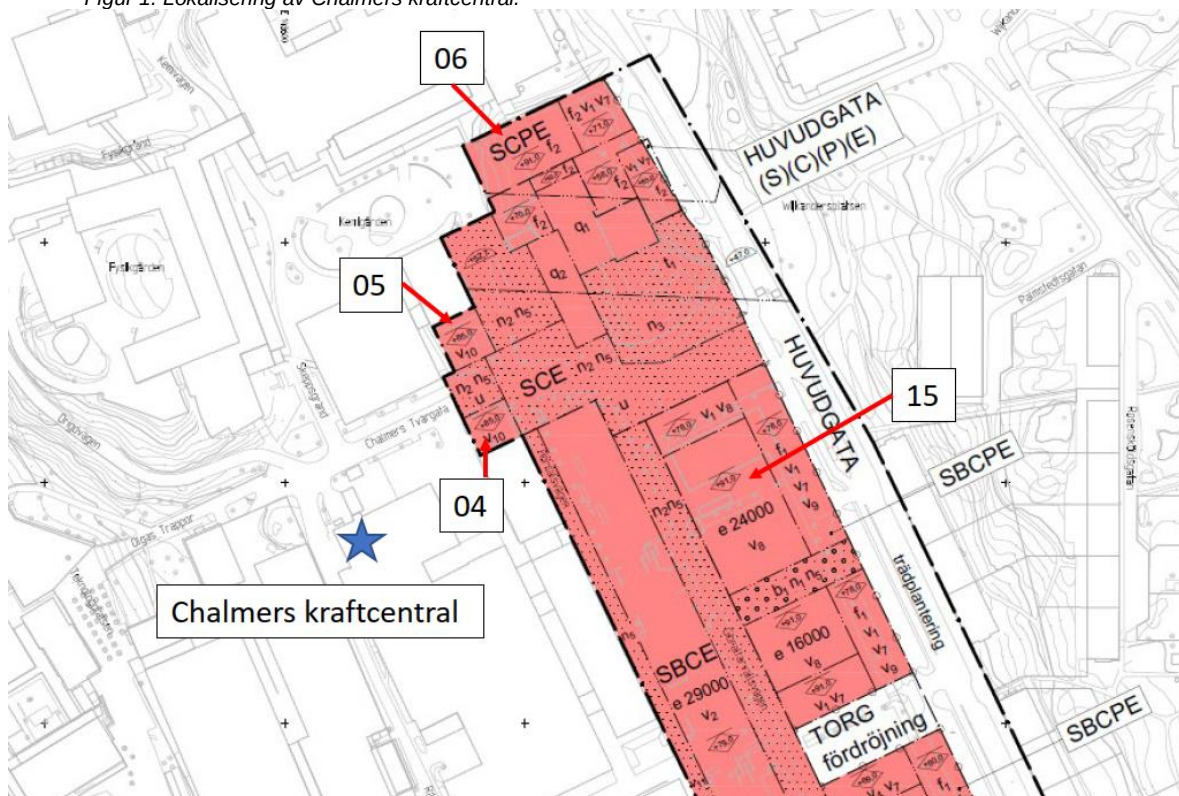
4. "Luftutredningarna har inte visat på vilket sätt byggnadernas effekt på plymen kan påverka halterna och anser att detta behöver förtydligas. Länsstyrelsen undrar bland annat under hur långa tidsperioder plymen kan slå in i aktuella husfasader och hur halterna byggs upp då plymen "fastnar" mot byggnaden. Beskriv hur föroreningsnivån byggs upp mot fasaderna för samtliga byggnader som är tillräckligt höga för att detta skulle kunna inträffa".

D. Spridningsberäkningarna är utförda med beräkningsprogrammet Calpuff som kan ta hänsyn till ifall det förekommer ackumuleringseffekter vid de fall de högsta halterna påverkar de aktuella byggnaderna med en höjd på mellan 20 – 60 meter ovan marknivå. I ett särskilt avsnitt beskrivs de teoretiska förutsättningar kring rökgasplymens beteende samt analys av den aktuella rökgasplymen från kraftcentralen ifall ackumuleringseffekter av luftföroreningshalter kan uppstå vid de aktuella byggnaderna. En särskild analys av rökgasplymen från Chalmers kraftcentral när de högsta halterna förekommer vid byggnaderna ingår också.

6 Lokalisering av Chalmers kraftcentral och aktuella byggnader

I figur 1 är Chalmers kraftcentral markerad med en röd stjärna och de planerade byggnaderna 04, 05, 06 och 15 är markerade med respektive siffra.

Figur 1. Lokalisering av Chalmers kraftcentral.



Skorstenshöjden för Chalmers kraftcentral ligger på 32 meter ovan marknivå (+89 meter). De planerade byggnaderna 04 avses bli ca 30 meter ovan marknivå (+85 meter), byggnad 05 ca 30 meter ovan marknivå (+85 meter), byggnad 06 ca 42 meter (+91 meter). Byggnad 15 är ca 39 meter ovan marknivå (+91 meter).

7 Utsläppsdata och utsläppsscenarioer

Utsläppsdata har sammanställts enligt uppgifter från Akademiska hus, se tabell 4. Uppgifterna bygger på dels villkorsgivna uppgifter, dels praktiskt uppmätta/beräknade uppgifter dels alternativa emissionsvärden. De alternativa emissionsuppgifterna är framtagna för att visa på vad som krävs för att exponeringsvärdena ska kunna underskrida miljökvalitetsnormernas värden vid de planerade byggnaderna med en höjd ovan marknivå på 20 – 60 meter. Resultaten från spridningsberäkningarna visar att utsläppshalterna för kväveoxider bör minska med ca 30 % utifrån nuvarande villkorsvärde. I spridningsberäkningarna har det antagits att även övriga luftföroreningar minskar sina halter i rökgaserna med 30 %.

Tabell 4. Utsläppsdata använda i spridningsberäkningarna, normalt använt bränsle är trä

Utsläpp/scenarioer		Tidigare villkor		Nuvarande villkor		I praktiken 2019		Alternativ	
Panna	Enheter	Panna 1	Panna 2	Panna 1	Panna 2	Panna 1	Panna 2	Panna 1	Panna 2
Drifttimmar	h/år	6 600	3 333	6 600	3 333	3 624	2 208	6 600	3 333
Panneffekt	MW	8	10	8	6	8	6	8	6
Skorstenshöjd	möm	32	32	32	32	32	32	32	32
Skorstensdiameter	m	0,6	0,6	0,6	0,45	0,6	0,45	0,6	0,45
Rökgastemp	C	50	95	50	139	50	139	50	139
Rökgashastighet	m/s	17	21	17	22	10	10	17	22
Utsläpp									
NOx	mg/MJtf	100	100	100	100	25	67	70	70
Partiklar	mg/MJtf	10	10	10	10	3	7	7	7
SO2	mg/MJtf	40	40	40	40	3	10	28	28
Metaller	mg/m3	0,5		0,5				0,4	
NOx	g/s	0,86	1,07	0,86	0,65	0,10	0,09	0,60	0,46
Partiklar	g/s	0,12	0,13	0,12	0,08	0,012	0,010	0,08	0,06
SO2	g/s	0,34	0,43	0,34	0,26	0,011	0,010	0,24	0,18
Metaller	mg/s	1,5		1,5				1,1	0
NOx	ton/år	20	13	20	8	1,3	0,7	14	5
Partiklar	ton/år	3	2	3	1	0,2	0,1	2	1
SO2	ton/år	8	5	8	3	0,1	0,1	6	2
Metaller	kg/år	2,0		2,0				1,4	

8 Resultat

Tre olika utsläppsscenarier har beräknats enligt följande:

- Utsläpp och drift enligt **villkor** med full effekt och kontinuerlig drift
- Utsläpp och drift enligt verkliga uppgifter år **2019**
- Utsläpp med driftförhållanden enligt villkor där dock emissionsuppgifterna har begränsats till 70 % av villkorsvärdena med kontinuerlig drift, s.k. **alternativ**

8.1 Kvävedioxid

Resultaten från spridningsberäkningarna med villkorsvärden och praktiskt förekommande värden år 2019 redovisas i tabell 5. I tabellen framgår att de högsta halterna förekommer vid byggnaderna 04 och byggnad 05. Vid en receptorhöjd på 40 meter ovan mark konstateras det att miljökvalitetsnormens värden för dygnsmedelvärdet och timmedelvärde som 98 percentil överskrids vid byggnad 04. Miljökvalitetsnormens värde som 99,8 percentil överskrids också vid byggnad 04 med en receptorhöjd på 40 meter. Timmedelvärdet som 98 percentil tangerar miljökvalitetsnormensvärde vid byggnad 04 med en receptorhöjd på 30 meter. Det ska dock poängteras att byggnad 04 och 05 planeras att få en byggnadshöjd på maximalt ca 30 meter ovan marknivå. Övriga beräknade värden ligger under miljökvalitetsnormens värden. Samtliga redovisade värden inkluderar bakgrundshalter.

Tabell 5. Resultat från spridningsberäkningarna vid respektive byggnad och höjd ovan marknivå, (villkor, 2019)

Kvävedioxid inkl. bakgrund ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Höjd ovan mark (m) / scenario									
	20		30		40		50		60	
	Villkor	2019	Villkor	2019	Villkor	2019	Villkor	2019	Villkor	2019
byggnad 04 (30 +85 meter)										
årsmedelvärde	17	15	21	16	24	16	19	15	16	15
dygn 98 percentil	27	17	57	21	69	22	44	17	26	16
tim 98 percentil	37	19	90	26	120	25	60	18	26	16
tim. 99,8 percentil	50	21	150	38	300	46	180	30	135	22
tim. maxvärde	52	23	163	42	413	98	601	93	419	62
byggnad 05 (30 +85 meter)										
årsmedelvärde	17	15	18	15	20	15	19	15	17	15
dygn 98 percentil	26	17	35	18	47	19	38	17	26	16
tim 98 percentil	36	18	58	20	71	21	57	18	34	16
tim. 99,8 percentil	52	21	97	27	163	36	187	33	111	21
tim. maxvärde	57	23	125	37	225	58	442	111	438	81
byggnad 06 (42 +91 meter)										
årsmedelvärde	16	15	16	15	17	15	16	15	16	15
dygn 98 percentil	25	17	24	16	25	16	23	16	22	16
tim 98 percentil	35	18	33	17	33	17	30	16	26	16
tim. 99,8 percentil	52	21	63	22	75	22	87	21	66	19
tim. maxvärde	64	24	88	29	190	37	276	38	257	31
byggnad 15 (39 +91 meter)										
årsmedelvärde	16	15	17	15	17	15	17	15	16	15
dygn 98 percentil	25	16	29	17	30	17	27	16	21	16
tim 98 percentil	33	17	40	18	41	17	34	16	26	16
tim. 99,8 percentil	49	21	89	26	114	27	88	22	78	19
tim. maxvärde	52	22	105	31	169	38	200	40	167	47

Resultaten från spridningsberäkningarna med alternativa rökgashalter redovisas i tabell 6. I tabellen framgår att de högsta halterna förekommer vid byggnaderna 04 och byggnad 05. Miljökvalitetsnormens värden underskrids vid samtliga byggnader och receptorhöjder. Det högsta värdet 190 µg/m³ som 99,8 percentil förekommer vid byggnad 04 med en receptorhöjd på 40 meter ovan marknivå. Det ska dock poängteras att byggnad 04 planeras att få en byggnadshöjd på maximalt ca 30 meter ovan marknivå och på denna nivå ligger kvävedioxidhalterna väl under normerna. Det maximala timmedelvärdet förekommer vid byggnad 04 men med en receptorhöjd på 50 meter ovan marknivå.

Tabell 6. Resultat från spridningsberäkningarna vid respektive byggnad och höjd ovan marknivå (alternativ)

Kvävedioxid inkl. bakgrund (µg/m ³)	Höjd ovan mark (m) / scenario				
	20 Alternativ	30 Alternativ	40 Alternativ	50 Alternativ	60 Alternativ
byggnad 04 (30 + 85 meter)					
årsmedelvärde	16	19	20	18	16
tim. 99,8 percentil	37	98	190	116	89
tim. maxvärde	38	106	259	375	263
byggnad 05 (30 + 85 meter)					
årsmedelvärde	16	17	18	17	16
tim. 99,8 percentil	37	65	105	121	74
tim. maxvärde	41	83	144	277	275
byggnad 06 (42 + 91 meter)					
årsmedelvärde	16	16	16	16	16
tim. 99,8 percentil	38	44	52	59	47
tim. maxvärde	45	60	122	175	164
byggnad 15 (39 + 91 meter)					
årsmedelvärde	16	16	16	16	16
tim. 99,8 percentil	36	60	76	60	54
tim. maxvärde	38	70	110	129	108

8.2 Svaveldioxid

Resultaten från spridningsberäkningarna med villkorsvärden och praktiskt förekommande värden år 2019 redovisas i tabell 7. I tabellen framgår att de högsta halterna förekommer vid byggnaderna 04 och byggnad 05. Vid en receptorhöjd på 40 meter ovan mark konstateras det att en halt som 99,7 percentil på 268 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ förekommer vid byggnad 04. Miljökvalitetsnormens värde som 99,7 percentil är 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Det maximala beräknade timmedelvärdet är 584 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket förekommer vid byggnad 04 med en receptorhöjd på 50 meter ovan marknivå. Det ska dock poängteras att byggnad 04 planeras att få en byggnadshöjd på maximalt ca 30 meter ovan marknivå. Samtliga beräknade värden ligger under miljökvalitetsnormens värden. Samtliga redovisade värden inkluderar bakgrundshalter.

Tabell 7. Resultat från spridningsberäkningarna vid respektive byggnad och höjd ovan marknivå (villkor, 2019)

SO ₂ inkl. bakgrund ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Höjd ovan mark (m) / scenario									
	20		30		40		50		60	
	Villkor	2019	Villkor	2019	Villkor	2019	Villkor	2019	Villkor	2019
byggnad 04 (30 +85 meter)										
årsmedelvärde	4	2	8	2	11	2	6	2	3	2
dygn 98 percentil	16	3	49	4	64	4	35	3	14	2
tim 98 percentil	27	3	87	5	121	5	53	3	14	2
tim. 99,7 percentil	37	4	131	8	268	9	131	5	92	3
tim. maxvärde	39	4	149	10	397	25	584	24	403	15
byggnad 05 (30 +85 meter)										
årsmedelvärde	4	2	5	2	7	2	6	2	4	2
dygn 98 percentil	15	3	25	3	39	3	28	3	14	2
tim 98 percentil	26	3	51	3	66	4	49	3	24	2
tim. 99,7 percentil	37	4	77	5	139	7	145	6	72	3
tim. maxvärde	44	4	111	8	211	14	425	29	422	20
byggnad 06 (42 +91 meter)										
årsmedelvärde	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
dygn 98 percentil	13	2	12	2	13	2	11	2	10	2
tim 98 percentil	24	3	22	3	22	2	19	2	14	2
tim. 99,7 percentil	37	4	46	4	57	4	52	3	40	3
tim. maxvärde	51	5	74	6	175	8	261	8	242	6
byggnad 15 (39 +91 meter)										
årsmedelvärde	3	2	4	2	4	2	4	2	3	2
dygn 98 percentil	13	2	18	3	19	2	16	2	9	2
tim 98 percentil	22	3	31	3	32	3	23	2	14	2
tim. 99,7 percentil	35	4	69	5	91	5	62	4	44	3
tim. maxvärde	39	4	91	7	155	8	186	9	153	11

Resultaten från spridningsberäkningarna med alternativa rökgashalter redovisas i tabell 8. I tabellen framgår att de högsta halterna förekommer vid byggnaderna 04 och byggnad 05. Miljökvalitetsnormens värden underskrids vid samtliga byggnader och receptorhöjder. Det högsta värdet 190 µg/m³ som 99,8 percentil förekommer vid byggnad 04 med en receptorhöjd på 40 meter ovan marknivå. Det maximala timmedelvärdet förekommer vid byggnad 04 men med en receptorhöjd på 50 meter ovan marknivå. Det ska dock poängteras att byggnad 04 planeras att få en byggnadshöjd på maximalt ca 30 meter ovan marknivå.

Tabell 8 Resultat från spridningsberäkningarna vid respektive byggnad och höjd ovan marknivå (alternativ)

SO ₂ inkl. bakgrund (µg/m ³)	Höjd ovan mark (m) / scenario				
	20 Alternativ	30 Alternativ	40 Alternativ	50 Alternativ	60 Alternativ
byggnad 04 (30 + 85 meter)					
årsmedelvärde	3	6	8	5	3
tim. 99,7 percentil	26	93	187	93	65
tim. maxvärde	28	105	279	409	284
byggnad 05 (30 + 85 meter)					
årsmedelvärde	3	4	5	4	3
tim. 99,7 percentil	26	54	99	103	51
tim. maxvärde	31	78	148	299	296
byggnad 06 (42 + 91 meter)					
årsmedelvärde	3	3	3	3	3
tim. 99,7 percentil	26	33	40	37	28
tim. maxvärde	36	53	123	183	170
byggnad 15 (39 + 91 meter)					
årsmedelvärde	3	3	4	3	3
tim. 99,7 percentil	25	49	64	44	31
tim. maxvärde	28	65	109	131	108

8.3 Partiklar som PM₁₀

Resultaten från spridningsberäkningarna med villkorsvärden och praktiskt förekommande värden år 2019 redovisas i tabell 9. I tabellen framgår att de högsta halterna förekommer vid byggnaderna 04 och byggnad 05. Vid en receptorhöjd på 40 meter ovan mark konstateras det att en halt som 90 percentil för dygnsmedelvärden på 22 µg/m³ förekommer vid byggnad 04. Miljökvalitetsnormens värde som 90 percentil för dygnsmedelvärden är 50 µg/m³. Det maximala beräknade timmedelvärdet är 204 µg/m³ vilket förekommer vid byggnad 04 med en receptorhöjd på 50 meter ovan marknivå. Det ska dock poängteras att byggnad 04 planeras att få en byggnadshöjd på maximalt ca 30 meter ovan marknivå. Samtliga beräknade värden ligger väl under miljökvalitetsnormens värden. Samtliga redovisade värden inkluderar bakgrundshalter.

Tabell 9. Resultat från spridningsberäkningarna vid respektive byggnad och höjd ovan marknivå (villkor, 2019)

PM ₁₀ inkl. bakgrund (µg/m ³)	Höjd ovan mark (m) / scenario									
	20		30		40		50		60	
	Villkor	2019	Villkor	2019	Villkor	2019	Villkor	2019	Villkor	2019
byggnad 04 (30 +85 meter)										
årsmedelvärde	13	12	14	12	15	12	13	12	12	12
dygn 90 percentil	14	12	20	13	22	13	17	12	13	12
tim. maxvärde	24	14	61	20	145	36	204	34	150	26
byggnad 05 (30 +85 meter)										
årsmedelvärde	13	12	13	12	14	12	13	12	13	12
dygn 90 percentil	14	12	16	12	17	12	16	12	14	12
tim. maxvärde	26	14	48	18	81	25	155	40	153	31
byggnad 06 (42 +91 meter)										
årsmedelvärde	12	12	12	12	13	12	12	12	12	12
dygn 90 percentil	14	12	14	12	14	12	13	12	13	12
tim. maxvärde	28	15	36	16	70	19	98	19	92	17
byggnad 15 (39 +91 meter)										
årsmedelvärde	12	12	13	12	13	12	13	12	12	12
dygn 90 percentil	14	12	14	12	15	12	14	12	13	12
tim. maxvärde	25	14	42	17	63	19	73	19	64	21

Resultaten från spridningsberäkningarna med alternativa rökghalter redovisas i tabell 10. I tabellen framgår att de högsta halterna förekommer vid byggnaderna 04 och byggnad 05. Miljökvalitetsnormens värden underskrids vid samtliga byggnader och receptorhöjder. Det högsta värdet 190 µg/m³ som 99,8 percentil förekommer vid byggnad 04 med en receptorhöjd på 40 meter ovan marknivå. Det maximala timmedelvärdet förekommer vid byggnad 04 men med en receptorhöjd på 50 meter ovan marknivå. Det ska dock poängteras att byggnad 04 planeras att få en byggnadshöjd på maximalt ca 30 meter ovan marknivå.

Tabell 10 Resultat från spridningsberäkningarna vid respektive byggnad och höjd ovan marknivå (alternativ)

PM ₁₀ inkl. bakgrund (µg/m ³)	Höjd ovan mark (m) / scenario				
	20 Alternativ	30 Alternativ	40 Alternativ	50 Alternativ	60 Alternativ
byggnad 04 (30 +85 meter)					
årsmedelvärde	12	13	14	13	12
dygn 90 percentil	13	17	19	15	13
tim. maxvärde	21	46	104	148	106
byggnad 05 (30 +85 meter)					
årsmedelvärde	12	13	13	13	12
dygn 90 percentil	13	15	16	15	13
tim. maxvärde	22	37	61	111	110
byggnad 06 (42 +91 meter)					
årsmedelvärde	12	12	12	12	12
dygn 90 percentil	13	13	13	13	13
tim. maxvärde	23	29	52	72	68
byggnad 15 (39 + 91 meter)					
årsmedelvärde	12	12	13	12	12
dygn 90 percentil	13	14	14	13	13
tim. maxvärde	21	33	48	55	47

8.4 Metaller

Resultaten från spridningsberäkningarna med villkorsvärden tabell 11. I tabellen framgår att de högsta halterna förekommer vid byggnaderna 04 och byggnad 05. Vid en receptorhöjd på 40 och 50 meter ovan mark konstateras det att en halt på 0,002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eller 2 ng/m^3 förekommer vid byggnad 04 och 05. Det maximala beräknade timmedelvärdet är 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket förekommer vid byggnad 04 med en receptorhöjd på 60 meter ovan marknivå. Det ska dock poängteras att byggnad 04 planeras att få en byggnadshöjd på maximalt ca 30 meter ovan marknivå. Samtliga värden är mycket låga och bedömningen är att miljö kvalitetsnormernas årsmedelvärden underskrids med marginal. Miljö kvalitetsnormens värde beräknad som ett summavärde för metallerna arsenik, bly, nickel och kadmium är ca 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmedelvärde. Bedömningsgrund för korttidsvärde för metaller saknas.

Tabell 11. Resultat från spridningsberäkningarna vid respektive byggnad och höjd ovan marknivå (villkor)

Metaller ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Höjd ovan mark (meter)				
	20 Villkor	30 Villkor	40 Villkor	50 Villkor	60 Villkor
byggnad 04 (30 +85 meter)					
årsmedelvärde	0,0003	0,001	0,002	0,002	0,001
tim. maxvärde	0,10	0,39	0,94	1,55	1,71
byggnad 05 (30 +85 meter)					
årsmedelvärde	0,0002	0,0006	0,001	0,001	0,001
tim. maxvärde	0,11	0,32	0,52	1,28	1,13
byggnad 06 (42 +91 meter)					
årsmedelvärde	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0003
tim. maxvärde	0,13	0,21	0,47	0,65	0,55
byggnad 15 (39 +91 meter)					
årsmedelvärde	0,0003	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004
tim. maxvärde	0,12	0,26	0,41	0,41	0,39

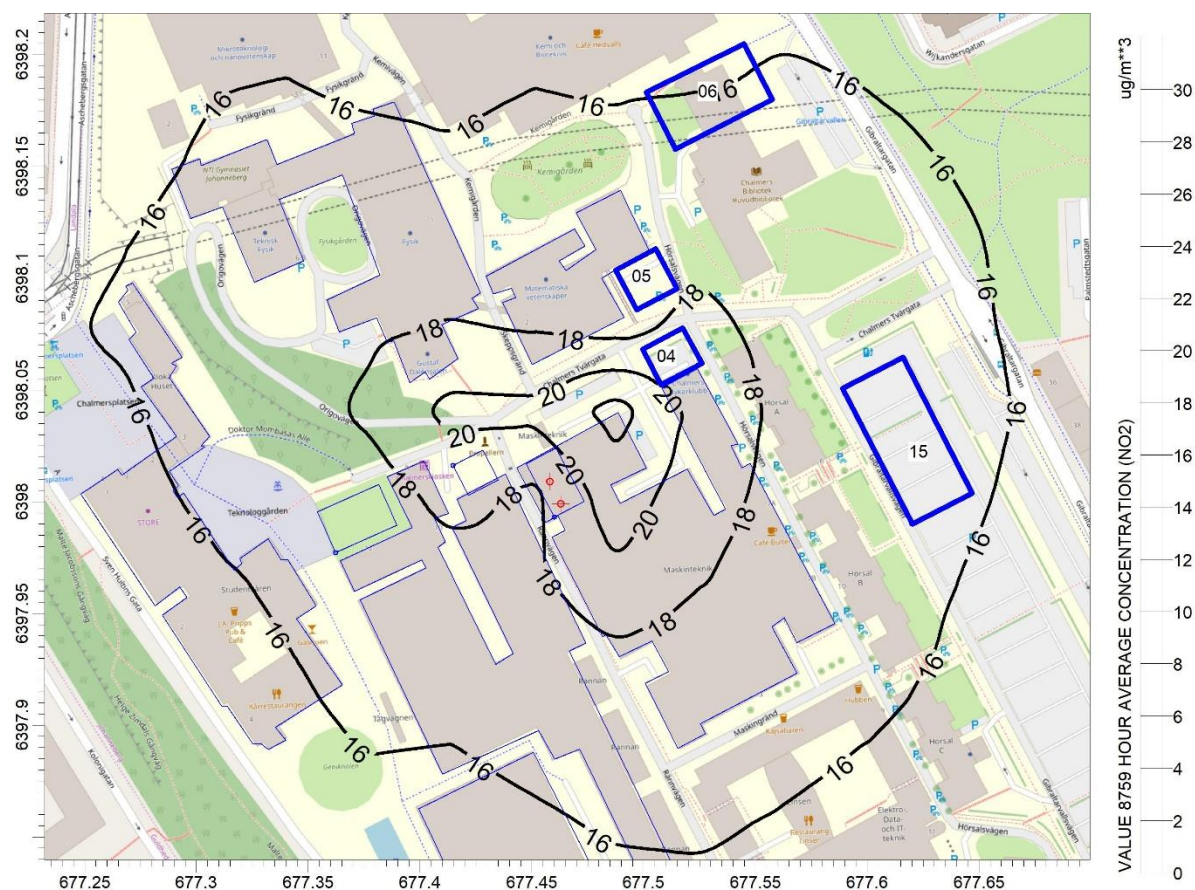
Resultaten från spridningsberäkningarna med alternativa rökgashalter redovisas i tabell 12. I tabellen framgår att de högsta halterna förekommer vid byggnad 04. Vid en receptorhöjd på 40 meter ovan mark konstateras det att en halt på 0,0014 µg/m³ eller 1,4 ng/m³ förekommer vid byggnad 04. Det maximala beräknade timmedelvärdet är 1,3 µg/m³ vilket förekommer vid byggnad 04 med en receptorhöjd på 60 meter ovan marknivå. Det ska dock poängteras att byggnad 04 planeras att få en byggnadshöjd på maximalt ca 30 meter ovan marknivå. Samtliga värden är mycket låga och bedömningen är att miljö kvalitetsnormernas årsmedelvärden underskrids med marginal. Miljö kvalitetsnormens värde beräknad som ett summavärde för metallerna arsenik, bly, nickel och kadmium är ca 0,5 µg/m³ som årsmedelvärde. Bedömningsgrund för korttidsvärde för metaller saknas.

Tabell 12 Resultat från spridningsberäkningarna vid respektive byggnad och höjd ovan marknivå (alternativ)

Metaller (µg/m ³)	Höjd ovan mark (meter)				
	20 Alternativ	30 Alternativ	40 Alternativ	50 Alternativ	60 Alternativ
byggnad 04 (30 +85 meter)					
årsmedelvärde	0,0002	0,0008	0,0014	0,0012	0,0005
tim. maxvärde	0,07	0,28	0,69	1,14	1,26
byggnad 05 (30 +85 meter)					
årsmedelvärde	0,0002	0,0004	0,0008	0,0008	0,0004
tim. maxvärde	0,08	0,23	0,38	0,94	0,83
byggnad 06 (42 +91 meter)					
årsmedelvärde	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0002
tim. maxvärde	0,10	0,16	0,34	0,47	0,41
byggnad 15 (39 +91 meter)					
årsmedelvärde	0,0002	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003
tim. maxvärde	0,09	0,19	0,30	0,30	0,29

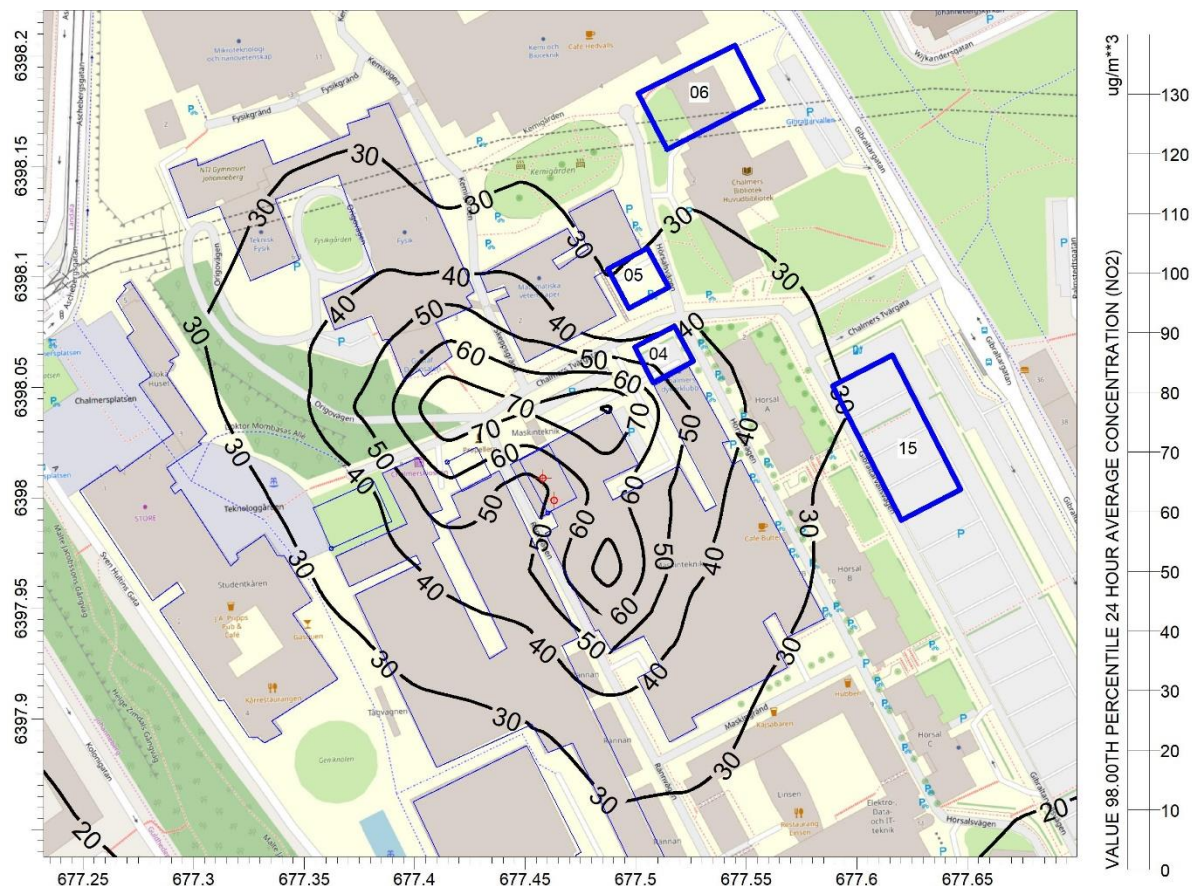
8.5 Spridningsberäkningar presenterade med hjälp av typ isopleth linjer avseende villkorsutsläpp av kväveoxider med en receptorhöjd på 30 meter ovan marknivå.

8.5.1 Resultat avseende årsmedelvärden för kvävedioxid



Resultaten från spridningsberäkningarna visar att halterna vid byggnad 04 ligger på ca 21 µg/m³ vid byggnad 05 på ca 18 µg/m³ vid byggnad 06 på ca 17 µg/m³ vid byggnad 15 på ca 17 µg/m³. Miljökvalitetsnormens värde på 40 µg/m³ underskrids vid samtliga byggnader med marginal.

8.5.2 Resultat avseende 98-percentil för dygnsmedelvärden av kvävedioxid



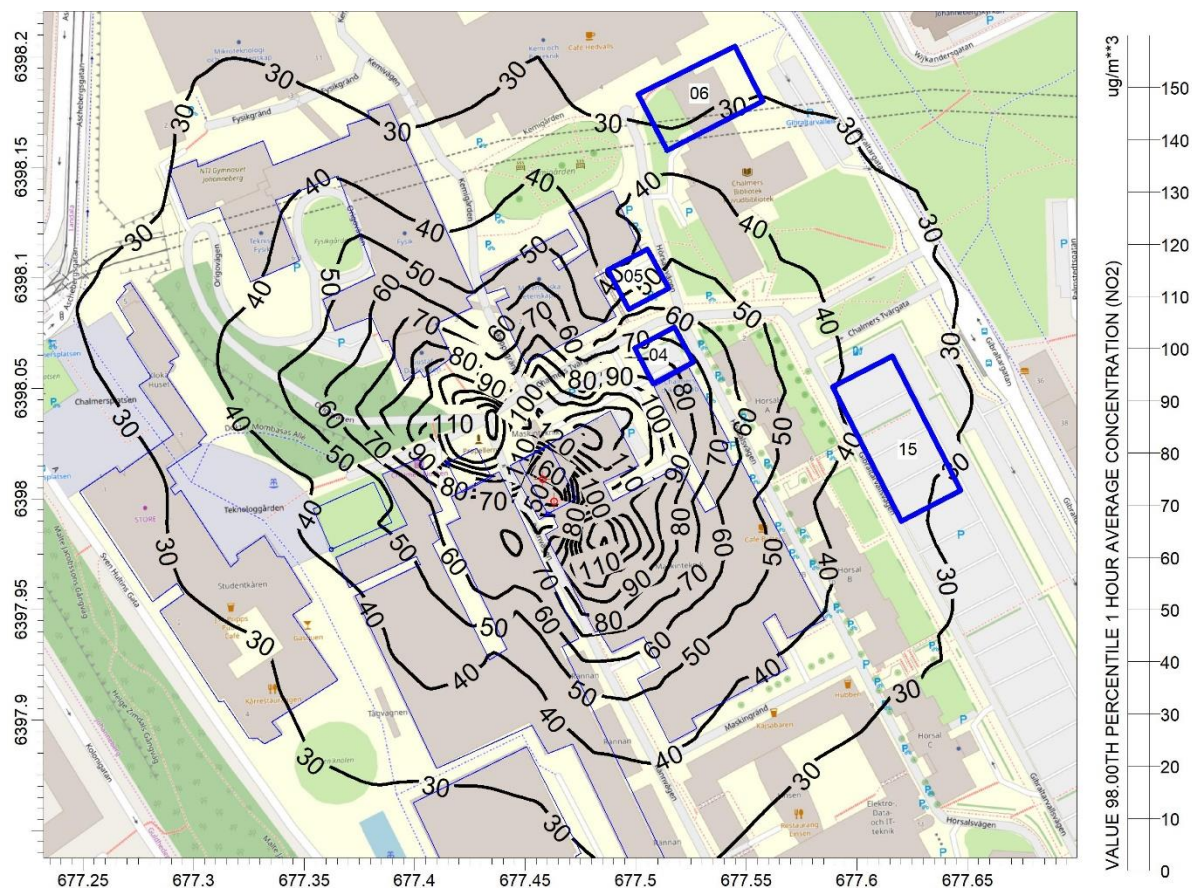
Resultaten från spridningsberäkningarna visar att halterna vid byggnad 04 ligger på ca 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid byggnad 05 på ca 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid byggnad 06 på ca 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid byggnad 15 på ca 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Miljökvalitetsnormens värde på 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ underskrids vid samtliga byggnader.

20(24)

RAPPORT
2020-09-30

SPRIDNINGSBERÄKNINGAR AVSEENDE UTSLÄPP AV
LUFTFÖRORENINGAR FRÅN CHALMERS KRAFTCENTRAL

8.5.3 Resultat avseende 98-percentil för timmedelvärden av kvävedioxid



Resultaten från spridningsberäkningarna visar att halterna vid byggnad 04 ligger på ca 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid byggnad 05 på ca 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid byggnad 06 på ca 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid byggnad 15 på ca 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Miljökvalitetsnormens värde på 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tangeras vid byggnad 04 och underskrids vid de övriga byggnaderna.

8.5.4 Resultat avseende 99,8-percentil för timmedelvärden av kvävedioxid



Resultaten från spridningsberäkningarna visar att halterna vid byggnad 04 ligger på ca 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid byggnad 05 på ca 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid byggnad 06 på ca 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid byggnad 15 på ca 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Miljökvalitetsnormens värde på 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ underskrids vid samtliga byggnader.

9 Rökgasplymen och exponering vid byggnader

9.1 Allmänt om skorstensutsläpp och rökgasplymer

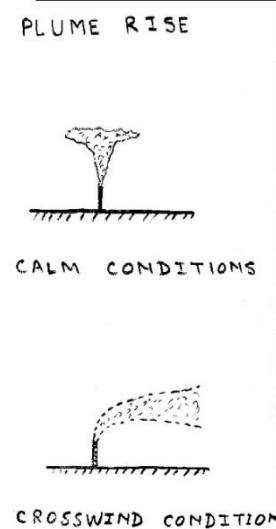
När rökgaserna avgår från en skorsten är de i allmänhet varmare än den omgivande luften, i samverkan med att rökgaserna har ett flöde/hastighet innebär det att rökgaserna stiger en bit ovanför skorstenshöjden. Denna förutsättning kallas för plymlyft eller skorstenstillägg. När väl rökgaserna har lämnat skorstenen skapas en rökgasplym där temperaturen i rökgasplymen och utspädning av rökgasens koncentration av luftföroreningar avtar med tiden och avståndet från skorstensmynningen. Hur denna utspädning och minskning av halten luftföroreningar i rökgasplymen är beror till stor del på den omgivande luftens egenskaper. Graden av turbulens och utspädning varierar mycket beroende på det rådande väderläget. Två viktiga faktorer är vindhastigheten och den vertikala temperaturgradienten. När det gäller episoder av generellt förhöjda luftföroreningshalter benämns oftast begreppet inversion eller stabil skiktning.

9.2 Exempel på olika rökgasplymer och effekter på luftföroreningshalterna

I Göteborg förekommer oftast de högsta luftföroreningshalterna (undantag är slitagepartiklar från vägtrafiken) i marknivå när det råder markinversion. De marknära utsläppen från exempelvis biltrafiken kan då innebära förhöjda luftföroreningshalter oftast på morgonen och på eftermiddagen/kväll där människor vistas. Vid mycket speciella episoder kan dock markinversioner förekomma där blandningshöjden i staden ligger på en låg nivå under flera dygn och därmed orsaka s.k. ackumulerings effekter där skorstensutsläppens föroreningar tillsammans med övriga utsläpp byggs upp under blandningsskiktet och kan orsaka mycket höga halter av luftföroreningar, dessa episoder är ovanliga (förekommer ibland i Paris, Aten etc.). I Göteborg är detta fenomen mycket sällsynt dock förekom en motsvarande situation år 2010 med höga luftföroreningshalter i centrala Göteborg.

För att höga halter av luftföroreningsutsläpp ska förekomma i marknivå från ett skorstensutsläpp krävs det att luften är turbulent (god omblandning) och att rökgasplymen på dettas sätt kan närma sig marken. Vindhastigheten vid dessa tillfällen ligger oftast på mer än 3 m/s alltså inte normalt när markinversioner förekommer.

I figuren bredvid, finns två exempel på rökgasplymens utseende vid stabil skiktning dels vid mycket låga vindhastigheter (markinversion) där rökgasplymen stiger rakt upp eventuellt till ett blandningsskikt dels när en vind förekommer där rökgasplymen följer vindriktningen.



9.3 Analys av rökgaspolymer vid Chalmers kraftcentral

Den använda spridningsmodellen Calpuff i detta arbete är en s.k. icke steady-state-modell av typ Lagrangian puffmodell. Modellen är att betrakta som mycket avancerad som tar hänsyn till de många förutsättningar som enklare modeller inte klarar utav. En av dessa förutsättningar är möjligheten att ta hänsyn till eventuella ackumulerings effekter, dvs risk att halterna i rökgaspolymer kan byggas upp timma efter timma.

Analys av rökgaspolymer med hjälp av beräkningsprogrammet Calpuff från Chalmers kraftcentral visar att de högsta halterna vid de aktuellt studerade byggnaderna förekommer när vindhastigheten ligger på mellan 3 – 5 m/s. Det visar sig också att rökgaspolymer ändrar sin struktur, fluktuerar, timma för timma och att det inte kan påvisas några ackumulerings effekter vid de aktuella byggnaderna när de högst beräknade halterna har konstaterats.

10 Kontroll av verksamheten och motåtgärder

För att undvika att förhöjda halter uppkommer vid de planerade byggnader har det framkommit förslag på att verksamheten kan kontrolleras med hjälp av att mätutrustning sätts upp vid byggnaderna. Det skulle kortfattat innebära att kontinuerliga mätningar av exempelvis kvävedioxid genomförs på byggnaderna samtidigt som kraftcentralen är i drift. Vid förhöjda uppmätta halter av kvävedioxid vid byggnaderna kan pannorna som är i drift minska sina utsläpp genom att exempelvis sänka effektnivån så att det exponeringsvärde som gäller vid byggnaderna underskrids. Systemet bör även kunna automatiseras.

I dagsläget finns olika tänkbara mätinstrument som kan vara användbara är allt ifrån referensmetoden (för mätning av luftföroreningar i utomhusluft) med hjälp av kemiluminescens teknologi vilket är en relativt kostsam teknik vid inköp och att underhålla till enklare mikrosensorer av typ elektrokemiska instrument som bör kunna vara relevanta för denna typ av applikation. Data från instrumenten kan enkelt överföras i nära realtid med lämplig datalogger och överföringsapplikation via internet. I och med att systemet kan automatiseras bör störning från rökgaspolymer vid byggnaderna kunna undvikas.