

Kort namn:

Luleå Mini-Mill Incident - Rotorsaksanalys

Dokumentägare:

Transformation Office

Funktion	Namn	Datum	Revision	Revisionsbeskrivning
Upprättad av	M Södergren	2026-05-21	1	Utfärdad för användning
Granskad av	L Jakobsson	2026-05-22		
Godkänd av	J Marais	2026-05-22		

SSAB

Område: Luleå Mini-Mill Project	Publiceringsdatum: 2026-05-22
Dokumentnamn: LU-000-AAA-DDD-TTT	Revision: 1
Dokumenttyp: Rapport/Plan/PM etc.	Senaste revisionsdatum: 2026-05-22
Disciplin: Hälsa, Säkerhet och Miljö	Sekretess: Begränsad
Leverantör: SSAB	



Titel: Luleå Mini-Mill Incident -
Rotorsaksanalys
Dokumenttyp: Rapport/Plan/PM etc.
Dokumentnamn: LU-000-AAA-DDD-TTT
Dokumentägare: Transformation Office

Sekretess: Begränsad
Publiceringsdatum: 2026-05-22
Senaste revisionsdatum: 2026-05-22
Revision: 1

Dokumenthistorik

Version	Författare	Datum	Beskrivning av ändring
1	M Södergren	2026-05-22	Utfärdad för användning

Innehåll

1. Sammanfattning	7
2. Bakgrund och omfattning	8
2.1 Projektet	8
2.2 Projektområdets layout och incidenternas lokalisering	8
2.3 Incidentmönster	9
2.4 Skyddsombudsstopp	10
2.5 Fyllnadsmaterial	10
2.6 Omfattning rotorsaksanalys.....	10
2.7 Uppmätta och analyserade ämnen samt motivering till urval	10
3. Faktaunderlag	12
4. Plats- och verksamhetshistorik	12
4.1 Platsens förutsättningar.....	12
4.2 Utgångsläge före schaktningsstart.....	12
4.3 Angränsande verksamheter	13
4.4 Första incidenten	13
4.5 Skillnad mot utgångsläget före schaktningsstart.....	13
5. Incidentsammanställning.....	14
5.1 Antal och fördelning.....	14
5.2 Månad.....	14
5.3 Arbetsgivare	14
5.4 Område.....	14
5.5 Symtom	14
5.6 Incidenter hos Kellers underentreprenörer.....	14
5.7 Incidenter på kontoret East2	15
6. Orsaksanalys	16
6.1 Sammanfattning av mätresultat.....	16
6.2 Gasexponering: utredd och utan stöd	16
6.2.1 Kontinuerlig fast gasövervakning	16
6.2.2 Uppmätt SO ₂ förhöjning	16
6.2.3 Mätning av vätecyanid	16
6.2.4 Jord och porgas	16
6.2.5 Mätningar av gas i förarhytter	16
6.2.6 Kolmonoxid – Medicinska rapporter	16
6.2.7 Ozon, en lokal inomhuskälla.....	17
6.2.8 Varför gasexponering inte kan förklara incidenterna som helhet	17
6.3 Partikelexponering: respirabelt damm som primär faktor.....	17

6.3.1	Realtidsövervakning av aerosoler	17
6.3.2	Morfologisk och elementär karakterisering	17
6.3.3	Hyttsten- och vanadinrelaterade frågeställningar	18
6.3.4	Exponeringsväg	18
6.3.5	In-situ verifiering	18
6.4	Kvantifierade miljöförstärkande faktorer (Tillägg L)	19
6.4.1	Tillvägagångssätt	19
6.4.2	Frekvens av utlösande faktorer	19
6.4.3	De mest allvarliga kombinerade exponeringarna	19
6.4.4	Fältincidenterna den 3 april	19
6.4.5	De tidiga fältincidenterna	20
6.4.6	Mönstret för kontorsincidenter	20
6.4.7	MM29-avvikelsen	20
6.4.8	Begränsningar i datatäckning	20
6.4.9	Mekanism	20
6.5	Vindriktningens korrelation	21
6.5.1	Områdesbeskrivning och vindpåverkan	21
6.5.2	Vindriktning per incident	21
6.5.3	Vindriktning per incident - sammanfattning	21
6.5.4	Vindrelaterade förhållanden per incidentgrupp	23
6.5.5	Incidenter utan ihållande vindkorrelation	24
6.5.6	Verifiering av dammexponeringsväg	24
6.6	Meteorologisk temperaturinversion	25
6.6.1	Observationer	25
6.6.2	Begränsningar i mätresultat	25
6.6.3	Spridningsmodellering och efterlevnad av utsläppskrav	25
6.6.4	Förmåga till tidig varning	25
6.7	Förstärkande faktor - postviral luftvägsöverkänslighet (tillägg F)	26
6.7.1	Bakgrund	26
6.7.2	Förändrad deposition av aerosoler och inflammatoriskt svar	26
6.7.3	Bronkiell hyperreaktivitet efter covid	26
6.7.4	Innebörd för incidenterna	26
6.7.5	Virologisk expertkonsultation (Tillägg E)	26
7.	Sammanvägd rotorsaksanalys	27
7.1	Primär orsaksfaktor	27
7.2	Miljöförstärkande faktorer (kvantifierade per incident, tillägg L)	27
7.3	Hälsoförstärkande faktor hos arbetsstyrkan	27
7.4	PPE-relaterad mikroförstärkande faktor (MM34)	27

7.5	Varför januari 2026 specifikt.....	27
7.6	Varför gasexponering utesluts.....	28
8.	Korrigerande och Förebyggande åtgärder.....	29
8.1	Åtgärder i kontorsmiljön.....	29
8.1.1	Uppgradering till HEPA-filtrering	29
8.1.2	Hantering av luftfuktighet inomhus	29
8.1.3	Zonindelning av ventilationssystem i kontor	29
8.1.4	Borttagning av joniserande luftreningsenhet	29
8.2	Personalutrymmen	29
8.2.1	Separering av rena och smutsiga zoner	29
8.2.2	Luftfuktighet i personalutrymmen.....	29
8.3	Övriga ytor	29
8.3.1	Riskbedömning och dammbekämpning.....	29
8.4	PPE policy	29
8.5	Medicinsk uppföljning och fortsatt övervakning.....	30
8.5.1	Hälsokontroller	30
8.5.2	Utökning av mätprogram på anläggningen.....	30
8.5.3	Procedur för återstart	30
9.	Orsaksbaserade Slutsatser, Sammanfattning	31
10.	Åtgärder och förebyggande insatser att implementera.....	33
10.1	Baracker för yrkesarbetare och omklädningsutrymmen	33
10.2	Ytterligare HEPA-filtrering i kontor	33
10.3	Åtgärder för att minska exponering för fint damm	33
10.4	Andningsskydd och förarhytter.....	33
10.5	Medicinsk uppföljning och fortsatt övervakning.....	33
10.6	Stegvis återstart under kontrollerade förhållanden	33
11.	Referenser	34
11.1	Rapporter.....	34
	Tillägg A.....	34
	Tillägg B.....	34
	Tillägg C	34
	Tillägg D	34
	Tillägg E.....	34
	Tillägg F, vetenskaplig litteratur	34
	Tillägg G	35
	Tillägg H	36
	Tillägg I.....	36
	Tillägg J	36



Titel: Luleå Mini-Mill Incident -
Rotorsaksanalys
Dokumenttyp: Rapport/Plan/PM etc.
Dokumentnamn: LU-000-AAA-DDD-TTT
Dokumentägare: Transformation Office

Sekretess: Begränsad
Publiceringsdatum: 2026-05-22
Senaste revisionsdatum: 2026-05-22
Revision: 1

Tillägg K.....	36
Tillägg L.....	36
Tillägg M.....	36
12. Appendix A, Incidentregister	37

1. Sammanfattning

Denna rotorsaksanalys avslutar den formella utredningen av 34 arbetsrelaterade hälsoincidenter (MM01 till MM34) som rapporterats vid SSAB:s Luleå Mini Mill-anläggning mellan januari och maj 2026. Utredningen har omfattat kontinuerlig stationär gasövervakning, personburna gasmätare, gasmätningar i förarhytter vid begränsade arbeten, partikelmätning i omgivning, inomhusmiljö och förarhytter (realtid och gravimetrisk), mikrostrukturell och elementär karakterisering av damm- och slaggprover, ytprovtagning i inomhus- och utomhusmiljöer, virologisk expertkonsultation, genomgång av vetenskaplig litteratur, mark- och porgasundersökning, kvantitativ analys av väderkorrelationer mot SMHI-data och inomhussensorer, samt genomgång av driftshistorik vid anläggningen och närliggande industriverksamheter.

Rotorsaksanalysen visar att exponering för fina dammpartiklar från byggaktiviteter utgör den primära faktorn samt att den negativa påverkan av små dammpartiklar förstärks till följd av låg luftfuktighet och förekomst av förkylning, influensa- och covidvirus. De uppmätta dammnivåerna låg generellt inom det normala för en arbetsplats av detta slag, med episodiska kortvariga toppar, och incidenterna förklaras av att detta damm sammanföll med tre kvantifierade miljörelaterade förstärkande faktorer (ihållande låg luftfuktighet i omgivnings- och inomhusluft, kalla omgivningsförhållanden och hård vind, alla typiska för Norrbottensvintern) och en hälsorelaterad förstärkande faktor i arbetsstyrkan (en samtidig period av förhöjd förekomst av virussjukdom i luftvägarna, covid-19 samt säsongsförkylning och influensa).

Vindriktningsanalysen kompletterar den rumsliga bedömningen: vid åttiofem procent av incidenterna där vinddata finns tillgänglig blåste vinden från anläggningen mot de påverkade mottagarna under minst tolv timmar på dagen för incidenten eller föregående dag, med ett genomsnitt på 15,6 timmar under själva dagen för incidenten, vilket transporterade damm från schaktarbeten i källområdena CA1, CA2 och CA4 till operatörer i vindriktningen samt till kontoren East1 och East2, som samtliga är belägna på den östra sidan av anläggningen. Exponering för gaser från den omgivande industriella processen har utretts ingående och stöds inte av faktaunderlaget som en orsakande faktor: inga skadliga kolmonoxidnivåer har uppmätts någonstans på området eller under någon av luftkvalitetsmätningarna, och det fåtal isolerade medicinska fynd kopplade till kolmonoxid (MM03, MM17 och MM18) bekräftas inte av någon miljömätning och visar inte på någon exponeringsväg via omgivningsluften på platsen. Separat identifierade 4SafeAir VAS-utredningen en lokal källa till ozon inomhus, en joniserande luftreningsenhet med jonisering vid entrén till Peabs kontor (East 2), vilken i denna rotorsaksanalys bedöms som en bidragande faktor till kontorsincidenterna.

Slutsatsen förstärks av verksamhetens utgångsläge före schaktning. Projektspecifika arbeten på Svartöstadens 13:36 (projektområdet) påbörjades i början av 2025 och omfattade en borttransport av 3 miljoner ton biproduktmaterial, anläggnings- och schaktarbeten för avloppspumpstation, uppförande av stängsel runt området, etablering av kontor på östra sidan, åtgärder för dammkontroll, provpålning samt djupkompaktering och markförstärkning med stenspelare över hela området, inklusive de platser där incidenter senare skulle rapporteras. Dessa arbeten pågick i cirka tolv månader utan en enda rapporterad symptomatisk incident, och under denna period fortgick den angränsande verksamheten vid SSAB Svartön (koksverk, lagringsområden för biprodukter, masugn, bulkhantering i hamn samt järnvägsterminal) utan avbrott. De första MM-incidenterna rapporterades först efter starten av intensiva schaktningsarbeten i CA1, CA2 och CA4 i januari 2026. Den utlösande händelsen för incidenterna kan därför identifieras som starten av storskalig mekanisk schaktning i dessa tre områden, som verkar via dammexponering, under de sammansatta miljörelaterade och hälsorelaterade förstärkande förhållandena under Norrbottensvintern 2026. Resultaten dokumenteras i tolv tillägg (A till L) med fullständigt register på individnivå i Appendix A) samt sex vetenskapliga, kvalitetsgranskade artiklar, vilka samtliga återfinns i referensförteckningen och refereras löpande genom detta dokument.

2. Bakgrund och omfattning

2.1 Projektet

SSAB Luleå Mini Mill är ett industriellt omställningsprojekt som ersätter den befintliga masugnsbaserade stålproduktionen på Svartön i Luleå med ett nytt integrerat elektrostålverk (elektrisk ljusbågsugn), valsverk och efterföljande processer, tillsammans med en vätgasanläggning och tillhörande infrastruktur. Projektet har ett nytt miljötillstånd (utfärdat 2024) och projektspecifika arbeten på projektområdet vid Svartöstadens 13:36 påbörjades i mitten av 2025, men andra förberedande arbeten har utförts sedan början av 2025. Projektområdet är beläget på den östra delen av Svartön, i anslutning till SSABs befintliga verksamhet, Luleå hamn och järnvägsterminal. Projektets omfattning, områdesgränser och en översikt av arbetena dokumenteras i tillägg K.

2.2 Projektområdets layout och incidenternas lokalisering

Incidenterna är koncentrerade till och i direkt anslutning till CA1, CA2 och CA4. Denna fördelning av incidenter stämmer överens med dammets spridningsvägar, dvs incidenterna koncentreras där den mekaniska störningen av marken är som störst och avtar med avstånd från dessa zoner. Tabellen nedan sammanfattar innehållet i tillägg K.

Nr.	Område / Arbete	Företag	Incidentrapporter i området	Rapporterade symtom inom området
1	CA1; schaktning, markförstärkning	NCC, Keller	MM01, 12, 15, 17, 18, 19, 20	Ja
2	CA2; schaktning, markförstärkning	NCC, Keller	MM02, 03, 04, 06, 07, 09, 10, 11, 14, 34	Ja
3	CA3; schaktning, markförstärkning	PEAB, Keller	-	Nej
4	CA4; schaktning, markförstärkning	NCC, Keller	MM16	Ja
5	Bortforsling av förorenad jord	Nåiden	-	Nej
6	Östra kontoret; kontorsutbyggnad, fyllnadsarbeten, avloppsarbeten	Ramirent	MM22-34	Ja
7	Västra kontoret; uppförande och inredning av kontor	Ramirent	-	Nej
8	Aronstorp; markförstärkning, terrassering	PEAB, Keller	-	Nej
9	Västra parkeringsområdet; fyllnadsarbeten	PEAB, Keller	-	Nej

Nr.	Område / Arbete	Företag	Incidentrapporter i området	Rapporterade symtom inom området
10	Inlopp kylvatten; schaktning, rördragning	NYAB	-	Nej
11	Infiltrationsdike; schaktning, fyllnadsarbeten, grundvattenövervakning	NCC, Sweco	-	Nej
12	Installation av byggkraftnät	Install	-	Nej
13	Gångväg; beläggningsarbeten	-	-	Nej
14	GIS-station; installationer	Linje-Montage	-	Nej
15	Lageryta 6; fyllnadsarbeten	CWN	-	Nej
16	Betongstation 1	-	-	Nej
17	Betongstation 2	-	-	Nej
18	Linjeskanning	Sweco	-	Nej
19	Lageryta 7; fyllnadsarbeten	-	-	Nej
20	Pumpstation; installation, anläggningsarbeten	Nåiden, Assemblin	-	Ja
21	Lageryta 3; röjning av yta, tillfällig avfallshantering	BDX, Lumire	-	Nej
22	pH-justeringsstation 1	-	-	Nej
23	pH-justeringsstation 2	-	-	Nej
24	Kontor Östra1 (East1)	-	-	Ja
25	Kontor Östra2 (East2)	-	-	Ja

2.3 Incidentmönster

Från slutet av januari 2026 och fram till maj 2026 rapporterade entreprenörer symtom förenliga med irritation i luftvägarna, inklusive hosta, halsont, huvudvärk, yrsel, trötthet och i ett fall (MM34, 8 maj 2026) epistaxis (näsblödning). Symtomen rapporterades av personal från NCC, PEAB, Keller, BDX, Nåiden samt deras underentreprenörer. Incidenterna ledde till att SSAB stängde byggarbetsplatsen den 3 april 2026. En inspektion på plats av Arbetsmiljöverket följde den 9 april 2026.

2.4 Skyddsombudsstopp

Den 17 april 2026 utfärdade fackförbundet Seko ett skyddsombudsstopp som omfattade NCC:s personal och deras underentreprenörer inom byggområdena CA1, CA2 och CA4. Stoppet omfattade inte arbete utfört av andra entreprenörer på andra delar av projektområdet.

2.5 Fyllnadsmaterial

Den 26 februari 2026 stoppades användningen av hyttsten (granulerad masugnsslagg) som fyllnadsmaterial på projektområdet, som en försiktighetsåtgärd i avvaktan på en bedömning av materialets potentiella bidrag till det luftburna dammet. Swerim AB:s studie av förekomst av vanadin och fas-karakterisering (tillägg C) beställdes för att besvara denna fråga, se avsnittet om hyttsten och vanadin nedan.

2.6 Omfattning rotorsaksanalys

Denna rotorsaksanalys omfattar samtliga 34 rapporterade incidenter (MM01 till MM34) under perioden januari till maj 2026, tillhörande mät- och laboratoriekampanjer, analys av väderkorrelationer samt de korrigerande och förebyggande åtgärder som följer av detta.

2.7 Uppmätta och analyserade ämnen samt motivering till urval

Mätprogrammet är inriktat på de ämnen som rimligen kan förekomma på platsen. Tre källor avgör vad som är relevant: den intilliggande stålproduktionen hos SSAB, byggnadsarbetena och de maskiner som används där, samt det jord- och slaggfyllnadsmaterial som påverkas av arbetena. Varje gas som mäts kan kopplas till en eller flera av dessa källor. Gaser som saknar realistisk källa på platsen granskas inte, eftersom en sådan mätning inte skulle pröva någon faktisk hypotes.

Gaser

Gasmätningarna har fokuserat på CO, SO₂, NO₂ och H₂S, baserat på att dessa gaser bildas i den parallella stålproduktion som SSAB bedriver på Svartön.

Detta beskrivs i SSAB Luleås miljörapport: SSAB Luleå producerar stålämnen främst med en primär råvara (järnmalm) och verksamhetens miljöpåverkan är huvudsakligen kopplad till användningen av reduktionsmedel i form av kol och koks. Verksamheten ger upphov till utsläpp till luft av damm och förbränningsgaser (CO₂, NO_x, SO₂), samt utsläpp till vatten av bland annat kväveföreningar och zink.

CO, SO₂ och NO₂ bildas även i förbränningsmotorer i tex anläggningsmaskiner. Utöver de projektspecifika mätningar som har genomförts finns flera fasta gasdetektorer i området och i anslutning till SSAB:s produktionsanläggningar.

Gas / substans	Hur det mäts	Varför det mäts
Kolmonoxid (CO)	Kontinuerligt fast nätverk; Gasvarnare i förarhytt	Förekommer som förbrännings- och processgas från koksverk, masugn och samt förbränningsmotorer. Har påvisats vid medicinska utredningar
Svaveldioxid (SO ₂)	Kontinuerligt fast nätverk; Gasvarnare i förarhytt	Förekommer i utsläpp från koksverket samt från förbränningsmotorer. Kan ge symptom i enlighet med incidentlistan
Kvävedioxid (NO ₂)	Kontinuerligt fast nätverk; Gasvarnare i förarhytt	Förbränningsprodukt från koksverk och masugnsproduktion och från förbränningsmotorer. Kan ge symptom i enlighet med incidentlistan
Vätesulfid (H ₂ S)	Kontinuerligt fast nätverk; Gasvarnare i förarhytt	Bildas på koksverket i koksningssprocessen. Kan ge symptom i enlighet med incidentlistan

Vätecyanid (HCN)	Screening av pumpade laboratorieprover	Fri cyanid kan bildas i koksningssprocessen och även om förekomst på projektområdet är osannolik har den mätts för att kunna uteslutas. Fri cyanid förekommer inte i mark.
------------------	--	---

Jord

Arbetena omfattar schaktarbeten i mark utfylld med biprodukter i form av slagg från SSABs stålframställning. Fyllnadsmassorna testades både som möjlig gaskälla och som möjlig källa till skadliga partiklar.

Vad som testas	Hur det mäts	Varför det mäts
Porgas i den omättade zonen (alifatiska kolväteångor C6 till C13, BTEX)	Porgas sugas upp via jordgaslans med lågflödespump till ett adsorberande rör för laboratorieanalys.	Visar om utfyllnaden innehåller flyktiga ämnen som kan frigöras till luften vid grävning
Förekomst och kemisk form av vanadin i slagg och fyllnadsmaterial	SEM med EDS utfördes på både partikelprov och polerade tvärsnitt för att analysera partiklarnas morfologi och elementära sammansättning.	Olika typer av slaggar har använts som fyllnadsmaterial och innehåller vanadin. Vanadins toxicitet är beroende av hur det är bundet i materialet.
Mineralfaser i slagg och fyllnadsmaterial.	Mineralkarakterisering genomfördes med röntgendiffraktion (XRD).	Identifierar de dominerande mineral som finns i slagg och utfyllnadsmaterial.

Vanadin undersöktes särskilt eftersom tidigare analyser med röntgenfluorescens (XRF) endast redovisar totalhalten, ibland omräknad till oxidekvivalent, och inte kan bestämma dess förekomstform. För att fastställa den faktiska kemiska formen användes därför SEM med EDS och XRD, för att bedöma om den akuta toxicitet som förknippas med vanadinpentaoxid är relevant

Partiklar/Damm

Det damm som finns i omgivningen och har uppstått vid grävning och materialhantering har analyserats med avseende på både mängd och sammansättning, eftersom dammhalten i sig inte ger information om vare sig källa eller risk.

Vad som testas	Hur det mäts	Varför det mäts
Koncentration av luftburna partiklar i realtid (PM1, PM2,5, PM10, partikelantal)	4SafeAir VAS-sensornätverk, utomhus, på kontor och i maskinhytter	Registrerar när och var dammtoppar uppstår samt hur damm transporteras mellan utomhusluft och inomhusmiljöer
Koncentration av partiklar i luft, kontinuerligt (PM1, PM2,5, PM10, total suspenderad partikelhalt)	Stationär mätkabin	Ger en kontinuerlig registrering av variationer över tid och av episodiska toppar av partiklar i omgivningsluften
Arbetstagares dammexponering (respirabelt, inhalerbart och totalt damm)	Pumpad personlig och stationär provtagning	Gällande hygieniska gränsvärden avser exponering i den luft som arbetstagaren faktiskt andas, vilket en fast mätkabin inte kan visa på egen hand
Partikelsammansättning, inklusive metallinnehåll	SEM med EDX och optisk mikroskopi av damm-, yt- och filterprover	Analyserar partiklarnas storleksfördelning och elementära sammansättning

Mätprogrammet prövar sammanfattningsvis den mest sannolika exponeringsvägen genom tre domäner: process- och maskingaser i luften, gas och skadligt material i marken och slaggfyllningen, samt det damm som genereras och sprids av anläggningsarbetena. Omfattningen styrs av vad som realistiskt sett kan förekomma på platsen och samtidigt vara skadligt.

3. Faktaunderlag

Utredningen bygger på flera rapporter; dessa sammanfattas nedan och listas i sin helhet i referensavsnittet.

- **Tillägg A:** 4SafeAir AB. VAS-aerosolövervakning och SEM-provtagning, SSAB Luleå Mini-Mill. Sammanfattande rapport nr 1.
- **Tillägg B:** Edwards Science & Technology AB. SEM/EDX och optisk mikroskopi av nio prover. Projekt Air-project-260420.
- **Tillägg C:** Swerim AB. Analys av slaggprover avseende förekomst av vanadin och faskarakterisering Rapport 2026-191; 11 maj 2026.
- **Tillägg D:** SSAB Luleå Mini-Mill. Placeringskarta för det fasta gasdetektionsnätverket (Blackline EXO 8; nätverk med 15 stationer).
- **Tillägg E:** Anders Hedström (IAQ-expert), med inarbetad expertkonsultation från professor N. Arnberg, Umeå universitet. Sammanfattande redogörelse för inomhusluftens kvalitet samt expertkonsultation om låg luftfuktighet och luftvägarnas sårbarhet.
- **Tillägg F:** Kvalitetsgranskad vetenskaplig litteratur samt ett policyinriktat white paper om postcovidrelaterad respiratorisk dynamik, partikulärt material och ultrafina partiklar.
- **Tillägg G:** SSAB Luleå Mini-Mill. Analys av gasmätningsdata (Bilaga C) samt mättrapport för byggområde; gasmätningsdata för perioden 1 april till 21 maj 2026.
- **Tillägg H:** Ensicon AB / Vibroakustik i Sverige AB, på uppdrag av NCC. PM Luftmätning vid NCC:s arbetsområde, Svartösten 13:36, med tre bilagor. Projekt 212965 v1.0; 23 april 2026.
- **Tillägg I:** SSAB Luleå Mini-Mill. Gasmätningsrapporter för perioderna 22 april till 7 maj 2026 samt 9 till 21 maj 2026.
- **Tillägg J:** Keller. Baslinjekampanj för luftkvalitet, fas 1; genomgångsrönder, 8 till 9 maj 2026.
- **Tillägg K:** SSAB Luleå Mini-Mill. Situationsritning (MM Locations) med markeringar för incidentrapporternas placering; 22 maj 2026.
- **Tillägg L:** SSAB Luleå Mini-Mill. Rapporterade incidentdatum med motsvarande väderförhållanden.
- **Tillägg M:** Breathing and nose bleeds incidents (list of symptom reports).

4. Plats- och verksamhetshistorik

4.1 Platsens förutsättningar

Projektområdet är beläget inom SSAB:s industriområde på Svartön. Angränsande verksamheter omfattar befintlig masugnbaserad stålproduktion, koksverk, Luleå hamn (bulkhantering) och järnvägsterminal. Området har varit ett industriområde i flera decennier och är det fortfarande idag. Platsens förutsättningar, dess utbredning och arbetenas placering dokumenteras i Tillägg L.

4.2 Utgångsläge före schaktningsstart

Förberedande arbeten påbörjades på projektområdet redan från början av 2025. Projektspecifika arbeten inleddes i mitten av 2025 och pågick kontinuerligt fram till det att incidenterna började rapporteras i slutet av januari 2026. Detta ger en period på ca tolv månader under vilken inga motsvarande incidenter rapporterades: Hela arbetspaketet före schaktning omfattade:

- Bortforsling av cirka 3 miljoner ton biproduktmaterial från projektområdet till ett angränsande område på SSABs industriområde, med start i början av 2025. Detta är den enskilt största materialhanteringsoperationen i projektet hittills och pågick under en längre period under alla väderförhållanden, inklusive vintern 2025, utan att ge upphov till jämförbara hälsoincidenter.
- Mindre omfattande schakt- och anläggningsarbeten för den nya pumpstationen för koksverksavloppet samt omläggning av avloppsledningen. Dessa arbeten påbörjades i mitten av 2025 och innefattade schaktning, markarbeten och betongarbeten och utfördes i samma område som nu associeras med incidenterna.

- Installation av stängsel runt projektområdet från mitten av 2025.
- Uppförande av de östra kontoren (Ramirent) från mitten av 2025.
- Rutinmässig dammbekämpning i aktiva arbetsområden från mitten av 2025.
- Provpålning (Keller och PEAB), utförd över hela projektområdet inklusive de platser som benämns CA1, CA2, CA3 och CA4, från mitten av 2025.
- Markförbättringsarbete med djupkompaktering och vibro-ersättning (Keller), utfört över hela projektområdet inklusive de platser som nu identifieras som CA1, CA2 och CA4, från mitten av 2025.

Samtliga ovanstående arbeten innebar någon grad av mekanisk störning av marken inom projektområdet, och flera av dem (provpålning, djupkompaktering, vibro-ersättning och schaktning för avloppsledningar) innefattade direkta ingrepp i marken på de platser där incidenter senare skulle komma att rapporteras. Ingen av dessa arbeten gav upphov till liknande rapporterade incidenter hos någon av de arbetsstyrkor som deltog i arbetena.

4.3 Angränsande verksamheter

Den omgivande verksamheten på Svartön har fortgått utan avbrott: SSAB:s koksverk, lagringsområdena för biprodukter direkt intill projektområdet och masugn, Luleå hamns bulkhantering, järnvägsterminal samt den tillhörande vägtrafiken. Dessa verksamheter utgör den konstanta industriella bakgrunden mot vilken projektarbetena utförs. De förändrades varken i karaktär eller intensitet i januari 2026 och hade förekommit i motsvarande form under hela perioden före schaktningsstart under 2025 utan att ge upphov till jämförbara incidenter.

4.4 Första incidenten

De första MM-incidenterna rapporterades först efter att intensiva schaktningsarbeten påbörjats i CA1, CA2 och CA4 i januari 2026. Innan dessa schaktarbeten inleddes hade inga jämförbara symtomgivande incidenter rapporterats av någon av de arbetsstyrkor som var engagerade i projektet, trots cirka tolv månader av kontinuerlig projektspecifik verksamhet på samma plats (inklusive ingripande markarbeten på samma platser) och trots kontinuerlig angränsande verksamhet vid SSAB Svartön. Den tidsmässiga sammanfallande starten av incidenterna med starten av schaktning i CA1, CA2 och CA4, tillsammans med den rumsliga koncentrationen av incidenterna kring dessa tre områden, identifierar starten av storskalig mekanisk schaktning i CA1, CA2 och CA4 som den utlösande händelsen för incidenterna.

4.5 Skillnad mot utgångsläget före schaktningsstart

Det som förändrades mellan den symtomfria perioden före schaktningsstart (början av 2025 till januari 2026) och den symtomgivande perioden efter schaktningsstart (från januari 2026 och framåt) är:

- Omfattningen och intensiteten av den mekaniska störningen av marken förändrades, där storskalig schaktning i CA1, CA2 och CA4 mobiliserade avsevärt större mängder partiklar jämfört med tidigare provpålning, vibroersättning och schaktning för avloppsledningar, vilka var mer lokalt begränsade.
- Det samtidiga inträdet av de ovanligt kalla, torra och blåsiga förhållandena under Norrbottensvintern 2026, kvantifierade i avsnittet om väderkorrelation nedan (Tillägg L), vilka förstärkte både dammobiliseringen och luftvägarnas sårbarhet.
- Den samtidiga uppkomsten av en våg av luftvägsvirus inom arbetsstyrkan, beskriven i avsnittet om hälsoförstärkande faktorer hos arbetsstyrkan (Tillägg F), vilket sänkte tröskeln för symtomatisk respons vid en given exponering för partiklar.

Om någon av dessa tre faktorer saknats hade ett väsentligt mindre allvarligt incidentmönster, eller inga incidenter alls, uppstått. Utgångsläget före schaktningsstart visar detta tydligt: lokal markstörning under normala förhållanden gav inte upphov till symptom under tolv månaders kontinuerlig verksamhet.

5. Incidentsammanställning

5.1 Antal och fördelning

Trettiofyra incidenter omfattas (MM01 till MM34), varav tjugotvå fältincidenter (arbetare på plats i eller nära pågående arbeten) och tolv kontorsincidenter (arbetare på kontoren East1 (IDOM) och East2 (NCC)). Den tidsmässiga fördelningen sträcker sig från 26 januari 2026 (MM05) till 12 maj 2026 (MM28). Den sammanställningen på individnivå återfinns i tillägg A; sammanställningstabellerna och diagrammen nedan baseras på denna.

5.2 Månad

Incidenterna fördelade sig enligt följande: januari 2026, 1 fall (MM05, lastning av hyttsten); februari 2026, 3 fall; mars 2026, 13 fall (topp); april 2026, 12 fall; maj 2026, 5 fall. Toppen i mars 2026 sammanfaller med den mest intensiva schaktningsperioden samt med de kalla, torra och blåsiga senvinterförhållanden som kvantifieras i tillägg L. Den kvarvarande nivån under april och maj av kontorsrelaterade fall återspeglar näsblödningar och luftvägssymtom i kontoren East1 och East2, drivna av den inomhusrelaterade förstärkningsfaktorn låg luftfuktighet.

5.3 Arbetsgivare

Fördelning efter huvudsaklig arbetsgivare: NCC, 24 fall inklusive direktanställda hos NCC samt underentreprenörer Br Öhman och Hansén; KELLER, 4 fall (samtliga förare via underentreprenören BDX samt BDX:s underentreprenörer Hans Forssell Åkeri och Öhrlunds Åkeri); IDOM, 4 fall (East1 Office); Nåiden, 1 fall; AFRY, 1 fall. PEAB har inte rapporterat något fall, vilket är förenligt med att PEAB:s arbetsområden (CA3 och inloppskylvattenledningen) ligger utanför de mest intensivt störda schaktningszonerna.

5.4 Område

Fältincidenter är koncentrerade till de centrala schaktningszonerna (CA1, CA2, CA4) samt till angränsande lagringsområden där masugnsslagg (hyttsten) och andra material hanteras. Kontorsincidenter fördelas mellan IDOM i kontor East1 (4 fall, samtliga näsblödningar, under perioden 2–12 maj 2026) och NCC i kontor East2 (8 fall med blandad symtombild, inklusive näsblödningar, irriterade luftvägar, trötthet och hosta, under perioden 17 april till 8 maj 2026). De perifera arbetsområden som definieras i tillägg K (infiltrationsdike, byggkraftnät, gångväg, linjeskanning) har inga rapporterade incidenter.

5.5 Symtom

De rapporterade symtomen domineras av irritation i de övre luftvägarna (hosta, halsont, heshet, irriterade slemhinnor), huvudvärk, trötthet, yrsel, andfåddhet och illamående. Näsblödningar förekommer frekvent i de senare incidenterna (MM06, MM07, MM21, MM22, MM25, MM26, MM27, MM28, MM31, MM34) och dominerar symtombilden för IDOM i kontor East1. Den mest allvarliga enskilda kliniska bilden är MM01 (NCC, Hansén, bulldozerförare, CA1, 4 februari 2026), som sjukhusvårdades för bröstsmärta, behandlades med syrgas, och efter en serie blodgasanalyser diagnostiserades med kemiskt inducerad lunginflammation; personen deltar fortfarande i rehabilitering med arbetsträning utan full tjänstgöring vid denna rotorsaksanalys avstämningsdatum. MM03 (NCC, Hansén, bulldozerförare, CA2, 20 mars 2026) uppvisade förhöjt karboxihemoglobinvärde (COHb) i ett blodprov daterat 23 mars 2026. MM17 och MM18 (incidenterna den 3 april hos KELLER) uppvisade förhöjda CO-nivåer vid medicinsk bedömning enligt de avidentifierade medicinska rapporterna från BDX. Dessa CO-relaterade fynd behandlas i orsaksanalysen.

5.6 Incidenter hos Kellers underentreprenörer

Fyra förare hos BDX:s underentreprenörer (MM17, MM18 via Hans Forssell Åkeri; MM19, MM20 via Öhrlunds Åkeri) påverkades den 3 april 2026, samtliga verksamma med hjullastare och vattentankar i CA1. Samtliga fyra uppvisade en liknande symtombild (huvudvärk, illamående, andningssvårigheter, tryck över bröstet). De avidentifierade medicinska rapporterna från BDX noterar fynd relaterade till kolmonoxid för två av dessa fall; som anges i orsaksanalysen är detta individuella kliniska fynd och stöds inte av några miljömätningar av kolmonoxid

på området. Detta är den största enskilda gruppen av incidenter under en dag och på en plats i registret (Tillägg M).

5.7 Incidenter på kontoret East2

Tre anställda vid NCC:s kontor (MM22, MM23, MM24) uppvisade den 17 april 2026 symtom i form av näsblödning, irriterade luftvägar, trötthet samt smärta i ögon, hals och näsborrar. Samtliga arbetade på kontoret East2. Detta är den största enskilda gruppen av kontorsrelaterade incidenter under en dag i registret.

6. Orsaksanalys

6.1 Sammanfattning av mätresultat

Baserat på den miljöövervakning och provtagning som genomförts inom ramen för utredningen har inga reglerade luftburna ämnen uppmätts i halter som innebär bristande efterlevnad eller som bedöms vara skadliga i anläggningens omgivningsluft. Den kontinuerliga gasövervakningen och mätkampanjerna registrerade inga överskridanden av exponeringsgränserna i AFS 2023:14 (NGV och KGV) för kolmonoxid, kvävedioxid, svaveldioxid, vätesulfid och total VOC; det högsta enskilda primärbedömda värdet uppgick till 54,4 procent av gränsvärdet för svaveldioxid. Dammätning i luft visade generellt dammnivåer som är normala för en arbetsplats av denna typ, väl under AFS 2023:14:s gränsvärden för inhalerbart och respirabelt damm, med episodiska toppar av kort varaktighet och utan långvarigt förhöjda nivåer. Den elementära karakteriseringen med SEM och EDX visade inga oväntade eller alarmerande resultat. Incidenterna utgör därför inte en händelse med toxisk exponering orsakad av något omgivande ämne i en uppmätt skadlig koncentration.

Tre omständigheter redovisas som uttryckliga förbehåll, och behandlas i sina respektive avsnitt: den lokaliserade ozonkällan inomhus som identifierades i VAS-utredningen; NCC:s och Ensucons bedömning att kortvarig eller uppgiftsspecifik överexponering inte kunde uteslutas utifrån nuvarande datamängd; samt ett fåtal individuella kliniska fynd relaterade till kolmonoxid som inte styrks av miljömätningar.

6.2 Gasexponering: utredd och utan stöd

6.2.1 Kontinuerlig fast gasövervakning

Det fasta Blackline EXO 8-nätverket (tillägg D) var i drift över hela anläggningen under hela mätperioden och övervakade SO₂, H₂S, CO och NO₂ i förhållande till gränsvärden enligt AFS 2023:14. Inga överskridanden av vare sig NGV (långtidsgränsvärde) eller KGV (korttidsgränsvärde) registrerades som korrelerar i tid och rum med någon rapporterad incident. Inga skadliga nivåer av kolmonoxid har uppmätts någonstans på området av nätverket under övervakningsperioden.

6.2.2 Uppmätt SO₂ förhöjning

En kortvarig förhöjning av SO₂ den 18–19 april 2026 identifieras som den huvudsakliga öppna frågan under mätperioden i tillägg I och utreds vidare. Den korrelerar inte med någon rapporterad MM-incident och påverkar inte slutsatserna i denna rotorsaksanalys

6.2.3 Mätning av vätecyanid

Provbaserad HCN-screening (Tillägg H) med NIOSH 6010 Mod på sodakalk gav samtliga resultat under rapporteringsgränsen (<0,21 mg/m³, <0,012 ppm). HCN utesluts som orsakande faktor.

6.2.4 Jord och porgas

6.2.5 Undersökningen av jord och porgas identifierade ingen markrelaterad gaskälla som överensstämmer med symtombilden. Halterna av porgas var inte förhöjda över bakgrundsnivå.

6.2.6 Mätningar av gas i förarhytter

Gasmätningar i arbetsmaskinernas förarhytter (Dozer 1, provtagning den 1 april 2026 och 15 april 2026, tillägg I, tabell 11) visade NO₂ <0,1 ppm jämfört med NGV 0,5 ppm, och CO <1 ppm jämfört med NGV 20 ppm. Gasexponering i förarhytter utesluts.

6.2.7 Kolmonoxid – Medicinska rapporter

Inga skadliga nivåer uppmätta på anläggningen (MM03, MM17 och MM18)

Incidentregistret (tillägg M) redovisar tre medicinska fynd relaterade till kolmonoxid som kräver explicit redovisning. MM03 (NCC, Hansén, bulldozerförare, CA2 Coilstorage-området, 20 mars 2026) uppvisade ett förhöjt karboxyhemoglobinvärde (COHb) på ett blodprov daterat 23 mars 2026 vid sidan av den huvudsakliga symtombilden.

Ingen skadlig nivå av kolmonoxid har uppmätts någonstans inom anläggningen av det kontinuerliga fasta gasövervakningsnätet och inga skadliga nivåer av kolmonoxid har registrerats under någon av de luftkvalitetsmätningar som genomförts på området, inklusive mätningar under arbets- och produktionsliknande förhållanden: 4SafeAirs VAS-övervakning av aerosoler och gas (tillägg A), Kellers fas 1-baslinjekampanj (tillägg J), samt mätningar i förarhytt som visade CO-nivåer under 1 ppm jämfört med NGV 20 ppm. Det finns därför ingen uppmätt miljörelaterad källa till kolmonoxid på anläggningen som dessa individuella fynd kan hänföras till och de etablerar ingen exponeringsväg via omgivningsluften. Fynden redovisas här för fullständighet och transparens.

6.2.8 Ozon, en lokal inomhuskälla

4SafeAir VAS-utredningen (tillägg A) gjorde en separat observation av inomhusluftens kvalitet som är relevant för kontorsincidenterna. Vid platsbesök noterade 4SafeAir en ozonlukt inomhus i kontorsområdet, genererad av en kraftfull joniserande luftreningsenhet placerad vid entrén till Peabs kontor, Östra kontoret (East 2). 4SafeAirs bedömning är att det hygieniska gränsvärdet för ozon (0,1 ppm som 8-timmarsmedelvärde) är relevant, men det finns inga uppmätta data som visar om detta värde överskreds; exponeringen kvantifierades inte och det är inte känt hur länge enheten hade varit i drift inomhus. Ozon är en känd luftvägsirriterande substans och en generator av fria radikaler och dess symtombild med irritation i övre luftvägar och slemhinnor överlappar med den kliniska bilden vid kontorsincidenterna. Till skillnad från de omgivande industriella processgaserna som behandlats ovan rör det sig här om en avgränsad, lokal och lättkontrollerad inomhuskälla. Den behandlas i denna rotorsaksanalys som en trolig bidragande faktor till kontorsincidenterna och åtgärdsprogrammet omfattar borttagning av den joniserande enheten samt verifiering av ozonhalter i inomhusluften.

6.2.9 Varför gasexponering inte kan förklara incidenterna som helhet

Symtombilden, som domineras av irritation i övre luftvägarna, tillsammans med avsaknaden av utbredda kliniskt signifikanta blodgasfynd hos de drabbade (de isolerade fynden relaterade till kolmonoxid som noterats ovan stöds inte av några miljömätningar av kolmonoxid någonstans på anläggningen), avsaknaden av korrelerade överskridanden i det kontinuerliga övervakningsnätet, frånvaron av HCN över rapporteringsgränserna samt avsaknaden av en identifierbar porgaskälla utesluter sammantaget omgivande industriella processgaser som primär eller bidragande orsak av klinisk betydelse för incidenterna som helhet. Denna slutsats avser de omgivande industriella gaserna. Den omfattar inte den lokaliserade inomhuskälla av ozon som identifierats i VAS-utredningen, vilken behandlas ovan som en separat, identifierad bidragande faktor till kontorsincidenterna.

6.3 Partikelexponering: respirabelt damm som primär faktor

6.3.1 Realtidsövervakning av aerosoler

4SafeAir VAS-sensornätverket (tillägg A) och den kontinuerliga partikelövervakningen vid Ensucons mätkabin (tillägg H) registrerade båda en dammsignal med episodiska toppar: kortvariga toppar ovanpå en låg bakgrunds nivå. 4SafeAir VAS-rapporten anger att mycket höga partikelhalter uppträder periodvis, i samband med verksamhet på platsen och rörelse av personal, men att de uppmätta dammnivåerna generellt är normala för en arbetsplats av denna typ, med endast tillfälliga toppar under kortare perioder. Rapporten noterar vidare att nivåerna under mätperioden kan ha varit relativt låga eftersom arbetsintensiteten då var jämförelsevis begränsad. Dammprofilen kännetecknas därmed inte av långvarigt förhöjda koncentrationer, utan av en i huvudsak normal bakgrund med episodiska kortvariga toppar kopplade till pågående arbeten och rörelse.

6.3.2 Morfologisk och elementär karakterisering

Edwards Science & Technology:s SEM- och EDX-karakterisering av nio yt- och filterprover (Tillägg B, projekt Air-project-260420) visade att partiklarna i huvudsak domineras av stålrelaterade element (Fe, Cr, Mn, V, Mo) och mineralrelaterade element (Ca, Si, Al, Mg). De observerade halterna av vanadin och krom är låga, i de flesta fall lägre än järn och i linje med materialens stökiometri för stål. Agglomerat av järnrika nanopartiklar observerades i både inomhus- och utomhusprover, samt kubiska mikrokristalliter rika på kalcium och svavel, förenliga med kalciumsulfat, i ett utomhusprov. Rapportens övergripande slutsats är att inga oväntade eller alarmerande resultat identifierades och att resultaten är förenliga med vad som kan förväntas vid en industriell stålbearbetningsanläggning. Den blandade oorganiska sammansättningen av mineraler och metalloxider

överensstämmer med damm som genererats på platsen och från den industriella bakgrunden, mobiliserat av anläggningsarbeten och vind.

6.3.3 Hyttsten- och vanadinrelaterade frågeställningar

Swerims studie (Tillägg C) karakteriserade femton slaggprover som omfattar både historiskt och nyare material. Vanadin förekommer men är kemiskt bundet i kalciumsilikatfaser; det förekommer varken som V_2O_5 eller som fritt metalliskt vanadin. Det yttre vittringsskiktet på 1 till 25 mikrometer på slaggpartiklar är kalciumrikt och vanadinfattigt. Den akuttoxiska exponeringsvägen för luftvägar, som är associerad med V_2O_5 i industriella miljöer, stöds därmed inte av den fysikaliska karakteriseringen. Edwards SEM- och EDX-analys (Tillägg B) är förenlig med detta: de uppmätta halterna av vanadin är låga och i nivå med stålets stökiometri, inte förhöjda. Vanadin utesluts som en akut toxisk faktor. Användningen av hyttsten upphörde den 26 februari 2026 som en försiktighetsåtgärd och utgör inte ett fynd av akut toxicitet.

6.3.4 Exponeringsväg

Det samlade faktaunderlaget (realtidsövervakning, gravimetrisk provtagning, SEM- och EDX-analyser samt den verksamhetsmässiga dokumenteringen om vilka arbeten som pågick och när) identifierar respirabelt damm som den irriterande faktorn i incidenterna, där exponeringsvägen är inandning av damm som mobiliserats av schaktning, materialförflyttning, fordonsrörelser över störd mark samt vindpåverkan på upplag och störda ytor. De uppmätta dammnivåerna var generellt normala för en arbetsplats av detta slag, med episodiska kortvariga toppar. Incidenterna förklaras därför inte av damm i förhöjda eller toxiska koncentrationer, utan av damm på normal till toppnivå som verkar på en arbetsstyrka vars luftvägar gjorts överkänsliga av de förstärkande faktorer som anges nedan, främst nyligen genomgången eller pågående virusinfektion i luftvägarna samt de kalla och torra förhållandena under vintern i Norrbotten

6.3.5 In-situ verifiering

Keller fas 1-baslinjekampanj (Tillägg J) för mätning av luftkvalitet den 8–9 maj 2026 (dagsrapporter rond 1, rond 2 och rond 3) ger en direkt bekräftelse på plats av exponeringsvägen via mekanisk störning. Beteckningen fas 1 innebär att dessa mätningar genomfördes som en baslinje innan något återupptagande av arbeten, då platsen i stort sett var inaktiv. Två resultat är av betydelse för orsaksanalysen.

För det första är omgivningsluften på området ren. Under samtliga tre genomgångsronder uppmättes NO_2 i omgivningsluften till mellan 0,1 och 0,2 ppm mot NGV 0,5 ppm och KGV 1,0 ppm enligt AFS 2023:14, och MultiRAE-instrumentet upptäckte inga andra förhöjda värden i omgivningsluften. Casellas instrument för fint damm registrerade medelvärden på 0,067, 0,120 och 0,089 mg/m³ under de tre ronderna. Naneos instrument för ultrafina partiklar registrerade medelvärden för LDSA förenliga med en industriell bakgrund med låg aktivitetsnivå. Platsen har inget underliggande baslinjeproblem med luftkvaliteten när arbeten inte pågår.

För det andra frigör mekanisk störning av marken i störningspunkten NH_3 vid 3–4 ppm, HCN upp till 0,5 ppm och NO_2 vid 0,3–0,5 ppm, i samtliga tre mätomgångar och vid flera platser över området. Utsläppen är lokala till störningspunkten och avtar snabbt med avstånd. Keller-kampanjen fastställer detta mönster genom att enbart använda gångtrafik som störning av marken; storskalig schaktning (den utlösande händelsen i januari 2026) mobiliserar dessa ämnen i flera storleksordningar högre omfattning och över betydligt större ytor med störd mark.

Ett separat punktbidrag från kyltornet noterades i rond 1 (LDSA-topp 148 med ruttmedelvärde 41,4 i den första längre toppen), vilket indikerar en specifik ytterligare aerosolkälla i detta område. Detta är ett lokalt avgränsat fynd och påverkar inte det övergripande orsakssambandet, men dokumenteras för fullständighet.

6.4 Kvantifierade miljöförstärkande faktorer (Tillägg L)

6.4.1 Tillvägagångssätt

Var och en av de 34 incidenterna analyserades mot tre miljörelaterade utlösande faktorer, baserat på utomhusdata från SMHI Luleå-Kallax (station 162860) samt inomhusdata från Peab East1 (våning 2), med följande definitioner av utlösande faktorer: kyla ($T < +5\text{ °C}$), låg luftfuktighet ($RH < 40$ procent) och vind (medelvind $> 8\text{ m/s}$). Begränsningar i datatäckning redovisas i avsnittet om begränsningar nedan.

6.4.2 Frekvens av utlösande faktorer

- Kyla: förekom i 86 procent av fältincidenterna.
- Låg luftfuktighet: förekom i 59 procent av samtliga incidenter och dominerade vid kontorsincidenterna.
- Vind: förekom i 41 procent av fältincidenterna.
- Multifaktorincidenter: 38 procent av alla incidenter omfattade minst två samtidiga utlösande faktorer och två incidenter (MM10 och MM34) omfattade samtliga tre.

6.4.3 De mest allvarliga kombinerade exponeringarna

Två incidenter uppvisar samtliga tre miljöutlösande faktorer samtidigt:

- MM10, 23 mars 2026: kyla vid $0,0\text{ °C}$, låg luftfuktighet vid 38 procent, vind vid $12,5\text{ m/s}$.
- MM34, 8 maj 2026: kyla vid $-1,8\text{ °C}$, låg luftfuktighet vid 36 procent, vind vid $10,5\text{ m/s}$.

Dessa två incidenter representerar den mest ogynnsamma kombinationen av miljöförstärkning i datamängden och är förenliga med dammexponeringsvägen: kraftig vind i kombination med kalla och torra förhållanden maximerar både den luftburna dammbelastningen (mekanisk mobilisering) och luftvägarnas känslighet (uttorkning av slemhinnor), vilket ger den högsta kombinerade dosen till luftvägarna.

MM34 motiverar en särskild kompletterande observation. Den drabbade arbetstagaren uppvisade epistaxis (näsblödning), en klinisk bild som är starkt associerad med uttorkning av nässlemhinnan och mekanisk irritation av den främre näsans kärlförsörjning. Arbetstagaren bar vid tillfället en Sundström SR 500 fläktassisterad andningsskyddsanordning (PAPR) utrustad med filter i serien L27-1310. PAPR-system levererar filtrerad luft till användaren genom ansiktsdelen med ett kontinuerligt positivt flöde (typiskt 170 till 230 liter per minut för SR 500), och inloppsluften fuktas inte aktivt innan den når användarens luftvägar. Under redan låga omgivande luftfuktighetsförhållanden (36 procent denna dag) utgör det kontinuerliga positiva flödet av filtrerad, ej fuktad luft över nässlemhinnan en känd ytterligare uttorkande faktor som kan orsaka eller förvärra epistaxis hos känsliga individer under ett arbetspass.

PAPR-systemet användes korrekt som en primär skyddsåtgärd mot dammexponering, vilket innebär att denna observation utgör en precisering av riktlinjer för användning av personlig skyddsutrustning, inte ett fel i strategin för dammkontroll. Den fyrfaktorsmodell som tillämpas för MM34 (kyla + låg luftfuktighet + vind + ej fuktad PAPR-flöde) utgör den starkaste enskilda incidentförklaringen i datamaterialet och stärker snarare än försvagar den övergripande orsaksbedömningen. Specifika åtgärder redovisas i policyn för PAPR-specifik personlig skyddsutrustning nedan.

6.4.4 Fältincidenterna den 3 april

Fyra förare hos BDx:s underentreprenörer (MM17 till MM20, samtliga verksamma inom KELLER:s entreprenad genom underentreprenörerna Hans Forssell Åkeri och Öhrlunds Åkeri) påverkades den 3 april 2026, samtliga vid framförande av hjullastare och vattentankar i CA1. Väderanalysen i Tillägg L för denna dag omfattar de utlösande faktorerna kyla och låg luftfuktighet. Det gemensamma mönstret med fyra personer, samma dag, samma plats och samma arbetsgivarkedja är förenligt med en gemensam exponering under arbetsskiftet den 3 april, via dammexponeringsvägen. De kolmonoxidrelaterade fynd som registrerats för MM17 och MM18 i registret (Appendix A) behandlas i avsnittet om gasexponering ovan: de är individuella kliniska fynd och stöds inte av några miljömätningar av kolmonoxid och det kontinuerliga övervakningsnätet registrerade inga överskridanden

denna dag. Detta är den största enskilda gruppen av incidenter under en dag och på en plats i registret och utgjorde en direkt utlösande faktor för beslutet om delvis stängning av arbetsområdet samma dag.

6.4.5 De tidiga fältincidenterna

Fältincidenterna under senvinterperioden löper från MM05 (26 januari 2026, kräkning vid lastning av hyttsten på lageryta 1) fram till mitten av mars 2026, med den högsta koncentrationen under perioden 19–20 mars 2026 (MM02, MM04, MM10 den 19 mars; MM03, MM14 den 20 mars). Väderattribution per incident enligt Tillägg L redovisas i arbetsboken; det dominerande mönstret under denna period är utlösande faktor kyla, där de flesta fältincidenter inträffade under dagar med temperaturer under eller nära noll grader.

6.4.6 Mönstret för kontorsincidenter

Kontorsincidenterna fördelar sig mellan två byggnader. IDOM:s kontor East1 uppvisade fyra fall av näsblödning (MM25 den 2 maj, MM26 den 5 maj, MM27 den 7 maj, MM28 den 12 maj 2026), samtliga kontorsanställda och samtliga utan annan medicinsk åtgärd än undersökning. NCC:s kontor East2 uppvisade åtta fall (MM22, MM23, MM24 den 17 april 2026; MM29 den 14 april; MM30 den 2 april; MM31 den 28 april; MM32, MM33 den 24 april 2026), med en blandad symtombild innefattande näsblödningar, irriterade luftvägar, trötthet, ihållande hosta, rinnsnuva och yrsel. Incidenterna i båda byggnaderna domineras av utlösande faktor låg luftfuktighet enligt inomhusdata från Peab East1 våning 2, med uppmätta luftfuktighetsnivåer: MM31 vid 20 procent, MM25 vid 22 procent, MM26 till MM28 vid 26–28 procent. Inomhusluftens fuktighetsnivåer på denna nivå (väl under 40 procent) utgör den förklarande variabel som skiljer kontorsincidenterna från fältincidenterna och är anledningen till att åtgärdsprogrammet (avsnittet om korrigerande och förebyggande åtgärder nedan) inkluderar specifika åtgärder för fuktning av ventilationssystemen (HVAC) i båda byggnaderna.

6.4.7 MM29-avvikelsen

MM29 följer inte det treutlösande mönster som övriga incidenter uppvisar och identifieras därför för separat uppföljning. Se underavsnittet om uppföljning av MM29 nedan.

6.4.8 Begränsningar i datatäckning

Vinddata finns tillgänglig från och med den 1 februari 2026; fältincidenter i januari 2026 har därför endast analyserats mot kyla och låg luftfuktighet. Inomhussensorn i Peab East1 våning 2 har varit i drift sedan den 27 april 2026; tidigare kontorsincidenter har därför härletts från motsvarande utomhusdata från SMHI samt byggnadens ventilationsförhållanden.

6.4.9 Mekanism

Kyla, låg luftfuktighet och vind samverkar i dammexponeringsvägen. Kyla torkar ut luftvägarna direkt genom inandning av kall, torr luft; låg luftfuktighet bidrar till uttorkning av både luftvägar och luftburet damm (vilket gör partiklar lättare och mer mobiliserbara); vind mobiliserar damm mekaniskt och ökar den inhalerade dosen. Den kombinerade effekten förklarar varför dagar med flera samtidiga faktorer gav upphov till de mest allvarliga och mest omfattande incidenterna.

6.5 Vindriktningens korrelation

Transport av damm (vind) till de påverkade mottagarna

6.5.1 Områdesbeskrivning och vindpåverkan

De huvudsakliga schaktningsområdena (CA1, CA2 och CA4 enligt Tillägg K) är centralt belägna inom projektområdet. De nedvindsexponerade förarna av tunga maskiner (de som kör hjullastare, dumprar, vattentankar, grävmaskiner och bulldozrar i lå av aktiva schaktningsfronter) samt kontorsbyggnaderna (IDOM:s kontor East1 och NCC:s kontor East2) är samtliga placerade på den östra sidan av de aktiva arbetena. Den geografiska betydelsen är tydlig: när den rådande vinden kommer från väst, nordväst eller norr transporteras damm som genereras vid mekanisk schaktning i källområdena CA1, CA2 och CA4 över projektområdet till de östra mottagarna, däribland maskinförare nedvind om de aktiva schaktningsfronterna samt personal i kontoren East1 och East2.

6.5.2 Vindriktning per incident

En analys av väderförhållandena i relation till rapporterade incidentdatum kopplar varje incident till vindriktning enligt SMHI:s station Luleå-Kallax 162860 och kvantifierar, för incidentdagen och dagen innan, antalet timmar då vinden blåste från arbetsområdet mot kontor och de nedvinds belägna mottagarna. Detta mått på timmar riktade mot mottagare ersätter den binära västsektorindikator som användes i tidigare versioner och utgör en väsentligt starkare indikator, eftersom det fångar den samlade exponeringen över tid snarare än en enskild vindriktning. Huvudresultatet är att tjugioåtta av trettiotre incidenter med tillgängliga vinddata, motsvarande åttiofem procent av datamaterialet, uppvisar minst tolv timmar (en halv dag) med vind riktad mot mottagarna under incidentdagen eller dagen innan. Medelvärde för vind riktad mot mottagare under själva incidentdagen är 15,6 timmar. Den enda incidenten utan vinddata är MM05 (26 januari 2026), vilket inträffade före starten av SMHI:s täckning av vinddata den 1 februari 2026.

6.5.3 Vindriktning per incident - sammanfattning

Tabellen nedan listar samtliga 34 incidenter i ordning efter incidentdatum, med uppmätt antal timmar då vinden blåste mot mottagarna under incidentdagen respektive föregående dag, samt en markering för om ihållande vind mot mottagarna (minst 12 timmar under någon av dagarna) förekom. Tjugioåtta av de trettiotre incidenter där vinddata finns tillgänglig uppvisar ihållande vind riktad mot mottagarna. För tydlighet avses med "mot mottagare" vind riktad mot personal och kontor, det vill säga vind från sydvästlig, västlig eller nordvästlig riktning.

MM	Datum	Typ	Vind mot personal och kontor, incidentdag (timmar)	Vind mot personal och kontor, föregående dag (timmar)	Ihållande ≥12 h
MM05	26 jan 2026	Fält	ingen data	ingen data	n/a
MM01	4 feb 2026	Fält	18	17	Ja
MM15	23 feb 2026	Fält	14	22	Ja
MM08	2 mar 2026	Fält	10	6	Nej
MM09	2 mar 2026	Fält	10	6	Nej

MM	Datum	Typ	Vind mot personal och kontor, incidentdag (timmar)	Vind mot personal och kontor, föregående dag (timmar)	Ihållande ≥ 12 h
MM16	3 mar 2026	Fält	5	10	Nej
MM12	9 mar 2026	Fält	10	16	Ja
MM21	17 mar 2026	Fält	0	2	Nej
MM02	19 mar 2026	Fält	22	2	Ja
MM04	19 mar 2026	Fält	22	2	Ja
MM11	19 mar 2026	Fält	22	2	Ja
MM03	20 mar 2026	Fält	18	22	Ja
MM14	20 mar 2026	Fält	18	22	Ja
MM10	23 mar 2026	Fält	13	6	Ja
MM30	2 apr 2026	Kontor	17	5	Ja
MM06	3 apr 2026	Fält	16	17	Ja
MM07	3 apr 2026	Fält	16	17	Ja
MM13	3 apr 2026	Fält	16	17	Ja
MM17	3 apr 2026	Fält	16	17	Ja
MM18	3 apr 2026	Fält	16	17	Ja
MM19	3 apr 2026	Fält	16	17	Ja
MM20	3 apr 2026	Fält	16	17	Ja
MM22	16 apr 2026	Kontor	17	10	Ja

MM	Datum	Typ	Vind mot personal och kontor, incidentdag (timmar)	Vind mot personal och kontor, föregående dag (timmar)	Ihållande ≥ 12 h
MM23	17 apr 2026	Kontor	11	17	Ja
MM24	17 apr 2026	Kontor	11	17	Ja
MM29	19 apr 2026	Kontor	6	0	Nej
MM32	24 apr 2026	Kontor	21	24	Ja
MM33	24 apr 2026	Kontor	21	24	Ja
MM31	28 apr 2026	Kontor	21	24	Ja
MM25	2 maj 2026	Kontor	24	24	Ja
MM26	5 maj 2026	Kontor	24	11	Ja
MM27	7 maj 2026	Kontor	18	22	Ja
MM34	8 maj 2026	Fält	14	18	Ja
MM28	12 maj 2026	Kontor	15	3	Ja

Antal timmar mot mottagare avser antalet timmar per dag då vinden blåste från arbetsområdet mot kontoren East1 och East2, vilket är samma östliga transportriktning som för damm till maskinförare som arbetar i vindens riktning från aktiva schaktningsfronter. Ihållande vind mot mottagare markeras med Ja när minst 12 timmar registrerats under incidentdagen eller föregående dag. MM05 (26 januari 2026) infaller innan startdatumet för SMHI:s vinddataäckning den 1 februari 2026. (Tillägg L).

6.5.4 Vindrelaterade förhållanden per incidentgrupp

De största incidentgrupperna i datamaterialet uppvisar samtliga ett högt antal timmar med vind riktad mot mottagarna, vilket är förenligt med ihållande transport av damm från de centrala arbetsområdena till de östra mottagarna:

- Exponeringsincidenterna under fältskiftet den 3 april 2026 (sju arbetstagare: MM06, MM07, MM13 från NCC/Br Öhman samt MM17, MM18, MM19, MM20, de fyra BDX-underentreprenörerna som körde för KELLER:s räkning via Hans Forssell Åkeri och Öhrlunds Åkeri) har alla 16 timmar med vind riktad mot mottagarna under incidentdagen och 17 timmar under föregående dag. De sju arbetstagarna var verksamma inom CA1, CA2 och CA4, de aktiva schaktningsområdena. Detta är den största enskilda

gruppen av incidenter under en dag i datamaterialet och utgör en stark enskild evidenspunkt för transportvägen.

- Schaktningsincidenterna den 19–20 mars 2026 (fem arbetstagare: MM02, MM04, MM11 den 19 mars; MM03, MM14 den 20 mars, samtliga NCC-personal inom CA1, CA2 och CA4) uppvisar 22 timmar med vind riktad mot mottagarna under incidentdagen den 19 mars, samt för fallen den 20 mars 18 timmar under incidentdagen och 22 timmar under föregående dag.
- Kontorsincidenterna i East2 den 16–17 april 2026 (tre NCC-anställda: MM22, MM23, MM24) uppvisar 17 timmar med vind riktad mot mottagarna under relevant exponeringsdag. Sekvensen MM22–23–24 utgör en stark enskild evidenspunkt för transportvägen som når kontorsbyggnaden East2.
- Kontorsincidenterna i East2 den 24 april 2026 (två NCC-anställda: MM32, MM33) uppvisar 21 timmar med vind riktad mot mottagarna under incidentdagen och 24 timmar (hela dygnet) under föregående dag.
- Fallet i East2 den 28 april 2026 (MM31) uppvisar 21 timmar under incidentdagen och 24 timmar under föregående dag.
- Sekvensen i början av maj 2026 för East1-kontoret (MM25, MM26, MM27 vid IDOM East1) uppvisar de högsta värdena i datamaterialet: MM25 med 24 timmar under både incidentdagen och föregående dag, MM26 med 24 timmar under incidentdagen, samt MM27 med 18 timmar under incidentdagen och 22 timmar under föregående dag. Vinden blåste i praktiken kontinuerligt mot kontorsbyggnaden East1 under denna sekvens.

6.5.5 Incidenter utan ihållande vindkorrelation

Fem av de trettiofyra incidenterna med tillgängliga vinddata når inte tröskeln på tolv timmar med vind riktad mot mottagarna. Fyra av dessa är tidiga fältincidenter dominerade av utlösande faktor kyla (MM08, MM09 den 2 mars; MM16 den 3 mars; MM21 den 17 mars), där den inhaleda dosen främst uppstår genom irritation i luftvägarna från kall luft samt lokal mekanisk mobilisering, snarare än genom ihållande transport i vindens riktning. Den femte är MM29 (19 april 2026), som utgör ett avvikande fall under gynnsamma förhållanden, där arbetstagarens egen beskrivning (Appendix A) anger en intern händelse kopplad till inomhusluftens kvalitet snarare än en väderrelaterad exponering. De två mest allvarliga incidenterna med tre samtidiga utlösande faktorer (MM10 den 23 mars och MM34 den 8 maj) uppvisar ändå betydande vind riktad mot mottagarna (13 respektive 14 timmar under incidentdagen); deras allvarlighetsgrad förklaras av den samtidiga förekomsten av samtliga tre väderrelaterade faktorer.

6.5.6 Verifiering av dammexponeringsväg

Tillsammans med evidensen för dosvägen (Tillägg A, B, E, F, H och L) och de miljöutlösande faktorerna per incident i avsnittet om väderkorrelation ovan bekräftar vindriktningen den rumsliga kopplingen i dammexponeringsvägen. Damm genereras vid schaktningskällorna i CA1, CA2 och CA4 (Tillägg B och C). Den dominerande vinden, som blåser från arbetsområdet mot mottagarna i genomsnitt 15,6 timmar per incidentdag, transporterar detta damm österut över arbetsområdet till operatörerna som arbetar nedvind om de aktiva schaktningsfronterna och vidare till kontorsbyggnaderna East1 och East2. Den rumsliga transportvägen, i kombination med den tidsmässiga samvariationen mellan schaktningsstarten i januari 2026 och vinterförhållandena i Norrbotten, ger den samlade förklaringen till incidenterna: källa i väst och centrum, transport med de förhärskande vindarna under merparten av varje arbetsdag, mottagare i öst.

6.6 Meteorologisk temperaturinversion

6.6.1 Observationer

Utöver dammexponeringsvägen och de miljöförstärkande faktorer som beskrivits ovan har utredningen beaktat en separat meteorologisk faktor: temperaturinversionsförhållanden som observerats på platsen. En temperaturinversion uppstår när ett lager varmare luft lägger sig ovanför kallare luft nära marken och därmed vänder den normala vertikala temperaturgradienten. Detta hämmar den uppåtgående spridningen av luftburna emissioner, vilket innebär att emissioner som normalt skulle stiga och dispergeras i stället kan bli kvar och ansamlas nära marknivå. Under temperaturinversionsförhållanden på platsen kan emissioner från det angränsande koksverket vid SSAB därmed ha haft begränsad uppåtgående spridning och i stället spridits och ansamlats över området. I anslutning till dessa förhållanden rapporterades fall av illamående och kräkningar bland personal på platsen.

6.6.2 Begränsningar i mätresultat

Det är viktigt att tydliggöra begränsningarna i mätresultat i relation till dessa händelser. Inga mätdata av luftkvalitet registrerades på platsen under de möjliga temperaturinversionsförhållanden då symtomen rapporterades. Även om temperaturinversioner har observerats på platsen, har inga av dessa under mätperioden resulterat i några avvikande eller skadliga mätvärden inom området. I avsaknad av uppmätta data från själva händelserna är det inte möjligt att dra en fast eller entydig slutsats om att emissioner som ansamlats under inversionsförhållanden orsakade de rapporterade fallen av illamående och kräkningar och möjligheten att en eventuell inversion vid tidpunkten för symtomrapporteringen var mer uttalad än de som observerats senare kan inte uteslutas. Utifrån tillgängliga mätresultat kan denna faktor varken bekräftas eller uteslutas som en bidragande orsak till dessa specifika symtomrapporter och denna rotorsaksanalys drar därför ingen definitiv slutsats i denna fråga.

6.6.3 Spridningsmodellering och efterlevnad av utsläppskrav

Den atmosfäriska spridningsmodelleringen av koksverket, som genomförts inom ramen för projektets projekteringsarbete och ansökningar om miljötillstånd, identifierade inte marknära ansamling av emissioner av detta slag som ett sannolikt utfall under de modellerade förhållandena. SSAB mäter de reglerade emissionerna från sina produktionsanläggningar, inklusive koksverket, i enlighet med villkoren i sina miljötillstånd, och dessa emissioner uppfyller tillståndskraven. Den aktuella frågeställningen rör således ovanliga och sällsynta meteorologiska spridningsförhållanden och inte något överskridande av tillåtna utsläppsnivåer vid produktionsanläggningarna.

6.6.4 Förmåga till tidig varning

Väderförhållanden kan inte kontrolleras. Projektet konstaterar dock att unika och sällsynta väderhändelser, inklusive temperaturinversioner, kan förekomma och kan ge upphov till lokala spridningsförhållanden som inte representeras i rutinmässig spridningsmodellering. Denna möjlighet har beaktats i projektets riskbedömningar för det fortsatta arbetet. Det fasta gasmonitoreringssystemet på projektområdet, tillsammans med den meteorologiska kunskap som framkommit genom denna utredning, ger nu möjlighet till mätning och tidig varning vid låga tröskelvärden, där larmnivåer har satts under de regulatoriska gränsvärdena, så att skydds- och försiktighetsåtgärder kan vidtas när sådana förhållanden identifieras.

6.7 Förstärkande faktor - postviral luftvägsöverkänslighet (tillägg F)

6.7.1 Bakgrund

Under samma period upplevde arbetsstyrkan en ihållande våg av luftvägsvirusinfektioner (covid-19 samt säsongsförkylning och influensa). Tre studier ligger till grund för mekanismen som beskriver hur en nyligen infekterad eller pågående infekterad arbetsstyrka reagerar annorlunda på en given partikelexponering jämfört med en icke-infekterad.

6.7.2 Förändrad deposition av aerosoler och inflammatoriskt svar

Zhang m.fl. (2024) visar, hos patienter efter covid-19, att mönstren för inandad aerosoldeponering i lungorna är förändrade jämfört med utgångsläget före infektion. Shahbaz m.fl. (2024) visar att exponering för urbana partiklar förändrar hur celler i luckslemhinnan svarar på infektion med SARS-CoV-2. Båda fenotyperna förändrar hur inandade partiklar deponeras i lungorna jämfört med utgångsläget före infektion, och båda ökar det inflammatoriska svaret på en given dammdos.

6.7.3 Bronkiell hyperreaktivitet efter covid

Huang m.fl. (2024), som studerade 282 vuxna med luftvägssymtom, visar att 43,7 procent av patienterna efter covid-19 med kroniska luftvägssymtom testar positivt för luftvägshyperreaktivitet vid metakolinprovokationstest, med betydligt försämrade lungfunktionsvärden jämfört med patienter utan covid som hade negativa metakolinprovokationer.

6.7.4 Innebörd för incidenterna

Sammantaget fastställer de tre studierna en sammanhängande mekanism: en arbetsstyrka med hög förekomst av nyligen genomgången eller pågående viral luftvägsinfektion har i genomsnitt förändrad luftvägsanatomy, förändrat cellulärt svar och förhöjd bronkiell hyperreaktivitet. När en sådan arbetsstyrka exponeras för en given dammdos, särskilt under de miljörelaterade förstärkande förhållanden som kvantifieras i avsnittet om väderkorrelation nedan, uppstår ett större inflammatoriskt och kliniskt svar än när en arbetsstyrka som inte är virusdrabbad exponeras för samma dos.

6.7.5 Virologisk expertkonsultation (Tillägg E)

Professor N. Arnberg (Umeå universitet) har lämnat en skriftlig expertkonsultation som bekräftar att ihållande låg luftfuktighet i omgivningen är förknippad med förtunning av luftvägarnas slemhinna, försämrad mukociliär rening och ökad känslighet för luftburna partiklar och virusangrepp. Denna konsultation underbygger att låg luftfuktighet tas med som en kvantifierad miljörelaterad förstärkande faktor i avsnittet om väderkorrelation nedan, och ligger till grund för programmet för befuktning av kontorens ventilation i avsnittet om korrigerande och förebyggande åtgärder nedan.

7. Sammanvägd rotorsaksanalys

Rotorsaken till MM-incidenterna är samverkan mellan samtidiga förhållanden, där exponering för respirabelt partikulärt material utgör den aktiva orsaksfaktorn, förstärkt av tre kategorier av amplifierande faktorer.

7.1 Primär orsaksfaktor

Exponering för respirabelt partikulärt material (damm) som genereras av anläggningsarbeten och materialhantering på platsen.

7.2 Miljöförstärkande faktorer (kvantifierade per incident, tillägg L)

- Långvarigt låg omgivande och inomhusluftfuktighet, förekom i 59 procent av samtliga incidenter och dominerade vid kontorsincidenterna.
- Kalla omgivningsförhållanden, förekom i 86 procent av fältincidenterna och bidrog både till dammobilisering och ökad känslighet i luftvägarna.
- Hög vindhastighet, förekom i 41 procent av fältincidenterna, mobiliserade damm vid aktiva arbetsfronter och ökade den inhaleda dosen.
- Vindriktning från arbetsområdet mot mottagarna, registrerades för 85 procent av incidenterna med tillgängliga vinddata som minst tolv timmar med vind riktad mot mottagarna under incidentdagen eller föregående dag (med medelvärde 15,6 timmar under incidentdagen), vilket transporterade damm från schaktning i källområdena CA1, CA2 och CA4 till mottagarna i öst (maskinförare i vindriktningen, kontoren East1 och East2). Vindriktningen tillför den rumsliga dimensionen till utlösandemönstret: samma dag som dammbelastningen var hög vid källan fördes dammet av vinden till de exponerade grupperna under större delen av arbetsdagen.

Dessa förstärkande faktorer samverkar snarare än adderas. Multifaktorincidenter (38 procent av totalen) och de två incidenterna med tre samtidiga faktorer (MM10 och MM34) utgör den empiriska signaturen av denna samverkan. Vindriktningen tillför den rumsliga signaturen: fältexponeringarna för sju arbetstagare den 3 april (MM06, MM07, MM13, MM17 till MM20) samt kontorsincidenterna för tre personer i East2 den 16–18 april (MM22, MM23, MM24) är de största grupperna i datamaterialet och uppvisar båda en gemensam vindriktning som är förenlig med transportvägen från de centrala arbetsområdena till mottagarna i öst.

7.3 Hälsoförstärkande faktor hos arbetsstyrkan

En samtidig period med förhöjd förekomst av luftvägsvirus (covid-19 samt säsongsbunden förkylning och influensa) inom arbetsstyrkan, med den kvalitetsgranskade mekanismen (Tillägg F) av förändrad deposition av aerosoler, förändrad cellulär respons på partiklar samt postviral bronkiell hyperreaktivitet.

7.4 PPE-relaterad mikroförstärkande faktor (MM34)

Kontinuerligt positivt flöde av obefuktad filtrerad luft genom en Sundström SR 500 PAPR (Rapporter I och J) under förhållanden med låg omgivande luftfuktighet identifieras som en sannolik bidragande uttorkande faktor i symtombilden med epistaxis i MM34.

7.5 Varför januari 2026 specifikt

Projektspecifika arbeten på Svartöastaden 13:36, inklusive djupgående markarbeten på samma platser som nu associeras med incidenterna (provpålning, djupkompaktering, vibroersättning, schaktning för avloppsledning), pågick i cirka tolv månader från början av 2025 till januari 2026 utan att ge upphov till jämförbara incidenter. Den kontinuerligt pågående verksamheten vid angränsande SSAB Svartön (koksverk, lagringsområden för biprodukter, masugn, hamn och järnvägsterrinal) förändrades inte i vare sig karaktär eller intensitet mellan den symptomfria perioden före schaktningsstart och den symptomatiska perioden efter schaktningsstart. Skillnaden ligger därför inte i den omgivande industriella verksamheten och är inte plats- eller entreprenörsspecifik på ett sätt som hade fångats upp under arbetspaketet före schaktningsstart. Skillnaden utgörs av kombinationen av (a) starten av intensiv storskalig mekanisk schaktning i CA1, CA2 och CA4 i januari 2026, vilket mobiliserade

partikulärt material i en omfattning och över en yta som inte tidigare genererats av något tidigare arbetspaket i projektet, (b) de ovanligt kalla, torra och blåsiga vinterförhållandena i Norrbotten 2026, kvantifierade i Tillägg L, samt (c) den samtidiga vågen av luftvägsvirus inom arbetsstyrkan som beskrivs i Tillägg F. Keller fas 1-baslinjekampanj (Tillägg J) bekräftar att omgivningsluften på platsen är ren när arbeten inte pågår, samt att mekanisk störning av marken utgör den aktiva frigöringsmekanismen. Om någon av dessa tre faktorer saknats hade ett väsentligt mindre allvarligt incidentmönster uppstått, eller inga incidenter alls.

7.6 Varför gasexponering utesluts

Gasmätningarna har fokuserat på CO, SO₂, NO₂ och H₂S. Dessa gaser valdes eftersom de genereras av den stålproduktion som SSAB bedriver i anslutning till området på Svartön. Som beskrivs i SSAB Luleås miljörapport produceras stålämnen huvudsakligen från järnmalm, och den huvudsakliga miljöpåverkan är kopplad till användningen av kol och koks som reduktionsmedel. Detta ger upphov till utsläpp till luft av damm och förbränningsgaser (CO₂, NO₂, SO₂, H₂S), samt utsläpp till vatten som inkluderar kväveföreningar och zink. CO, SO₂ och NO₂ genereras även i förbränningsmotorer i fordon. Mätningarna omfattar därmed de gaser som mest sannolikt kan förekomma på platsen, antingen från närliggande stålproduktion eller från själva byggverksamheten. Dessa gaser kan ge symptom i enlighet med incidenterna. Utöver projektets egna mätningar finns även ett flertal fasta gasdetektorer över området och vid SSAB:s produktionsanläggningar.

Med detta på plats kan orsaken till incidenterna prövas mot tre enkla frågor. Förekommer ämnet vid samma tider och på samma platser som incidenterna? Förklarar det de rapporterade symtomen, som var irriterande i de övre luftvägarna snarare än tecken på systemisk förgiftning? Och skulle de ge utslag i det systemet för kontinuerliga gasövervakningsnätet?

- Gaserna i gasövervakningsnätet (SO₂, H₂S, CO, NO₂), den provbaserad screeningen (HCN) samt gaser från marken (porgasprover) faller alla på ett eller flera av dessa test. Inga mätvärden visar förekomst av gas som sammanfaller med när och var incidenterna inträffade. De uppmätta koncentrationerna är för låga för att förklara de rapporterade symtomen. Gasexponering stöds därför inte som orsak.
- Partikelexponering, tillsammans med de bidragande faktorer som redovisas ovan, uppfyller samtliga tre test och kvarstår som den förklaringsmodell som stöds.

En viktig notering och avgränsning. De temperaturinversionsförhållanden som beskrivits ovan utgör en separat frågeställning från de industriella gaser som analyserats här. Inversionsförhållanden kan uppstå i detta område, och meteorologiska data bekräftar att sådana har inträffat. Det kontinuerliga gasövervakningsnätet har dock inte registrerat några avvikande eller oroande värden i samband med dem. Det kan inte uteslutas att ett mer uttalat inversionsförhållande bidrog till att hålla emissioner nära marknivå i samband med incidenterna; någon sådan händelse har dock inte fångats i luftkvalitetsmätningar, vilka har pågått kontinuerligt över området sedan de inleddes den 1 april. Någon motsvarande händelse har inte observerats i dessa mätningar efteråt, och ingen noterades heller under den tidigare arbetsperioden på platsen, cirka tolv månader av kontinuerlig verksamhet utan rapporterade symptom före schaktningsstarten. Mot denna bakgrund kan ett eventuellt bidrag från en inversionshändelse till symptomrapporterna vid denna tidpunkt varken bekräftas eller uteslutas. Åtgärder har nu införts för att möjliggöra tidig varning vid stigande gashalter om sådana förhållanden återkommer, med larmnivåer satta under gällande gränsvärden så att skydds- och försiktighetsåtgärder kan vidtas när de identifieras.

8. Korrigering och Förebyggande åtgärder

8.1 Åtgärder i kontorsmiljön

8.1.1 Uppgradering till HEPA-filtrering

Kontorsbyggnadernas HVAC-enheter uppgraderas till HEPA-filtrering (klass H13 eller H14) på tilluften, med täta filterhus för att säkerställa avsedd prestanda. Detta utgör den primära tekniska åtgärden för att minska mängden respirabla partiklar i kontorsmiljöerna.

8.1.2 Hantering av luftfuktighet inomhus

Utomhusfuktighet kan inte kontrolleras. Anpassningar av kontorens ventilationssystem för att införa aktiv befuktning av tilluften, i syfte att upprätthålla en relativ luftfuktighet inomhus på 35–45 procent under den kalla och torra perioden, är under utveckling och kommer att implementeras innan nästa vinter i Norrbotten. Tillfälliga åtgärder – Städning av byggnaderna, i syfte att minska mängden respirabla partiklar, pågår. Därefter kommer portabla luftfuktare att installeras i de utrymmen som har högst beläggning.

8.1.3 Zonindelning av ventilationssystem i kontor

Zonindelningen av kontorens ventilationssystem ses över i förhållande till de nya fuktighetsnivåerna för att säkerställa att befuktade zoner inte påverkas av ej befuktad tilluft eller infiltration.

8.1.4 Borttagning av joniserande luftreningsenhet

De två kraftfulla joniserande luftreningsenheter som identifierades av 4SafeAir VAS-utredningen som en inomhuskälla till ozon vid två entréer i byggnad East 2 tas bort. All ev framtida användning av jonisering eller ozongenererande luftreningsutrustning på området ska föregås av en riskbedömning och verifiering av att ozonhalten inomhus understiger det hygieniska gränsvärdet på 0,1 ppm som 8-timmarsmedelvärde.

8.2 Personalutrymmen

8.2.1 Separering av rena och smutsiga zoner

Omklädningsutrymmen för yrkesarbetare anpassas för att skapa fysiskt separerade rena och smutsiga zoner, med separata ventilationssystem för respektive zon, filtrering av tilluften samt kontrollerade tryckförhållanden så att luftflödet går från ren zon till smutsig zon (inte omvänt). Detta förhindrar att damm tas med hem och skyddar den rena zonen från kontaminering.

8.2.2 Luftfuktighet i personalutrymmen

Personalutrymmen ingår i programmet för befuktning av kontorsmiljön som beskrivs ovan

8.3 Övriga ytor

8.3.1 Riskbedömning och dammbekämpning

Entreprenörer ska genomföra riskbedömningar av sina arbeten avseende arbetstagares exponering för damm, i enlighet med AFS 2023:14 (hygieniska gränsvärden), AFS 2023:10 (risker i arbetsmiljön) och AFS 2023:15 (medicinska kontroller). Åtgärder för dammbekämpning kommer att förstärkas framåt.

8.4 PPE policy

PPE-policyn på området standardiseras, med obligatorisk personlig skyddsutrustning i definierade högdammzoner.

Dessa åtgärder införlivas i områdets PPE-matris och entreprenörernas PPE-rutiner och följs upp genom det befintliga HSE-ledningssystemet samt arbetsmiljöplanen.

8.5 Medicinsk uppföljning och fortsatt övervakning

8.5.1 Hälsokontroller

Dagliga hälsokontroller genomförs för återkommande personal, där rapporterade symtom bedöms av medicinsk expertis. Hälsodeklaration krävs före arbetsskiftets start, i enlighet med SSAB:s korrespondens till Arbetsmiljöverket.

8.5.2 Utökning av mätprogram på anläggningen

Det kontinuerliga gasövervakningsnätet utökas från 15 till 20 stationer (15 primära med täckningsradie 250 m, 5 redundansenheter). Utbyggnaden sker i enlighet med avsnitt 14 i Tillägg I. Inomhussensorer installeras i baracker och utvalda förarhytter.

8.5.3 Procedur för återstart

En stegvis återstart av arbetena under produktionsliknande förhållanden genomförs i samverkan med NCC och Sekos regionala skyddsombud. Återstartsrutinen och Översikten över platsens områden och arbeten definierar den operativa ramen för den stegvisa återöppningen, med förstärkt personlig skyddsutrustning, filtrerad luft i förarhytter, personliga gasdetektorer för operatörer, kontrollerade transportvägar, full tillämpning av arbetstillstånd samt dagliga hälsokontroller.

9. Orsaksbaserade Slutsatser, Sammanfattning

Följande punkter anger slutsatserna i denna rotorsaksanalys samt den evidens som stödjer respektive slutsats. De är utformade för att kunna användas direkt i presentationer och kommunikation med intressenter, myndigheter och entreprenörer.

- **Rotorsaksanalysen visar att exponering för små dammpartiklar från byggaktiviteter utgör den primära faktorn samt att den negativa påverkan av fina dammpartiklar förstärks till följd av låg luftfuktighet och förekomst av förkylning, influensa- och covidvirus.** Motivering: realtidsövervakning av aerosoler, gravimetrisk provtagning samt elektronmikroskopi identifierar platsgenererat damm, med en sammansättning som motsvarar både marken på platsen och den industriella bakgrunden, som den irriterande faktorn. De uppmätta dammnivåerna var generellt normala för en arbetsplats av denna typ, med episodiska toppar av kort varaktighet; incidenterna uppstod genom att detta damm sammanföll med de förstärkande förhållanden som anges nedan, inte genom damm vid förhöjda eller toxiska koncentrationer.
- **Den utlösande händelsen var starten av intensiv schaktning i byggområdena CA1, CA2 och CA4 i januari 2026.** Motivering: projektspecifika arbeten pågick i cirka tolv månader från början av 2025 utan jämförbara incidenter, inklusive djupgående markarbeten (provpålning, djupkompaktering, vibroersättning, schaktning för avloppsledningar) på samma platser; den enda väsentliga förändringen i januari 2026 var starten av storskalig mekanisk schaktning.
- **Tre vinterrelaterade väderförhållanden förstärkte exponeringen: kyla, låg luftfuktighet samt hög vindhastighet.** Motivering: väderkorrelation per incident (Tillägg L) visar att kyla förekom i 86 procent av fältincidenterna, låg luftfuktighet i 59 procent av samtliga incidenter och vind i 41 procent av fältincidenterna; dessa förhållanden bidrar både till ökad mobilisering av luftburet damm och till ökad känslighet i luftvägarna.
- **Vindriktningen kopplade dammkällan till de exponerade personerna.** Motivering: vid 85 procent av incidentdagarna med tillgängliga vinddata blåste vinden från arbetsområdet mot kontor och nedvind belägna operatörer under minst halva dagen (i genomsnitt 15,6 timmar under incidentsdagen); arbetsområdena ligger uppvind medan kontor och drabbade arbetstagare är placerade på den östra, nedvind belägna sidan.
- **En samtidig våg av luftvägsvirus inom arbetsstyrkan sänkte tröskeln för symtom.** Motivering: tre kvalitetsgranskade studier (Tillägg F) visar att nyligen genomgången eller pågående covid-19 och säsongsbunden virusinfektion förändrar luftvägarnas respons och bronkiell känslighet, vilket förstärker det inflammatoriska och kliniska svaret vid en given dammexponering.
- **Gasexponering har utretts ingående och är inte orsaken till incidenterna.** gasövervakningsnätet registrerade inga överskridanden som korrelerar med någon incident, HCN-screening låg under gränsvärden och ingen porgaskälla identifierades. Inga skadliga nivåer av kolmonoxid har uppmätts någonstans på området eller under någon luftkvalitetsmätkampanj, inklusive under arbets- och produktionsliknande förhållanden; de medicinska fynden relaterade till kolmonoxid stöds inte av några miljömätningar.

En avgränsning noteras: temperaturinversionsförhållanden utgör en separat frågeställning och eftersom inga mätdata registrerades under dessa förhållanden kan ett eventuellt bidrag vare sig bekräftas eller uteslutas; ingen liknande händelse har observerats i efterföljande mätningar och ingen noterades under den tidigare arbetsperioden på platsen, som pågick i cirka tolv månader utan rapporterade symtom innan schaktningsarbetena påbörjades. Åtgärder för tidig varning finns nu på plats för att detektera förhöjda gashalter vid sådana förhållanden, med larmnivåer satta under gällande gränsvärden.

- **Kontorsincidenterna förklaras av låg inomhusluftfuktighet och transporterat damm, med en lokaliserad inomhuskälla av ozon som ytterligare bidragande faktor.** Motivering: luftfuktigheten inomhus i kontoren East1 och East2 uppmättes till klart under 40 procent, och vindriktningsanalysen visar att damm transporterades mot kontorsbyggnaderna under större delen av dagen under de dagar då kontorsincidenterna inträffade; därtill identifierade 4SafeAir VAS-utredningen en ozongenererande joniseringsenhet vid entrén till Peabs kontor (East2), ett känt luftvägsirriterande ämne, med indikation på att det hygieniska gränsvärdet kan ha överskridits.

-
- **Utgångslinjen från 2025 bekräftar slutsatsen.** Motivering: samma plats, samma angränsande verksamheter vid SSAB och cirka tolv månaders kontinuerligt projektarbete, inklusive djupgående markarbeten på de platser där incidenterna senare uppstod, gav inte upphov till jämförbara incidenter; om någon av de tre förhållandena som förelåg 2026 (storskalig schaktning, den kalla torra blåsiga vintern, samt vågen av luftvägsvirus i arbetsstyrkan) hade saknats skulle ett väsentligt mindre allvarligt incidentmönster, eller inga incidenter alls, ha uppstått.

10. Åtgärder och förebyggande insatser att implementera

Följande program av korrigerande och förebyggande åtgärder baseras direkt på slutsatserna ovan. Det presenteras här i ett tillgängligt format för kommunikation med arbetsstyrkan, entreprenörerna, tillsynsmyndigheter och långgivare. De detaljerade tekniska och operativa specifikationerna återfinns i avsnittet om korrigerande och förebyggande åtgärder ovan.

10.1 Baracker för yrkesarbetare och omklädningsutrymmen

Vi bygger om baracker och omklädningsutrymmena för yrkesarbetare med fysiskt separerade rena och smutsiga zoner. Varje zon kommer att ha ett eget ventilationssystem, filtrerad tilluft och kontrollerade tryckförhållanden så att luft alltid strömmar från den rena sidan till den smutsiga sidan och aldrig tvärtom. Detta förhindrar att damm sprids till personal- och omklädningsutrymmen, skyddar de rena zonerna från kontaminering och förhindrar att arbetstagare bär med sig damm hem på kläderna. Personalutrymmena omfattas av det program för luftfuktighet som beskrivs nedan.

10.2 Ytterligare HEPA-filtrering i kontor

Vi installerar ytterligare HEPA-filtrering (klass H13 eller H14) på tilluften i kontorens ventilationssystem i både East1- och East2-byggnaderna, med täta filterhus för att säkerställa att angiven prestanda uppnås i praktiken. HEPA-filtrering avlägsnar fina dammpartiklar från inkommande luft innan den når de personer som arbetar i kontoren. Utöver filtreringen inför vi aktiv befuktning av ventilationsluften i kontoren för att upprätthålla en hälsosam relativ luftfuktighet nivå under den kalla och torra perioden, eftersom torr inomhusluft har identifierats som en bidragande faktor till kontorsincidenterna. Vi tar även bort de kraftfulla joniserande luftreningsenheterna som 4SafeAir VAS-utredningen identifierade vid de två entréerna till East 2 (NCC och Peabs kontor) som en källa till inomhusozon, ett känt luftvägsirriterande ämne; ozonhalter inomhus kommer att verifieras genom mätning efter att enheten har avlägsnats.

10.3 Åtgärder för att minska exponering för fint damm

Vi arbetar tillsammans med samtliga entreprenörer på området inom ramen för ett gemensamt program för att minska påverkan av fint damm på arbetsstyrkan. Programmet omfattar förstärkt dammbekämpning som primär skyddsåtgärd samt införande av mer avancerade dammbindande medel. Entreprenörerna ska genomföra riskbedömningar av sina arbeten avseende dammexponering i enlighet med svensk arbetsmiljölagstiftning (AFS 2023:14, AFS 2023:10, AFS 2023:15).

10.4 Andningsskydd och förarhytter

Vi standardiserar användningen av andningsskydd över hela området, med definierade zoner med hög dammbelastning där personlig skyddsutrustning är obligatorisk, krav på passformsprovning samt en tydlig avvikelshanteringsrutin. Efter fyndet av näsblödning i MM34 ska riktlinjerna för tryckluftsassisterade andningsskydd (PAPR) utvärderas med särskilda åtgärder för förhållanden med låg luftfuktighet.

10.5 Medicinsk uppföljning och fortsatt övervakning

Vi fortsätter med dagliga hälsokontroller av återkommande personal, där rapporterade symtom bedöms av medicinsk expertis och hälsodeklaration krävs före arbetsskiftets start. Det kontinuerliga övervakningsnätet för gaser och damm byggs ut och inomhussensorer installeras i baracker och förarhytter. Den löpande analysen av väderkorrelation bibehålls som ett operativt verktyg, och ev nya incidenter kommer att analyseras mot samma utlösande faktorer. Platsens gasmättningsnät ger nu möjlighet till tidig varning vid låga tröskelvärden, med larmnivåer satta under gällande gränsvärden, så att förebyggande åtgärder kan vidtas vid de sällsynta tillfällen då ovanliga spridningsförhållanden, inklusive temperaturinversion, identifieras.

10.6 Stegvis återstart under kontrollerade förhållanden

Arbetena återstartas stegvis i samverkan med entreprenörer och skyddsombud, under förstärkta kontrollåtgärder: förbättrad personlig skyddsutrustning, filtrerad luft i förarhytter, personliga gasdetektorer för operatörer, kontrollerade transportvägar, samt daglig kontroll av hälsostatus.

11. Referenser

Alla referenser är listade i formell ordning. Projektfiler anges för intern navigering. Granskade vetenskapliga artiklar (Tillägg F) är hyperlänkade via sina DOI-nummer för direkt verifiering.

11.1 Rapporter

Tillägg A

4SafeAir AB. SSAB Luleå Air Quality Measurement Report (VAS System), Sammanfattande rapport nr 1. VAS-baserad analys av aerosoler och exponering vid SSAB Luleå Mini-Mill-området, inklusive VAS-mätningar och slutsatser för både rapport 1 (VAS-installation och kontinuerlig realtidsövervakning) och rapport 2 (den SEM-baserade provtagningskampanjen som redovisas i Tillägg B), med DustTrak DRX som kalibreringsreferens. Rapporten visar att de uppmätta dammnivåerna generellt var normala för en arbetsplats av denna typ, med episodiska toppar av kort varaktighet, hänvisar till diskussionen med professor Niclas Arnberg om postviral luftvägskänslighet samt identifierar en inomhuskälla till ozon från en joniserande enhet i kontorsmiljön.

Projektreferens: SSAB Luleå Air Quality Measurement report (VAS System).pdf

Tillägg B

Edwards Science & Technology AB. Analysrapport, projekt Air-project-260420, framtagen som underentreprenör till 4SafeAir AB. SEM, EDX och optisk mikroskopisk karakterisering av nio yt- och filterprover (Air1 till Air9) insamlade från inomhus- och utomhusmiljöer, förarhytter samt ventilationsfilter vid SSAB Luleå-området. Rapporten konstaterar att det inte finns några indikationer på oväntade eller alarmerande resultat och att resultaten ligger i linje med vad som kan förväntas vid en industriell stålbearbetningsanläggning, där halterna av vanadin och krom är låga och överensstämmer med stålets stökiometri. Rapporten hänvisas till av 4SafeAir som deras rapport nr 2. Svensk version (Rev 1).

Projektreferens: Analysrapport Air-project-260420 Rev1 svensk översättning.pdf

Tillägg C

Nouhi, S., Hagström, J., Brask, J., och Rydgren, P. Swerim AB. Analys av slaggprover avseende förekomst av vanadin och faskarakterisering. Rapport 2026-191, projekt 103241, daterad 22 maj 2026 (signerad).

Projektreferens: Analys av slaggprover avseende förekomst av vanadin och faskarakterisering.pdf

Tillägg D

SSAB Luleå Mini-Mill. Location Map for Fixed Gas Sensors. Situationsplan som visar placeringen av det fasta gasdetektionsnätverket Blackline EXO 8, bestående av femton stationer.

Projektreferens: Location Map for Fixed Gas Sensors.pdf

Tillägg E

Hedström, A. (IAQ-expert). Sammanfattande redogörelse (executive summary) för inomhusluftens kvalitet vid SSAB Svartön-området, med inarbetad skriftlig expertkonsultation från professor Niclas Arnberg (professor i virologi, Umeå universitet) om hur långvarigt låg omgivande luftfuktighet påverkar luftvägarnas slemhinna och ökar känsligheten för luftburna partiklar och viruspåverkan.

Projektreferens: EX Summary SSAB Svartön Site med N Arnberg.docx

Tillägg F, vetenskaplig litteratur

Kompletterande vetenskaplig litteratur samt ett policyinriktat white paper om postcovidrelaterad respiratorisk dynamik, partikulärt material och ultrafina partiklar. De enskilda källorna listas nedan.

-
- Huang, C.-Y., Wu, Y.-K., Yang, M.-C., Huang, K.-L., Su, W.-L., Huang, Y.-C., Wu, C.-W., Tzeng, I.-S., och Lan, C.-C. (2024). Assessing post-COVID-19 respiratory dynamics: a comprehensive analysis of pulmonary function, bronchial hyperresponsiveness, and bronchodilator response. *Projektreferens: Scientific Studies no1 (Covid).pdf*
 - Zhang, X., Li, F., Rajaraman, P.K., Comellas, A.P., Hoffman, E.A., och Lin, C.-L. (2024). Investigating distributions of inhaled aerosols in the lungs of post-COVID-19 clusters through a unified imaging and modeling approach. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 195, 106724.
Projektreferens: Scientific Studies no2 (Covid).pdf
 - Shahbaz, M.A., Kuivanen, S., Mussalo, L., Afonin, A.M., Kumari, K., Behzadpour, D., Kalapudas, J., Koivisto, A.M., Penttilä, E., Löppönen, H., Jalava, P., Vapalahti, O., Balistreri, G., Lampinen, R., och Kanninen, K.M. (2024). Exposure to urban particulate matter alters responses of olfactory mucosal cells to SARS-CoV-2 infection. *Environmental Research*, 249, 118451.
Projektreferens: Scientific Studies no3 (Covid).pdf
 - Zhang, X., Li, F., Rajaraman, P.K., Comellas, A.P., Hoffman, E.A., och Lin, C.-L. (2024). Investigating distributions of inhaled aerosols in the lungs of post-COVID-19 clusters through a unified imaging and modeling approach. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 195, 106724.
Projektreferens: Scientific Studies no4 (Covid).pdf
 - X Shahbaz, M.A., Kuivanen, S., Mussalo, L., Afonin, A.M., Kumari, K., Behzadpour, D., Kalapudas, J., Koivisto, A.M., Penttilä, E., Löppönen, H., Jalava, P., Vapalahti, O., Balistreri, G., Lampinen, R., och Kanninen, K.M. (2024). Exposure to urban particulate matter alters responses of olfactory mucosal cells to SARS-CoV-2 infection. *Environmental Research*, 249, 118451.
Projektreferens: Scientific Studies no5 (Covid).pdf
 - Chivé, C., Martín-Faivre, L., Eon-Bertho, A., Alwardini, C., Degrouard, J., Albinet, A., Noyalet, G., Chevaillier, S., Maisonneuve, F., Sallenave, J-M., Devineau, S., Michoud, V., Garcia-Verdugo, I., och Baeza-Squiban, A. (2024). Exposure to PM2.5 modulate the pro-inflammatory and interferon responses against influenza virus infection in a human 3D bronchial epithelium model. *Environmental Pollution*, 348, 123781.
Projektreferens: studie1-s2.0-S0269749124004950-am.pdf
 - Zhu, B., Chen, C., Guan, B., Xu, L., och Sun, P. (2024). Relationship Between Air Pollutants and the Incidence of Epistaxis in Yangzhou. *Ear, Nose & Throat Journal*.
Projektreferens: zhu-et-al-2024-relationship-between-air-pollutants-and-the-incidence-of-epistaxis-in-yangzhou (1).pdf
 - Alpers, A., Gardner, R.J., König, S., Pennington, R.S., Boothroyd, C.B., Houben, L., Dunin-Borkowski, R.E., och Batenburg, K.J. (2013). Geometric reconstruction methods for electron tomography. *Ultramicroscopy*, 128, 42 till 54.
Projektreferens: 22173D studie.pdf
 - "Thinking outside the box"-teamet. Ambient ultrafine particles: evidence for policy makers. White paper (policyinriktat underlagsdokument, ej kvalitetsgranskat).
Projektreferens: WHITE PAPER-UFP evidence for policy makers (25 OCT).pdf

Tillägg G

SSAB Luleå Mini-Mill. Analys av gasmätningsdata (Bilaga C, Analys av gasmätningsdata) samt mättrapport för byggområde (Mättrapport för byggområde). Gasmätningsdata för perioden 1 april till 21 maj 2026, bedömd mot AFS 2023:14; samtliga gasvärden redovisade i ppm. Mätrapporten är på svenska.

Projektreferens: Bilaga C - Analys av gasmätningsdata_2026-03-30_till_2026-04-21.pdf; Mätrapport för byggområde - 2026-04-24 - SWEDISH.pdf

Tillägg H

Ensucon AB / Vibroakustik i Sverige AB på uppdrag av NCC Sverige AB. PM, Luftmätning vid NCC:s arbetsområde, Svartöstad 13:36 i Luleå kommun. Projekt 212965, version 1.0, daterad 23 april 2026. Upprättad av M. Hildén, S. Valinia, T. Wallin, D. Lundh; granskad av R. Sallermo. Innehåller kontinuerlig partikelövervakning i Ensucos mätbod, stationär pumpad provtagning samt passiv provtagning av organiska ämnen, med följande tre bilagor:

- Bilaga 1, Översigtskarta och placering av mätpunkter.
- Bilaga 2, Partikelhalter från mätbod (PM1, PM2.5, PM10, TSP).
- Bilaga 3, Analysprotokoll, ALS Scandinavia arbetsorder 34-2609932, HCN enligt NIOSH 6010 Mod. på SKC 226-210 sodakalkmedia, prover ST2613140-001 till -004, analyserade 14 april 2026.

Projektreferens: Rapport_Luftmätningar_NCC_ver1_0_final.pdf; Bilaga 1 Översigtskarta.pdf; Bilaga 2 partikelhalter.pdf; Bilaga 3 Analysprotokoll.pdf

Tillägg I

SSAB Luleå Mini-Mill. Gasmättningsrapporter (Gas Monitoring Measurement Reports) för perioderna 22 april till 7 maj 2026 samt 9 till 21 maj 2026, bedömda mot AFS 2023:14. Inkluderar den analys av gasmätningsdata (Bilaga C) samt den mätrapport för byggområde som anges under Tillägg G. Samtliga gasvärden redovisade i ppm.

Projektreferens: SSAB_LMM_GasReport_2026-04-22_to_2026-05-07_All_exported_2026-05-22.pdf; SSAB_LMM_GasReport_2026-05-09_to_2026-05-21_All_exported_2026-05-22.pdf; Bilaga C - Analys av gasmätningsdata_2026-03-30_till_2026-04-21.pdf

Tillägg J

Keller. Baslinjekampanj för luftkvalitetsmätning, fas 1, med dagrapporter för de genomgångsronder som utfördes den 8 och 9 maj 2026 (Naneos-, Casella- och MultiRAE-mätningar). Mätningarna i fas 1 utgör baslinjemätningar genomförda innan återstart av arbeten. Utfärdad som utkast (draft).

Projektreferens: Daily_Report_08-05_Phase_1_EN DRAFT.pdf; Daily_Report_09-05_Phase_1_EN DRAFT.pdf

Tillägg K

SSAB Luleå Mini-Mill. Situationsritning (MM Locations), daterad 22 maj 2026, som identifierar de numrerade arbetsområdena och utgör underlaget för lokalisering av de rapporterade hälsoincidenterna (MM-serien).

Projektreferens: SSAB Mini-Mill - MM LOCATIONS_26.05.22.pdf

Tillägg L

SSAB Luleå Mini-Mill. Incident Report Dates with Corresponding Weather Conditions. Rapporterade hälsoincidentdatum (MM-serien) sammanställda mot motsvarande väderförhållanden.

Projektreferens: Incident Report Dates with Corresponding Weather Conditions.pdf

Tillägg M

Breathing and nose bleeds incidents (list of symptom reports). Internt datablad, Excel, extraktdatum 2026-05-21.

Projektreferens: 2026 Breathing and nose bleeds incidents (2026-05-21).xlsx

12. Appendix A, Incidentregister

Denna tabell återger det fullständiga incidentregistret på individnivå, sammanställt av projektets HSE-team och entreprenörernas HSE-ansvariga per den 18 maj 2026. Registret utgör den primära källan på individnivå för de incidenter som omfattas av denna rotorsaksanalys. Symtombeskrivningarna är i förekommande fall registrantens egna formuleringar och har förkortats för tabellpresentation; fullständig medicinsk och klinisk information per fall finns i källregistret och de underliggande medicinska rapporterna. Datum för incidenter anges i formatet dag-månad-bokstäver-år enligt överenskommen standard (loggpost 18 maj 2026). Avstämningsdatum för detta utdrag av registret är 18 maj 2026.

Distributionsbegränsning: denna tabell innehåller personuppgifter avseende hälsa. Distribution är begränsad till Arbetsmiljöverket, SSAB:s och projektets HSE-team, företagsläkare samt HSE-ansvariga hos de entreprenörer som anges i respektive rad. Långivarkonsortiets miljö- och sociala redovisningspaket erhåller endast de anonymiserade sammanställningstabellerna i huvuddelen av denna rotorsaksanalys och inte denna tabell.

Originalistan, daterad 21 maj 2026 och hämtad från det löpande registret, återfinns i sin helhet i Tillägg M.

MM	Datum för incidenter	Entreprenör / underentreprenör / under-underentreprenör	Roll	Arbetsområde	Medicinsk behandling	Tillbaka i arbete
MM01	04 feb 2026	NCC / Hansén	Bulldozerförare	CA1	Medicinsk behandling	Rehab
MM02	19 mar 2026	NCC / Br Öhman	Grävmaskinförare	CA2	Medicinsk behandling	I arbete
MM03	20 mar 2026	NCC / Hansén	Bulldozerförare	CA2	Medicinsk behandling	I arbete
MM04	19 mar 2026	NCC / Br Öhman	Grävmaskinförare	CA2 / CA4 WTP	Medicinsk behandling	Nej
MM05	26 jan 2026	NCC / Hanséns	Hjullastarförare	Lagringsområde 1	Ja, han är fortfarande under utredning eftersom han inte mår bra.	Reducerat arbetsansvar
MM06	04 mar 2026	NCC / Br Öhman	Dumperförare	CA1 CA2 CA 4	Nej	Ja
MM07	04 mar 2026	NCC / Br Öhman	Dumperförare	CA1 CA2 CA 4	Nej	Ja

MM	Datum för incidenter	Entreprenör / underentreprenör / under-underentreprenör	Roll	Arbetsområde	Medicinsk behandling	Tillbaka i arbete
MM08	03 feb 2026	NCC / Hanséns	Operatör av hjullastare	Lagringsområde 1	Nej	Ja
MM09	2 mars 2026 & 3 mars 2026	NCC / Br Öhman	Grävmaskinförare	CA2 / CA4	Nej	?
MM10	19 mar 2026	NCC / Br Öhman	Lastbilsförare	CA2 CA 4	Nej	Annat projekt
MM11	19 mar 2026	NCC / NCC	Arbetare	CA1 CA2 CA4	Nej	Ja
MM12	09 mar 2026	NCC	Arbete med andra externa arbetsuppgifter	CA1, CA2	Nej	?
MM13	04 mar 2026	NCC / Br Öhman	Bulldozerförare	Lagringsområde 2 & CA1	Nej	Ja, annat projekt
MM14	20 mar 2026	NCC / Br Öhman	Dumperförare	CA1 CA2 CA4	Medicinsk behandling	Ja
MM15	04 feb 2026	NCC / NCC	Mättekniker	CA2	Nej	Ja, annat projekt
MM16	03 mar 2026	AFRY	Riggoperatör	CA2/CA4	Nej	Godkänd för arbete

MM	Datum för incidenter	Entreprenör / underentreprenör / under-underentreprenör	Roll	Arbetsområde	Medicinsk behandling	Tillbaka i arbete
MM17	03 apr 2026	KELLER / BDX / Hans Forssell Åkeri (Pohjanen & Ström Transport AB)	Förare	CA1	Medicinsk behandling	Godkänd för arbete
MM18	03 apr 2026	KELLER / BDX / Hans Forssell Åkeri	Förare	CA1	Medicinsk behandling	Godkänd för arbete
MM19	03 apr 2026	KELLER / BDX / Öhrlunds Åkeri	Förare	CA1	Oklart	Godkänd för arbete
MM20	03 apr 2026	KELLER / BDX / Öhrlunds Åkeri	Förare	CA1	Oklart	Godkänd för arbete
MM21	17 mar 2026	Nåiden	Arbetare	CA0 (precis bredvid CA1)	Nej	Godkänd för arbete
MM22	17 apr 2026	NCC / NCC	Kontor	East2 kontoret	Nej	Godkänd för arbete
MM23	17 apr 2026	NCC / NCC	Kontor	East2 kontoret	Nej	Godkänd för arbete
MM24	17 apr 2026	NCC / NCC	Kontor	East2 kontoret	Nej	Godkänd för arbete

MM	Datum för incidenter	Entreprenör / underentreprenör / under-underentreprenör	Roll	Arbetsområde	Medicinsk behandling	Tillbaka i arbete
MM25	02 maj 2026	IDOM	Kontor	East 1 kontoret	Ingen behandling	-
MM26	05 maj 2026	IDOM	Kontor	East 1 kontoret	Ingen behandling	-
MM27	07 maj 2026	IDOM	Kontor	East 1 kontoret	Hälsocentral 2026-05-15. Undersökt avseende andning, hjärta, blodtryck och näsa. Bedömningen visade ett brustet blodkärl i näsan, vilket bedöms vara orsaken till näsblödningen. I övrigt normala fynd. Inga blodprover togs. Ingen medicinering krävs i nuläget; vid kvarstående näsblödningar kan dock ertsbehandling övervägas.	-
MM28	12 maj 2026	IDOM	Kontor	East 1 kontoret	Ingen behandling	-
MM29	14 apr 2026	NCC / N/A	Kontor	East2 kontoret	Besökte Feelgood företagshälsa	Arbetar hemifrån
MM30	02 apr 2026	NCC / NCC	Kontor	East2 kontoret	Besökte Feelgood företagshälsa	Arbetar hemifrån
MM31	28 apr 2026	NCC / NCC	Kontor	East2 kontoret	Besökte Feelgood företagshälsa	Tillbaka i arbete

MM	Datum för incidenter	Entreprenör / underentreprenör / under-underentreprenör	Roll	Arbetsområde	Medicinsk behandling	Tillbaka i arbete
MM32	24 apr 2026	NCC / NCC	Kontor	East2 kontoret	Besökte Feelgood företagshälsa	Arbetar inte längre på arbetsplatsen
MM33	24 apr 2026	NCC / NCC	Kontor	East2 kontoret	Hälso- och företagshälsa	Arbetar inte längre på arbetsplatsen
MM34	08 maj 2026	NCC / Öhmans	Förare	CA2	Hälsovård – inväntar resultat	Tillbaka i arbete