

Rekommendation från Sodahuskommittén

Allmänna villkor för användande av Sodahuskommitténs rekommendationer framgår av rekommendation A 3

NR B16

Utgåva 6, 2025-03-11

Destruktion av starka och svaga gaser samt förbränning av metanol och terpentin i sodapannor

Destruktionseldning av starka och svaga luktgaser och förbränning av metanol, terpentin i sodapannor har under senare år fått ökad tillämpning vid svenska massabruk.

Den ökade säkerhetsrisken som denna förbränning medför, måste projektering av anläggningen innehålla noggranna riskanalyser för både konstruktion och drift av anläggningen. Erforderliga skyddsåtgärder måste vidtas, för att eldningen skall kunna ske på ett så säkert sätt som möjligt.

Sodahuskommitténs samlade erfarenheter från flera installationer har sammanställts i syfte att sprida kunskap och erfarenhet till övriga bruk och därmed bidra till minimering av riskerna i de anläggningar, där man efter egen säkerhetsbedömning avser att förbränna dessa ämnen i sina sodapannor.

I Sodahuskommitténs ”Slutrapport Riskanalys Fas 3 2023-04-06 samt bilagor 1- 4” beskrivs allmänt hur ett ”Säkerhetssystem” arbetas fram och utformas för en fiktiv sodapanna men det är anläggningsägarens egen riskanalys och riskbedömning som skall ligga till grund för de krav och åtgärder som skall klaras i den enskilda pannan.

I denna utgåva har figurerna slagits samman och förenklats samt ett principschema för hur en starkgasbrännare utformas idag. För den enskilda pannan måste projekteringen göras mot den riskanalys som tas fram och mot gällande föreskrifter, standarder och rekommendationer för att uppnå en säker installation.

Tillsatseldning av oljor och såpa samt tillsättning av restsyra och flytande täckningskemikalier i svartlut behandlas i rekommendation B1.

Uppdatering mot Arbetsmiljöverkets nya regelstruktur.

Observera att logikskemat 4 - 9 är borttagna och en omarbetning av avsnitt 4 som beskriver start-och driftsvillkor uppdateras.

Hänvisningar

Föreskrifter

AFS 2023:5 Produkter – tryckbärande anordningar

AFS 2023:7 Arbetsmiljöverkets föreskrifter om produkter– utrustning för potentiellt explosiva atmosfärer

AFS 2023:9 Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om produkter – stegar, ställningar och viss annan utrustning för arbete på höjd, samt vissa trycksatta anordningar

AFS 2023:11 Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om arbetsutrustning och

personlig skyddsutrustning– säker användning

AFS 2023:14 Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om gränsvärden för luftvägsexponering i arbetsmiljön

ATEX- direktivet 1999/92/EG

ATEX- direktivet 2014/34/EU

Statens Räddningsverks föreskrift SRVFS 2004:7

Räddningsverkets handbok om explosionsfarlig

miljö vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor

Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK - FS 2016:2

Lagen (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor (LBE), och

Förordningen (2010:1075) om brandfarliga och explosiva varor (FBE)

MSBFS 2013:3, om tillstånd till hantering av brandfarliga gaser och vätskor

Energigasnormer, EGN 2023

Standard

SS-EN12952:7-2012 Vattenrörspannor och hjälpinstallationer - Del 7: Krav på pannans utrustning

SS-EN 161:2022 Automatiska avstängningsventiler för gasbrännare och gasbrännartillbehör

SS-EN 12952-8 Krav på eldningssystem för flytande och gasformiga bränslen

SS-EN IEC 60079-10-1 Explosiv atmosfär - Del 10-1: Klassning av områden med explosiv gasatmosfär

Rekommendationer

B1, Sodapannans konstruktion och utrustning

B 13, Utrustning och säkerhetssystem för oljeeldning i sodapannor

B18 Rekommendation för instrumenterade säkerhetssystem i Sodapannor, SIS (Safety Instrumented Systems)

C1, Säker eldning av sodapannan, kritiska tillstånd och driftstörningar

F 4 Riskanalyser för Sodapanna

Sodahuskommitténs rapporter

Rapport: Slutrapport Riskanalys Fas 3 2023-04-06 samt bilagor 1-4

Övrig litteratur

Gas Explosion Handbok finns under SHK:s webbsida under "Övriga dokument"

MSB:s handbok "Om explosionsfarlig miljö vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor"

Innehåll

1	Bakgrund.....	5
1.1	Villkor för eldning och karakterisering av gaser, metanol och terpentin	5
2	Allmänna projekteringsförutsättningar - gassystem	5
2.1	Risikanalys	5
2.1.1	Särskilda säkerhetsrisker och olägenheter	5
2.2	Explosionsfarlig miljö.....	6
2.3	Brandfarliga varor	7
2.4	Dräneringsledningar på gasledningarna.....	7
2.5	Elektrisk utrustning	7
2.6	Gastillförsel till sodahuset.....	7
2.7	Personsäkerhet	8
2.7.1	Gasvarnare	8
2.7.2	Skyddsutrustning.....	8
2.7.3	Delegering av arbetsuppgifter	9
2.8	Åtgärder vid avställd sodapanna	9
2.9	Tillsyn och kontroll	9
2.10	Materialval	9
2.11	Allmänt beträffande luktgaser, metanol och terpentin	9
2.11.1	Gassammansättning och explosionsrisker	10
2.11.2	Inverkan på sodahusprocessen	12
3	Systemutformning för starka luktgaser, metanol och terpentin	13
3.1	Utrustning för uppsamling av gas, metanol och terpentin	13
3.1.1	Utrustning för uppsamling av starka luktgaser	14
3.1.2	Utrustning för uppsamling av metanol och terpentin.....	14
3.2	Utrustning för destruktion av starka gaser och förbränning av metanol och terpentin	14
3.2.1	Utrustning för förbränning av starka gaser	15
3.2.2	Ångejektorer och ångspolning	16
3.2.3	Utrustning för förbränning av metanol och terpentin	17
3.3	Brännaren för starka gaser, metanol, terpentin samt olja.....	18
3.3.1	Brännare för tändgas och olja	19
3.3.2	Brännare för starka luktgaser	19
3.3.3	Brännare för metanol och terpentin	19
3.3.4	Förbränningsluft.....	19
3.3.5	Säkerhetssystem för samtliga brännare.....	20
3.3.6	Förreglingssystem för samtliga brännare	20
3.4	Materialval för starkgassystem, metanol och terpentin	20
4	Start- och driftsvillkor för eldning av starkgaser, metanol och terpentin	21
4.1	Start av förbränning av starka luktgaser, metanol och terpentin.....	21
4.1.1	Pilottändare för destruktionsbrännare	21
4.1.2	Startvillkor för destruktion av starka luktgaser	21
4.1.3	Startvillkor för förbränning av metanol och terpentin	22
4.2	Drift av brännare	22
4.2.1	Driftsvillkor för starka luktgaser, metanol och terpentin	23

4.3	Stopp av förbränning av starka luktgaser, metanol och terpentin	24
5	Destruktionseldning av svaga luktgaser	25
5.1	Förbränningsteknik	26
5.2	Tillsättning av svaggaser till sodapannan	27
5.3	Uppsamlingsystem för svaga luktgaser	27
5.4	Övergång mellan uppsamlings- och förbränningssystem för svaggaser	28
5.5	Materialval i svaggassystemet	29
6	Start- och driftsvillkor för eldning av svaggaser	29
6.1	Startvillkor för svaga luktgaser	29
6.2	Driftsvillkor för svaga luktgaser	30
7	Sammanfattande villkor för destruktionseldning	31
8	Tillsatseldning	32
9	Litteratur	32
10	Figurer	33

1 Bakgrund

Teknik för uppsamling och förbränning av svaga luktgaser har utvecklats och förbränning av dessa gaser sker i ett flertal sodapannor.

Brännarutrustning och säkerhetssystem för sodapannor har även utvecklats för att elda starka luktgaser, flytande metanol och terpentin. Hittills har ett antal fabriker infört sådan teknik i sin process.

Förutsättningarna för att omhänderta och destruera dessa ämnen kan skilja sig avsevärt mellan olika bruk.

Destruktionseldning av ämnen som starka luktgaser och förbränning av metanol och terpentin i sodapannan ökar sodahusdriftens komplexitet och därmed säkerhetsriskerna i sodahuset. Sodahuskommittén har genomfört en genomgång av dessa risker, se avsnitt 2.1.1.

1.1 Villkor för eldning och karakterisering av gaser, metanol och terpentin

Sammanfattade villkor för eldning av luktgaser, metanol och terpentin i sodapannan framgår av **avsnitt 7**.

Beträffande karakterisering av starka gaser se **avsnitt 2.11** och beträffande svaga gaser, se **avsnitt 5**.

2 Allmänna projekteringsförutsättningar - gassystem

2.1 Riskanalys

Vid användning av gasformigt bränsle som gasol och förbränning av luktgaser, kondenserad metanol och terpentin i sodapannan måste riskerna för både personskador och maskinskador beaktas. **Avser man att förbränna dessa ämnen i sodapannan måste en riskanalys och riskbedömning göras för den enskilda pannan. Erforderliga åtgärder måste vidtas för att utforma ett "Säkerhetssystem för sodapannan" enligt dagens krav i föreskrifter, standarder och rekommendationer, se B 18.**

Givna råd i denna rekommendation får anses som generella medan en anläggningsspecifik riskanalys måste genomföras där hänsyn tas till lokala anläggningsförhållanden. Nedan anges ett antal specifika risker som bör beaktas.

2.1.1 Särskilda säkerhetsrisker och olägenheter

Destruktion av starka luktgaser och förbränning av metanol och terpentin i sodapannan ökar de latent säkerhetsriskerna i sodahuset och kan försvåra pannans övervakning.

Ett antal faktorer som måste beaktas i riskhanteringen kan nämnas:

- Halterna av svavelväte och organiska sulfider är i de starka luktgaserna så höga att de, om gaserna läcker ut i sodahuset, kan ge upphov till svåra förgiftningar av personer som vistas där. Om läckage uppstår i den utrustning som är placerad inne i sodahuset, medföra detta att sodahuset måste utrymmas.
- Vid läckage av metanol eller terpentin kan stank spridas under lång tid, om dessa luktintensiva ämnen tillåts tränga in i betonggolv eller isolering.

Dessa ämnen kan vara förorenade av olika svavelväteföreningar och kan ge allvarliga förgiftningar redan vid låga halter.

- En förutsättning beträffande de starka luktkaserna är att man håller deras sammansättning utanför det koncentrationsområde, där det föreligger risk för gasexplosion. De starka luktkaserna är normalt relativt syrefria där de samlas upp, men genom utspädning med luft, speciellt genom inläckage i rörsystemet från omgivande atmosfär, kan gaserna bli så utspädda med luft, att blandningen av dem blir mer eller mindre automatiskt självantändande. Eftersom man suger luktkaserna från de kärl där de uppstår är rörsystemet, åtminstone delvis, också utsatt för undertrycksförhållanden. I gaskanalerna till brännarna råder i stället övertryck, så att gaserna vid läckage tränger ut i sodahuset.
- Det är därför av yttersta vikt att rörsystemet är gastätt i hela sin utsträckning från utsläppskällan och in i sodapannan.
- Brandrisk föreligger vid läckage av metanol och terpentin.
- På grund av risk för smälta/vatten explosion får vatten från gassystem, eller metanol- och terpeninledningar under inga omständigheter ha möjligheten att nå eldstaden vare sig direkt under drift eller bakvägen till exempel i samband med avställning.
- I händelse av en explosion kan förekomst av explosiva och giftiga ämnen i pannhuset medföra ytterligare försvårande konsekvenser av olyckan.
- Vid maximal pannlast reduceras luftförbränningskapaciteten med ca 2% på grund av destruktionseldning av dessa starka gaser och förbränning av metanol och terpentin.
- Eftersom gaserna sugas från cisterner där man kan ha varma vattenlösningar, som till exempel lutar, så kan de innehålla både sura gaser, som svavelväte, och samtidigt inte obetydliga mängder vattenånga. Om gaserna är relativt sett varma och ledningen dåligt isolerad är det tänkbart att det bildas sura kondensat, som fräter på rörledningen. Se därför avsnitt 4.4 om lämpliga materialval.

2.2 Explosionsfarlig miljö

Starka luktkaser har en sammansättning där den brännbara komponenten föreligger i en halt som är högre än den övre explosionsgränsen. Späds dessa gaser med luft så kommer blandningen in i det kritiska området mellan undre och övre explosionsgränsen. Även ångorna från metanol och terpentin kan ge upphov till brännbara ångor i explosiva koncentrationer.

ATEX- direktivet 2014/34/EU innehåller regler i syfte att förbättra säkerhet och hälsa för alla arbetstagare som kan utsättas för fara orsakad av explosiv atmosfär.

Direktivet gäller på alla arbetsplatser som hanterar brandfarlig gas, vätska och brännbart damm. All hantering av svaga och starka gaser, metanol och terpentin omfattas av dessa

regler för explosiv atmosfär.

ATEX regleras i Sverige genom Arbetsmiljöverkets föreskrifter AFS 2023:10, AFS 2023:7 samt i föreskrift SRVFS 2004:7, utgiven av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) och ställer bland annat krav på:

- Bedömning var riskområden för explosiv atmosfär kan uppstå
- Klassning och upprättande av dokumentation.
- Upprättande av explosionsskyddsdokument

Svensk El standard har publicerat handboken SEK 426 ”Klassning av explosionsfarliga områden - Områden med explosiv gasatmosfär”, utgåva 6, 2023. Handboken innehåller klassningsexempel med hänvisning till standarden SS-EN IEC 60079-10-1:2021, en sammanfattning av brännbara gasers och ångors egenskaper, samt tabeller med data för brännbara gaser och ångor.

2.3 Brandfarliga varor

Hantering av brandfarliga gaser och vätskor är tillståndspliktig enligt lag (16 § LBE). MSB:s föreskrifter (MSBFS 2013:3), om tillstånd till hantering av brandfarliga gaser och vätskor anger vilken hantering som undantas från tillståndsplikten.

För lagring och hantering av flytande metanol och terpentin gäller tillståndsplikt

- Utomhus i större volym än 3 m³.
- Inomhus i större volym än 500 liter.

Den som bedriver tillståndspliktig verksamhet ska utse en eller flera föreståndare för verksamheten.

2.4 Dräneringsledningar på gasledningarna

Dräneringsledningar ska förses med vattenlås. De får ej sammankopplas så att vatten kan gå bakvägen via dräneringsledningar från en dräneringspunkt till en annan, se rekommendation B 1. Felaktig sammankoppling av dräneringar kan orsaka vatteninträngning till pannans eldstad via gas- och luftkanaler.

2.5 Elektrisk utrustning

För val av elektrisk utrustning skall klassning av riskområden utföras enligt ovan, se MSB föreskrifter SRVFS 2004:7, varvid minst standarden SS-EN IEC 60079-10-1:2021 ska tillämpas. Den elektriska materielen skall följa anvisningarna i Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK-FS 2006:2.

2.6 Gastillförsel till sodahuset

Följande gäller för tillförsel av starka- och svaga luktgaser samt vid eventuell användning av gasformigt bränsle.

Gastillförseln in till sodahuset skall kunna stängas av med hjälp av ventilarrangemang, placerat på säker och lätt åtkomlig plats belägen utanför sodahuset. Förekommande ventiler skall automatiskt stänga när nödnedeldning aktiveras. Även vid gaslarm enligt mom. 2.1.1

skall dessa ventiler stängas.

Ett system för tändgas beskrivs i figurerna 5 och 6 i B 13.

Snabbstängningsfunktionen skall vara helt oberoende av yttre hjälpenergi och stänga automatiskt vid bortfall av manöverströmmen (dvs. lämpligen en fjäderstyrd ventil).

Se SS-EN 12952-8, moment 4.2.1. Se även i SHK:s rekommendation nr B 8.

För förvaring och hantering av gasol gäller regler för brandfarligavara som finns beskrivna i föreskrifter som MSBFS 2020-1 och MSBFS 2013:3. Se även MSB:s handbok "Hantering av brandfarlig gas för yrkesmässig verksamhet".

Ventiler för avstängning av de olika gaserna skall ingå i sodapannans "Säkerhetssystem" enligt B18.

2.7 Personsäkerhet

Driftproblem som hör ihop med uppsamling, behandling och förbränning av starka, eller svaga luktgasar, metanol och terpentin, kan leda till allvarliga olyckor.

Luktgaserna innehåller svavelväte, organiska sulfider och metanol samt vid vissa tillfällen även höga halter terpentin. Förutom den högst påtagliga förgiftningsrisken kan även risk för en gasexplosion föreligga om halterna av dessa ämnen blir tillräckligt höga **samt risk för att brand uppstår som kan förvärra situationen.**

Beträffande hälsoriskerna med svavelväte och andra organiska sulfider, se rekommendation nr C 1 och de hygieniska gränsvärdena finns angivna i AFS 2023:14 Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om gränsvärden för luftvägsexponering i arbetsmiljön.

2.7.1 Gasvarnare

Stationära gasvarnare för svavelväte skall vara placerade på lämpliga platser inom sodahuset för övervakning av eventuella gasläckage. Vid gasläckage skall larm ges i sodahuset och till kontrollrummet. Vid upptäckt gasläckage vädras gaserna ut ur sodahuset t.ex. genom att brandluckor i tak och dörr i bottenplanet öppnas.

Gasvarningsutrustning skall finnas vid brännaren och i utrymmen där gas-, metanol- och terpentinledningar är framdragna samt där behandlingsutrustningen för dessa media är placerad.

Vid larm från gasvarningsutrustningen skall ansvarig operatör omgående vidta åtgärder för att förhindra att personer går in i dessa områden.

Sodahuset skall utrymmas vid larm från gasvarningsutrustningen!

2.7.2 Skyddsutrustning

Vid arbete med eller tillsyn av utrustning tillhörande gas-, metanol- eller terpentinbrännare, skall godkänd skyddsmask och bärbar svavelvätemätare medföras.

När starka gaser, metanol eller terpentin förbränns i sodapannan skall personal som arbetar i sodahuset vara utrustade med en bärbar svavelvätemätare. Bärbar skyddsmask rekommenderas eller enligt brukets egna rutiner.

2.7.3 Delegering av arbetsuppgifter

Normalt omfattar gasuppsamlings- och gasdestruktionssystemen flera operatörsområden, som sodahus, indunstning och kokeri och ofta berörs flera ingenjörsområden. Det är därför viktigt för att undvika missförstånd, att fördelning av ansvar och arbetsuppgifter klargörs mellan berörda, såväl vad gäller drift och underhåll som vid ändringar i utrustning och ombyggnader i systemen.

2.8 Åtgärder vid avställd sodapanna

Vid avställd sodapanna skall samtliga bränsleledningar till starkgasbrännaren vara renspolade med ånga och fysiskt bortkopplade från brännaren för att undvika att bränsle (gas som kan vara giftig) kan komma in i pannan. Bränsleledningar för terpentin och metanol skall vara dränerade och renspolade med ånga samt fysiskt bortkopplade från brännaren. Funktionen skall vara larmad vid öppning och låst förslagsvis genom ett Interlock system.

I brukets rutiner för "Säker avställning" skall gasmätning göras för de bortkopplade gasledningarna så att inga farliga nivåer av giftig gas kan detekteras. Gasmätningar skall journalföras.

Tillträde till eldstaden får ej ske förrän att bränsleledningarna åtgärdats samt att godkända gasmätningar utförts.

2.9 Tillsyn och kontroll

Tillsyn och kontroll skall ske av tätheten i systemen för starka luktgaser, metanol och terpentin enligt riskbedömning och rutiner för fortlöpande tillsyn. Otätheter i systemen skall omedelbart rättas till.

Tillsyn och kontroll av mekanisk-och instrumentutrustning skall följa enligt rekommendation B 13 för start-och lastoljebrännare.

Härutöver beaktas korrosion och beläggningar som kan tänkas uppkomma.

Tätheten i system för tänd gas kontrolleras enligt kraven för brandfarlig vara.

2.10 Materialval

Materialval i system för starka gaser, metanol och terpentin, se avsnitt 3.4

Materialval i svaggassystemet, se avsnitt 5.5

2.11 Allmänt beträffande luktgaser, metanol och terpentin

Starka luktgaser innehåller i huvudsak svavelväte, organiska sulfider, terpentin och metanol. Halterna av de olika ämnena kan variera kraftigt beroende på vedslag och processbetingelser, se även avsnitt 2.11.1, tabell 1.

Starka luktgaser karakteriseras av att koncentrationen av brännbara ämnen ligger över övre explosionsgränsen.

För att förebygga risk för explosion måste all inspädning av luft i starkgassystemet undvikas.

De starka luktgaser samt den kondenserade metanolen och terpentinen som går till destruktion, härrör i regel från nedanstående källor.

- Avluftningar från kokprocessen
- Inertgaser från lutindunstningen
- Inertgaser från värmebehandling av lut
- Icke-kondenserade gaser från stripperkolonn
- Icke-kondenserade gaser från metanolkolonn
- Avluftningar från smutskondensatcistern, terpentindekantör, terpentincistern, metanolicistern och diverse pumpbehållare
- Metanol i vätskefas från metanolkolonn
- Terpentin avskild i metanolkolonn
- Trycksatt brännlut lager

Den terpentin som avskiljs i samband med kondensatrening och kondensering av metanol, innehåller normalt så höga halter av organiska sulfider att den kan vara svår att avyttra som råterpentin. Förbränning av sådan råterpentin kan därför bli nödvändig att utföra.

Den totala svavelmängd som föreligger som sulfider i de olika ämnena, är normalt 2–4 kg S/t90, (t90 är allmänt vedertagen beteckning för ton massa med 90% torrhalt).

Behandlas luktgaserna i en skrubber tillsammans med alkali, kommer ca 60 % av svavlet att avskiljas i skrubbern.

Metanolen kan antingen förbrännas i gasfas tillsammans med övriga starka luktgaser eller i vätskeform efter koncentrerat i en separat metanolkolonn.

Terpenerna kommer till största delen att avskiljas i vätskefas och separeras från luktgaserna innan förbränning sker. Det är dock inte ovanligt att störningar i systemet för terpentinavskiljningen resulterar i att stora mängder terpentin följer med de starka luktgaserna till förbränningen.

2.11.1 Gassammansättning och explosionsrisker

Sammansättningen av de starka luktgaserna kan som framgått variera inom vida gränser beroende på vedslag vid massaframställningen, S/Na-förhållandet i vitluten, luttorrhalt, huruvida metanolen kondenserats eller ej, eller om luktgaserna behandlats med alkali.

Normalt ligger de mest förekommande ämnena i de starka luktgaserna inom de gränser som anges i nedanstående tabell 1.

- A. Metanol och terpentin i gasfas
- B. 80% av metanolen i vätskefas och gasen genom terpentinskrubber
- C. Metanol enligt B och gasen genom alkaliskrubber

Tabell 1		A	B	C
Svavelväte	g/m ³ n torr (exkl. luft)	100–200	300–500	40–80
Metylmerkaptan	g/m ³ n torr (exkl. luft)	85–170	260–420	170–340
DMS och DMDS	g/m ³ n torr (exkl. luft)	75–145	230–375	260–500
Metanol	g/m ³ n torr (exkl. luft)	730–1150	450–800	75–1100
Terpentin	g/m ³ n torr (exkl. luft)	110–220	25–60	40–100

Förutom att de starka luktkaserna, är mycket giftiga, är de även explosionsbenägna vid vissa halter tillsammans med luft.

Explosionsområdena (brännbarhetsområdena) för de vanligaste ämnena i starka luktkaser, uttryckta som volymprocent i luft, framgår av nedanstående tabell:

Tabell 2

Svavelväte	4,3 - 45,5 vol.- %
Metylmerkaptan	3,9 - 21,8 vol.- %
Dimetylsulfid	2,2 - 19,7 vol.- %
Metanol	5,5 - 44,0 vol.- %
Terpentin (terpener)	0,8 - 6,0 vol.- %

Observera att det explosiva området blir vidare med högre temperatur och att över antändningstemperaturen flammar gasblandningen av spontant. Även en lugn förbränning av gasblandningen (s.k. deflagration) kan ge upphov till en skadlig tryckökning.

Halterna av brännbara ämnen i starka luktkaser måste därför ligga väl över den övre explosionsgränsen.

Detta villkor kan dock vara svårt att uppfylla på grund av den luftmängd som alltid finns med i de starka luktkaserna på grund av inläckage av luft.

Huvuddelen av luften härrör från inläckage i de delar av indunstningen där undertryck råder.

Luftmängden kan variera och tidigare räknade man med uppemot 1,5 m³ luft/t₉₀ i gassystemet, men mängden bör dock kontrolleras i varje enskilt fall.

Vid svårigheter att upprätthålla gaskoncentrationen över den övre explosionsgränsen kan risken för explosion minskas genom att andelen vattenånga i systemet ökas. Ett högt deltryck för vattenångan minskar risken för antändning, men ökar samtidigt risken för bildning av sura kondensat, som kan ge korrosion.

Varje starkgassystem måste bedömas utifrån sina förutsättningar. Nedan visas två fall som hamnar på olika sidor om övre explosionsgränsen.

Explosionsgränserna för gasblandning har beräknats teoretiskt med "Le Chateliers formel" som ger approximativt rätta värden. Formeln kan skrivas som:

$$L = B / (B_1 / L_1 + B_2 / L_2 + \dots)$$

där

L =	gasblandningens explosionsgräns (vol.-%)
B =	gasblandningens innehåll av brännbar gas (vol.-%)
B _n =	gasblandningens innehåll av ett brännbart ämne vol.-%

L_n = explosionsgränsen för motsvarande ämne (vol.-%)

Tabell 3

Typfall 1 – normal sammansättning

Typfall 2 – exempel med större luftinläckage, och efterbehandling med kondensering och skrubbing

Typfall		1	2
Förutsättningar (innehåll angivet före kondensering och skrubbing)			
Svavel	kg/t ₉₀	3	2
Metanol	kg/t ₉₀	12	6
Terpentin	kg/t ₉₀	1,5	0,5
Luft	m ³ /t ₉₀	1,5	4,5
Kondenseringsgrad. För metanol respektive terpentin	%	0/0	90/90
Skrubbningsgrad för svavelväte respektive metylmerkaptan	%	0/0	90/50
Gasens sammansättning (efter kondensering och skrubbing i fall 2)			
Svavelväte	vol.%	8,2	1,7
Metylmerkaptan	vol.%	4,9	5,2
DMS och DMDS	vol.%	3,3	7,0
Metanol	vol.%	69,2	7,3
Terpentin	vol.%	2,0	0,1
Luft	vol.%	12,4	78,6
Explosion i luftblandning			
Summa brännbar gas i blandningen	vol.%	87,6	21,4
Övre explosionsgräns	vol.%	35,2	25,6

Eftersom summa brännbar gas i blandningen hamnar under den övre explosionsgränsen visar Typfall 2 i tabell 3 de ökade riskerna för explosion som uppstår vid kraftig kondensering och skrubbing samt ökat inläckage av luft.

Explosionsgränserna i tabell 3 har beräknats vid rumstemperatur. Högre gastemperatur vidgar explosionsområdet.

Starkgasens innehåll av inertgas och vattenånga påverkar också explosionsgränserna (i "gynnsam" riktning) men komplicerar beräkningen och har inte medtagits här.

2.11.2 Inverkan på sodahusprocessen

Vid destruktion av starka luktgaser, metanol och terpentin i sodapannan erhålles vissa processförbättringar i förhållande till om förbränningen sker i mesaugnen eller i en separat ugn.

Vid förbränning av starka luktgaser, metanol och terpentin i sodapannan, kommer 90–95 % av svavelinnehållet att reduceras till Na_2S och återfinnas i smältan.

Svavelinnehållet i luktgasen och i metanol- respektive terpentinfasen kan dock medföra att SO_2 -avgången från sodapannan ökar.

3 Systemutformning för starka luktgaser, metanol och terpentin

Principerna för utformning av systemet för uppsamling av starka luktgaser, metanol och terpentin i sodapannan framgår av **Figur 1 ”Principschema för hantering av starka luktgaser, metanol och terpentin”**.

Utrustningen skall vara så konstruerad och övervakad att:

- Starka luktgaser, metanol eller terpentin inte kan komma ut i sodahuset
- Vatten inte kan följa med bränslet in i sodapannan
- Riskerna för brand och explosion i rörledningar och utrustning beaktas
- Ventiler i destruktionssystemen skall väljas med stor omsorg, varvid särskild vikt skall läggas på ventilernas tätningsförmåga och att ventiler samt instrumentering som omfattas av ”Säkerhetssystemet” uppfyller de krav som finns i standarder och föreskrifter. Gasventiler enligt EN 161 och EN ISO 23553 för flytande bränslen metanol/terpentin.
- Vid stopp i förbränningen skall gas, metanol och terpentin på ett säkert sätt stängas av från sodapannan
- Utrustning för detektering och larm av svavelväte och organiska sulfider skall finnas i sådan omfattning att en snabb och säker indikering erhålls vid läckage av starka luktgaser, metanol eller terpentin.

Systemet för uppsamling av starka gaser och metanol samt terpentin skall utformas enligt B 18 och gällande standarder för att uppfylla kraven för sodapannans säkerhetssystem för att automatiskt stoppa tillförseln av dessa föreningar till sodapannan eller in i sodahuset i samband med avvikelse från säker drift.

Ventiler nummer 1-5 i figur 1 ingår i sodapannans säkerhetssystem för att säkerställa avställningen av tillförsel av starka gaser till pannan.

3.1 Utrustning för uppsamling av gas, metanol och terpentin

Utrustning för uppsamling av gas, metanol och terpentin skall placeras i utrymme utanför sodahuset, så att den även kan fungera vid tillfällen då utrymning av sodahuset är påkallad.

- gasledningarna från de olika delarna i processen leds normalt ned i ett gemensamt vattenlås, varifrån gasen går till destruktion.
- vattenlåset skall vara så konstruerat och övervakat, att vatten inte kan komma in i sodapannan via gasledningen.
- överloppsvattnet från vattenlåset skall ledas till en pumpcistern som är arrangerad så att även avskild terpentin kan pumpas ut.
- om det finns en terpentinskrubber i gassetmet före vattenlåset, skall vattnet från skrubbern ledas till pumpcisternen eller annan pumpcistern med likartad funktion.

3.1.1 Utrustning för uppsamling av starka luktgaser

I gasledning efter vattenlåset och fram till lansen för starka luktgaser finns normalt följande utrustning:

- Ledning till alternativ destruktion, ventil 5
- Avstängningsventil, ventil 1
- Ångejektor
- Droppavskiljare
- Kondensatavledare
- Automatiska avstängningsventiler 2 och 3
- Avluftning till atmosfär ventil 4
- Sprängbleck
- Anslutning av ånga för reglering av trycket i gasledningen, ventil 7
- Flamskydd nr 6. Normalt två flamskydd med möjlighet att bytas under drift

Vattenlåset och gasledningen fram till första automatiska avstängningsventilen, 2 skall ha följande utrustning för övervakning och reglering.

I den riskanalys som tas fram för en specifik installation avgörs vilka instrumentgivare som skall ingå i säkerhetssystemet och eventuellt behov av 2o3 instrumentering.

- Överflyllnadsskydd i vattenlåset – min två (2) stycken - oberoende av varandra med larm- och brytfunktion
- Direktvisande tryckmätare – min två (2) stycken - placerade före och efter ångejektor
- Registrerande tryckmätare - min två (2) stycken - placerade före och efter ångejektor och utrustade med larmfunktion för såväl lågt (endast efter ångejektor) som högt tryck
- Dessutom bör det finnas differenstryckmätning över droppavskiljaren utrustad med larmfunktion för högt differenstryck.

Om det ovan föreslagna överflyllnadsskyddet i vattenlåset i någon anläggning inte anses vara tillräckligt säkert, bör en komplettering av funktionen installeras. Kompletteringen kan till exempel ske genom att gasledningen förses med en hög lyra efter droppavskiljaren som förhindrar att vatten kan nå eldstaden via gasledningen. Det man måste beakta vid en sådan installation är att man ej kan alstra ett undertryck i ledningen efter lyran som kan resultera i att man får en hävertverkan och att vatten dras med in i gasledningen till pannan.

3.1.2 Utrustning för uppsamling av metanol och terpentin

För att utjämna flödesvariationer och för att hantera eventuella avbrott i förbränningen bör lagringscisterner för metanol och terpentin anordnas. Dessa cisterner ska placeras utanför sodahuset och i ett EX klassat utrymme. Eftersom metanol och terpentin skiktas vid blandning bör lagring ske i separata cisterner. Metanol- och terpentincisternerna skall utrustas med sprängbleck med särskild avledning till säker lokalitet. Beträffande lagringscisternernas volym se 2.3.

3.2 Utrustning för destruktion av starka gaser och förbränning av metanol och terpentin

Idag utgörs eldningsutrustningen normalt av separata lansar

- en för tändgas
- en för olja
- en för starka gaser
- separata för terpentin och metanol eller en för terpentin/metanol vilket kan avgöras i en riskbedömning

3.2.1 Utrustning för förbränning av starka gaser

Exempel på instrumentering och utrustning, se figur 1 och 2.

I gasledningen till sodapannan skall det finnas tre (3) avstängningsventiler utrustade med ställdon och kunna stängas med fjäderkraft – dvs. helt oberoende av yttre hjälpen energi – samt ha gränslägesindikering för öppet och stängt läge. En av ventilerna skall placeras utanför sodahuset, de andra två ventilerna placeras i anslutning till brännaren.

Avstängningsventilerna ingår i sodapannans "Säkerhetssystem" och skall uppfylla kraven enligt B18 för automatisk avstängning av tillförsel av starkagaser till sodapannan eller sodahuset.

De två (2) ventilerna nr 2 och 3 skall stänga samt att utluftningsventil nr 4 öppnas vid nedanstående fall. Se figur 1:

- Hög nivå i vattenlåset
- Hög nivå i kondensatkärlet
- Stopp av brännaren för starka luktgaser
- Förbränningslufttryck eller förbränningsluftflöde lägre än fastställt värde
- Om man ej längre uppfyller kriterier för eldningsfallet "Stabil luteldning", enligt rekommendation C1.

Samt

- Vid aktivering av nödnedeldning skall ventil nr 1 stänga och ventil 5 öppna, se figur 1. Starka gaser kan då ledas till reservbrännaren.

Förutom avstängningsventilerna skall följande utrustning finnas i gasledningen:

- Kondensatkärl anslutet till gasledningens i positioner där ansamling av kondensat kan förekomma för att leda bort kondensatet.
- Flamskydd före lansen för starka luktgaser, dubblerade och parallellkopplade för att byten skall vara möjliga under drift.
- Flamvakt behövs ej utan kravet "Stabil luteldning" innebär att starka gaser kan startas för destruktion. Råder inte kriteriet skall stark gasen stoppas av säkerhetssystemet.
- Säkerhetsventil eller sprängbleck efter ventil 3 skall förhindra högt tryck i gasledningen och gaser leds utanför vägg.
- Ånga via ventil 7 för att upprätthålla ett flöde och tryck i gasledningen efter flamskyddet, nr 6 vid brännaren, se figur 2.
- Mellan avstängningsventilerna 2 och 3 skall en utluftningsventil installeras, ventil 4, för att avleda starka luktgaserna mellan ventilerna utanför vägg.

Därutöver skall i gasledningen finnas givare för instrumentering enligt nedanstående.

- Direktvisande tryckmätare

- Registrerande tryckmätare med larmnivåer för såväl lågt som högt tryck. Funktion för brytning av gasledningen skall finnas.
- Givare för hög nivå i kondensatkärl. Funktion för brytning av gasledningen skall finnas.
- Differenstryckmätning över flamskyddet. Differenstryckmätaren skall vara utrustad med larmfunktion för högt differenstryck.

Om fler gasledningar är anslutna till brännaren, skall även dessa vara utrustade i likhet med ovan beskrivna gasledning.

För gasledningens utförande skall vidare beaktas:

- Gasledningen skall läggas med jämn lutning med lägsta punkten vid anslutningen till brännaren för undvikande av ansamlingar av kondensat i ledningen. Alternativt kan den läggas med högpunkt vid brännaren samt beakta kondensat avledning i gasledningen.
- Gasledningen skall dras så att kortast möjliga sträckning erhålls inne i sodahuset.
- Gasledningen får inte dras i närheten av särskilt utsatta ställen i sodahuset, såsom smältlösare, pannans svaga hörn, dörrar i hisschakt eller trapphus.
- Det skall finnas möjlighet att ren blåsa gasledningen med ånga.
- Om renblåsningsledningen är ansluten till gasuppsamlingssystemet, exempelvis till vattenlås eller pumpcistern, får inte luft användas som renblåsningsmedium på grund av att risken för bildande av en explosiv gasblandning ökar.
- Flamskydd skall demonteras före rengöring.

Med tanke på det luktinferno som fabriken närområde får utstå när de starka luktgaserna går ut orenade över tak, bör ett alternativt destruktionsystem installeras; exempelvis en reservbrännkammare eller så kallad evighetslåga över tak.

Beroende på vilken *alternativ destruktions metod* man installerar måste den riskbedömas samt utformas så att den uppfyller kraven i standarder och föreskrifter samt vara utformad i princip på samma sätt som den ordinarie brännaren vid sodapannan.

3.2.2 Ångejektorer och ångspolning

Gastransporten i starkgassystemet drivs med ångejektorer. På gasledningarna kan även förekomma anslutningar för ångspolning. Ånga till ejektorer eller ansluten spolånga **skall** inte tas ut från ångledning som är sammankopplad med andra medier som lut eller vatten i exempelvis ångspritsrör i matarvattentank eller som direktånga till lutförvärmare etcetera. Skälet till detta är att annat medium, vatten eller lut, under olyckliga omständigheter efter exempelvis avställning av ångledningen eller vid ångbortfall kan tryckas bakvägen in i ångledningen för att sedan via gasledningar nå pannan.

Vattenavskiljare skall vidare finnas i gasledningen efter ångejektor för att dränera förekommande kondensat som kan finnas i gasen.

Anslutningar för manuella ångspolningar får ej vara fasta installationer och avstängningsventiler för dessa anslutningar måste kunna säkras under drift för att de ej ska kunna öppnas utan kontroll samt att klokopplingen för anslutning av ångslang skall kunna demonteras och ersättas med propp för att förhindra att starka gaser kan komma ut i lokalerna.

3.2.3 Utrustning för förbränning av metanol och terpentin

Exempel på instrumentering och utrustning, se figur 1 och 2.

Idag utformas eldningsutrustningen med separata lansar för dessa bränslen eller alternativet med gemensam lans för terpentin/metanol.

Enligt 2.1 skall en riskanalys och riskbedömning genomföras och då kan man utvärdera hur brännarutrustningen kan utföras samt utvärdera betydelsen av skillnaderna i metanolens och terpentinetts egenskaper.

Metanol och terpentin är begränsat blandbara med varandra, vilket innebär att en skiktning av ämnena kommer att ske i pump- eller lagringscistern samt att det är stora skillnader i densitet råder, vilket kan ge upphov till problem med att bestämma vattenmängden i blandningen.

Stora skillnader föreligger även i effektivt värmevärde vilket har betydelse för det teoretiska luft behovet, samtidigt som det har liten betydelse vid förbränningen av metanol/terpentin i sodapannan, eftersom de endast tillåts eldas vid "Stabil luteldning".

Om terpentinandelen som skall eldas är liten i förhållande till metanolen kan man överväga att installera endast en brännarlans för metanol/terpentin, men man måste då utforma lagerutrymmet för blandningen så att man minimera risken för att blandningen skiktat sig och man får en uppbyggnad av ett terpenskikt i lagerutrymmet.

Metanol- eller terpentinledningen skall dras enligt samma principer som gäller för starkgasledningen.

Rörledningar för terpentin/metanol bör ha "kort" dragning och skall vara skyddade i sodahuset. Avstängningsventiler ska finnas placerade på utsidan huset för att kunna manövreras vid eventuellt haveri eller avlyst pannhus.

Vid tillfälliga stopp i förbränningen, orsakat av problem med brännare eller sodapannans luteldning kan alternativt vara att metanolen och terpentin förbränns i en reservförbränningsanläggning eller lagras. Möjligheten att lagra begränsas dock av kraven i MSB:s föreskrifter (MSBFS 2013:3), se avsnitt 2.3.

I både metanol- och terpentinledningen till sodapannan skall det finnas tre (3) avstängningsventiler. Avstängningsventilerna skall vara utrustade med ställdon och kunna stängas med fjäderkraft samt ha gränslägesindikering för öppet och stängt läge. En av ventilerna skall placeras utanför sodahuset. De andra två ventilerna skall placeras i direkt anslutning till brännaren. Se figurer 1 och 2.

För respektive bränsleledning gäller att de två ventilerna vid brännaren, 16 och 17 i figur 2, skall stängas i nedanstående fall:

- Stopp av brännaren för metanol respektive terpentin
- Trycket i bränsleledningen för metanol respektive terpentin lägre än fastställt min. värde
- Metanol- respektive terpentindensiteten högre än fastställt maximalt värde
- Förbränningslufttrycket eller förbränningsluftflödet lägre än fastställt värde
- Om flamvakten indikerar flambortfall

- När kriterier för eldningsfallet ”Stabil luteldning” enligt rekommendation C 1 ej uppfylls.

Samt

- Vid aktivering av nödnedeldning och då skall den tredje ventilen utanför pannhuset stängas samt att pumpning avbryts, se Figur 1.

Arrangemanget ingår i sodapannans ”Säkerhetssystem” och skall uppfylla kraven enligt B18 för automatisk avstängning av tillförsel av metanol respektive terpentin till sodapannan eller sodahuset.

I metanol- och terpentinledningen skall finnas en säkerhetsventil och anslutningar för dränering och renblåsning av respektive ledning med tillhörande ventilarrangemang samt givare för instrumentering enligt följande.

Arrangemang för dränering och renblåsning skall även ingå i sodapannans ”Säkerhetssystem”. (Se även figur 2)

Manuell renblåsning av ledningar skall vara utformad på samma sätt som renblåsning av starka luktgaser, se 3.2.2.

- Direktvisande tryckmätare
- Registrerande tryckmätare med larmnivåer för såväl lågt som högt tryck. Funktion för avbrytande av eldningen skall finnas
- Registrerande flödesmätare med larmfunktioner för såväl högt som lågt flöde
- Registrerande densitetsmätare med två larmnivåer för hög densitet. Funktion för avbrytande av eldningen skall finnas
- Ventil för reglering av flödet

Metanolflödet skall inte mätas med magnetisk flödesmätare på grund av att metanolen tidvis kan innehålla stora mängder terpentin.

Terpentin kan inte detekteras med magnetisk flödesmätare!

Ren blåsningen av metanol- respektive terpentinledningen skall ske med ånga.

Om renblåsningsledningen är ansluten till cistern som har direkt förbindelse med gas-uppsamlingssystemet, får inte luft användas som renblåsningsmedium.

Brännarlansarna för terpentin/metanol ren blåses med luft i samband med stopp av förbränningen.

Returledningen för terpentin och metanol bör ledas till pumpcistern för ”Smutskondensat” för rening. Avstängningsventilen bör vara fjärrmanövrerad och placerad utanför pannhuset för att underlätta dränering, men även kunna stängas när sodahuset är utrymt.

3.3 Brännaren för starka gaser, metanol, terpentin samt olja

Destruktionsbrännaren för starka luktgaser och för flytande media metanol, terpentin samt tillhörande tändgas-/ oljebrännare utgörs endast av en gemensam enhet i sodapannan.

- Brännaren skall vara konstruerad för förbränning av såväl gasformiga som flytande media, metanol, terpentin och/eller olja.

- Brännaren skall vara utrustad med tändapparat (gaselektrisk tändapparat rekommenderas). Den av tändaren utvecklade effekten skall vara tillräcklig för antändning av bränslet. Se även SS-EN 12952–8, moment 6.1.5.
- Brännaren skall innehålla separata lansar för olja, tändgas, starka luktgaser, metanol och terpentin. Brännaren kan även ha en gemensam lans för metanol och terpentin, se avsnitt 3.2.3.
- Brännaren skall ha separat luftregister.
- Förbränningsluften tas lämpligen från en separat luftfläkt, men kan även tas från tertiär- eller sekundärluftfläkten.
- Förbränningen av de flytande bränslena skall övervakas med flamvakt
- Starka gaser, terpentin och metanol skall endast eldas vid "Stabil luteldning" vilket är säkerhetsfunktionen för destruktion av de starka gaserna och flamvakt behövs ej för gaserna.
- Brännaren bör placeras så att störningar i flamdetekteringen undviks.

3.3.1 Brännare för tändgas och olja

Utformningen av system för dessa följer beskrivning enligt B 13 "Utrustning och säkerhetssystem för oljeeldning i sodapannor"

3.3.2 Brännare för starka luktgaser

Exempel på utrustning för övervakning och reglering av brännaren för starka luktgaser, se figurer 1 och 2.

- Anslutningen mellan avstängningsventilen vid brännaren och brännarlansen för starka luktgaser skall vara demonterbar.
- Anslutning för renblåsning av brännarröret med luft får ej finnas utan renblåsning skall göras med ånga

3.3.3 Brännare för metanol och terpentin

Exempel på utrustning för övervakning och reglering av brännarna för metanol och terpentin, se figurer 1 och 2.

Brännare för metanol och terpentin skall utformas med beaktande av följande:

- Anslutningen mellan avstängningsventilen vid brännaren och brännarlansen för metanol respektive terpentin skall vara demonterbar.
- Luft används som atomiseringsmedia för terpentin och metanol
- Observera att renblåsning av rörledningarna för terpentin och metanol skall ske med ånga. Se avsnitt 3.2.3
- Renblåsning av metanol- och terpentinlansarna sker automatiskt med luft vid stopp av förbränningen.

3.3.4 Förbränningsluft

Brännaren som är utrustad med separata lansar för eldning av starka luktgaser, metanol och terpentin, bör företrädesvis ha separat luftfläkt. Alternativt kan luften tas från sodapannans sekundär- eller tertiärluftfläkt.

Om förbränningsluften tas från sekundärluftfläkten kan det vara nödvändigt med en

förstärkningsfläkt för att säkerställa fastställt lägsta tryck i förbränningsluftledningen till brännaren. Luftuttaget bör i alternativfallet placeras så att störningar i förbränningsluftflödet till sodapannan undviks.

Förbränningsluften skall ha följande utrustning för övervakning och reglering:

- Direktvisande tryckmätare
- Registrerande mätare för förbränningslufttryck eller förbränningsluftflöde med larmnivå för lågt tryck eller lågt flöde
- Reglering av luftflödet
- **Säkerhetsfunktion som avbryter eldningen vid lågt luftflöde**

3.3.5 Säkerhetssystem för samtliga brännare

- Säkerhetssystemet skall vara fristående från pannans styrsystem och vara konstruerad enligt B 18 och gällande standarder.
- Säkerhetssystemet skall vara så konstruerat att det förhindrar drift av brännare vid avvikelse från fastställda driftdata.

3.3.6 Förreglingssystem för samtliga brännare

Genom förreglingar skall det säkerställas att de angivna villkoren för start och drift är uppfyllda.

Förreglingssystemet delas in i två huvudgrupper.

- Startvillkor
- Driftsvillkor

De två huvudgrupperna ovan delas i sin tur in i vardera två undergrupper.

- Gemensamma villkor
- Individuella villkor

De gemensamma förreglingarna påverkar en grupp medan de individuella endast påverkar den brännare, till vilken de är inkopplade.

Observera att logikskemat tas bort och start- resp. driftsvillkor omarbetas endast i avsnitt 4.

Start och driftsvillkor beskrivs närmare i avsnitt 4.

Se även SS-EN 12952-8, moment 4.4.2.

Se även SS-EN 12952-8, moment 4.4.3.

3.4 Materialval för starkgassystem, metanol och terpentin

Korrosionsbeständigheten och den mekaniska hållfastheten hos de material som används för att transportera och lagra dessa giftiga och i vissa situationer också explosiva ämnen är av yttersta vikt för säkerheten i anläggningen.

Gasledningarna byggs idag i EN 1.4432 vilket även SSG rekommenderar, alternativt kan duplex EN 1.4462/X2CrNiMoN22-5-3 väljas.

Material, i vilket förekommande järn kan bilda järnsulfid (FeS) vid kontakt med luktgaser eller metanol, får inte förekomma, eftersom järnsulfid under vissa förhållanden vid närvaro av luft kan oxideras till glödgning, vilket medför risk för att explosion eller brand utlöses. Även andra (svavelhaltiga) beläggningar kan antändas.

Finns risk för kondensation av SO₃ i luktgasledningarna så kan korrosionen bli mycket kraftig. Kondensation kan i och för sig undvikas om ledningen hålls tillräckligt varm.

Risken för att klorid- respektive sulfidhaltiga kondensat/vätskor orsakar spänningskorrosion måste också beaktas. Här kan höga temperaturer i stället öka korrosionsrisken.

Det är inte samma stålsorter, som är lämpliga för svåra förhållanden med alkalisk miljö, i förhållande till en motsvarande sur miljö, varför man kan behöva göra en individuell bedömning, där man tar hänsyn till alla olika faktorer i korrosionsmiljön.

Stål legerade med molybden är till exempel generellt sett mer lämpliga i sura miljöer, medan stål eller nickelbalegeringar som inte innehåller molybden brukar uppträda bättre i starkt alkaliska miljöer.

4 Start- och driftsvillkor för eldning av starkgaser, metanol och terpentin

Start- och driftsvillkoren för eldningen gäller både i DCS och sodapannans säkerhetssystem.

4.1 Start av förbränning av starka luktgaser, metanol och terpentin

Innan start av förbränningen skall utcheckning av utrustningen ske mot checklista.

Startvillkor och driftföreglingar för arrangemanget framgår av följande.

Observera att logikskemat tas bort och start- resp. driftsvillkor omarbetas endast i avsnitt 4.

4.1.1 Pilottändare för destruktionsbrännare

Pilotbrännare är inte aktuella i dagens utformning av brännare för destruktion av starka gaser och terpentin/metanol.

4.1.2 Startvillkor för destruktion av starka luktgaser

För start destruktion ”starka luktgaser” skall följande villkor vara uppfyllda.

- ”Stabil luteldning” uppfyllt
- Trycket i gasledningen inom fastställda värden
- Vattenlås nivå ej hög
- Nivå i kondensatkärl ej hög
- Snabbstängningsventiler före lans för starka gaser, ej stängfel på någon av ventilerna
- Starkgasslang monterad

- Lans för starka gaser i driftläge

Vid varje enskild fabrik får bestämmas om fler villkor som skall förreglas.

4.1.3 Startvillkor för förbränning av metanol och terpentin

För start av metanol- respektive terpentin förbränningen skall följande villkor vara uppfyllda

Gemensamma startvillkor

- ”Stabil luteldning” uppfyllt

Startvillkor för metanol förbränning

- Snabbstängningsventiler före lans för metanol: ej stängfel på någon av ventilerna
- Metanolslang monterad
- Metanoldensitet, <maximum
- Tryck i metanolledningen, normalt
- Lans för metanol i driftläge
- Dräneringsventil för metanol/terpentin stängd

Startvillkor terpentin förbränning

- Snabbstängningsventiler före lans för terpentin: ej stängfel på någon av ventilerna
- Terpentinlang monterad
- Terpentinensitet, <maximum
- Tryck i terpentinledningen, normalt
- Lans för terpentin i driftläge
- Dräneringsventil för metanol/terpentin stängd

Vid varje enskild fabrik får bestämmas om fler villkor som skall förreglas.

4.2 Drift av brännare

Eldning av starka luktgaser, metanol och terpentin kan ske om driftsvillkoren för respektive är uppfyllda.

Under vissa betingelser kan det vara nödvändigt att stoppa eldningen av de ämnen som skall destrueras, även om driftsvillkoren är uppfyllda. Detta kan exempelvis behöva ske vid sådana störningar i luftförbränningen som befaras ge upphov till ökade halter oförbränt i rökgaserna från nedre eldstaden.

Vid sådana tillfällen skall all eldning i destruktionsbrännaren stoppas!

Vid befarat läckage i utrustningen för starka luktgaser, metanol eller terpentin, där ämnena kan komma ut i sodahuset, skall eldningen avbrytas och ledningarna göras trycklösa samt automatiskt ren blåsas med ånga.

När brännaren är i drift, skall driftpersonalen **regelbundet inspektera brännarens funktion** och föra loggbok över gjorda iakttagelser och ingripanden.

4.2.1 Driftsvillkor för starka luktgaser, metanol och terpentin

Vid drift förbränning av starka luktgaser, metanol och terpentin skall följande villkor vara uppfyllda.

Gemensamma villkor

- “Stabil luteldning ”uppfyllt enligt rekommendation nr C1
- Driftsstörningar som skulle stoppa luteldningen enligt rekommendation B 1 föreligger ej
- Nödnedeldning
- Kraftavbrott
- **Stopp förbränning**
 - Domnivå understiger lägsta tillåtna nivå (LWL)
 - Domnivå överskrider högsta tillåtna nivå
 - Eldstadstrycket överstiger det fastställda högsta värdet
 - Stopp samtliga rökgasfläktar
 - Bortfall av lufttillförsel under lutsprutenivå
 - Låg luttorrhalt
- Tryck yttre hjälpenergi normalt
- Flamvakt registrerar flamma för olja, terpentin och metanol
- Destruktionsbrännarfläkt i drift eller, vid avsaknad av fläkt, spjäll i luftkanal till destruktionsbrännare är öppet
- Förbränningslufttryck eller förbränningsluftflöde högre än fastställt min. värde

Driftsvillkor destruktions av starka gaser

- ”Stabil luteldning ” uppfyllt
- Snabbstängningsventiler före lans för starka gaser: ej stängfel på någon av ventiler
- Trycket i gasledningen inom fastställda värden
- Vattenlåsnivå ej hög
- Lans för starka gaser i driftläge
- Nivån i kondensatkärl ej hög

- Nödstopp för starka gaser ej aktiverat
- Starkgasslang monterad

Driftsvillkor för förbränning av metanol

- ”Stabil luteldning” uppfyllt
- Snabbstängningsventiler före lans för metanol: ej stängfel på någon av ventilerna
- Metanoldensitet, <maximum
- Lans för metanol i startläge
- Tryck i metanolledningen, normalt
- Nödstopp för metanol ej aktiverat
- Metanolslang monterad

Driftsvillkor för förbränning av terpentin

- ”Stabil luteldning” uppfyllt
- Snabbstängningsventiler före lans för terpentin: ej stängfel på någon av ventilerna
- Terpentindensitet, <maximum
- Lans för terpentin i startläge
- Tryck i terpeninledningen, normalt
- Nödstopp för terpentin ej aktiverat
- Terpentinslang monterad

Vid varje enskild fabrik får bestämmas om fler villkor som skall förreglas.

4.3 Stopp av förbränning av starka luktgaser, metanol och terpentin

Vid stopp av förbränningen skall samtliga brännarlansar som varit i drift, automatiskt ren blåsas.

Vid uppehåll i destruktion av starka luktgaser stängs ventilerna 2 och 3 och ventil 4 öppnas automatiskt av säkerhetssystemet samt att ventil 5 öppnas och gaserna leds till reservsystemet. Se figur 1.

Vid uppehåll i eldningen av metanol/terpentin ren blåses brännarlans med "atomiseringsluft" via ventil nr 14 och 15, se figur 2. Respektive ledning skall ren blåsas med ånga via ventil nr 18, se figur 2.

Om "Säkerhetssystemet" enligt B18 stoppar förbränningen skall arrangemang för dränering/renblåsning av gas-/bränsleledningarna utföras automatiskt från "Säkerhetssystemet".

5 Destruktionseldning av svaga luktgaser

Svaga luktgaser, i fortsättningen benämnda *svaggaser*, består – förutom av luft och vattenånga – i huvudsak av svavelväte (H_2S), metylmerkaptan (MM), dimetylsulfid (DMS) och dimetyldisulfid (DMDS). Den aktuella sammansättningen av dessa gaser ger den gällande undre explosionsgränsen. Typiskt svavelinnehåll i svaggasen är 0,1–0,5 kg ptm.

Svaggassystemet karaktäriseras av att koncentrationen av brännbara ämnen ligger under den undre explosionsgränsen, vilket i tveksamma fall åstadkommes med utspädning. Observera gällande regelverk för explosiv atmosfär enligt avsnitt 2.2. I de flesta förekommande fall är den undre explosionsgränsen ca 4 volymprocent brännbar gas i en gas/luftblandning. Den exakta gränsen beror dock på hur den brännbara gasen är sammansatt.

I fabriken svaggaser finns det alltid en mängd vattenånga med i gasen som verkar utspädande. Eftersom de flesta mätningar på gasinnehåll sker på torra gaser, är det viktigt att fastställa mängden vattenånga i svaggasen, vilket ger den verkliga koncentrationen av brännbara ämnen.

Det är viktigt att kartlägga de gaskällor som planeras ingå i svaggassystemet, så att det verkligen är svaggas. Ofta kan flera gasanalyser från samma källa behöva tas på grund av att förhållandena i fabriken förändras över tiden. Vid förändringar i sulfiditet påverkas avgasningen av svavelhaltiga gaser så att högre sulfiditet ger mer avgasning. Förändringar i temperatur påverkar sammansättning och mängden gas från en källa.

De stora svaggaskällorna är normalt:

- filter och cisterner i den bruna fiberlinjen
- cisterner för svartlut i återvinningen
- sodalösaren.

Det finns gaskällor som ställer speciella krav på svaggassystemet som exempel kan nämnas:

- hartskokeri
- flisficka
- sodalösaren

Ett hartskokeri bör inte anslutas till svaggassystemet på grund av de starka gaser som skulle tillföras systemet om luttillförseln till skrubbern i avluftningen slutar att fungera. Från en flisficka eller en sodalösare kan ånggenomslag ske, vilket förutom värme även kan medföra medryckning av terpentin respektive stoft.

Ju fler anslutningspunkter som är kopplade till systemet, desto mindre blir risken för att totala gaskoncentrationen överstiger explosionsgränsen, även om en enstaka punkt skulle avge starkare koncentration vid något extremt tillfälle. Begränsade delar av systemet kan behöva klassas enligt SS-EN IEC 60079-10-1

Av benämningen svaggas kan man förledas att tro att gasen är ofarlig, vilket inte är fallet. Svaggas är svavelföreningar upp till ca 4 volymprocent, vilket i de flesta fall motsvarar den undre explosionsgränsen. Om människor blir utsatta för koncentrationer på 300–500 ppm inträder medvetslöshet och 500–700 ppm är dödlig dos, se SHK:s rekommendation C 1 och kemikalieinspektionens faroklassning. I verkligheten skall koncentrationen ligga under undre explosionsgränsen, men gasen innehåller fortfarande gott och väl dödlig dos av svavelföreningar.

Halterna av svavelväte och organiska sulfider är normalt i svaggasen så höga att de, om gaserna läcker ut i sodahuset, kan ge upphov till svåra förgiftningar och illamående hos de personer som vistas där.

Om läckage uppstår i den utrustning som är placerad inne i sodahuset bör man stoppa svaggastillförseln och larma samt utrymma sodahuset innan läckaget åtgärdats och gaserna ventilerats ut.

För att uppsamling och förbränning av svaggaser skall kunna startas på ett kontrollerat sätt bör gassystemet vara separerat i två delar, en del för uppsamling och en del för förbränning. Före förbränningssystemet bör en utluftningsmöjlighet finnas så att uppsamlingssystemet kan startas upp utan att förbränningen startats. När pannan är i "Stabil luteldning" läggs svaggasen över från utluftning till förbränning. Detta innebär att luftfläkten för aktuell nivå måste dimensioneras så att det totala gasflödet kan upprätthållas trots att svaggas inte tillsätts pannan; på så sätt vädras den sista delen av svaggassystemet in mot pannan. Erfarenheter och referenser finns för tillsättande av svaggas på primär-, sekundär- och tertiärnivå.

5.1 Förbränningsteknik

De svaga gaserna innehåller så liten mängd brännbara ämnen, att de kan räknas som luft till förbränningen, och ger ingen märkbar förändring av pannans ångavgivning. Det är viktigt att svaggasen förvärms, speciellt om gasen har egna portar, så att rätt hastighet i porten uppnås för att gasen penetrerar in i pannan på rätt sätt. När det gäller kemin i pannan förändras inte heller denna märkbart då tillsatsen av svavel från svaggasen är 0,1–0,5 kg ptm, vilket skall jämföras med tillsatt svavel från luten som ligger på ca 100 kg ptm.

Luft kan innehålla ca 5 ggr så mycket vatten/kg gas vid 40°C som vid 20°C. Om sodapannan är hårt belastad på rökgassidan i kombination med att stora mängder svaggas ska hanteras, kan det vara skäl att kyla gasen till en låg temperatur för att så mycket vattenånga som möjligt skall kunna kondenseras ut.

Gasen bör kylas ner under 50°C för att också kondensera ut terpenier och metanol.

Flertal fördelar fås genom volymminskningen i form av lägre investeringskostnad och utrymmesbehov för kanaldragning i sodahuset och mindre fläkt som ger lägre energikostnad i form av el. Kondensatet som bildas, måste återföras och behandlas.

Ett sätt att styra luft och svaggas till pannan är att reglera totala mängden gas till aktuell luftnivå. En kvot mellan luft och svaggas ställs in, vilken styr luft- respektive svaggasfläkt, en minsta mängd svaggas måste dock gå genom systemet. Detta löses med en tryckvakt i svaggassystemet som inte tillåter svaggasfläkten att varva ner, dvs. när minsta svaggasmängd är uppnådd tas ytterligare reduktion av det totala gasflödet på luftfläkten. Se figur 3.

5.2 Tillsättning av svaggaser till sodapannan

Möjliga ställen att tillföra svaggaser för förbränning i sodapannan är de olika luftnivåer som finns tillgängliga. Vid nybyggnationer kan naturligtvis separata svaggasnivåer projekteras, men erfarenheter från befintliga installationer visar att detta inte är nödvändigt.

Vid val av nivå för tillförsel av svaggas bör vissa saker tas i beaktande:

- mängden svaggas
- behovet av spettning på olika nivåer
- plats för distributionssystem

Mängden svaggas avgör vilka luftnivåer som kan bli aktuella.

I de flesta fallen är tertiär-och kvartärluftnivå ej tillräcklig på grund av att den totala förbränningsluftmängden oftast är lägre än svaggasmängden.

Primärluftregistret har god kapacitet, men är känsligt när det gäller processmässigt och tillgängligheten kring registret.

Process- och utrymmesmässigt återstår i flertalet fall endast sekundärluftnivån. Den totala tillsatta mängden förbränningsluft på denna nivå tillåter även att svaggaser kan tillföras på ett acceptabelt sätt.

5.3 Uppsamlingssystem för svaga luktgaser

Principen för uppsamling och förbränning av svaga gaser framgår av figur 3.

Anslutning mot tankar och cisterner görs lämpligen till ordinarie avluftning. Avluftningen förses med T-stycke och spjäll monteras in mot svaggassystemet och en temperaturgivare placeras i avluftningen ovanför anslutningspunkten mot svaggassystemet, se figur 3. Larm skall ges vid hög temperatur.

Med hjälp av spjället stryps sedan systemet in så att temperaturgivaren börjar ge utslag (över omgivande utetemperatur); därefter öppnas spjället något så att ingen svaggas går till atmosfär.

Kanalsystemet skall konstrueras med lutning med så få lågpunkter som möjligt. Lågpunkter i kanalsystemet skall förses med avtappningar för kondensat, vilka skall vara öppna vid drift av

systemet. Kondensat avledaren måste anpassas mot det undertryck som kommer att råda i svaggasledningen så att kondensatet verkligen avleds.

Sodahuskommittén rekommenderar att systemet skall innehålla en kondensor för att kyla gasen och därmed kondensera ut vattenånga och i förekommande fall terperer. Kondensorn skall förses med ett överlöp med tillhörande vattenlås. Vattenlåset skall dimensioneras så att ett totalt haveri på kondensorns vatten sida kan tas om hand för att ingen risk att föra vatten till sodapannan kan ske, se figur 3. Kondensorn skall förses med nivågivare med larm och brytfunktion.

Före kylningen av gasen skall en tryckgivare finnas installerad, så att undertrycket i uppsamlingssystemet automatiskt kan styras. Temperaturgivare installeras efter kylpunkten, så att kyleffekten kan styras, se figur 3. Temperaturen efter kylpunkten skall inte överstiga 55 °C eftersom en högre temperatur kan medföra att halterna av metanol och/eller terperer ökar i sådan omfattning, att de kan komma att överstiga den undre explosionsgränsen. Temperaturgivare bör även installeras före kylningen av gasen.

Efter kondensorn placeras en droppavskiljare, så att medryckta droppar avskiljs före svaggasfläkten. Svaggasfläktens axelgenomföring skall förses med spärrluft, så att alla möjligheter till läckage förhindras. Därefter placeras ytterligare en droppavskiljare samt en svaggasförvärmare. Droppavskiljaren skiljer av nybildade droppar som bildas i gasen vid tryckökningen i fläkten. Svaggasförvärmaren bör dimensioneras så att samma temperatur som förbränningsluften har, kan åstadkommas på svaggasen vid aktuell förbränningsnivå. Detta medför att hastighetsprofilen blir oberoende av om svaggas eller luft tillsätts pannan, dvs. förbränningen störs inte. En temperaturgivare skall installeras efter svaggasförvärmaren, så att svaggastemperaturen till pannan kan styras och förbränningen av svaggas kan avbrytas vid för låg temperatur.

Kondensatet från dräneringsledningar, kondensor och droppavskiljare innehåller giftiga föroreningar och måste tas om hand i processen. Beträffande dräneringsledningar se 2.4.

5.4 Övergång mellan uppsamlings- och förbränningssystem för svaggaser

Exempel på utformning, se figur 3.

Avluftsningsskanalen efter svaggasförvärmaren skall vara dimensionerad för att kunna hantera hela det förvärmade svaggasflödet.

I avluftsningsskanalen före pannhuset skall ett on/off-spjäll placeras som öppnar mot atmosfär samt att det i svaggaskanalen före pannhuset finnas ett on/off-spjäll som stänger vid stopp och inför en start av förbränningen.

Före sodapannan skall ytterligare ett on/off-spjäll placeras som stänger mot luftregistret samt ett on/off-spjäll som öppnar mot atmosfär. Detta innebär att svaggassystemet är sektionerat i ett uppsamlingssystem och ett för förbränning.

Alla on/off-spjäll skall stänga respektive öppna med hjälp av fjäderkraft vid bortfall av yttre hjälpenergi och ingå i pannans säkerhetssystem. Spjällen skall vara väl tätande och vara försedda med gränslägesgivare, vilka i manöverrummet indikerar för öppet och stängt läge. De spjäll som är placerade utanför pannhuset skall kunna fjärrmanövreras vid behov när man ej har tillträde till pannhuset.

För att säkerställa att gas inte tillförs pannan då den är avställd, skall hjälpenergin till de båda on/off-spjällen närmast pannan och till mellanliggande avluftsningssventil kopplas bort, så att

spjällen hålls stängda respektive avluftningsventilen öppen med fjäderkraft. Avställningen skall ingå i rutinerna för säkeravställning och åtgärderna skall vara dokumenterade och indikerade i manöverrummet.

Inblandning av svaga gaser i luft systemet ställer stora krav på täthet och för de portar där gas tillförs skall automatisk spettnings utrustning finnas. Det skall finnas ett separerat och tätt system för gaserna, så att spettnings och underhåll av utrustningen kan utföras på ett säkert sätt samt för att minimera behovet att stopp förbränningen av gaserna.

För att kunna tillföra sodapannan rätt mängd förbränningsluft då svaggas inte förbränns skall svaggassystemet för förbränning även kunna matas med luft. Luften tas lämpligen från ordinarie luftkanal vid aktuell förbränningsnivå och matas via on/off-spjäll. Se figur 3.

Övergångar mellan kanaler och luftregister på pannan måste anpassa så att man kan ta upp förändringar mellan varm och kall panna. Konstruktionerna måste dessutom kontrolleras så att man alltid har fullständig täthet mot svaggassystemet.

5.5 Materialval i svaggassystemet

Materialvalet i systemet skall vara sådant att korrosion undviks, minst motsvarande EN 1.4432/X2CrNiMo17-12-3, eller alternativt duplex EN 1.4462/X2CrNiMoN22-5-3.

6 Start- och driftsvillkor för eldning av svaggaser

Start- och driftsvillkoren för eldningen gäller både i DCS och sodapannans säkerhetssystem.

6.1 Startvillkor för svaga luktgas

Innan de svaga luktgaserna kopplas till sodapannan skall följande villkor vara uppfyllda.

Observera att logikskemat tas bort och startvillkor omarbetas i följande uppställning.

- Driftstörningar som skulle stoppa luteldningen enligt rekommendation B 1 avsnitt 17.6 föreligger ej
- Nödnedeldning
- Kraftavbrott
- Stopp förbränning
 - Domnivå understiger lägsta tillåtna nivå (LWL)
 - Domnivå överskrider högsta tillåtna nivå (HWL)
 - Eldstadstrycket överstiger det fastställda högsta värdet
 - Stopp samtliga rökgasfläktar
 - Bortfall av lufttillförsel under lutsprutenivå
 - Låg luttorrhalt
- "Stabil luteldning " uppfyllt enligt C 1
- On/off-spjällen i svaggaskanalen till sodapannhuset och sodapannan stängda
- On/off-spjället i ansluten luftkanal öppet

- On/off-spjället i ansluten avluftningskanal öppet
- Uppsamlingsystemet för svaga luktgaser uppstartat
- Nivån i kondensorn eller skrubbern under larmnivån
- Gastemperaturen efter kylningen lägre än 55 °C
- Svaggastemperaturen efter svaggasförvärmaren högre än fastställd temperatur
- Svaggasens tryck i gasuppsamlingsystemet inom fastställda gränser

6.2 Driftsvillkor för svaga luktgaser

Vid eldning av svaga luktgaser i sodapannan skall följande villkor vara uppfyllda.

Observera att logikschema tas bort och driftsvillkor omarbetas i följande uppställning.

- Driftstörningar som skulle stoppa luteldning enl. rekommendation B1, avsnitt 17.6 föreligger ej
- "Stabil luteldning " uppfyllt enligt C 1
- Svaggasens tryck i förbränningssystemet inom fastställda gränser
- Nivån i kondensorn lägre än fastställd högsta tillåtna nivå
- Gastemperaturen efter kylningen lägre än 55 °C
- Svaggastemperaturen efter svaggasförvärmaren högre än fastställd lägsta temperatur
- On/off-spjället i ansluten luftkanal stängt
- Gastemperatur från förbasning understiger fastställt gränsvärde. (Rekommendationen är att ej ta gaser från förbasningen, se avsnitt 7.
- Svaggasflödet överskrider fastställt gränsvärde

7 Sammanfattande villkor för destruktionseldning

	SHK Rekommendationer Luttorrhalter under 70 %	SHK Rekommendationer Luttorrhalter över 70 %
	Pannlast % av MCR Ångflöde och Lutflöde	Pannlast % av MCR Ångflöde och Lutflöde
Svaga gaser ¹⁾ DNCG	>50 %	>50 % ⁵⁾
Imånga från lösaren ¹⁾ DTVG	>50 %	>50 % ⁵⁾
Starka gaser ¹⁾ CNCG	>50 %	>50 % ⁵⁾
Strippergas SOG	Ska inte eldas i sodapannor ²⁾	Ska inte eldas i sodapannor ²⁾
Gas från flisfickor Chip Bin Gas	Bör inte eldas i sodapannor ³⁾	Bör inte eldas i sodapannor ³⁾
Metanol	Metanol ⁴⁾	Metanol ⁴⁾

1) 0.7 MW/m² bottenbelastning med stödbränsle
(typiskt 30 % till 35 % av maxlast)
1.5 MW/m² bottenbelastning utan stödbränsle
(typiskt 60% till 65% av maxlast)

2) Risk för vatten till eldstaden vid dålig droppavskiljning.
Gör metanol av gasen.
Max gastemperatur efter skrubber 60 °C

3) Risk för explosioner i flisfickorna, minimal risk för sodapannorna.
I normalfallet en svaggas, men vid genomslag av ånga från basningskärlet blir gasen momentant en starkgas.

4) Metanol kan eldas separat i starkgasbrännaren alternativt i separat brännarlans i startbrännare med villkoret att minst en annan startbrännare är i drift på olja eller gas.
Metanolhalten skall vara minst 70 % för att få eldas.

5) Sodahuskommitténs rekommendation är enligt tabell, vilket uppfyller standardens

skrivning men ett bruk kan för en enskild sodapanna besluta om ett lägre värde under förutsättning att man kan underbygga beslutet med en riskanalys och att ”Stabil luteldning” råder enligt rekommendation C 1. Förändringar i en anläggnings funktion skall presenteras för kontrollorganet.

Bruk som eldar starkgaser, terpentin och metanol samt har lut torrhalter över 70 % har erfarenheten av att kunna sänka kriteriet för pannlasten till 30 % MCR.

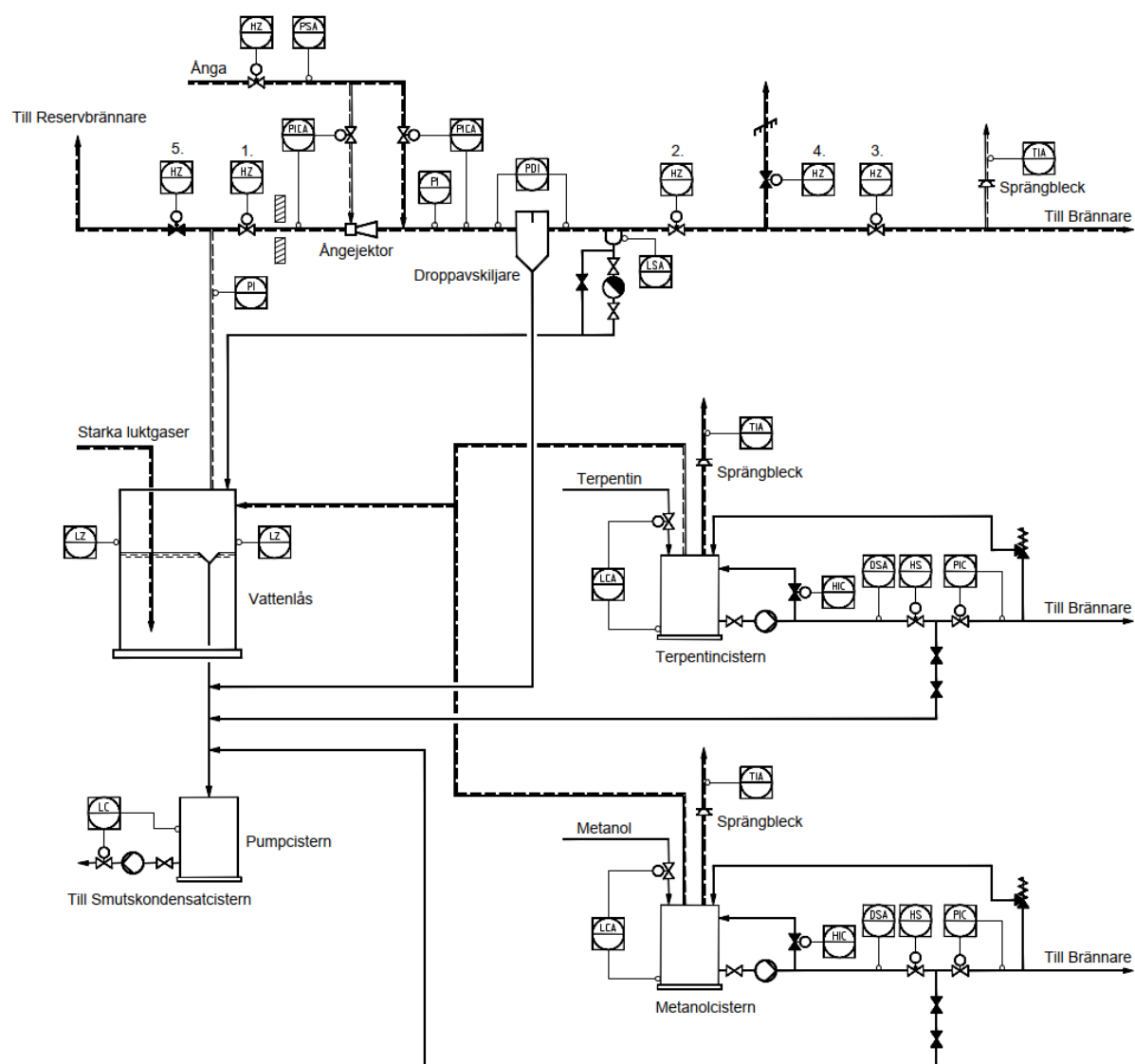
8 Tillsatseldning

Tillsatseldning av såpa, restsyra och täckningskemikalier behandlas i rekommendation B1.

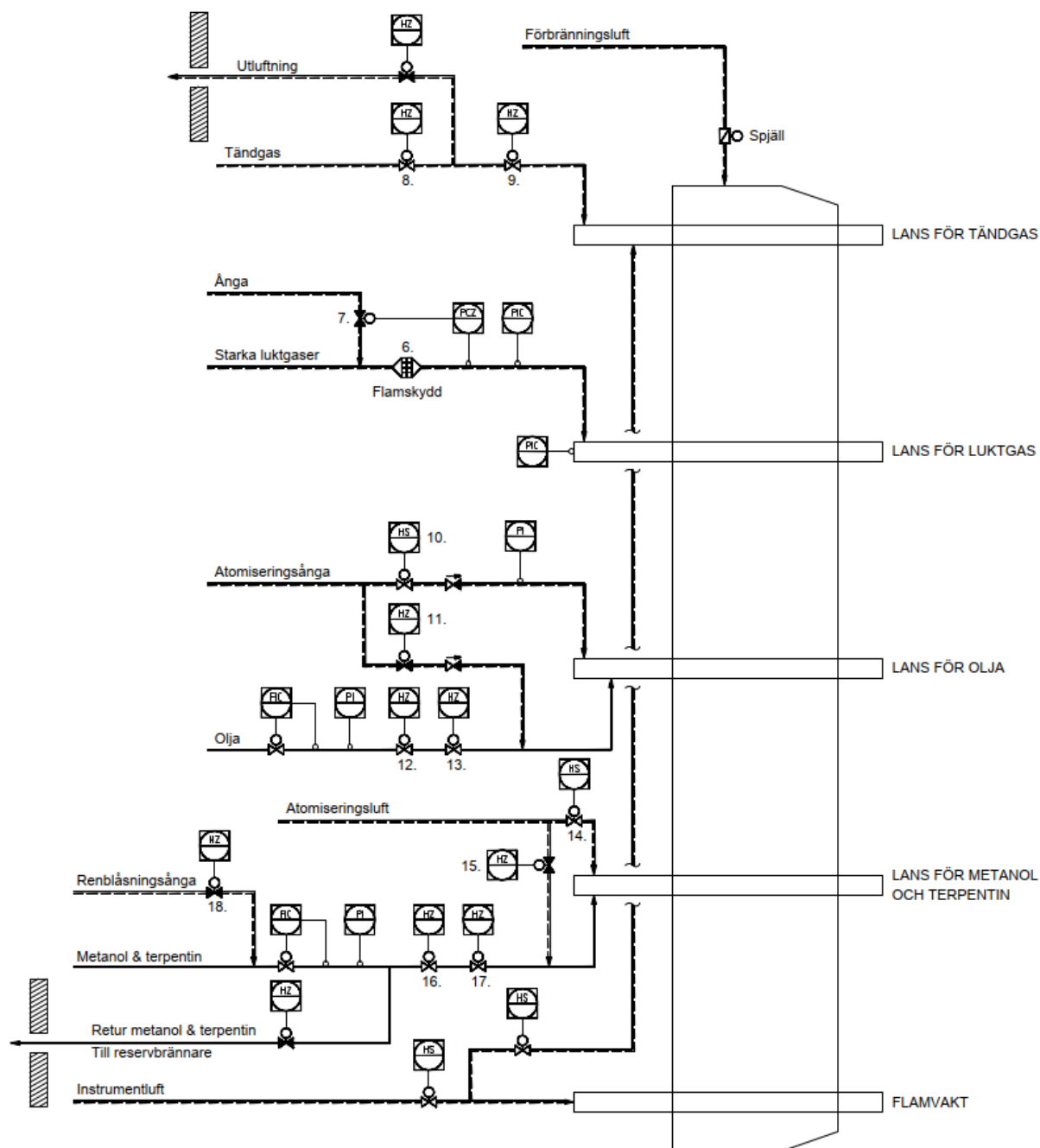
9 Litteratur

Beträffande destruktion av svaggaser: se även Sodahuskommitténs utredning från 1993: ”Utredning om svaggasers hantering samt deras destruktion i sodapannor.”

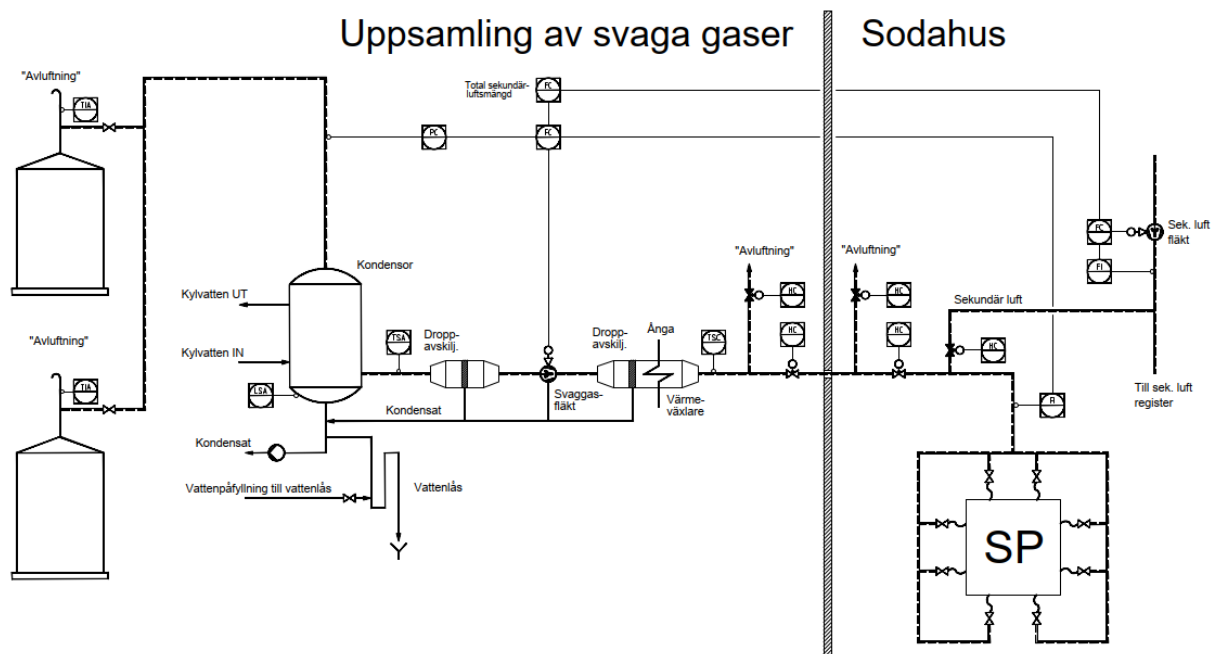
10 Figurer



Figur 1 Principschema för hantering av starka luktgaser, metanol och terpentin.



Figur 2 Exempel på destruktionsbrännare för starka luktgaser i en sodapanna.



Figur 3 Exempel på arrangemang av svaggassystem.