

ENHET, VERKSAMHETSOMRÅDE
NTS, Ställverk och primärapparater

OK

BETECKNING/DNR
TR09-15

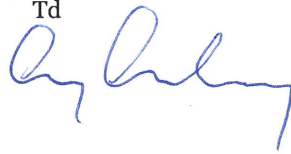
DATUM
2021-11-22

YE SAMRÅD
cGIS, cGSB, cGSV,
comj *OR*
cNAS, cNSA

TEKNISK RIKTLINJE

UTGÅVA
9

FASTSTÄLLD
Td



Yttre mekaniska transformator- och reaktorskydd

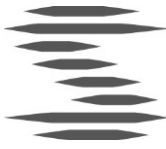
Inledning

Dessa riktlinjer anger vilka krav som gäller för dimensionering och utförande av yttre mekaniska skydd kring Svenska kraftnäts transformatorer och reaktorer, uppställda i utomhusställverk. Dessa skydd innefattar sabotageskydd, bullerskydd samt oljepropar.



Uppdateringar

Utgåva	Ändringsnot	Datum
C	Uppdatering	10-12-21
4	Ny layout. Mått oljegropar justerad	11-04-20
5	Uppdatering av referenser	12-09-01
6	1 Normen SS-EN ISO 1461 ska uppfyllas	14-08-27
6	2.1 Normalt ska kylutrustning placeras innanför sabotageskyddet	14-08-27
6	2.1, 2.1.3, 2.11 Alla skrivingar som hänvisar till att Svenska Kraftnät bekostar, godkänner, beslutar, eller äger en anläggning är borttagna.	14-08-27
6	2.1, 3 Krav på ventilation för, samt högsta tillåten omgivningstemperatur inuti, sabotageskydd och bullerskydd	14-08-27
6	2.9.1 Dimensionerande vindlast förtydligad.	14-08-27
6	2.9.2 Referens till EKS istället för BKR	14-08-27
6	2.9.2 Referens till "Handbok om Snö och vindlast" borttagen	14-08-27
6	2.10.3 resp 4 Utökade krav vad gäller varmförzinkning	14-08-27
6	F.d. avsnitt 2.15 "Beskrivning av äldre skydd" har utgått	14-08-27
6	3 Krav på ventilation och maximal omgivningstemperatur inuti bullerskydd införda	14-08-27
6	4.1 Upplag ska vara utformade som ursparingar i betong	14-08-27
6	4.2 Plåtraster godkänt som släckskikt i oljegropar	14-08-27
7	3.1.1 Uppdatering av beräkningsmetod för att beräkna ljudnivån från en transformator	15-09-11
7	3.1.2 Införande av beräkningsmetod för att beräkna ljudnivån från flera transformatorer	15-09-11
7	3.1.3 Uppdaterade gränsvärden från Naturvårdsverket gällande ljudemission	15-09-11
7	Uppdatering mot andra TR samt förtydliganden	15-09-11
8	2.10.3 Stål i konstruktioner förtydligande gällande dörrar och grundskruvar.	18-10-12
8	4 Oljegropar, förtydligande kring längd/bredd, krav på pumpgrop och oljeavskiljning förtydligat	18-10-12
8	4.2 Släckskikt av plåtraster, annat krav på jordning	18-10-12
9	2 Kravställning gällande sabotageskydd runt reaktorer förtydligat.	21-11-22
9	2.1 Toppen av skyddsväggarna ska vara avfasade och tillämnade för att minska påväxt och vittring.	21-11-22
9	2.1 Elektriska luftavstånd ska beaktas vid konstruktion av sabotageskydd.	21-11-22
9	2.2 Förtydligande för mått dörrar.	21-11-22
9	2.3 Tagit bort krav på ingjuten karm.	21-11-22
9	2.9 Kravställning gällande dimensionering av sabotageskydd förtydligat.	21-11-22

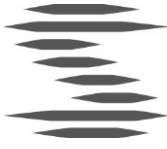


9	2.10.3 Reviderat text om korrosionsskydd dörrar.	21-11-22
9	3.3 Anti-vibrationsmattor och ekplank kombineras ej.	21-11-22
9	4. Skåra mellan invändiga balkar och oljegropsväggarna.	21-11-22
9	4. Krav på separat uppsamlingsgrop för ett fristående expansionskärl förtydligt.	21-11-22
9	4 Oljegropar ska vara platsgjutna i ett stycke utan gjutfogar, svällband eller motsvarande.	21-11-22
9	4 Låsanordningen till inspektionsluckan ska utformas så att den inte sticker upp.	21-11-22
9	4 Hål i sektionsväggar under släckskiktet ska vara placerade i nivå med botten på oljegropen.	21-11-22
9	4 Skillnader mellan släckskikt av makadam och plåtraster förtydligt.	21-11-22
9	4.1 Vid släckskikt av makadam ska inspektionsluckan förses med täcklock av samma material som gallerdurken.	21-11-22
9	4.1 Vid släckskikt av makadam ska stålbalkar vara varmförzinkade enl. SS-EN ISO 1461.	21-11-22
9	4.2 Vid släckskikt av plåtraster, ska inspektionsluckan vara integrerad i plåtrastret med samma material och korrosionsklass.	21-11-22
9	4.2 Vid släckskikt av plåtraster, ska upplagen vara utförda med samma korrosionsklass som plåtrastren.	21-11-22
9	4.2 Vid släckskikt av plåtraster, ska vinkeljärn vara varmförzinkade enl. SS-EN ISO 1461.	21-11-22
9	4.2 Krav gällande tillåtna luftspalter förtydligt vid släckskikt av plåtraster.	21-11-22
9	4.2 Krav på godkänt brandtest förtydligt, vid släckskikt av plåtraster.	21-11-22
9	4.2 Krav att stödbalk för plåtraster ska monteras på stödklack med ingjutna grundskruvar i botten av oljegropen.	21-11-22
9	4.2 Krav på genomströmningshastighet, vid släckskikt av plåtraster.	21-11-22
9	4.2 Krav på plåtraster map håldiameter etc, vid släckskikt av plåtraster.	21-11-22
9	4.2 Krav på ytbehandling vid håltagning etc, vid släckskikt av plåtraster.	21-11-22
9	4.2 Förtydligt kravställning gällande svetsning på plåtraster.	21-11-22



Innehåll

1	Allmänt	6
1.1	Referenser	6
1.2	Begrepps- och ordförklaringar	8
2	Sabotageskydd	10
2.1	Utförande	10
2.1.1	Sabotageskydd på egna fundament utanför ny eller befintlig oljegrop	10
2.1.2	Sabotageskydd på ny oljegrop	11
2.1.3	Förstärkning av befintligt splitterskydd eller äldre typ av sabotageskydd	11
2.2	Öppningar för in och utpassering av personal	12
2.3	Dörrar	13
2.4	Lås	14
2.5	Brandskydd	14
2.6	Demonterbar sabotageskyddsvägg för in- och uttransport av transformator	14
2.7	Genomföring av kablar m.m.	15
2.8	Fundament för fristående sabotageskydd	16
2.9	Dimensionering	16
2.9.1	Allmänt	16
2.9.2	Belastningsfall	17
2.10	Material, utförande och kvalitetskrav	17
2.10.1	Betong	18
2.10.2	Armering	19
2.10.3	Stål i konstruktionen	19
2.11	Dokumentation	21
2.11.1	Ritningar och beräkningar	21
2.12	Miljö	22
2.13	Kontroll och provning	22
2.13.1	Allmänt	22
2.13.2	Platsgjutna betongkonstruktioner	23
2.13.3	Fabrikstillverkade betongelement	23
2.14	Leveranscertifikat	23
2.14.1	Allmänt	23
2.14.2	Kvalitetsdokumentation	23



3	Bullerskydd	25
3.1	<i>Tillåtna ljudnivåer</i>	25
3.1.1	<i>Beräkning av ljudnivån för en enskild transformator</i>	25
3.1.2	<i>Beräkning av ljudnivån från flera transformatorer</i>	27
3.1.3	<i>Riktvärden för tillåtna ljudnivåer</i>	28
3.2	<i>Dämpning av ljud från transformatorer uppställda i sabotageskydd</i>	29
3.3	<i>Sammanställning av luddämpande åtgärder</i>	30
4	Oljegropar	32
4.1	<i>Släckskikt av makadam</i>	34
4.2	<i>Släckskikt av plåtraster</i>	34



1 Allmänt

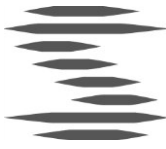
Om någon anvisning eller standard är angiven i denna riktlinje gäller att oavsett vilken utgåva som angivits i riktlinjerna ska den senaste utgåvan alltid gälla före tidigare utgåvor. Riktlinjen behandlar yttre mekaniska skydd kring transformatorer och reaktorer, fortsättningsvis benämnda transformatorer, uppställda i utomhusställverk. Dessa skydd innefattar sabotageskydd, bullerskydd samt oljegropar.

1.1 Referenser

AMA Anläggning 13	Allmän material- och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten
BFS 2011:6, BBR	Boverkets byggregler, BFS 2011:6 med ändringsföreskrifter 2013:10
BFS 2011:10, EKS	Boverkets författningssamling, BFS 2011:10 med ändringar
Dämpning av ljud från transformatorer uppställda i splitterskydd	Statens Vattenfallsverk 1981-10-26
Handbok Skydd av byggnader	Fortifikationsverket
IEC 60076-10-1 Determination of sound levels-Application guide	IEC
Miljökrav vid investeringsprojekt	Svenska Kraftnät
SS-EN 1090-2- Utförande av stål- och aluminiumkonstruktioner	Svensk standard
SS-EN 1522 – Fönster, dörrar, jalusier och solskydd – skottsäkerhet – krav och klassindelning	Svensk standard
SS-EN 1627 - Dörrar, fönster, hängande glasfasader, galler och jalusier - Inbrottskydd - Krav och klassindelning	Svensk Standard
SS-EN 10080:2005 Armeringsstål – svetsbart armeringsstål – allmänt	Svensk Standard



SS-EN 61936-1 - Starkströmsanläggningar med nominell spänning överstigande 1 kV AC	Svensk Standard
SS-EN ISO 898-1:2013 Mekaniska egenskaper för fästelement av kolstål och legerade stål, Del 1: Skruvar och pinnskruvar med angivna hållfasthetsklasser – Gängor med grov och fin delning	Svensk Standard
SS-EN ISO 1461 Oorganiska ytbeläggningar – Beläggningar bildade genom varmförzinkning på järn- och stålföremål – Specifikationer och provningmetoder	Svensk Standard
SS-EN ISO 9001 Kvalitetssystem	Svensk Standard
SS-EN ISO 10684:2004 Fästelement – Varmförzinkning av fästelement	Svensk Standard
Starkströmsföreskrifterna	Elsäkerhetsverket, ELSÄK-FS 2008:1 inklusive ändringsföreskrifter
TR01-01 Stamnätsanläggningar	Svenska kraftnät
TR01-10E Power transformers 2 MVA and above	Svenska kraftnät
TR01-11E Shunt Reaktors	Svenska kraftnät
TR08 Anläggningsdokumentation	Svenska Kraftnät
TR09-04 Anläggningsskydd	Svenska Kraftnät
TR13-01 Miljökrav vid bygg-, anläggnings- och underhållsarbeten	Svenska kraftnät
Vägledning om industri- och annat verksamhetsbullen	Naturvårdsverkets vägledning ISBN 978-91-620-6538-6, 2015

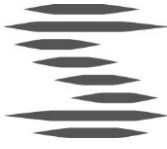


1.2 Begrepps- och ordförklaringar

Nedan följer några tekniska termer och definitioner som används i dessa riktlinjer.

Tabell 1 Begrepps- och ordförklaringar

Bullerskydd	Skärmskydd kring transformatoruppställning för att dämpa buller. Utförs normalt av metall kombinerat med bullerdämpande material alternativt lättare betongväggar.
Demonterbara väggar	Del av vägg i skyddsväggskonstruktion som utformas så att den går att demontera för t.ex. in-/uttransport av transformator.
Sabotageskydd	Sabotageskydd, även benämnt skalskydd, har en helt annan skyddande funktion än tidigare splitterskydd. Prefabricerade eller platsgjutna skydd som, fr.o.m. år 2000, är uppförda runt transformatoruppställning med krav att stå emot mindre sabotage och annan kriminell verksamhet. Mellan 1990-2000 uppfördes en äldre typ av sabotageskydd som ersatte tidigare splitterskydd. Sabotageskydd från 1990-2000 samt de tidigare splitterskydden uppfyller inte fullt ut de krav som idag ställs på sabotageskydd. Väggar uppfyller dock kraven enligt sabotageskydd.
Oljegrop	Ett, för transformatorer, kombinerat fundament och uppsamlingsgrop för läckage av olja som normalt är tillverkad av armerad betong.
Prefab	Element tillverkade på fabrik som är godkänd för tillverkning av betongelement och transporterade till respektive byggplats för montering.
Platsgjutna konstruktioner	Betongkonstruktioner gjutna direkt på plats.
Sluss	Öppning i sabotageskyddsvägg för in- och utpassering av personal. Öppningen är utformad så att ingen insyn längs en rät linje mot transformatorn är möjlig.
Splitterskydd	Tidigare utfört skydd, runt transformatoruppställning, som ska stå emot en explosion, splitter och luftstötväg från en konventionell bomb som detonerar i närheten av skyddet.

**Sättar**

En typ av demonterbar väggöppning. Stapelbara plank för förslutning av öppning för in- och uttransport av transformator. Planken tillverkas normalt av armerad betong. Sättar användes normalt även i tidigare splitter- och sabotageskydd.



2 Sabotageskydd

Ett sabotageskydds huvudsakliga funktion är att skydda transformatorn mot sabotage och annan kriminell verksamhet. Dock har det även till uppgift att skydda omgivningen vid allvarigare fel på transformatorn.

Då två eller flera transformatorer med samma systemtekniska funktion finns uppställda inom samma transformatorstation, och då de vid fel bedöms kunna skada varandra (brand, splitter etc.), får högst en av transformatorerna sakna sabotageskydd. Utöver ovan anges behov av sabotageskydd för transformatorer och reaktorer i den särskilda säkerhetsbedömningen (SSB).

2.1 Utförande

Ett sabotageskydd ska bestå av skyddsväggar runt transformatorn. Skyddsväggarna ska tillverkas av material, och i ett utförande, som klarar erforderlig skyddsverkan. Om inget annat anges ska transformatorns kylutrustning placeras innanför sabotageskyddet. Om kylutrustningen placeras utanför sabotageskyddet ska denna skyddas på tillfredsställande sätt.

Skyddsväggarna ska vara av armerad betong och kan utföras platsgjutna, alternativt av prefabricerade element monterade på plats.

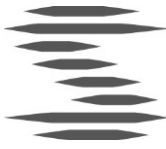
Toppen av skyddsväggarna ska vara avfasade och tilljämnade för att minska påväxt och vittring.

Vid nybyggnation av sabotageskydd ska transformatorleverantören till beställaren uppge vilka minsta invändiga avstånd m.h.t. minsta tillåtna elektriska luftavstånd och temperaturstegringar som sabotageskyddet får ha, se TR01-10E och TR01-11E. Dessa avstånd ska konstruktören av sabotageskyddet efterfråga av beställaren. I föregående utredningar ska det också, med hänsyn till tillgängliga utrymmen i ställverket, fastläggas vilka maximala yttermått sabotageskyddet får ha. Utrymmena mellan transformatorn och väggarna ska möjliggöra transport med nödställd på bår. Högsta tillåtna omgivningstemperatur inuti sabotageskyddet är +45 °C.

För att förhindra fuktbildning ska sabotageskydd vara ventilerade. Det är inte tillåtet att konstruera sabotageskyddet på ett sådant sätt att extra mekanisk ventilation, skild från transformatorns, krävs för att inte ovan nämnda temperatur och temperaturstegringar ska överskridas.

2.1.1 Sabotageskydd på egna fundament utanför ny eller befintlig oljegrop

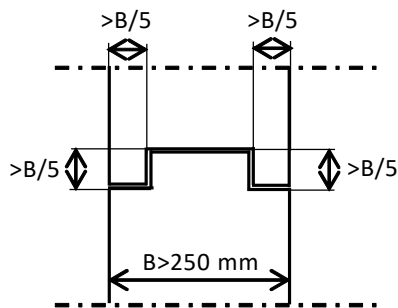
Sabotageskyddets väggar kan placeras på fristående fundament runt oljegropen.



2.1.2 Sabotageskydd på ny oljegrop

Då en ny oljegrop och ett nytt sabotageskydd uppförs samtidigt kan konstruktionerna sammanbyggas. Oljegropen fungerar då som ett fundament till sabotageskyddet. Alternativt byggs oljegropen separat, varefter skyddet uppförs på egna fundament utanför oljegropen, se avsnitt 2.1.1 ovan.

För att olja, som exempelvis vid ett haveri stänker på väggen, inte ska kunna transporteras ut genom skarven, ska skarven utföras så att detta omöjliggörs. Detta kan t.ex. åstadkommas genom att överkanten på oljegropsväggen förses med en betongklack, se Figur 1. Om sabotageskyddets väggar avses placeras på oljegropens väggar måste tillkommande laster beaktas vid konstruktionen av oljegropen.



Figur 1 Överkant på oljegropsvägg enligt ovan beskrivet utförande

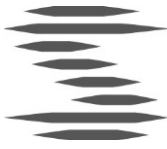
2.1.3 Förstärkning av befintligt splitterskydd eller äldre typ av sabotageskydd

När äldre typer av sabotageskydd eller splitterskydd ska förstärkas, gäller samma krav som för byggande av ett nytt sabotageskydd.

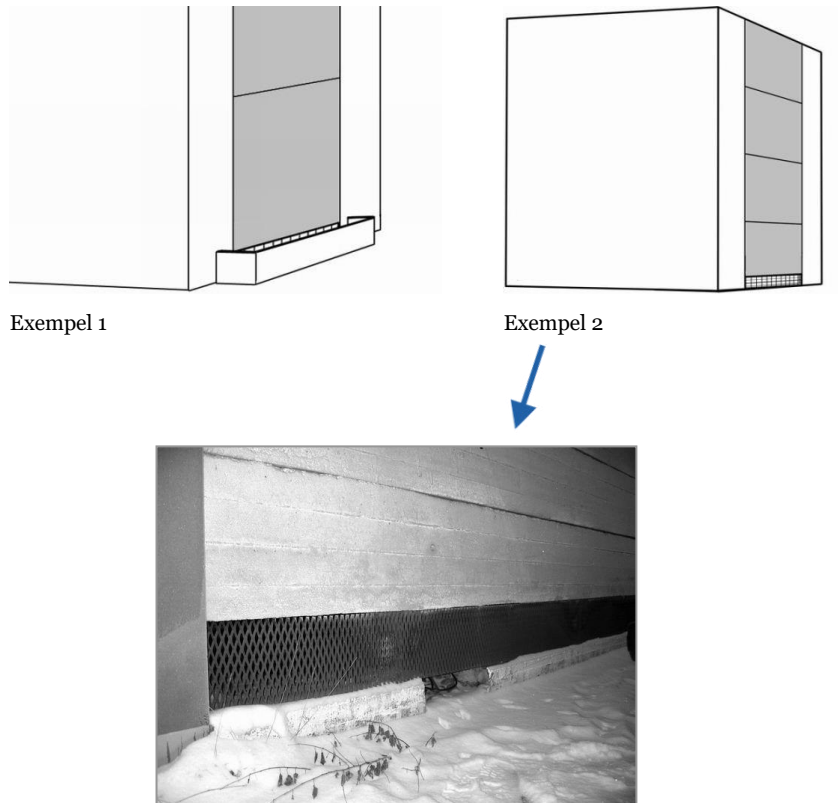
För att åstadkomma detta måste hänsyn tas till hur det gamla skyddet är konstruerat. Äldre typer av sabotage- eller splitterskydd i god kondition är normalt tillräckliga vad gäller material och vägg tjocklek för att uppfylla kraven för sabotageskydd. Bedömning av uppfyllande av krav för fysiskt skydd ska ske vid översyn av skydd. En kontroll i varje enskilt fall måste dock ske.

Brister finns dock ofta i befintliga skydd som inte har slussar vid dörröppningar, alternativt att slussar finns men inga dörrar. Finns dörrar måste det kontrolleras att de uppfyller kraven för dörrar till sabotageskydd. Saknas slussar måste sådana tillbyggas i mån av plats. Saknas plats måste alternativa förstärkningsförslag diskuteras med beställaren.

Exempel på andra brister i befintliga skydd kan vara öppningar i väggar, såsom ventilationsspalter under sättöppning, kabelgenomföringar m.m. Ventilationsspalter kan förbättras genom att en skyddande vägg placeras framför eller bakom ventilationsspalten, se Exempel 1 i Figur 2.



Andra öppningar kan skyddas med plåtskydd eller grovgaller av tillräcklig tjocklek, t.ex. 5 mm stål, monterat som skydd mot en rak linje genom en öppning, se Exempel 2 i Figur 2. Där så är motiverat kan tekniska lösningar där man kombinerar Exempel 1 och Exempel 2 tillgripas.



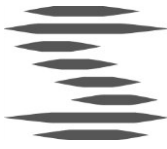
Figur 2 Skydd av ventilationsspalter och andra öppningar på befintliga splitter/sabotageskydd

2.2 Öppningar för in och utpassering av personal

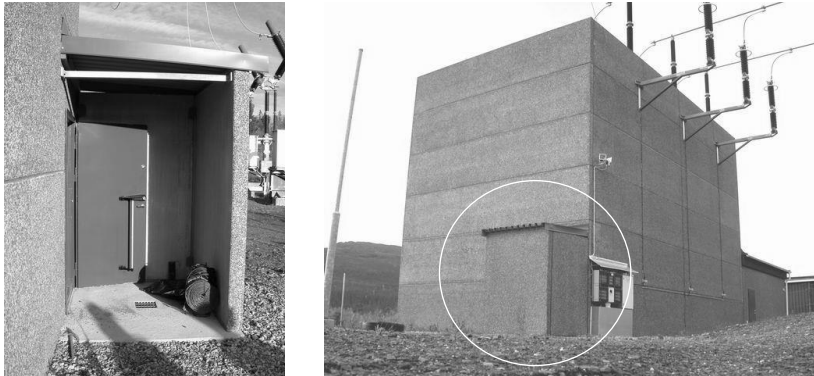
För in- och utpassering av personal ska sabotageskyddet förses med två diagonalt placerade öppningar eller slussar som inte får försämra skyddets funktion, d.v.s. öppningarna ska minst uppfylla samma krav som skyddet i övrigt.

Öppningarna ska också vara anpassade så att utrymning inte försvåras vid en nödsituation. Öppningar för utpassering ska därför förses med dörrar vars bredd minst uppgår till 1100 mm och höjd minst 2000 mm. Öppningsmått avser fri bredd och höjd.

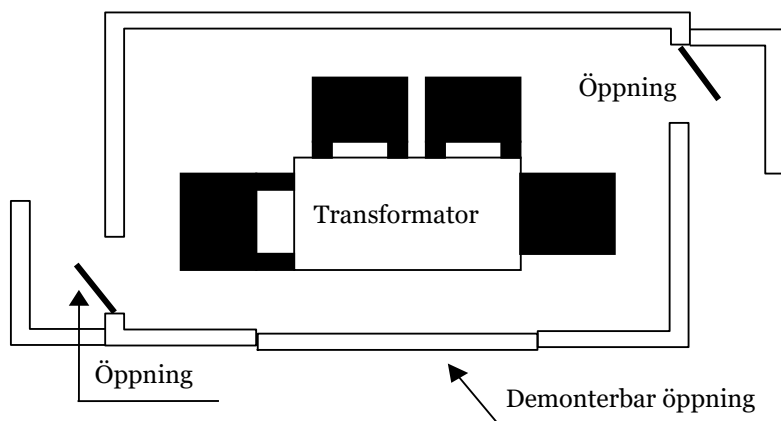
Öppningarna ska utföras som slussar, d.v.s. det ska finnas en vägg utanför alternativt innanför öppningen så att ingen rak siktlinje kan förekomma in igenom



öppningen. Den skymmande väggen ska ha samma hållfasthetskrav som övriga väggar i sabotageskyddet.



Figur 3 Exempel på sabotageskydd enligt ovan beskrivet utförande



Figur 4 Sabotageskydd utfört med slussgångar uppbyggda med skärmväggar, placerade så att utgång leds i vinkel in i skyddet

2.3 Dörrar

Dörrar monterade i sluss ska minst vara av MK 3, enligt SS-EN 1627. Ett alternativ är dörrklass 2 med ytterligare stål (3 mm) påsvetsat. Dörrar ska vara täckta av sammanlagt minst 4 mm stål samt:

- Vara utförda i brandklass EI60.
- Vara utrustade för att uppfylla skottsäkerhet enligt SS-EN 1522 klass FB4.
- Förses med godkänt nödutrymningsbeslag (ställverksregel) för möjlighet till snabb utrymning. Hänsyn ska tas till att nödutrymningsbeslaget måste fungera långsiktigt i utomhusmiljö.

Dörrar ska alltid hållas låsta och larmade då inget arbete pågår på transformatorn.



Figur 5 Exempel på dörr enligt ovan beskrivet utförande

2.4 Lås

Lås ska hålla samma låsklass som anläggningen i övrigt och uppfylla kraven enligt TR09-04 avsnitt Lås i dörrar och portar.

2.5 Brandskydd

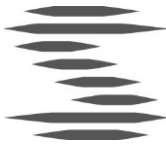
Gällande krav på brandskydd ges av SS-EN 61936-1 ”Starkströmsanläggningar med nominell spänning överstigande 1 kV AC”. Sabotageskyddets väggar ska minst uppfylla brandklass REI60.

2.6 Demonterbar sabotageskyddsvägg för in- och uttransport av transformator

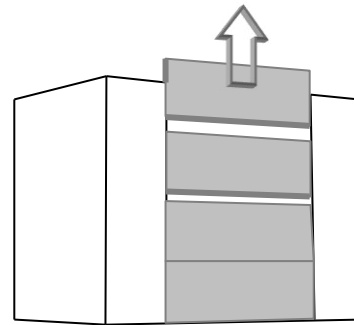
En av sabotageskyddets väggar eller del av vägg för in- och uttransport av transformatorn ska vara demonterbar. Öppningen ska även kunna återmonteras. Demontage och påföljande återmontage ska vara möjligt att utföra utan att betydande detaljer måste ersättas. Skyddets ursprungliga funktion får då inte bli försämrat.

Den demonterbara väggen ska:

- klara samma påfrestningar och vara dimensionerade utifrån samma förutsättningar som gäller för sabotageskyddet i övrigt
- anpassas i längd och höjd så att väggen i förslutet tillstånd uppfyller kraven på sabotageskyddet i övrigt
- dimensioneras för lyft (i det fall detta krävs för demontering) och förses med erforderliga godkända lyftanordningar
- vara utformade på ett sådant sätt att den kan demonteras och återmonteras med normala lyftkranar och verktyg



Hål och skarvar måste anordnas så att ingen siktlinje kan följa skarven eller hålet mot utrustningen innanför skyddet. Det ska sålunda inte vara enklare med beskjutning genom skarvar och hål än väggen i övrigt.



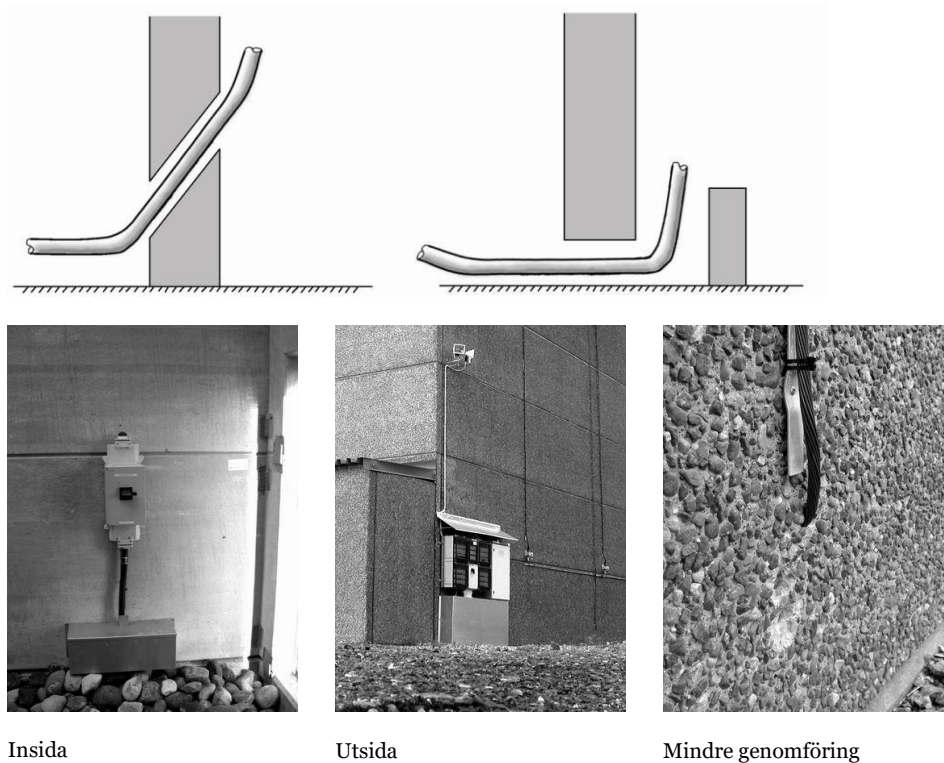
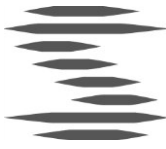
Figur 6 Exempel på demonterbar väggdel enligt ovan beskrivet utförande

2.7 Genomföring av kablar m.m.

Genomföringar för kablar m.m. ska utföras på sådant sätt att man inte gör avkall på sabotageskyddets skyddsverkan. Ingen "öppen" linje genom skyddsväggen får således förekomma.

Genomföringar med större dimension än 100 mm kan t.ex. utföras som en sned öppning som tätas, alternativt en rak öppning med en vägg bakom.

Det väsentliga är att genomföringen eller området kring en genomföring i alla avseenden uppfyller kraven som ställs på sabotageskyddet i övrigt.



Figur 7 Exempel på genomföringar enligt ovan beskrivet utförande

2.8 Fundament för fristående sabotageskydd

Fundament för sabotageskydd ska grundläggas på frostfritt djup. I de fall där frostfritt djup inte kan uppnås med rimlig arbetsinsats kan eventuellt ett mindre grävdjup tillåtas i kombination med att fundamentet isoleras (se TR01-21), ett sådant alternativt utförande ska godkännas av beställare innan det tillåts. Notera att det frostfria djupet kan bli större än vad som normalt är tillämpligt när fundamenten står nära en oljegrop. Om marken är av sämre beskaffenhet kan dränering, pålning eller andra markförstärkande åtgärder erfordras.

2.9 Dimensionering

2.9.1 Allmänt

Sabotageskyddet (inklusive grundläggning) ska dimensioneras för att klara kraven i dessa riktlinjer samt SS-EN 1990 - SS-EN 1999, varvid de nationella val som framgår av "Boverkets föreskrifter och allmänna råd (BFS 2011:10) om tillämpningen av europeiska konstruktionsstandarder (eurokoder)" ska tillämpas. Om anläggningsägaren utöver detta specificerar ytterligare belastningsfall ska även dessa beaktas.

Om sabotageskyddet uppförs med prefabricerade element ska detta dimensioneras för samma bärförmåga som ett sabotageskydd med helgjutna väggar.



Sabotageskyddet ska dimensioneras för att motstå en minsta last från respektive utsida motsvarande två gånger maximalt dimensionerande vindlast. Denna last ska vid dimensioneringen även betraktas som en vindlast för samtliga aktuella lastkombinationer i brottgränstillstånd och bruksgränstillstånd.

Höjden på skyddet ska vara minst i nivå med transformatorns högsta oljeförande del och genomföringar. Om omgivningen (inom 400 m) tillåter en siktlinje så att högsta oljeförande del eller genomföring är synlig måste skyddet höjas för att omöjliggöra detta.

Till grund för dimensioneringen av fundamenten ska finnas en geoteknisk undersökning, eller annan dokumentation, som bestämmer markens konstruktionstekniska egenskaper i varje enskilt fall. Om markens beskaffenhet är okänd åligger det leverantören att genomföra en geoteknisk undersökning för att säkerställa alla grunddata för dimensioneringen av fundamenten. De geotekniska undersökningarna ska redovisas enligt de standarder som presenteras av Svenska Geotekniska Föreningen (SGF) eller SIS TK 183, eller på annat av beställaren godkänt sätt.

De anvisningar för dimensionering som ska följas är främst Boverkets utgåvor enligt nedan:

- BBR Boverkets byggregler BFS 2011:6 med ändringar
- EKS Boverkets författningssamling, BFS 2011:10 med ändringsföreskrifter

Utöver de anvisningar som finns angivna i dessa riktlinjer kan ytterligare anvisningar vara aktuella, vilka i så fall lämnas av beställaren.

2.9.2 Belastningsfall

Alla laster ska hänföras till säkerhetsklass 2 enligt EKS. Konstruktionen ska även vara stabil utan egentyngd från transformator.

Sabotageskyddet ska dimensioneras för att motstå en trycklast motsvarande vindlasten enligt kapitel 2.9.1.

För snölast, i förekommande fall, gäller EKS.

Beställaren kan utöver detta komma att specificera ytterligare krav vad gäller punktlaster m.h.t. den Dimensionerande HotBilden (DHB).

2.10 Material, utförande och kvalitetskrav

Om inget annat anges ska allt tillhandahållet material vara i överensstämmelse med den senaste utgåvan av svensk standard och regler, eller någon annan utländsk standard, som beställaren anser likvärdig med, eller bättre än dessa.



För en standard som inte är skriven på svenska eller engelska språket ska entreprenören tillhandahålla kopior av en svensk eller engelsk översättning av densamma.

Materialet ska inspekteras och provas för att visa att det följer kraven i respektive specifikation eller standard.

2.10.1 Betong

Sabotageskyddet uppförs antingen platsgjutet eller prefabricerat. Sabotageskyddet ska uppfylla krav enligt TR01-21 avsnitt Betong och armering, om inte annat anges i handlingarna.

Väggjockleken ska minst uppgå till 250 mm.



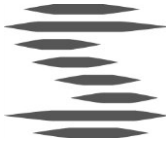
Figur Væggjocklek

Fabrikstillverkade element:

Elementen ska tillverkas enligt EKS. Tillverkande fabrik ska vara certifierat av Nordcert, d.v.s. BBC-anslutet företag med rätt att använda BBC-märket, Nordcert ABs certifieringsmärke för betong och ballast enligt bl.a. SS-EN 13369. Alternativ certifiering enligt SS-EN 14991 är också tillämplig.

Ett intyg innehållande följande uppgifter ska sändas till beställaren efter avslutad leverans:

- Leverantör
- Beställarens beställningsnummer
- Antal element i leveransen
- Ritningsnummer
- Uppgift om utförd kontroll samt kontrollresultat
- Datum och underskrift av kvalitetsansvarig person



Övriga tillverkningshandlingar ska innehålla uppgifter om:

- Tillverkningsmetod
- Lyftpunkter
- Uppläggningsställen vid lagring och transport
- Erforderlig betonghållfasthet före lyftning och transport från tillverkningsplats

Elementen ska vara märkta med:

- Tillverkare
- Tillverkningsdatum
- Typ (ex ritningsnummer)
- Vikt

Eventuella transportskador ska åtgärdas av tillverkaren. Medför transportskador minskad bärförmåga eller kortare beständighet än 100 år ska skadade element kasseras och ersättas med nya element.

2.10.2 Armering

Armeringsstål för sabotageskyddskonstruktioner ska uppfylla krav enligt TR01-21 avsnitt Betong och armering

Armering får vid ingjutning i betong inte uppvisa rostskador. Böckning av armering får inte ske vid temperaturer under +5 °C.

2.10.3 Stål i konstruktionen

Ingjutningsgods ska vid gjutning ha en temperatur av minst +5 °C.

Allt stål ska, om inget annat överenskommits, varmförzinkas.

Efter varmförzinkningen ska stålkonstruktionen rensas så att inga handskador uppstår.

Varmförzinkningen ska uppfylla kraven enligt SS-EN ISO 1461. För markförlagda delar gäller även Nationell bilaga NA. För fästelement ska kraven uppfylla SS-EN 10684:2004.

Varmförzinkning ska likställas med färg enligt standard ISO 8501-3.

Svetsar, kanter och andra områden med defekter ska före varmförzinkning uppfylla förbehandlingsgrad P3 enligt ISO 8501-3 med undantag av rundning av kanter som



får minskas till 1,0 mm om godstjockleken är < 15 mm. Dock ska samtliga kanter bearbetas efter borrarning eller skärning för att inte vara skarpa.

Reparation av varmförzinkade stålkonstruktioner ska ske enligt TR01-01, avsnitt 4.3.1.1.

Samtliga använda produkter för reparation ska dokumenteras med säkerhetsdatablad och tekniska varublad. Dessa ska finnas på svenska.

Minsta tillåtna skiktjocklek på reparerade områden ska vara nominellt värde på motsvarande zinktjocklek enligt standarden + 30 µm.

Utförda reparationer ska dokumenteras enligt riktlinjer för grundkontroll enligt BSK07 (kapitel 9:65). Eventuella reparationsställen ska vara UV-beständiga och åldersbeständiga.

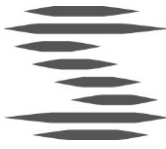
Varmförzinkad konstruktion ska ha en sammanhängande och god vidhäftande beläggning och så jämn som form och egenskaper medger.

Zinkbeläggningens tjocklek anges i varje särskilt fall. Då inte annat anges, får zinkbeläggningstjockleken inte understiga värden i nedanstående Tabell 2.

Tabell 2 Krav på Zinktjocklek i olika konstruktioner

Konstruktion	Zinktjocklek i µm (Zinkvikt i g/m ²)	
	medel	minimum
Konstruktioner av valsat stål i luft t ≤ 6 mm	85 (610)	70 (500)
Konstruktioner av valsat stål i luft t > 6 mm	85 (610)	70 (500)
Konstruktioner av valsat stål i marken t > 6 mm	215 (1550)	190 (1370)
Killåsta konstruktioner i berg	115 (830)	100 (720)
Skruvar (inte grundskruv), muttrar och brickor	50 (360)	40 (290)
Grundskruv	65 (470)	55 (400)
Konstruktioner ingjutna i betong	100 (720) ¹	90 (650)

¹Maximal zinktjocklek för konstruktioner som ska ingjutas i betong är 200 µm (1 450 g/m²). Även kanter på gods till konstruktioner där t ≥ 10 mm ska ingå som provningsområde för zinktjocklek.



Lyftanordning för demonterbar sabotageskyddsvägg

Lyftanordningar ska anordnas på erforderligt sätt för att möjliggöra de lyft som erfordras vid t.ex. öppning och förslutning av demonterbar vägg.

Dörrar

Dörrkarm och dörr ska vara rostfri, varmförzinkad enligt SS-EN ISO 1461 tabell 3 eller med en ytbehandling enligt SS-EN ISO 12944 korrosivitetsklass C4/hållbarhet mycket hög.

Grundskruvar

Grundskruvar för fundament och muttrar ska vara metriska i hållfasthetsklass 8.8 enligt SS-EN ISO 898-1:2013 samt seghetsklass D, d.v.s. 27 J vid -20 °C. Brickor ska ha motsvarande hållfasthet.

Grundskruvar, muttrar och brickor ska vara varmförzinkade enligt SS-EN ISO 10684 eller av rostfritt stål. Varmförzinkad grundskruv ska vara varmförzinkad i hela sin längd. Varmförzinkat material får inte komma i kontakt med rostfritt material i samma förband. Grundskruvarnas gängor ska vid ingjutning vara skyddade. Grundskruvar får inte ha kontakt med armeringen.

Fundament för utrustning placerad mellan transformator och transportväg ska ha grundskruvar med skarvhylsa för att underlätta vid en eventuell slidning av transformator.

2.11 Dokumentation

Skrivna eller ritade handlingar ska uppfylla TR08 *Anläggningsdokumentation*.

2.11.1 Ritningar och beräkningar

Tillverkningsritningar, arbetsritningar och beräkningar ska granskas av beställaren. Ritningar färdigställda av konstruktör ska granskas av beställaren, innan de får användas för tillverkning eller utförande.

Beställarens granskning av ritningarna befriar inte leverantören från någon av dennes förpliktelser i enlighet med gällande bestämmelser eller från hans ansvar för att konstruktionen och ritningarna är korrekta. Alla mått på ritningar ska anges i mm.

För ritningar gäller att följande ska anges i förekommande fall:

- Dimension, typ och längd för alla detaljer
- Totalvikt eller maximal lyftvikt för varje ståldetalj inklusive zink, skruv och alla tillbehör



- Uppgift för betong beträffande exponeringsklass, livslängdsklass, vct, cement, hållfasthetsklass, utförandeklass, frostresistent ballast och lufthalt.
- Dimension armering, antal, längder, c/c avstånd, bockningsradie för armering, samt täckande betongskikt
- Krav på schakt, återfyllning och undergjutning
- Gällande bestämmelser och säkerhetsklass. För krav i övrigt för ritningar till betongkonstruktioner, se EKS.

I beräkningar ska alla förekommande dimensioneringar vara redovisade med säkerhetsfaktorer. Om datorprogram används ska redovisningen ske på ett sådant sätt att beställaren kan kontrollera utgångsvärden och resultat.

2.12 Miljö

Entreprenören ska utföra arbetet med sabotageskyddet på ett sätt som följer de miljökrav som ställs i tillämpliga lagar, förordningar och TR13-01.

Då beställaren har klart dokumenterade miljökrav för hur entreprenören ska agera i sitt arbete ska dokumentationen utgöra en kontraktsbilaga i avtalet mellan beställaren och entreprenören. De miljökrav som anges i dokumentet är då giltiga utöver gällande lagstiftning för entreprenörens miljöarbete i projektet.

Då sabotageskyddet uppförs av prefabricerade element ska en byggvarudeklaration redovisas.

2.13 Kontroll och provning

2.13.1 Allmänt

Kontroller, provning och besiktningar ska utföras enligt den standard eller överenskommelse (kontrollplan) som godkänts av beställaren. Där någon standard inte finns ska alla detaljer om proven föreläggas beställaren för godkännande.

Beställaren ska ges möjlighet att utföra besiktningar och kontroller av utförda arbetsmoment enligt kontrakt. Beställaren har också rätt att när som helst utföra kontroll.

Entreprenören ska hålla beställaren informerad om förloppet så att provning efter uppgjord kontrollplan är möjlig och att den kan utföras i närvaro av beställaren.

Rutinprovning av ingående material ska ske enligt respektive tillverkarens gängse rutiner. Entreprenören ska vidarebefordra upprättade och signerade protokoll till beställaren.



Entreprenören ansvarar för att anmärkningar framkomna under utförd kontroll eller besiktning av arbetena, åtgärdas inom en av beställaren bestämd tid.

Upprättande av protokoll ska göras.

Beställaren äger rätt att, på leverantörens bekostnad, kassera material som inte uppfyller provnings- eller konstruktionskrav.

Entreprenören bekostar all provning som föreskrivs enligt normer, bestämmelser och gängse praxis.

2.13.2 Platsgjutna betongkonstruktioner

Kontroll av tillverkning utförs enligt EKS och enligt TR01-21, avsnitt Betong och armering.

2.13.3 Fabrikstillverkade betongelement

Kontroll av tillverkning utförs enligt EKS och enligt TR01-21, avsnitt Betong och armering.

Om sabotageskyddet uppförs med prefabricerade standardelement måste det klart framgå genom tester eller på annat sätt att sabotageskyddet uppfyller de krav som stipuleras i dessa riktlinjer. Entreprenören svarar för att tillverkning sker under intern driftkontroll av tillverkaren.

2.14 Leveranscertifikat

2.14.1 Allmänt

Entreprenören ska för sina åtaganden utarbeta ett kvalitetssäkringsprogram enligt SS ISO 9001, vilket ska granskas och godkännas av beställaren före arbetets påbörjan.

All kvalitetsdokumentation relaterad till arbetet ska vara tillgänglig för beställarens representant tills arbetet är avslutat.

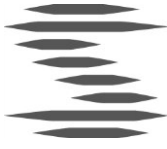
2.14.2 Kvalitetsdokumentation

Före materialleverans från tillverkare ska entreprenören presentera kvalitetsdokumentation för beställaren. Kvalitetsdokumentation ska innehålla dokument enligt nedan.

Certifikat

Ett certifikat, vederbörligen signerat av representant för entreprenören som är auktoriserad att signera sådana QA-dokument, vilket innehåller:

- Tillräcklig information för att delen ska gå att identifiera.
- Referenser till den standard och de krav som har använts under tillverkning och inspektion.



- Redogörelse för att specificerade inspektioner har genomförts och att de begärda resultaten har uppnåtts.

Ingen del av arbetet får levereras till transformatorstationen innan det har provats och av beställaren inspekterats och befunnits överensstämma till alla delar med bestämmelsernas villkor, varefter beställaren utfärdar leveranscertifikat.

Avvikelse rapport

Avvikelse rapporter tillsammans med varje rapport som har samband med större reparationsarbete.

Separata rapporter och besiktningsföretag

- Certifikat för undersökning som kräver separata rapporter, t.ex. materialprov, dimensioneringsrapporter och provmonteringsrapporter.
- Certifikat från oberoende besiktningsföretag, om sådant anlitas.



3 Bullerskydd

Bullerskydd är den enklaste formen av skydd kring en transformatoruppställning, och har som enda uppgift att reducera ljudet från transformatorn. Det är antingen platsgjutet med ljudabsorberande skivor eller utformat som en stålstomme med plåtkassetter innehållande mineralullsfyllning eller dylikt. Skyddet utförs även med tak där så erfordras. Vid byggnation av ett bullerskydd ska transformatorleverantören till beställaren uppge vilka minsta invändiga avstånd m.h.t. tillåtna temperaturstegringar som ett bullerskyddet får ha, se TR01-10E och TR01-11E. Dessa avstånd ska konstruktören av bullerskyddet efterfråga av beställaren. Utrymmena mellan transformatorn och väggarna ska möjliggöra transport med nödställd på bår. Högsta tillåtna omgivningstemperatur inuti bullerskydd är +45 °C.

För att förhindra fuktbildning ska bullerskydd vara ventilerade. Det är ej tillåtet att konstruera bullerskyddet på ett sådant sätt att extra mekanisk ventilation krävs för att inte ovan nämnda temperatur eller normenliga temperaturstegringar ska överskridas.

Vid byggnation av ett renodlat bullerskydd, d.v.s. ett bullerskydd som ej nyttjar ett sabotageskydd, ska detta vid etablering av en ny transformator vara en del av transformatorleverantörens leverans.

3.1 Tillåtna ljudnivåer

3.1.1 Beräkning av ljudnivån för en enskild transformator

Maximalt tillåtna ljudnivåer anges för transformatorer i TR01-10E, avsnitt 4.10, och för reaktorer i TR01-11E, avsnitt 4.7.

Vid fabriksprovningen uppmäts ljudtrycksnivån (L_p), eller ljudintensitetsnivån (I), relativt referensnivån 20 µPa, vilket approximativt är hörtröskeln vid frekvensen 1 000 Hz, på förutbestämt avstånd från transformatorn. Mätningen görs längs den s.k. föreskrivna konturen (slutna kurvan) med längden l_m . Den ljudstrålande ytan kan då beskrivas med en halvsfär med ytan

$$S_m = 2\pi R_m^2 \Rightarrow R_m = \sqrt{S_m/2\pi} \quad 3-1$$

där den ekvivalenta radien R_m bestäms av värdet på S_m enligt nedanstående formler.

För en ren transformator med kylarna avställda gäller approximativt att den ljudstrålande ytan kan beskrivas med sambandet

$$S_m = 1.25hl_m \quad 3-2$$



där h anger tankhöjden. För en transformator med kylare i drift som är monterade på transformatorlådan gäller

$$S_m = (h + 2)l_m \quad 3-3$$

För ett fritt uppställt kylarbatteri i drift gäller

$$S_m = \frac{3l_m^2}{4\pi} \quad 3-4$$

Ur ljudtrycksnivån framräknas sedan ljudeffektnivån $L_w(R_m)$ relativt referensnivån 10^{-12} W/m^2 , varvid nedanstående samband gäller

$$L_w(R_m) = L_p(R_m) + 10\log_{10} \frac{S_m}{S_0} = \{S_0 = 1\text{m}^2\} = L_p(R_m) + 10\log_{10} S_m \quad 3-5$$

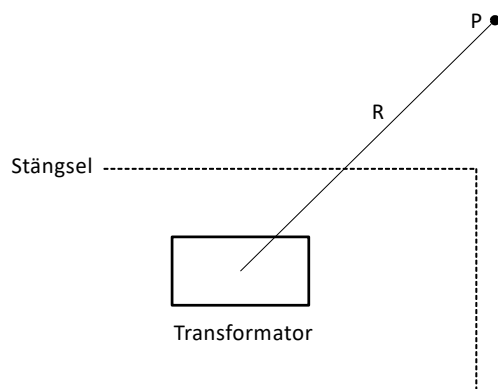
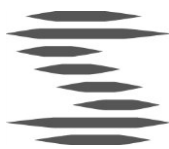
Det är sålunda värdet $L_w(R_m) = L_w$ som man kan utläsa från det provningsprotokoll som upprättas i samband med fabriksprovningen. För att beräkna vilken ljudtrycksnivå $L_p(R_m) = L_p$ som erhålls på ett avståndet R ($R \geq \text{ca } 30 \text{ m}$), och därmed uppskatta nivån i en given punkt kan ekvation 3-6 användas. På avståndet R från ljudkällans centrum gäller för ljudtrycksnivån

$$L_p = L_w - 10\log_{10} S_R = L_w - 10\log_{10} (2\pi R^2) \quad 3-5$$

förutsatt att man kan anta likformig utbredning i fri rymd utan några atmosfäriska inverkningar och försumbar markabsorption. Sambandet innebär att ljudtrycksnivån sjunker med 6 dB för varje fördubbling av R . Värdet L_p jämförs härefter med Naturvårdsverkets riktvärden, se avsnitt 3.1.3 nedan, för att bedöma om någon form av bullerskydd krävs. I tveksamma fall, då man ligger nära ett riktvärde, kan en mer noggrann utredning behöva tillgripas.

Ett exempel på atmosfäriska inverkningar som starkt påverkar ljudnivån är vindriktningen. Dessutom dämpas ljudet mycket svagare vid skiktade luftlager (kallare vid markytan än längre upp i luften). På grund av reflektioner blir vid dessa förhållanden ljuddämpningen endast ca 3 dB för varje avståndsfördubbling.

Vid installation av en enskild transformator ska det i föregående utredningar klarläggas vilka ljudkrav som ska ställas vid upphandlingen av denna. Detta innefattar att bestämma en punkt (P) utanför stängselgränsen, se Figur 9 nedan, där Naturvårdsverkets riktvärden ska innehållas. Detta innebär att ett maximalt tillåtet värde på L_w kan beräknas m.h.a. ekvation 3-6. Samma förfarande ska tillämpas vid nyetablering eller om en befintlig transformator ska ersättas.



Figur 8 Ljudnivå från en enskild transformator

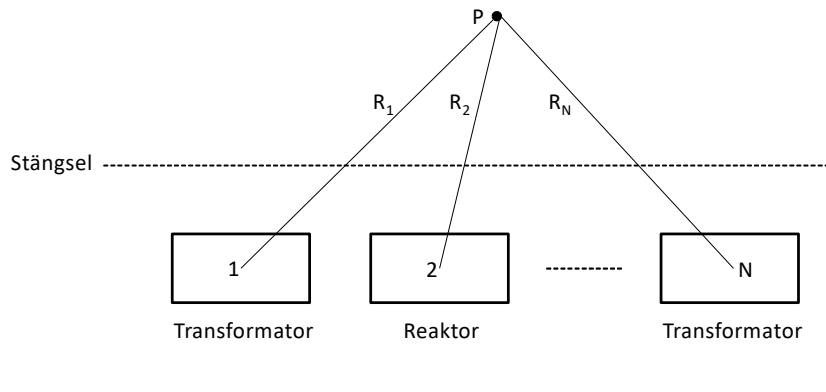
3.1.2 Beräkning av ljudnivån från flera transformatorer

Vid installation av en eller flera transformatorer i en station, där det efter installationen kommer att finnas minst två enheter, måste den sammanlagda ljudnivån bestämmas. Precis som fallet i avsnitt 3.1.1 innefattar detta att bestämma en punkt P utanför stängselgränsen, se Figur 10 nedan, där Naturvårdsverkets riktvärden (L_p) ska innehållas. Härefter kan man bestämma ljudeffektnivån m.h.a. ekvationen

$$L_p = 10 \log_{10} \sum_{i=1}^N 10^{(L_{w,i} - 10 \log_{10}(2\pi R_i^2)) / 10} \quad 3-7$$

där $L_{w,i}$ anger ljudeffektnivån för objekt i ($i=1, 2, \dots, N$) och R_i anger avståndet från objekt i till punkten P . I tveksamma fall, då man ligger nära ett riktvärde, kan en mer noggrann utredning behöva tillgripas.

Sålunda kan för ett enskilt objekt eller flera identiska objekt, maximalt tillåtet värde alt. maximalt tillåtna identiska värden på flera identiska objekt på $L_{w,i}$ beräknas. Samma förfarande ska tillämpas vid nyetablering eller om en eller flera befintliga transformatorer ska ersättas.



Figur 9 Ljudnivå från flera transformatorer

3.1.3 Riktvärden för tillåtna ljudnivåer

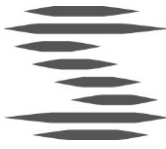
Riktvärden på högsta tillåtna ljudnivåer framgår av ”Vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller” (Naturvårdsverket 2015), samt eventuella riktlinjer från den lokala hälsoskyddsmyndigheten.

Vid installation av en ny transformator, får ljudemissionen från denna ej medföra att ljudnivån från alla transformatorer inom hela ställverket överskrider Naturvårdsverket gällande fastlagda riktvärden i den definierade punkten P. Strängare krav än Naturvårdsverkets riktvärden, redovisade i Tabell 3 nedan, kan förekomma.

	L_p (dag)	L_p (kväll)	L_p (natt)
	(06-18)	(18-22) samt lör-, sön- och helgdag (06- 18)	(22-06)
Utgångspunkt för olägenhetsbedömning vid bostäder, skolor, förskolor och vårdlokaler	50 dB(A)	45 dB(A)	40 dB(A)
Friluftsområden och andra rekreationsområden	40 dB(A)	35 dB(A)	35 dB(A)

Tabell 3 Utomhusriktvärden för externt industribuller angivna som ekvivalent ljudtrycksnivå L_p , uttryckt i dB(A)

För en transformator med forcerad kylning kan man betrakta ljudet från kylutrustningen som bredbandigt, d.v.s. ej innehållande några distinkta frekvenser. Däremot innehåller ljudet från aktivdelen inuti transformatorlådan utpräglade



toner av frekvensen 100 Hz (dubbla nätfrekvensen) och multiplar av denna. Eftersom ljudnivån från aktivdelen ofta dominerar över, eller åtminstone ligger i nivå med ljudnivån från kylutrustningen, får detta till följd att en fritt uppställd transformator måste betraktas som en tonal ljudkälla. För tonala ljudkällor ska riktvärdena i Tabell 3 reduceras med 5 dB(A).

Endast i de fall då ljudnivån från kylutrustningen dominerar över ljudnivån från aktivdelen, kan man anse total ljudet vara bredbandigt. Exempelvis kan detta vara aktuellt då själva transformatorn står uppställd inuti ett sabotageskydd, medan kylutrustningen är placerad utanför.

Då valt uppställningssätt överenskommit med en transformatorleverantör, ska denne redovisa för beställaren om total ljudet ska anses innehålla rena toner eller ej.

3.2 Dämpning av ljud från transformatorer uppställda i sabotageskydd

Den enklaste metoden att reducera buller från transformatorer som står uppställda i sabotageskydd är att invändigt beklä sabotageskyddsväggarna med ljuddämpande material. Om inget annat överenskommit, ska denna lösning väljas. Detta material kan t.ex. utgöras av ljudabsorberande skivor, stenullsmattor el. dyl. Den sammanlagda tjockleken av det ljudabsorberande materialet bör uppgå till ca 200 mm. Härigenom kan ljudnivån utanför sabotageskyddet dämpas ca 10 dB(A), se avsnitt 3.3. En ytterligare ökning av tjockleken kommer bara marginellt att förbättra ljuddämpningen. En luftspalt på ca 100 mm mellan betongväggen och isolermaterialet dämpar det sammanvägda dB(A)-värdet ungefär lika mycket som om det varit kompakt isolering.

Om ett sabotageskydd invändigt ska beklädas med ljuddämpande material ska det extra avstånd som krävs för detta ändamål beaktas vid konstruktion av skyddet.

Stående vågor uppkommer då avståndet mellan transformatorn och sabotageskyddsväggen är en multipel av halva våglängden för de typiska frekvenserna. Risker för uppkomst av sådana vågor ska beaktas redan vid konstruktionen av sabotageskyddet. Våglängden hos de enskilda tonerna är temperaturberoende och ändras enligt formeln

$$\lambda = \lambda_0 \sqrt{T/T_0} \quad 3-8$$

Sambandet innebär att ljudhastigheten (v) är temperaturberoende, genom att:

$$v = \lambda f \quad 3-9$$

där f betecknar frekvensen. Vid en temperatur av +15 °C blir det kritiska avståndet ca 1,7 m, då 100 Hz-tonen och alla dess övertoner bildar stående vågor.



Uppkomsten av stående vågor innebär en betydande förstärkning av ljudnivån. Om man vid dimensioneringen av det ljudabsorberande materialet befarar att något avstånd (d) mellan transformatorn och detta kommer att hamna i närheten av ett jämt antal halva våglängder, d.v.s.

$$d \approx n \frac{\lambda}{2} \quad n = 1, 2, \dots$$

3-10

kan man lösa detta problem genom att minska d . Exempelvis görs detta genom att öka tjockleken på det ljudabsorberande materialet (ca 100 mm kan vara lämpligt) på den sida av sabotageskyddet som har ett kritiskt avstånd till transformatorn.

Det är förenat med betydligt större svårigheter och kostnader att förse ett befintligt sabotageskydd med tak, då man bl.a. har aktuella isolationsavstånd att beakta. Denna åtgärd är dock ur ljuddämpningssynpunkt betydligt effektivare jämfört med att bara beklä innerväggarna med ljudabsorberande material, se avsnitt 3.3. På nära håll medför ett rent sabotageskydd utan ljudabsorberande material en viss ljuddämpning, medan längre ifrån så har det en ringa eller ingen inverkan på ljudnivån.

3.3 Sammanställning av ljuddämpande åtgärder

I Tabell 4 nedan sammanfattas de vanligast förekommande ljuddämpande åtgärderna, samt deras inverkan. Tabellen kan användas för att avgöra vilken typ av åtgärd som krävs för att uppfylla Naturvårdsverkets riktvärden.

Åtgärd	Ljudtrycksreduktion i dB(A)
Sandfyllning av förstärkningsbalkar	2-3
Lätt skärm	5
Paneler på transformatorlådans	6-7
Sabotageskydd med paneler, men utan tak	10
Lätt hus av paneler	15
Sabotageskydd med paneler och tak	20

Tabell 4 Ungefärlig ljudtrycksreduktion vid olika ljuddämpande åtgärder.

För reduktion av ljudnivån från en kylutrustning, kan speciella lågvarviga fläktar användas. I extrema fall, då en sådan åtgärd är otillräcklig, kan fläktar helt undvikas och transformatorn förses med radiatorer. Reaktorer beställs normalt med radiatorer.

Transformatorn kan också ställas upp på speciella anti-vibrationsmattor, placerade mellan transformatorlådans botten och fundamenten. Syftet med denna åtgärd är



att reducera ljudnivån genom att förhindra att vibrationer i transformatorlådan överförs till omgivande fundament. Anti-vibrationsmattor och ekplank kombineras ej.



4 Oljegropar

Oljegropar ska uppfylla kraven i SS-EN 61936-1.

Oljegropen dimensioneras så att den klarar 100 % av oljevolymen och dessutom 300 mm regnvatten plus släckskiktets konstruktionstjocklek.

Oljegropens längd och bredd ska vara lika med transformatorns längd och bredd plus 20% av transformatorns höjd (inklusive expansionskärl) på varje sida. Oljegropen ska dock alltid, utöver ovanstående krav, sträcka sig minst 1500 mm bortom alla vätskefyllda delar av utrustningen.

För att förhindra att läckande olja lämnar oljegropen, ska det finnas en skåra mellan invändiga balkar och oljegropsväggarna.

Helt fyllda oljegropar accepteras normalt sett inte och kan endast komma ifråga för små transformatorer med ringa oljemängder, exempelvis lokaltransformatorer.

Varje enskild transformator ska ha en egen oljegrop. I händelse av att man har en separat uppsamlingsgrop för ett fristående expansionskärl får denna grop förbindas med oljegropen för tillhörande transformator. Förbindningen kan ske via segjärnrör (lutning minst 1:100) så att endast en grop storleksmässigt dimensioneras för erforderlig mängd. Oljegropens skall i detta fall dimensioneras för 300 mm extra regnvatten från uppsamlingsgropen omvandlat till extra volym i oljegropen.

Oljegropar ska förses med en nivåvipa kopplat till ett larm. Nivåvippa ska vara enkelt åtkomlig och placeras nära inspektionssluckan. Larmet ska aktiveras och sända signal till driftcentralen då oljegropen innehåller 20-30% vatten.

Domkraftsupplag ska finnas vid sidan om uppställningsbalkar vilket möjliggör lyft av transformator efter slidning. Under transformatorn, mot betongfundament, utläggs normalt ekplank, dimensionerade och levererade av transformatorleverantören.

Under oljegropen och runt eventuella förbindelserör mellan gropar utläggs markisolering i erforderlig omfattning.

Allt stål som ingjuts eller monteras i oljegropen ska varmförzinkas och samma krav som anges i avsnitt 2.10.3 gäller även för oljegropar.

Om oljegropen grundläggs på berg eller losshållet berg ska bergterrassen tätas med makadam 8-32 med tjocklek minst 250 mm. Materialet utläggs och packas enligt AMA Anläggning 13 tabell CE/3.



För fyllning mot oljegrop gäller föreskrifter enligt AMA Anläggning 13 CEB.1122
Fyllning kategori B med jord- och krossmaterial för väg och plan o d.

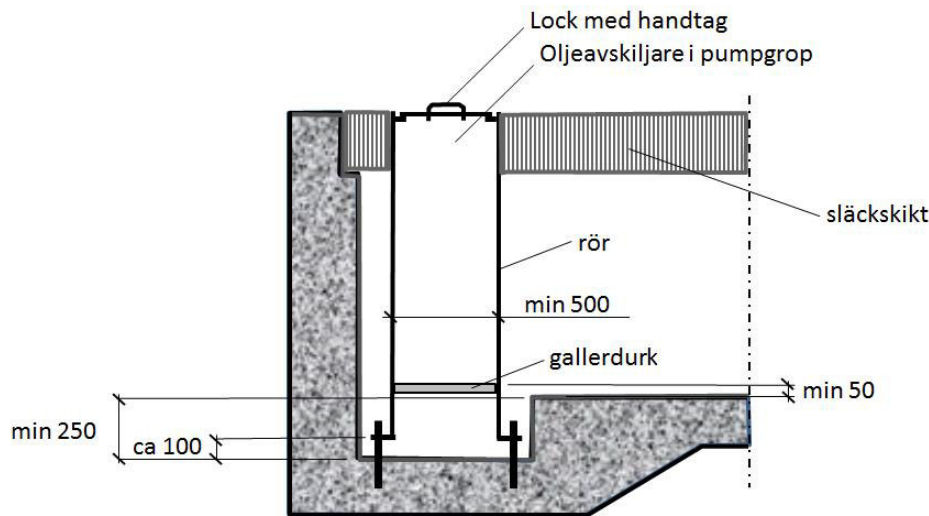
Om inget annat anges ska det kring oljegropens fundament förläggas dräneringsrör
med en högsta nivå lika med fundamentens underkant.

Oljegropen ska vara platsgjuten med krav på betong enligt TR01-21 avsnitt Betong
och armering.

Oljegropar ska vara platsgjutna i ett stycke utan gjutfogar, svällband eller
motsvarande. Transformatorfundament förses med domkraftfäste för att
möjliggöra sliding av transformatorn.

Oljegrop ska vara försett med pumpgrop för urpumpning av vatten med sänkbar
pump. Pumpgropen ska inkludera en enkel oljeavskiljningsutrustning.
Utrustningen ska vara utformad som ett rör med lock, se Figur 11. Röret ska utföras
upp genom släckskiktet till nivå överkant släckskiktet. Röret ska installeras
ca 100 mm ovan den nedsänkta oljegropsbotten (pumpgropen), så att vatten fritt
kan vandra ned i pumpgropen och upp i röret. I röret ska en gallerdurk, för sänkbar
pump, placeras ovanför oljegropens normala bottennivå så att vatten vid normal
utpumpning inte kan pumpas ut fullständigt. Minst 50 mm vatten ska finnas kvar
efter urpumpning. Gallerdurken för den sänkbara pumpen ska enkelt kunna lyftas
ur röret för att möjliggöra fullständig urpumpning, då pumpen ställs på den
nedsänkta pumpgropens botten. Fullständig urpumpning görs t.ex. vid inspektion
av oljegropens inre betongytor. Handtaget till locket för röret ska utformas så att
det inte sticker upp mer än nödvändigt (snubbelrisk). Alla ståldetaljer ska vara
varmförzinkade.

Oljeavskiljning får utföras på annat vis, men ska då kunna uppvisa likvärdig
funktion, vilket måste godkännas av beställaren.



Figur 10 Pumpgrop med oljeavskiljare

Oljegropen förses med ett uppbyggt släckskikt enligt avsnitt 4.1 eller 4.2 nedan. Inspektionsslucka installeras genom släckskiktet för att möjliggör inspektion av oljegropen. Om oljegropen består av flera enskilda sektioner, ska varje sektion förses med en egen inspektionsslucka. Inspektionssluckan ska vara låsbar med fri öppning om minst 1 m×1 m och vara placerade så att den kan öppnas med transformatorn i drift. Låsanordningen till inspektionssluckan ska utformas så att den inte sticker upp (snubbelrisk).

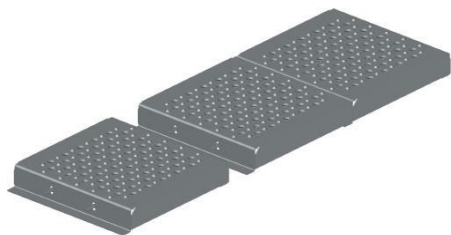
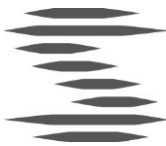
Alla hål i sektionsväggar under släckskiktet ska vara placerade i nivå med botten på oljegropen.

4.1 Släckskikt av makadam

Om släckskiktet utförs med makadam ska materialet bestå av rengjord singel eller makadam, stenstorlek 35-70 mm samt med tjocklek minst 250 mm. Släckskiktet placeras på gallerdurk av stål typ Weland H4T 45/3 fzv eller likvärdigt. Gallerdurken för släckskikt anordnas på ett system av stålbalkar, med upplagen utformade som ursparingar i betong. Inspektionssluckan ska förses med täcklock av samma material som gallerdurken. Stålbalkar skall vara varmförzinkade enl. SS-EN ISO 1461, tabell 3.

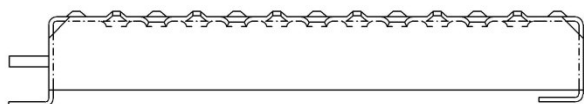
4.2 Släckskikt av plåtraster

Om släckskiktet utförs med plåtraster ska detta vara varmförzinkat enligt SS-EN 1461, Tabell 3. Inspektionssluckan ska vara integrerad i plåtrastret med samma material och korrosivitetssklass.



Figur 11 Plåtraster

Plåtrastret ska ha en låsning mellan varje raster för att förhindra att enskilda raster reser sig p.g.a. gastryck och värme. Rastret ska vara utfört så att ingen glipa uppstår mellan varje enskilt raster eller mellan raster och oljegropsväggar. Plåtraster ska ha minst halkskyddsklass R11. Plåtrastret potentialutjämnas och jordas enligt TR01-13 avsnitt 7.3.8.



Figur 12 Exempel på utförande av plåtraster

Plåtrastret dimensioneras för en punktbelastning på 1,5 kN samt en utbredd last på 5 kN/m². Rastret förläggs så att den färdiga ytan hamnar mellan 50 till 200 mm under överkant på betong. Som upplag för raster används vinkeljärn minst 50x50x5 mm som infästs i betong med skruvförband. Upplagen ska ha samma korrosivitetsklass som plåtrastren. Vinkeljärn monteras kontinuerligt på samtliga sidor på oljegropen så att dessa har kontakt och minimal luftspalt uppkommer. Vinkeljärn skall vara varmförzinkade enl. SS-EN ISO 1461, tabell 3.

Om stödbalk för rastret placeras direkt på oljegropens bottenplatta så ska detta ske på stödclack med ingjutna grundskruvar. Detta för att undvika kontakt mellan grundskruvar och armering i bottenplattan.

Plåtraster ska vara konstruerade för att så snabbt som möjligt låta vätska passera ner i oljegropen. Den teoretiska genomströmningshastigheten måste minst uppgå till 600 liter per minut och m².

Håldiametern i perforeringen måste understiga 8 mm och högst utgöra 5% av plåtrastrets yta. Avvikelser från detta krav kan accepteras om en godkänd testrapport finns som visar att övriga funktionskrav är uppfyllda.

Det ska finnas provningsprotokoll från en oberoende och ackrediterad provanstalt som genom brandprov visar att rastersektionerna är väl anpassade för att minska syrekonzentrationen i oljegropen så att en möjlig brand kommer att slockna eller



förbli under kontroll. Provet ska också visa att rastersektionerna har tillräcklig genomströmningsförmåga.

All håltagning i plåtraster och upplag måste ske före varmförzinkning. Om det vid montage blir nödvändigt att frångå detta krav, måste alla skärytor rensas från grader och målas enligt TR01-01, avsnitt 4.3.1.1. Detsamma gäller för övriga skärytor som inte är varmförzinkade.

Svetsning på rastersektioner eller uppläggningsprofiler får inte ske efter varmförzinkning.