

# Hur många watt behövs det? \*\*\*

Av Olle Mirsch

I den här artikeln skall vi ägna oss åt High Fidelity ur ljudkvantitetssynpunkt. Det är viktigt att man känner till något om de ljudnivåer som uppstår när man lyssnar till olika slags musik, eftersom den önskade ljudnivån är direkt beroende av viktiga egenskaper hos anläggningen, t ex förstärkarens uteffekt, högtalarnas verkningsgrad och deras akustiska effekt.

## Olika lyssningssituationer

Låt oss börja med att föreställa oss några olika lyssningssituationer som kan förekomma i ett vanligt bostadsrum, när väl Hi-Fi-anläggningen är installerad på sin plats.

Om anläggningen är försedd med en radiodel, händer det säkert att man någon gång lyssnar på nyheter eller väderrapport. För att åstadkomma den ljudnivå som fordras för sådana program är förstärkarens effektdel kraftigt överdimensionerad. Det behövs nämligen inte mer än någon tiondels watt för att åstadkomma normal »pratnivå» i rummet.

Detsamma gäller om man använder sin anläggning för att åstadkomma en behaglig bakgrundsmusik, t ex i samband med en bjudning där musiken inte skall få överrösta pågående samtal. Här räcker det gott med en förstärkardel som ligger långt under en watt.

I nästa lyssningssituation föreställer vi oss att vi sitter och lyssnar till en Haydn-symfoni, t ex nr 94, även kallad »Pukslaget».

Vi har nyss påbörjat inledningen till den andra satsen och de graciösa tonerna där kräver absolut inte mer än bråkdelar av en watt för att kristallklart nå fram till vår lyssningsplats. Då, plötsligt, med den överraskningseffekt som Haydn troligen avsett, kommer pukslaget in, med samtidig insats av orkesterns alla instrument, och då vill det till att man har dimensionerat anläggningen rätt. Här kan det nämligen komma att krävas en förstärkareffekt på 100 watt

eller kanske mer för att inte ljudet totalt skall spricka sönder till en onjutbar, skorrande ljudmassa som saknar all likhet med klangen från en puka. Under en bråkdel av en sekund har alltså vårt effektbehov ökat så där en 10 000 gånger. Det verkar vara förfärligt mycket, men av en annan artikel »Akustisk effekt, hur uppfattar vi den?» vet vi att denna effektändring inte motsvarar mer än en fyra gånger dubblad ljudnivå. För varje ljudnivåökning till det dubbla måste nämligen effekten multipliceras med 10. Vi skall längre fram se hur de verkliga ljudnivåerna påverkas av dessa stora effektförändringar.

I nästa lyssningssituation avnjuter vi en Abba-låt, t ex Dancing Queen. All jämförelse med Haydn-symfonien är naturligtvis hopplös, men vi kan åtminstone konstatera att den totala ljudnivån i Abbas musik är övervägande konstant och att den i genomsnitt ligger på en betydligt högre nivå än i Haydn. För att avnjuta Abba på det sätt som åtminstone popintresserade ungdomar föredrar, fordras det därför en mer eller mindre kontinuerlig förstärkareffekt på omkring 50 watt, och den kommer heller inte att variera nämnvärt uppåt eller nedåt.

Ovanstående exempel är naturligtvis mycket schematiska. Framför allt kommer det totala effektbehovet att i mycket hög grad påverkas av rummets storlek och akustiska egenskaper, men också av högtalarnas förmåga att omvandla förstärkarens effekt till ljud, d v s högtalarnas verkningsgrad.

## Planera för toppnivå

Innan vi börjar ägna oss åt lyssningsrummets och högtalarnas egenskaper, måste vi fastställa den genomsnittliga lyssningsnivå som vi normalt vill använda, och därmed också den absoluta toppnivå som uppstår vid en plötslig insats av en kraftig tonstöt eller ett forteparti i ett orkesterstycke. Detta inte alls för att kunna åstadkomma mycket höga ljudnivåer, vilket många är känsl-



ga för, utan för att inte musikens starka partier skall bli förvrängda och onjutbara genom att anläggningen är för klent dimensionerad. Har man bara de effektreserver som kan komma att behövas, har man ju alltid möjlighet att välja den lyssningsnivå som man för tillfället önskar.

När man lyssnar till även mycket kraftigt återgiven musik kan man konstatera att den ljudnivå som man får vid lyssningsplatsen mycket sällan uppgår till högre värden än 85 dBA. Detta kan lätt konstateras med en ljudnivåmätare av samma typ som den man mäter buller med. Då mäter man nivån på den delen av musiken som innehåller de kraftigare partierna, men man mäter inte de enstaka toppar som höjer sig åtskilliga dB över denna nivå. Instrumentet reagerar nämligen för trögt för topparna. För topparna måste vi reservera minst 10 – kanske 20 – dB för att även dessa skall rymmas inom förstärkarens totala effektresurser. Den absolut maximala ljudnivån kommer därför att hamna någonstans mellan 95 och 105 dBA. Det går bra att räkna med 95 dBA el-

Fig. 1. »Ljudnivåtrappan». Visar sambandet mellan ljudnivån i rummet och den förstärkarut effekt som behövs i en genomsnitts-ljudanläggning för att åstadkomma denna ljudnivå.

ler 105 dBA, beroende av om man tror sig ha moderata eller höga krav på totalnivåer. Vi skall i fortsättningen räkna med en maximal nivå på 100 dBA, vilket är ett värde som har accepterats som lämpligt för »höga krav» inom HiFi-branschen. Den som vill stanna på 95 dBA behöver bara räkna med 1/3 av den förstärkareffekt som vi i fortsättningen kommer fram till. Men den som kräver 105 dBA måste multiplicera vår beräknade förstärkareffekt med 3 för att bli nöjd.

#### Lyssningsrummet slukar effekt

Det är lätt att föreställa sig att det måste behövas en betydligt »kraftigare» anläggning i en stor sal på säg 100 m<sup>2</sup> yta än i en liten lya på 15–20 m<sup>2</sup>. Den totala ljudeffekten kan uppfattas som en bred flod som skall

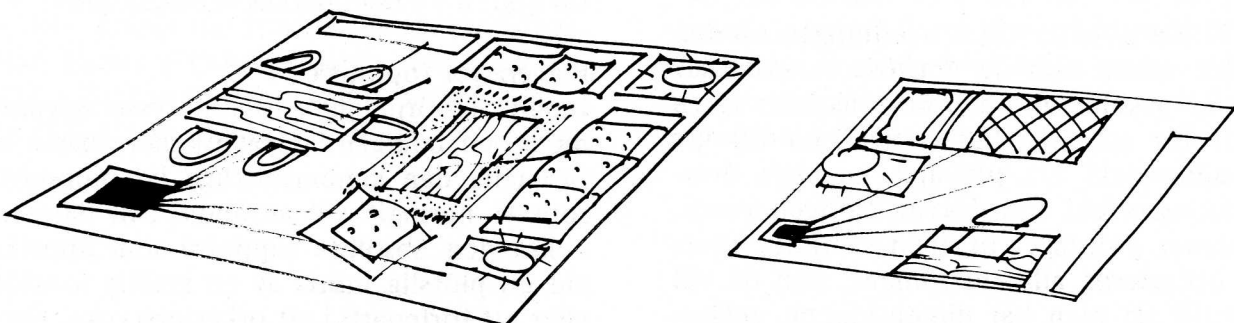


Fig. 2. Ett stort lyssningsrum kräver mer effekt än ett litet.

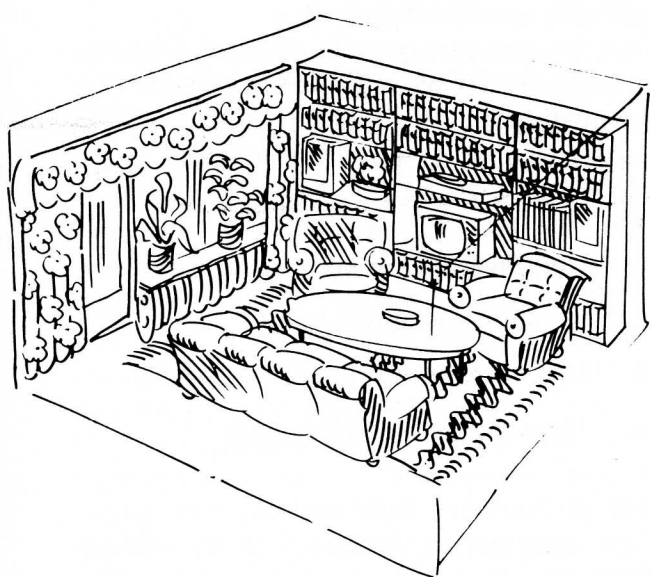
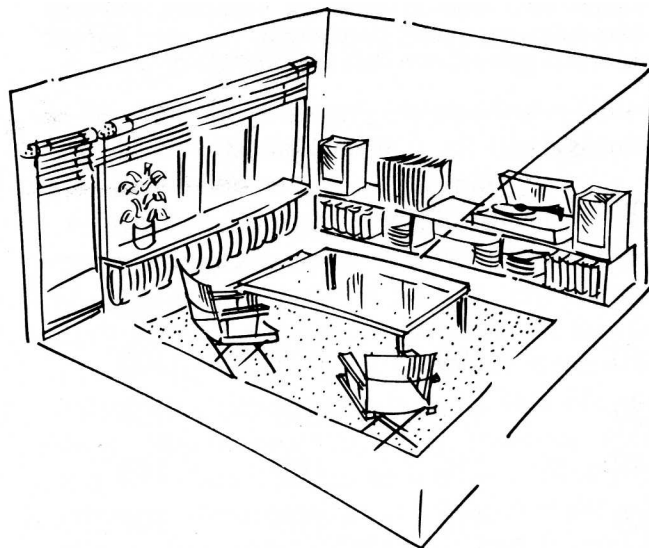


Fig. 3. Ett lyssningsrum med mycket textilier och stoppade möbler (t. v.) kräver mer effekt än ett kalt rum (t. h.).

fylla hela rummet, och effektbehovet står också i direkt proportion till rummets volym. Om man för ett rum på  $15 \text{ m}^2$  har kommit underfund med att man behöver en förstärkare på  $2 \times 20$  watt, så kommer effektbehovet att bli  $2 \times 40$  watt om man flyttar till ett rum på  $30 \text{ m}^2$  (då förutsätts att takhöjden är densamma i bägge rummen).

Men även om rummen är exakt lika stora, kan effektbehoven bli olika, om nämligen rummen är inredda på olika sätt. I ett kalt rum med sparsam inredning och med litet textilmaterial, dämpas inte ljudet så mycket som i ett rum som är fyllt med stoppade möbler, heltäckande matta och breda gardiner. Man talar i detta sammanhang om rummets »akustik» eller »efterklang». Man kan mäta hur lång tid ett ljud



fortsätter att klinga efter det att själva ljudkällan har stängts av. Denna efterklangstid brukar variera mellan en sekund och  $1/4$  sekund, beroende av dämpningen. Ett »normalt» möblerat rum kan beräknas ha en efterklangstid på  $1/2$  sekund.

Den effekt man kommer att behöva är direkt proportionell även mot efterklangstiden. Följaktligen går det åt 4 gånger mer effekt i ett mycket dämpat rum ( $1/4$  sekunds efterklang) än i ett kalt rum (1 sekunds efterklang).

#### Högtalarna dämpar också

Den effekt som förstärkaren kan avge omvandlas till ljud i högtalarna – men endast i en mycket liten omfattning. I själva verket är det bara ca  $0,3 \%$  av effekten som blir ljud. Resten, d v s  $99,7 \%$  blir värme.

I dessa siffror kan man ana en del av konstruktörens problem, för om praktiskt taget all inmatad effekt omvandlas till värme, innebär det att om en högtalare drivs kontinuerligt med musik från t ex en 100 watts förstärkare, så blir det lika mycket värme som om man stängde in en 100 watts lampa i lådan och lät den brinna några timmar. Den uppkomna värmen är dessutom koncentrerad till högtalarens spole.

Alla högtalare har alltså låg verkningsgrad men mellan de olika högtalarna varierar verkningsgraden kraftigt. De flesta på marknaden förekommande högtalarna har verkningsgrader som ligger mellan  $0,1$  och  $0,4 \%$ , men även lägre och högre värden förekommer. Om vi håller oss inom de angivna gränsvärdena, kommer det beräknade effektbehovet att variera med en faktor 4, beroende av om vi väljer en högtalare med  $0,1 \%$  eller med  $0,4 \%$  verkningsgrad.

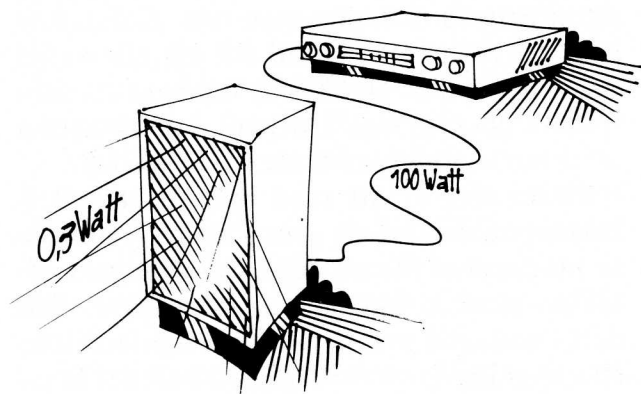


Fig. 4. Endast en bråkdel av förstärkarens uteffekt omvandlas till akustisk effekt i form av ljud.

Tabell A. Den erforderliga akustiska effekten från högtalaren kan bestämmas, när man känner rummets golvyta och dess efterklangstid.

Rumsyta m <sup>2</sup>	Efterklangstid		
	Dämpat rum 0,25 s	Normalt rum 0,5 s	Kalt rum 1 s
10	106	103	100
20	109	106	103
30	111	108	105
40	112	109	106
50	113	110	107
60	114	111	108
70	115	112	109

Akustisk effekt (dB )

Tabell B. Förstärkareffekten bestäms av den akustiska effekt som krävs för vårt lyssningsrum och av högtalarens verkningsgrad. Om högtalaren kan ge högre akustisk effekt än vad som krävs för vårt lyssningsrum är detta bara en fördel. Risken för att högtalaren överansträngs minskas därmed.

Akustisk effekt dB	Verkningsgrad			
	0,1 %	0,2 %	0,3 %	0,4 %
103	20	10	6	5
105	30	15	10	6
106	40	20	12	10
107	50	25	15	12
108	60	30	20	15
109	80	40	25	20
110	100	50	30	25
111	120	60	40	30
112	160	80	50	40
113	200	100	60	50
114	250	120	80	60
115	325	150	100	75

Förstärkareffekt i watt

### Beräkning av effektbehovet

Vi har nu gått igenom alla de olika faktorer som kommer att påverka den maximala förstärkareffekten. Vi skall nu göra en sammanställning av de uppgifter som vi behöver:

1. Den önskade maximala ljudnivån
2. Lyssningsrummets volym
3. Lyssningsrummets efterklangstid
4. Högtalarnas verkningsgrad.

För att komma vidare, skulle det behövas en matematisk formel som innehåller ovanstående faktorer och som ger oss förstärkareffekten. Med vissa generaliseringar kan vi dock göra det något enklare för oss, så att sambanden mellan faktorerna ovan i stället kan framställas i tabellform.

För det första utgår vi då från att den maximala ljudnivån är 100 dB .

För det andra förutsätter vi att de flesta normala boningsrum har en takhöjd på ca 2,5 meter. På så sätt kan vi räkna med rumsytor i stället för rumsvolym.

För det tredje räknar vi ut högtalarnas akustiska effekt i dB, baserat på deras verkningsgrad och den förstärkareffekt som de maximalt bör utsättas för. Den akustiska effekten behöver vi inte räkna ut själva, den finns uppgiven för samtliga högtalare i den efterföljande marknadsöversikten.

Nu kan vi börja med att fastställa den akustiska effekt som högtalaren minst bör kunna avge för att vi skall uppnå våra 100 dB lyssningsnivå. Vi gör då först en bedömning av den ungefärliga efterklangstiden och bestämmer därefter rummets golvyta. Sedan kan vi lätt ur tabell A fastställa den akustiska effekt som högtalaren måste kunna avge.

På det här stadiet kan det vara lämpligt att korrigera för om man vill sänka sina krav på lyssningsnivå till 95 dB eller höja den till 105 dB. Det är i så fall bara att subtrahera eller addera 5 dB till den akustiska effekten som vi kom fram till i tabell A.

Nästa steg är att med hjälp av tabell B bestämma den effekt som förstärkaren måste kunna avge för att den rätta akustiska effekten skall komma ut ur högtalarna. För detta ändamål måste vi känna till den aktuella högtalarens verkningsgrad och det är en siffra som återfinns bland de värden som uppmätts av Statens Provninganstalt.

Vi ser i tabell B att de aktuella effektvärdena kan komma att variera mellan 5



watt och 325 watt beroende av vilken verkningsgrad och akustisk effekt högtalarna har. Ändå har vi hela tiden utgått från samma ljudnivå – 100 dB – i rummet.

### Praktiska exempel

Om det nu verkligen är så att den effekt som förstärkaren skall kunna avge ligger någonstans mellan 5 och 325 watt, vilket värde kan i så fall vara realistiskt i »normal» lyssningsmiljö? Vi skall konstruera ett par exempel för att klargöra detta.

I det första fallet föreställer vi oss ett vardagsrum som är 6,5 x 5 meter. Ytan blir alltså 32,5 m<sup>2</sup>, vilket vi lugnt kan avrunda till 30 m<sup>2</sup>. Rummet är lagom mycket möblerat och försett med en soffa och ett par mjuka fåtöljer. Efterklangens bedömas vara »normal» med en efterklangstid på 1/2 sekund.

Vi föreställer oss vidare att rummet tillhör en hyreslägenhet i ett ganska lyhört hus, där risken för att störa grannarna är relativt stor. Vi gör därför den bedömningen att vi bör pruta på toppnivån till 95 dB. Ur tabell A finner vi för det aktuella rummet en erforderlig akustisk effekt på 108 dBp, vilket kan reduceras med 5 dB, eftersom tabellen är beräknad för en lyssningsnivå på 100 dB. Kvarstår alltså behovet av 103 dB akustisk effekt.

Högtalaren väljer vi med hänsyn till de ljudegenskaper som tilltalar oss och kanske med hänsyn till utseende och prisnivå. När valet är gjort, tar vi reda på den aktuella högtalarens akustiska effekt och verkningsgrad. Båda dessa värden finns angivna för samtliga högtalare i produktöversikten.

Vi kontrollerar först att högtalarens akustiska effekt räcker till för vårt behov. Det gör den säkert, för 103 dB är ett mycket lågt värde för den akustiska effekten.

Sedan antar vi att högtalaren har verkningsgraden 0,3 %. Vi kan då lätt med hjälp av tabell B se att vi behöver en förstärkareffekt på minst 6 watt för att uppnå den önskade effekten på 103 dB.

I praktiken kan vi gärna välja en förstärkare på 15–20 watt eller till och med mer. Vi kommer visserligen inte att få bruk för all effekt i detta rum, men HiFi-förstärkare med goda tekniska prestanda brukar inte ha lägre effekt än så. Reserven får man alltså på köpet så att säga.

I vårt nästa exempel föreställer vi oss ett betydligt större rum i en fristående villa där vi inte riskerar att störa grannarna. Rummet är på ca 50 m<sup>2</sup> och är mycket sparsamt möblerat. Vi bedömer därför att efter-

klangstiden är 1 sekund, och då kan vi i tabell A läsa att den erforderliga akustiska effekten blir 107 dB.

Vi ställer kraven extra högt när det gäller toppnivån och lägger till 5 dB till 107 och får då 112 dB.

Högtalarna vi väljer visar sig ha en redovisad akustisk effekt på 108 dB och en verkningsgrad på 0,1 %. Vi kan då omedelbart konstatera att de inte är avsedda att kunna ge den ljudnivå som vi planerar. Risken är därför stor att det kommer att låta illa när de kraftigare musikpartierna kommer. Men vad värre är, högtalarna kan lätt förstöras, eftersom de uppenbarligen kommer att användas för större effekter än vad tillverkaren avsett.

Vi väljer därför en annan högtalare, t ex en med akustisk effekt 113 dB och verkningsgraden 0,2 %. Nu får vi till och med någon dB i reserv och tabell B visar att vi behöver en förstärkare på 80 watt för våra 112 dB.

### Effektvalet i praktiken

Det finns naturligtvis inget skäl till att med så stor noggrannhet låta sig styras i sitt förstärkarval som uträkningarna ovan ger vid handen. För vårt första exempel kan vi som redan sagts välja en förstärkare på 15–25 watt. I det andra fallet kan vi låta valet falla på någon lämplig förstärkare i storleksklassen 70–120 watt. Naturligtvis är det fråga om stereoförstärkare och vi får därför den valda effekten i båda kanalerna. Det kan nämligen vara rimligt att kräva att den önskade ljudnivån skall kunna återges övervägande genom endast en högtalare, det förekommer ju inte så sällan att den huvudsakliga effekten ligger i en kanal.

En viktig slutsats kan vi dra av våra två »praktikfall». Valet av förstärkarens effektclass är inte bara beroende av önskad lyssningsnivå och risken att störa grannarna, utan mer av högtalarnas verkningsgrad och akustiska effekt. Vill man vara noggrann bör man därför alltid börja med att välja lämpliga högtalare för sin ljudanläggning och därefter börja tänka på förstärkaren.

### Maximalt tillåten förstärkareffekt

Uppgiften om högtalarnas akustiska effekt är baserad på den uppmätta verkningsgraden och på den av fabrikanterna uppgivna maximala förstärkareffekten. Om t ex verkningsgraden är 0,3 % och den akustiska effekten är 111 dB så är 40 watt den effekt som fabrikanterna maximalt vill rekommendera. Detta framgår av tabell B.

Nu måste man emellertid vara medveten om att lämplig högtalareffekt kan variera inom betydande gränser, beroende av vilken slags musik man spelar. Om man t ex avser att använda högtalaren för popmusik kommer ljudeffekten att belasta högtalaren mycket kraftigt, speciellt i diskantområdet. Detta innebär att den effekt som högtalaren kontinuerligt tål kan ligga betydligt lägre än vad som uppgivits. Vill man vara på den säkra sidan bör man inte räkna med mer än 1/4 av den uppgivna effekten. Vår 40-watts högtalare reduceras därvid till 10 watt och den akustiska effekten till 105 dB.

Om man i stället räknar med att använda högtalarna för t ex kammarmusik, körmusik eller annan form av musik som endast sporadiskt uppnår mycket kraftiga ljudnivåer – s k gles musik – är det troligt att högtalarna kan klara av betydligt högre effekt än den uppgivna. Vår 40-wattshögtalare blir då kanske en 100-watts högtalare som kan ge en akustisk toppeffekt på 115 dB.

I några fall uppger fabrikanter inom vilken effektintervall högtalaren kan användas och då får man göra sin egen bedömning baserad på den typ av musik man kommer att lyssna till.

#### Normer saknas

Det är naturligtvis en stor nackdel att man inte med någon större noggrannhet och säkerhet kan fastställa hur många watt en högtalare tål utan att förstöras eller låter illa. Det finns en DIN-form enligt vilken man kan bestämma en högtalares s k märkeffekt. Man använder sig då av en mätsignal som är som ett slags medelvärde av all slags musik. Men eftersom musiken kan variera på det mest oregelbundna sätt, kan det uppmätta värdet aldrig motsvara högtalarens effekttålighet under praktiska förhållanden.

Det pågår ett internationellt samarbete för att finna nya mätnormer för bl a högtalares effekttålighet och man kan förvänta sig att man därmed skall kunna komma litet närmare sanningen. Till dess får vi försöka nöja oss med de nuvarande normerna och med de praktiska erfarenheter som man successivt kommer fram till.

## SEMKO och

Sverige är internationellt känt för att ha stränga bestämmelser om säkerheten hos de apparater som drivs från starkströmsnätet. Nya och utökade bestämmelser om kontroll av teletekniska och elektroniska apparater har nyligen utfärdats av Statens industriverk, SINDFS 1977:2.

I Sverige är alla leverantörer enligt lag tvingade att prova alla nätanslutna apparater som är provningspliktiga, t ex HiFi-apparater, innan de får säljas i butikerna. Som bevis på att apparaten är provad och godkänd, placeras på baksidan ett S-märke med utseende:



När det gäller bestämmelser om elsäkerheten, finns det i Sverige en s k föreskrivande myndighet som är Statens industriverk, samt ett mätande, kontrollerande och godkännande organ som är Svenska Elektriska Materielkontrollanstalten (SEMKO).

Den grundläggande principen bakom provningstvånget är omsorgen om tredje man. Tekniskt materiel i hemmet skall nämligen inte kunna utsätta konsumenten för risker som denna inte begriper sig på och inte heller kan skydda sig mot.

De risker som vi här talar om är:

- elektriska stötar
- höga temperaturer som kan ge risk för brännskador
- skadlig strålning av olika slag (t ex röntgenstrålning)