

Pulstryck vid gruvarbete

Lena Engkvist

Projektarbete vid Uppsala Universitets företagsläkarutbildning 2012/2013

Handledare Robert Wålinder

Arbets- och miljömedicin vid Institutionen för medicinska vetenskaper,
Uppsala Universitet

Innehållsförteckning:

Sammanfattning	sid. 3
Inledning	sid. 4
Syfte och frågeställning	sid. 4
Undersökt grupp	sid. 4-5
Metod	sid. 5-8
Resultat	sid. 8-12
Diskussion	sid. 12-14
Slutsats	sid. 15
Litteraturreferenser	sid 15
Bilaga 1 (enkätfrågor)	sid 16
Bilaga 2 (ordlista)	sid. 17

Pulstryck vid gruvarbete

Lena Engkvist, företagsläkare vid HeLaHälsan Dalarna AB

Projektarbete vid Uppsala Universitets företagsläkarutbildning 2012/2013

Sammanfattning:

Vid gruvarbete förekommer ett flertal arbetsmiljörisiker såsom skiftgång, exponering för buller, kvartsdamm och andra luftföroreningar samt exponering för vibrationer i skakande fordon och i arbete med handhållna vibrerande verktyg.

Exponering för buller respektive vibrationer misstänks enligt vissa tidigare undersökningar vara negativa prediktorer för hjärt-kärlsjukdom.

Syftet med denna undersökning har varit att med hjälp av s.k. data mining se om det går att påvisa samband mellan förhöjt pulstryck och hörselskada respektive upplevda vibrationsskador.

Studien är baserad på ett urval av data från s.k. periodiska kontroller av den grupp direktanställda vid Bolidens gruva i Garpenberg som kommit på lagstadgade periodiska kontroller med anledning av exponering för kvartsdamm och/eller bly, d.v.s. de anställda där krav på tjänstbarhetsintyg finns. Studiedata har hämtats från 3-årsperioden oktober -09 – september -12.

Valda grupper av data från de medicinska kontrollerna har bearbetats bl.a. med multivariat dataanalys enligt regressionsmetoden PLS ingående i mjukvaruprogrammet SIMCA-P+. Metoden möjliggör utforskande av mönster i relationen mellan ett flertal variabler samtidigt.

Analysen visar ett svagt samband mellan förhöjt pulstryck och hörselskada hos män, med aningen tydligare mönster bland snusande män. Inget samband kunde påvisas mellan förhöjt pulstryck och vibrationsskador.

Inledning:

Bolidens gruva i Garpenberg i Södra Dalarna är den äldsta gruvan i Sverige som fortfarande är i drift. Fyndigheterna började bearbetas redan på 1200-talet. Boliden Mineral AB förvärvade gruvan i Garpenberg 1957.

Vid gruvan arbetar c:a 300 personer som är direkt anställda av Boliden. Antalet varierar något från år till år, men var 298 år 2011 enligt koncernpresentationen. Av dessa arbetar c:a 195 under jord, resterande ovan jord i olika anläggningar såsom anrikningsverket samt med underhåll och administration.

I gruvan bryts komplexmalm som innehåller zink, koppar, bly, guld och silver, där zink står för den största andelen.

Gruvarbete kan medföra exponering för negativa arbetsmiljöfaktorer såsom kvartshaltigt damm, dieselavgaser, bly, skiftgång samt för buller och vibrationer i arm/hand eller helkropp. Bl.a. har c:a 30% av de arbetstagare som kommit för periodiska kontroller uppgivit exponering för arm/hand-vibrationer, 34 % för helkroppsvibrationer och 71 % hörde sämre än medianvärdet för jämnåriga som inte exponerats för yrkesmässigt buller.

En tidigare svensk undersökning bland bergsarbetare har visat att buller respektive exponering för vibrationer ökar risken för hjärtkärlsjuklighet och därtill relaterad överdödlighet (4).

Andra undersökningar har visat att ett ökat pulstryck är en markör för kardiovaskulär sjukdom (8,9,10,13).

Det finns också ett flertal studier som visar hur pulsvågshastighet och pulsvågsförstärkning är uttryck för artärstyvhet och indirekta riskfaktorer för kardiovaskulär sjukdom (3,7,12).

HeLaHälsan Dalarna AB är leverantör av företagshälsovård till Boliden i Garpenberg, och har under de aktuella åren förmedlat data från de periodiska hälsoundersökningarna till Bolidens egen företagshälsovård centralt, där de registrerats.

Det har varit av intresse att använda relevanta delar av dessa data för att närmare undersöka samvariation mellan olika variabler som kan ha betydelse för hjärt-kärlhälsan i denna arbetsmiljö.

Syfte och frågeställning:

Att genom s.k. data mining undersöka statistiska mönster i relationen mellan pulstryck å ena sidan och hörselskada respektive vibrationsorsakade besvär i arm/hand eller helkropp å den andra sidan.

Undersökt grupp:

Alla anställda hos Boliden Mineral AB vid gruvan i Garpenberg som varit föremål för s.k. periodiska kontroller avseende kvartsdamm och/eller exponering för bly (1). Detta innebär att alla anställda där tjänstbarhetsintyg erfordras ingår i undersökningen. I den undersökta gruppen ingick även ett fåtal oexponerade anställda över 55 år, som erbjudits 5-årskontroller av enbart åldersskäl.

Studien har omfattat arbetstagare i åldern 40 till 65 år.

Antalet undersökta uppgick till 171. Undersökningsmaterialet bestod av 11 % kvinnor och 89 % män (tabell 1). En person hade dessförinnan exkluderats p.g.a. svårare medicinsk sjukdom och pågående extern otit (en exkludering som egentligen inte behövts när man använde metoden multivariat dataanalys). En person som registrerats felaktigt exkluderades också.

Undersökt grupp:	
Antal undersökta	171
Antal kvinnor	19
Antal män	152
Medianålder kvinnor	49 (spridning 41-58 år)
Medianålder män	49 (spridning 40-64 år)

Tabell 1

Metod:

Arbetstagare vid Boliden Mineral i Garpenberg som kommit för periodiska hälsokontroller inför tjänstbarhetsbedömning har i förväg fått fylla i en enkät (Svenska Gruvföreningen, juni 1999) med flertal hälsorelaterade frågor, bl.a. rörande tobaksbruk, besvär av vibrationer från skakande verktyg eller redskap respektive skakande fordon eller underlag. Vidare om arbetstagaren under de senaste 12 månaderna upplevt besvär av vita fingrar i kyla eller av domningar i fingrarna vid rumstemperatur. Det frågades också om förekomst av olika kroniska sjukdomar, bl.a. blodtryckssjukdom. (För exakta frågeformulering, se bilaga 1.)

Sköterskan har undersökt dem med spirometri och audiometri. Audiometrin har utförts i ljudbox, merparten av arbetstagarna har undersökts av en och samma sköterska, men när ordinarie sköterskan varit ledig har en och samma ersättande sköterska utfört detta. Det har också registrerats vikt, längd och BMI samt tagits prover som ingått i hälsoundersökningen.

Hos läkare har protokollet gått igenom och fysikalisk undersökning gjorts inklusive hjärtauskultation och blodtrycksmätning (om den senare inte redan utförts hos sköterskan). Blodtrycken mättes på höger arm i liggande med blodtryckskudde utan föregående vila. Det blodtrycksvärde som tagits vid den periodiska kontrollen fördes in på hälsodeklarationen och är det värde som ingått i studien, oavsett om värdet tagits om senare för kontroll. Samtliga blodtryck har tagits manuellt, hos läkaren med aneroidmanometer av bordsmodell Speidel-Keller 2010 med kopplad Tricuff och hos sköterskan med traditionell kvicksilvermanometer med stigrör av märke PyMaH Trimline-TS och vanlig armmanschett.

Hälsodeklarationerna med ifyllda svar och mätdata har enligt gällande rutiner skickats till Bolidens egen Företagshälsovård i Boliden där uppgifterna matats in på dator och arkiverats. Ett urval av mätvärden och enkätsvar därifrån har erhållits, ställts samman i tabellform och bearbetats statistiskt (tabell 2).

Studerade data från enkäter och mätningar:

Ålder vid undersökning (40-65år)

Kön

Blodtryck (mmHg)

Uppgiven blodtrycksjukdom (Ja/Nej)

Hörtröskel vid 4000 Hz (dB med 5dB i noggrannhet)

Hörtröskel vid 6000 Hz (dB med 5 dB i noggrannhet)

Exponering för vibrationer från skakande verktyg eller redskap (Ja/Nej)

Upplevda besvär av vibrationer från skakande verktyg eller redskap (Ja/Nej)

Exponering för vibrationer från skakande fordon eller underlag (Ja/Nej)

Upplevda besvär av vibrationer från skakande fordon eller underlag (Ja/Nej)

Besvär av vita fingrar i kyla under senaste 12 månader (Ja/Nej)

Besvär av domnade fingrar i rumstemperatur (Ja/Nej)

Rökning (Ja/Nej)

Snusning (Ja/Nej)

För exakta frågeformuleringar se bilaga 1.

Tabell 2

Eftersom syftet var att studera mönster i pulstryckets relation till hörselskada och vibrationsskada exkluderades arbetstagare som uppgivit blodtrycksjukdom, med eller utan läkarkontakt, utom i den första översiktliga analysen, som bara syftade till att ge en statistisk bild av hela materialet. Denna exklusion har gjorts eftersom det inte är klarlagt om blodtrycksläkemedel påverkar gapet mellan systoliskt och diastoliskt tryck, d.v.s. pulstrycket. Hela gruppen exkluderades då det inte gått att urskilja eventuellt obehandlade hypertoniker genom enkätfrågorna, och individerna har betraktats som medicinerade för att säkerställa studiens kvalitet.

I studien har hörselkurvorna använts genom att mäta det antal decibel som arbetstagarens hörtröskel avvek från den normala hörtröskeln vid 4000 och 6000 Hz. Detta har gjorts genom att jämföra med normala medianvärden för samma åldersgrupp och kön.

Därvid kunde referensvärdena i audiometern, som är av märket GSI 66, inte användas, eftersom dessa är alltför schablonmässiga och ligger på samma nivå för varje 10-årskull. I stället användes medianvärdena från en undersökning från Linköpings Universitet (2). Denna undersökning baseras på individer som inte utsatts för hörselskadligt buller i arbetet.

Värdena för arbetstagarnas hörtröskel för höger respektive vänster öra vid 4000 och 6000 Hz adderades till en summa bestående av de fyra ingående komponenterna.

Från denna drogs summan av medianvärdena för åldersgruppens hörtröskel avseende dessa två frekvenser för båda öron (hämtat från tabeller för kvinnor respektive män i Linköpingsmaterialet). Det uträknade värdet blev positivt om arbetstagaren hade en hörselnedsättning, och negativt om arbetstagaren hörde bättre än förväntat. Den nyskapade variabeln benämndes ”hörsumma-referenshörsumma” och betecknar hörselavvikelsen från referenspopulationen.

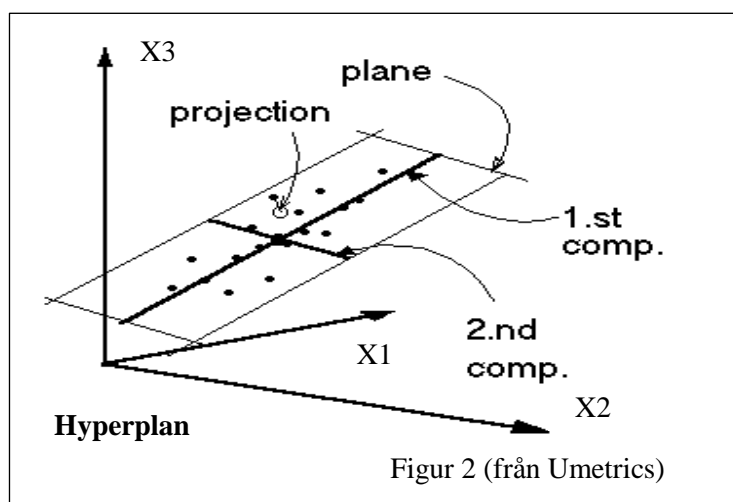
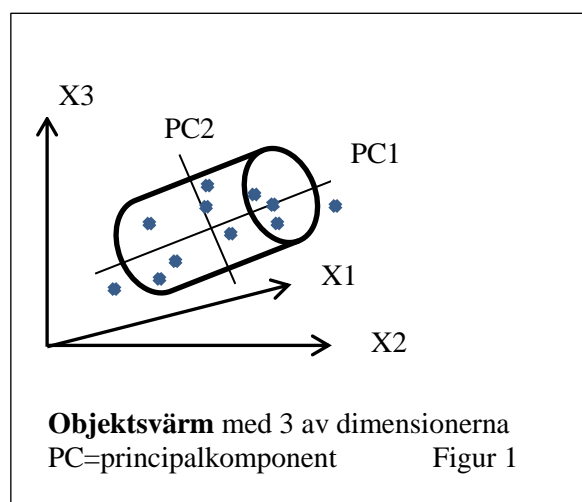
Relationen mellan pulstrycket och den framräknade totala avvikelssumman framställdes grafiskt först med linjär regression, sedan genom multivariat dataanalys.

Båda metoderna visade sig klara av att analysera negativa mätvärden. Detta konstaterades genom att hörselsummorna försöksvis konverterades till rent positiva mätvärden. Därvid uppkom ingen resultatskillnad för någon av metoderna.

Den multivariata dataanalysen utfördes med dataprogrammet Simca-P+, version 10.5.0.0, jan.-2004, från Umetrics AB i Umeå.Handledning med den praktiska hanteringen av statistikprogrammet har erhållits av en analytiker.

I den multivariata analysen tänker man sig, utan att gå in alltför djupt i teorin, att objekten är punkter i en K-dimensionell svärm (K=antalet x-variabler=antalet dimensioner). Punkterna kan projiceras på ett flertal hyperplan, där planet bestäms av vinkelräta principalkomponenter, där första komponenten (PC1)) är riktningen på svärmens huvudsakliga utbredning, andra komponenten (PC2)) vinkelrät mot den första, tredje komponenten (PC3)) vinkelrät mot de andra o.s.v. Vanligen beskrivs svärmen bäst genom att välja den första och den andra principalkomponenten i dataanalysen, men om svärmen är mer sfärisk eller om andra komponenter belyser vissa variabler bättre kan komponent 3 ingå.

På detta sätt får man fram loading scatter plot (figur 2).



PCA=principalkomponentsanalys är basmetoden, som fungerar enligt ovan.

Den multivariata dataanalysen utfördes enligt metoden PLS (partial least squares regression), en vidareutveckling som bygger på PCA. Därvid utför man en regression, som visar relationen mellan x- och y-variabler. I beräkningarna har pulstrycket genomgående varit y-variabel och övriga har utgjort x-variabler. Analyserna har utförts enligt utvärderingsprogrammet SIMCA-P+ som är en väl etablerad metod i forskningssammanhang.

I PLS beräknas $w \cdot c$ = loading scatter plot, som visar hur x-variablerna korrelerar med y-variabeln. 1,0 är högsta värdet. W är en sammanviktning av x-variabler och c är vikten av y-variabeln (fig. 4).

Om man i stället väljer att titta in i rymden av x-variabler liksom genom ett fönster får man ett ovalt kikhål som bildar en score scatter plot (figur 6).

VIP är variabel importance plot där man i PLS framställer x-variablernas vikt i förhållande till modellen och till y (fig.5).

I undersökningen studerades även andra samband mellan ett flertal kvalitativa och kvantitativa variabler samtidigt. Bl.a. analyserades om det fanns samband mellan pulstrycket och ja på frågan besvär/obehag av vibrationer från skakande verktyg eller redskap respektive ja på frågan besvär/obehag från skakande fordon eller underlag.

För att om möjligt få ett tydligare resultat beträffande vibrationsskada har en ytterligare analys gjorts där de 4 frågor som speglar vibrationsskada slagits ihop till en ny variabel under beteckning V4frg. (Se ruta studerade variabler med förkortningar tabell 4 samt bilaga 1.)

Undersökningen har varit såväl prospektiv som retrospektiv för att om möjligt få med hela den grupp individer som omfattats av periodiska kontroller. Den omfattar tidsperioden fr.o.m. oktober -09 t.o.m. september -12. Perioden valdes för att få med alla anställda som varit föremål för lagstadgade kontroller avseende kvartsdamm eller bly, där kontrollerna i regel görs vart 3:e år.

Resultat:

Männens genomsnittliga blodtryck låg genomgående högre än kvinnornas och deras genomsnittliga pulstryck låg 6,4 mm högre än kvinnornas.

71 % hörde sämre än medianvärdet för åldern. Medianvärdet för kvinnornas hörsumma-referenshörsumma var högre än männens i relation till normalnivån.

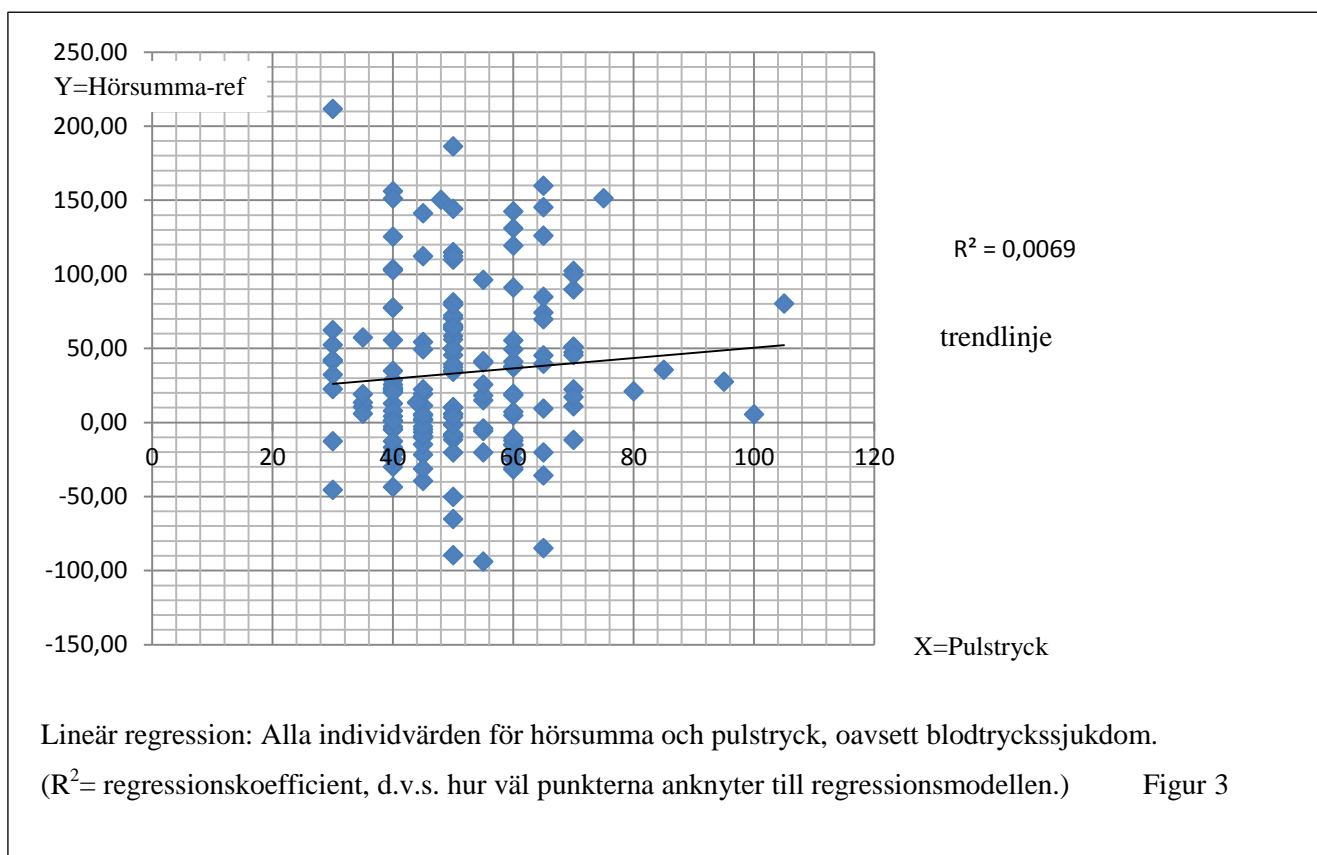
Av samtliga som svarat uppgav 29,5 % exponering för hand/arm-vibrationer och 34 % för helkroppsvibrationer. 26 % hade angivit subjektiva negativa effekter av vibrationer eller svarat ja på någon av frågorna vita fingrar eller domnade fingrar (ja på 4frg). 13 % uppgav blodtryckssjukdom.

20 % av samtliga som svarat rökte och 25 % snusade. Nästan allt tobaksbruk fanns i mansgruppen, det var bara en enda kvinna som rökte och ingen som snusade.

Uppmätta och uträknade värden hos 171 arbetstagare	Män 152 st.		Kvinnor 19 st.	
	Värde/antal	%	Värde/antal	%
Systoliskt blodtryck, medelvärde (mm Hg)	129,7		120,5	
Diastoliskt blodtryck, medelvärde (mm Hg)	77,7		74,7	
Pulstryck, medelvärde (mm Hg)	52,1		45,7	
Pulstryck standardavvikelse	12,9		11,8	
Antal med blodtryckssjukdom	21/152	14	1/19	5
Exponerade för hand-arm-vibrationer	50/150	33	0/19	0
Besvärade av hand-arm-vibrationer	11/150	7	0/19	0
Exponerade för helkroppsvibrationer	53/150	35	4/19	21
Besvärade av helkroppsvibrationer	5/150	3	0/19	0
Vita fingrar	28/143	20	1/19	5
Domnade fingrar	21/143	15	1/19	5
Rökare	32/143	22	1/19	5
Snusare	41/143	29	0/19	0
Hörsumma-referenshörsumma, median (dB)	21		33,2	

Tabell 3

.Materialet bearbetades också med enkel linjär regression, men det gick inte att få fram några statistiska samband därur. Som exempel visas figur 3. Regressioner har även gjorts på subgrupper såsom kvinnor, hypertoniker och snusare utan att få fram någon signifikans.



Därför undersöktes materialet vidare med PLS som ingår i multivariat dataanalys. Med denna metod kan man se samspelet mellan många olika variabler, såväl kvantitativa som kvalitativa, vilket blir mer som i verkligheten.

Förkortningar av studerade variabler:

Us-ålder= ålder vid undersökningen

Kön

Hö-su = sammanlagd hörsumma för frekv. 4000+6000 Hz på höger+vänster öra minus sammanlagd referenssumma för dessa frekvenser

Vitaf = vita fingrar

Domnf = domnade fingrar

VHA1 = Exponering för vibrationer i hand-arm

VHA2 = Besvär av vibrationer i hand-arm

VHK1 = Exponering för vibrationer i helkropp

VHK2 = Besvär av vibrationer i helkropp

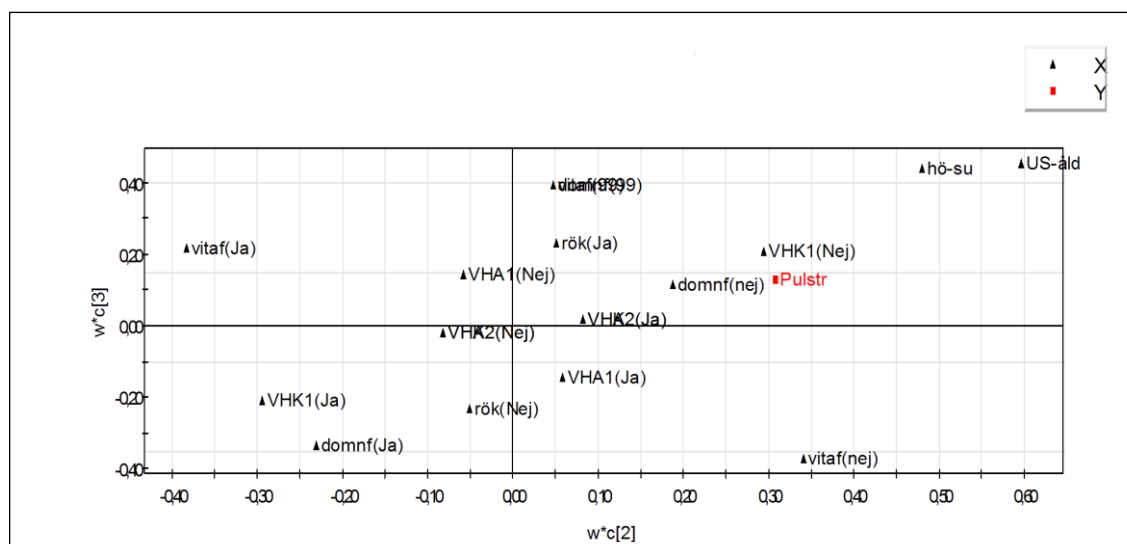
V4frg: pos om svar ja på en eller flera av VHA2, VHK2, Vitaf, Domnf

Rök

Snus

Tabell 4

Beträffande hörselskada sågs svaga statistiska samband mellan pulstryck och hörselnedsättning hos männen, men inte hos kvinnorna. Och tittade man på subgruppen tobaksbrukande män fanns något ökade indikationer på samband, där sambandsmönstret var bäst urskiljbart, men fortfarande med svagt, i gruppen snusare (fig.4 och 5 ur samma analys).

**Loading scatter plot: Snusande män utan blodtrycksmedicinering:**

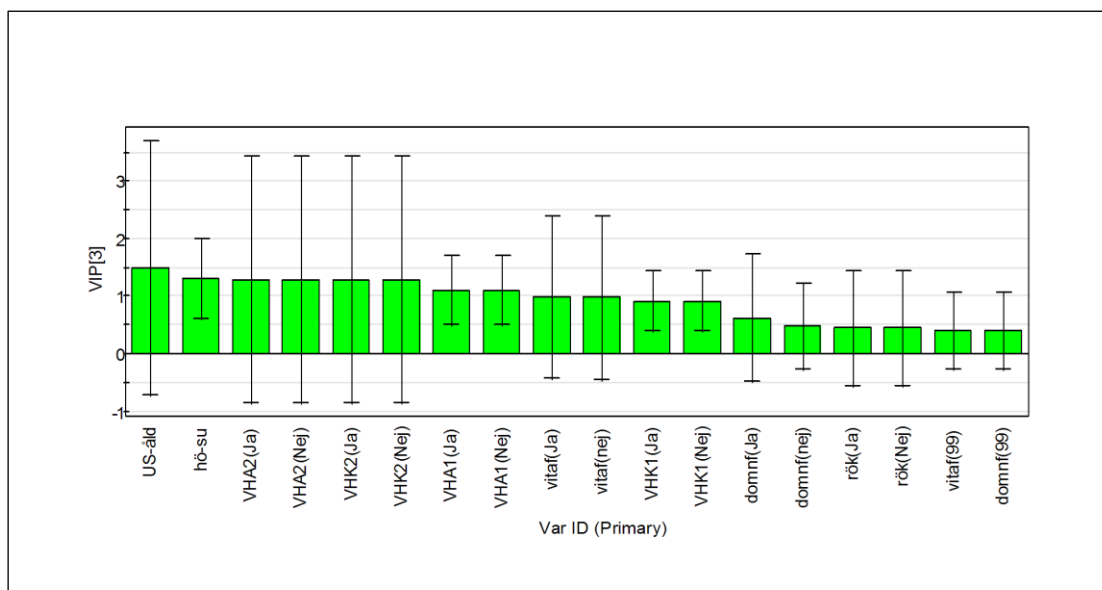
Korrelation finns mellan y och olika x-variabler i samma riktning, större signifikans ju längre från origo som variablerna ligger. Ju närmare 1,0 w*c- värdet ligger desto större är sambandet.

Variabler nära origo bedöms som ”brus”, > 0,2 antydd korrelation, >0,5 bättre korr., 1,0= maximal.

Hörsumma och undersökn.ålder har antydd korrelation med pulstrycket i andra komponentens riktning. Värdet begränsas p.g.a. att pulstrycket ligger på drygt 0,3.

Planet utformat av 2:a och 3:e komponenterna.

Figur 4



Variabel importance plot: VIP(3) = analys av 3:e komponenten (vektor, se sid 7) **Olika x-variablers relativa vikt samt korrelation till pulstrycket hos snusande män utan blodtrycksmedicinering.** VIP >1 signifikant. Undersökningsålder och hörsomma signifikanta variabler. Besvär av arm/handvibrationer och helkroppsvibr. signifikanta, men även inverst samband, svar nej väger lika tungt som ja. VIP < 1 brus.

VHK1 och VHA1 betecknar vibrationsexponering, VHK2 och VHA2 besvär, se förklaring tabell 4.

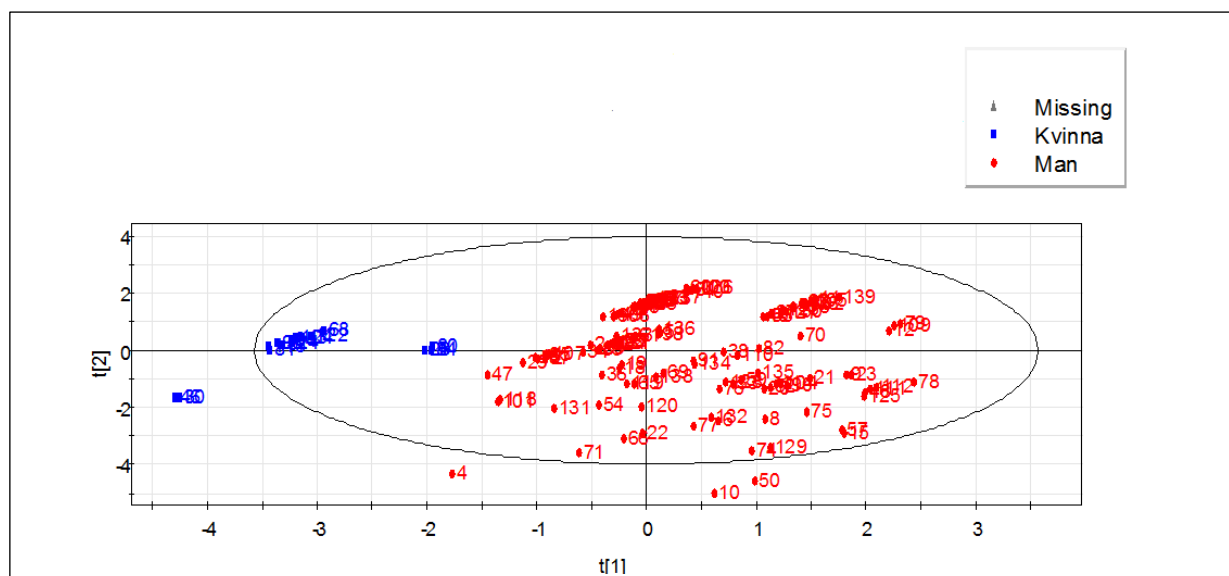
Whiskers visar spridningen med 95 % konfidensintervall

Stort åldersspann och spretighet i svar på vibrationsfrågor ökar spridningen. Spridning på minussidan betyder att inverst korrelation mellan variabeln och pulstrycket förekommer.

Figur 5

Vibrationsfrågorna ger delvis ”brus” (fig. 4) och delvis inversa samband (fig. 4 och 5) samt stor spretighet i svaren (fig.5). Således ingen korrelation till pulstrycket och det finns inverst spridning inom både ja- och nej-svaren.

I den statistiska analysen framkom att män och kvinnor betedde sig olika (figur 6). Man får helt divergerande resultat när man studerar kopplingar mellan kvinnokön respektive mankön beträffande uppgivna exponeringar och skador (tabell 3), vilket också avspeglar sig i figur 6. Här kan man inte avläsa vilka variabler som skiljer kvinnorna från männen, men man ser tydligt att skillnad föreligger i könens x-variabelprofil.



Score scatter plot ("fönster" in i x-rymden) syftar till att påvisa grupperingar i observationerna och förekomst av outliers: **Illustrerar könsgrupperingar hos arbetstagare utan blodtrycksjukdom.**

t(1)=huvudaxeln i x-rymden. Kvinnor (blå) resp. män (röda). Koordinaterna på t(1) och t(2) visar objektens position i x-rymden= plotted score. T-värde= viktad kombination av ursprungliga x-variabler.

Könen bildar separata grupper pga skillnader i x-sammansättning. Mindre splittrad "x-profil" i kvinnogruppen= homogenare grupp, men enstaka outliers finns.

Origo visar centrum för observationerna. Bilden ger underlag för att analysera egenskaper hos grupper och outliers, inte för att analysera siffrvärden. Värdena på axlarna är relativa.

95% konfidens innanför elipsen

Figur 6

Diskussion:

Studien visar mönster som indikerar samband mellan förhöjt pulstryck och hörselskada hos män. Det var aningen starkare samband i subgruppen snusare.

Att sambandet ses bäst i denna grupp behöver dock inte betyda att snusande ökar korrelationen som en direkt inverkan på pulstryck eller hörsel, eftersom möjligheten finns att den övergripande inställningen till hälsa kan medföra att den som brukar snus är mindre noga med att skydda sin hörsel.

Någon statistisk korrelation mellan snusbruk och förhöjt pulstryck fanns inte ibland arbetstagarna, och det finns heller inget övertygande stöd i litteraturen för detta, även om forskning talar för att kraftig snusning kan ge ett förhöjt systoliskt tryck (5,6,11).

Den ytterligare hörselnedsättning som motsvaras av variabeln hörsumma-referenshörsumma beror sannolikt på den kumulativa bullerexponeringen, (även om andra orsaker inte är uteslutna i de individuella fallen) och där kan indikationen på samband med förhöjt pulstryck tänkas vara uttryck för organskadlig stress av industribuller.

Det finns i loading scatter plot indikation på samvariation mellan pulstryck, ålder och hörselnedsättning hos män (ex. snusande män fig.5), medan kvinnokön verkar ge en diametralt motsatt bild.

Intressanta könsskillnader framkommer ur tabell 3, där man kunde se att männens medelblodtryck och medelvärde för pulstryck låg högre än kvinnornas.

Tabellen visar även större hörselnedsättning uttryckt som medianvärde för kvinnorna. Detta stöds inte av den multivariata dataanalysen, där man dock inte kan dra några säkra slutsatser, eftersom enstaka "outliers" tillförde ökad osäkerhet i kvinnogruppen.

Kvinnogruppen var över huvud taget så liten och hade en så obetydlig exponering och rapportering av skador att analyserna får betraktas med stor försiktighet. Vidare antas att män och kvinnor ofta haft olika yrken och därmed olika exponeringar.

Beträffande vibrationsfrågorna i enkäterna (bilaga 1) var dessa många och svårbesvarade samt kvalitativa, vilket kan ha bidragit till att värdet av den statistiska analysen blivit dåligt och inte givit något besked om eventuellt samband.

Tabell 3 visar att ingen av kvinnorna uppgav besvär till följd av vibrationer och deras exponering för vibrationer var så blygsam att det heller inte varit meningsfullt att försöka dra slutsatser ur dataanalyserna.

En styrka i undersökningen har varit att samtliga involverade undersökare (två företagssköterskor och två företagsläkare) har använt samma tillvägagångssätt vid blodtryckstagningen. En och samma sköterska har haft huvudansvaret för de periodiska kontrollerna under hela studieperioden, vilket medfört en likformighet i metodiken.

En svaghet är däremot att någon skriven standard inte har funnits, men efterforskning har visat att alla inblandade faktiskt har använt sig av samma tillvägagångssätt.

Projektet har en styrka genom att s.k. "attention bias" minskar när fokus varit lagt på kvartsdamm- och blyexponering, som varit skälet till de lagstadgade kontrollerna, och inte på hörsel- och vibrationsskador som studien avsåg.

Ytterligare en styrka finns i det faktum att bortfallet varit begränsat. Alla arbetstagare som kallats för undersökning p.g.a. exponering för kvartsdamm och/eller bly har undersökts. Det bortfall som uppkommit har berott på att enkäten blivit ofullständigt ifylld av olika skäl. Hälsodeklarationen är likformig för de svenska gruvbolag som är anslutna till GRAMKO (gruvornas arbetsmiljökommitté inom Swemin). Vissa personer kan ha gått i pension eller slutat av annat skäl innan det blivit dags för periodisk kontroll och dessa finns förstås inte med i materialet.

Analyserna med enkel lineär regression gav inga klara samband, troligen p.g.a. att man därvid missar att ta hänsyn till andra variabler som inverkat, t.ex. åldersfaktorn. Diskussionen inriktas därför på resultatet från den multivariata dataanalysen.

Fördelen med denna är att dolda statistiska samband blir tydliga, och man minimerar risken att påvisa felaktiga samvariationer. Man kan också se hur flera ingående parametrar, såväl kvalitativa som kvantitativa, påverkar varandra och få ut mer av materialet än vad man skulle få ut av traditionella grafer där två variabler studeras i taget. Metoden kräver heller inte oberoende variabler till skillnad från metoden multipel lineär regression.

Man kan också se grupperingar i materialet och analysera dessa närmare för att se om det finns sambandsfaktorer i dessa subgrupper.

Metoden kan också användas även om vissa data fattas. Dessa s.k. ”missing data” ersätts med beteckningen 99 och stör då inte analysen, åtminstone om andelen missing data är liten avseende det man studerar. Vid stor andel missing data kan det bli statistiska felaktigheter med denna metod, och man bör då hellre analysera subgrupper, som saknar en viss variabel, var för sig. (Annars får t.ex. variabeln kvinna status av missing data (mansregistrering saknas!) och andelen missing data blir så pass stor att den statistiska bilden blir osäkrare även för den större gruppen = männen.)

Därför utfördes också separata analyser av män och kvinnor.

Metoden med ”missing data” maximerar antalet studerade individer och dessa åtgärder har höjt kvaliteten i projektet

Ett fåtal individer som kontrollerats enbart av åldersskäl finns med i materialet. Dessa individer går inte att spåra, men de utgör inget problem, eftersom det är individer med hörselskada eller vibrationsbesvär som studerats, och där har det ingen betydelse om de omfattats av lagstadgade kontroller eller inte. Det har heller inte stört den multivariata analysen, där en fördel just är att man kan exkludera faktorer som inte visar någon relation till de studerade problemställningarna.

Åldern blir i den multivariata dataanalysen en x-faktor i sig. Därmed minimeras risken för att dra felaktiga slutsatser, även om åldern påverkar flera av de övriga variablerna.

Ett problem gällande hela undersökningen har varit att den omfattat relativt få kvantitativa variabler och haft en relativ övervikt för kvalitativa variabler. Detta har infört ett visst mått av osäkerhet i analyserna, eftersom ett kvalitativt värde inte är graderat. Problemet finns ju i alla material där man endast kan välja att svara ja eller nej på frågor.

För att kunna studera projektets frågeställning har den nyskapade variabeln hörsumma-referenshörsumma tagits fram som ett mått på hörselskada bland arbetstagarna. Det faktum att denna variabel är exponeringsberoende men inte åldersberoende medan pulstrycket är ålderskorrelerat, och att vibrationsfrågorna i sin tur är kvalitativa, ger vissa tolkningssvårigheter.

Multivariat dataanalys tillåter dock såväl kvalitativa som kvantitativa, beroende som oberoende samt nya variabler, som bygger på ursprungliga. Detta innebär att metoden är flexibel och kan användas på databanker där variabler av olika typ finns samlade.

Det man kan uttala sig om i analyserna är därför endast mönster på samvariation, och man får sedan värdera eventuella samband utifrån egenskaperna och kvalitén på ingående variabler.

Den kvalitet man får ut från analysen blir förstås inte bättre än vad det kvalitativa underlaget medger.

Slutligen konstateras att eftersom det undersökta materialet var relativt litet i jämförelse med många andra undersökningar kan det vara så att det statistiska underlaget är otillräckligt för långtgående slutsatser.

Slutsats:

Den genomförda studien av hälsokontroller på anställda vid Boliden i Garpenberg gjordes med syfte att se om det fanns samband mellan pulstryck och hörselskada respektive vibrationsskada.

Detta kunde inte påvisas med traditionell statistik, medan den multivariata dataanalysen visade mönster tydande på svaga samband mellan pulstryck och hörselskada hos män, något mer uttalat bland snusare.

Studien har visat att det enbart är män som uppgivit besvär till följd av vibrationsexponering. Något samband mellan pulstryck och vibrationsskada kunde inte påvisas.

Genom användandet av den multivariata dataanalysen har hänsyn tagits till samvariation mellan flera variabler vilket minimerat risken för felaktiga samband.

Referenser:

1. Medicinska kontroller i arbetslivet, Arbetsmiljöverket, Stockholm 2005
2. Arlinger SD, Johansson MS. Hearing threshold levels for an otologically unscreened, non-occupationally noise-exposed population in Sweden. *Int J Audiol* 2002; 41(3):180-94.
3. Binder J, Bailey KR, Seward JB et al. Aortic augmentation index is inversely associated with cardiorespiratory fitness in men without known coronary heart disease. *Am J Hypertens* 2006; 19:1019-24.
4. Björ B. Myocardial infarction and cardiac regulation in relation to vibration exposure. Umeå Universitet Med. Dissertations 2008 ISSN 0346-6612; 1185.
5. Bolinder G, de Faire U. Ambulatory 24-h blood pressure monitoring in healthy, middle-aged smokeless tobacco users, smokers and nontobacco users. *Am J Hypertens* 1998; 11: 1153-1163.
6. Bolinder G, Ahlborg B, Lindell J. Use of smokeless tobacco: blood pressure elevation and other health hazards found in large-scale population survey. *J Intern Med* 1992; 232: 327-334.
7. DeVan AE, Seals DR. Vascular health in the ageing athlete. *Exp. Physiol* 2012; 97:305-10.
8. Franklin SS, Khan SA, Wong ND et al. Is pulse pressure useful in predicting risk for coronary heart disease? The Framingham Heart Study. *Circulation* 1999; 100: 354-360.
9. Franklin SS, Larsson MG, Khan SA et al. Does the relation of blood pressure to coronary heart disease risk change with aging? The Framingham Heart Study. *Circulation* 2001; 103: 1245-1249.
10. Franklin SS, Lopez VA, Wong ND et al. Single versus combined blood pressure components and risk for cardiovascular disease: the Framingham Heart Study. *Circulation* 2009; 119:243-50 .
11. Hirsch JM, Hedner J, Wernstedt L et al. Hemodynamic effects of the use of oral snuff. *Clin Pharmacol Ther* 1992; 52: 394-401.
12. Tanaka H, Dinunno FA, Monahan KD et al. Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. *Circulation* 2000; 102:1270-1275.
13. Verdecchia P, Schilliaci G, Borgione C et al. Ambulatory pulse pressure: A potent predictor of total cardiovascular risk in hypertension. *Hypertension* 1998; 32: 983-988.

Bilaga 1:

Frågeformuleringar i hälsodeklarationen (juni 1999, Svenska Gruvföreningen) utvalda som underlag för projektarbetet:

Är Du icke rökare (aldrig rökt, röker ej dagligen eller rökt mindre än ½ år)?

Rökare (röker dagligen eller slutade röka för mindre än ½ år sedan)?

Snusar Du?

Ange arbetsmiljöfaktorer som Du regelbundet (ej tillfälligt) är utsatt för:

Vibrationer-helkropp(skakande fordon eller underlag): Utsatt för i nuvarande arbetsmiljö?
Om ja, har Du obehag eller besvär därav?

Vibrationer-hand-arm (skakande verktyg eller redskap): Utsatt för i nuvarande arbetsmiljö?
Om ja, har Du obehag eller besvär därav?

Har Du under de senaste 12 månaderna haft någon eller några av följande sjukdomar/besvär/symptom?

Högt blodtryck	Ja	Nej	Ja, jag har sökt läkare
----------------	----	-----	-------------------------

Får Du "vita fingrar" vid kyla?

Får Du domningar i fingrarna vid rumstemperatur?

Bilaga 2

Ordlista multivariat data-analys:

c	vikterna som används för att kombinera y-variablerna för att bilda score. (I denna studie finns bara en y-variabel.)
hyperplan	plan format av 2 principalkomponenter
loading scatter plot	visar i PLS korrelationen mellan x- och y-variablerna, korrelerande variabler ”drar åt samma håll”. Visar variabelernas ”laddningar”.
multivariat dataanalys	statistisk projektningsmetod där flera variabler studeras samtidigt
outlier	avvikande observation
PCA	principalkomponentsanalys. Basmetod. Beskriver relationen mellan ett flertal variabler samtidigt.
PLS	partial least squares regression. Bygger på PCA. Är en regression som visar relationen mellan x- och y-variabler.
principalkomponent	”latent variabel” = vektor i en multidimensionell rymd. Första komponenten går i variabelsvärmens huvudriktning.
score	t-värde resp. u-värde, viktad kombination av de ursprungliga x-variablerna resp. y-variablerna.
score scatter plot	visar de studerade objektens (observationernas) position i x-rymden.
t-värde	viktad kombination av de ursprungliga x-variablerna. Varje objekt (observation) har ett t-värde (= ett projektningsvärde på principalkomponenten).
variabel ID(primary)	beteckningar på x-variabel
VIP	variabel importance plot. En grafisk bild som i PLS framställer x-variablernas vikt (betydelse) i förhållande till modellen och till y. En komponent analyseras i taget.
w	vikterna som används för att kombinera x-variablerna för att bilda score.
w*c	loading scatter plot, visar hur x-variablerna korrelerar med y-variabeln, $w*c(1)$ = första komponenten, $w*c(2)$ = andra komponenten, o.s.v.

