

Virkning av støy på barn i læresituasjoner

En litteraturgjennomgang

Alf Glad
Astrid H. Amundsen
Ronny Klæboe

Innhold

Sammendrag

Summary

1 Introduksjon	1
1.1 Litteraturgjennomgang del av støyforskningsprogram	1
1.2 Mulige positive virkninger av støy utelatt fra gjennomgangen.....	1
1.3 Spesielt utsatte grupper ikke behandlet spesielt.....	2
2 Undersøkelsene som inngår og metodikken som er benyttet.....	3
2.1 Ofte dårlig beskrivelse av støybelastningen.....	3
2.2 Resultater bygger av og til på enkle sammenlikninger	4
2.3 En del undersøkelser sammenligner både før og etter endring	4
2.4 Manglende representativitet kan likevel være et problem	4
2.5 Ikke alltid mulig å skille kronisk fra akutt støypåvirkning	5
3 Støy og kommunikasjon i klasserom.....	6
3.1 De fleste undersøkelsene beskriver støyen fysisk	6
3.2 Ytre og indre lydkilder påvirker støynivået i klasserom.....	6
3.3 Store forskjeller i støynivå i klasseromssituasjoner	7
3.4 Kompensasjon for ekstern støy kan medføre økt støynivå i klasserom	7
3.5 Forholdet mellom signal (S) og støy (N).....	8
3.6 Avstandens betydning for signal/støyforholdet.....	8
3.7 Etterklang kan maskere deler av et lydinnhold	8
3.8 Akustikken i klasserom kan bedres	9
3.9 Forhold i norske klasserom	10
4 Språkforståelse og leseferdighet	11
4.1 Akutt støy og auditiv diskriminering.....	11
4.2 Kronisk støy og auditiv diskriminering.....	11
4.3 Språkforståelse og leseferdigheter.....	12
4.4 Før- etterundersøkelser av støy og språklige ferdigheter.....	13
4.5 Støy og leseferdighet	13
4.6 Reduksjon i leseferdighet etter et år	13
4.7 Tidsserieundersøkelser om leseferdighet	14
5 Oppmerksomhet.....	16
5.1 Oppmerksomhet/distraksjon.....	16
5.2 Metodiske problemer knyttet til undersøkelsene	16
5.3 Virkninger av akutt og kronisk støy på oppmerksomhet	17
5.4 Oppmerksomhet og tilvenning til støy	17

6 Hukommelse, læring og prestasjoner.....	19
6.1 Implisitt og eksplisitt hukommelse.....	19
6.2 Hukommelse og endringer i støysituasjonen.....	21
6.3 Kvaliteten av støypåvirkningen har betydning for hukommelse.....	21
6.4 Interaksjon mellom kronisk og akutt støy på hukommelse.....	22
6.5 Virkninger av akutt støy på prestasjoner.....	23
6.6 Virkninger av kronisk støy på prestasjoner.....	23
6.7 Virkninger av kronisk støy kan berøre de fleste fag.....	23
7 Stress, motivasjon og hjelpeløshet.....	25
7.1 Stressbegrepet.....	25
7.2 Virkninger av forsøk på å mestre stress.....	25
7.3 Motivasjon og tillært hjelpeløshet.....	27
7.4 Adferd og sosiale relasjoner.....	28
8 Stemme- og hørselsplager.....	30
8.1 Anstrengelse av stemmen hos lærere og barn.....	30
8.2 Støy og hørselsplager.....	31
9 Konklusjoner.....	33
9.1 Påviste negative virkninger.....	33
9.2 Populærvitenskaplig formidling ønskelig.....	34
9.3 Norsk forskning viktig for å tolke og utnytte resultater.....	34
10 Referanser.....	36

Sammendrag:

Virkning av støy på barn i læresituasjoner. En litteraturgjennomgang

Introduksjon

Det moderne samfunnet produserer støy som kan være en alvorlig plage for både barn og voksne. De negative virkningene av støy og dårlige akustiske forhold kan imidlertid være større for barn enn for voksne. Som en del av Forskningsrådets støyforskningsprogram under PROFO-programmet er det gjennomført en litteraturstudie av virkninger av støy og akustiske forhold på barns kognitive prestasjoner. Dette skal være et grunnlag for forskning på temaet barn og støy, og forskning på effekten av ulike tiltak for å bedre lydforholdene for barn og da især i klasserom.

Faktorer som påvirker kommunikasjonen i klasserom

Lydforholdene i et klasserom kan være dårlige av flere årsaker. Rommet kan ha et høyt støynivå på grunn av støy fra utsiden av bygningen (biltrafikk, fly, tog, industri, anleggsvirksomhet), støy fra andre klasserom, støy fra tekniske installasjoner i bygningen og støy som elevene selv produserer. Et høyt støynivå reduserer signal/støyforholdet slik at det blir vanskeligere å oppfatte signalet. Elevene hører ikke hva læreren sier fordi lærerens stemme er for svak i forhold til støynivået. Lyd som reflekteres fra tak og vegger kan virke forstyrrende og redusere forståelsen av det som sies hvis etterklangstiden er for stor.

Virkingen av dårlige akustiske forhold for oppfattelse av muntlige budskap er avhengig av kunnskapsnivået og språkforståelsen til mottakeren. Voksne som har god kunnskap om temaet budskapet gjelder vil i større grad kunne gjette seg til hva budskapet dreier seg om. Voksne og barn med god språkforståelse vil kunne slutte seg til meningen i en setning selv om enkelte ord ikke oppfattes på grunn av dårlige akustiske forhold. For små barn vil dette være vanskelig eller umulig. Dette gjelder i særlig grad for barn med hørselssvekkelser eller lærevansker av ulike typer. Lærere med forståelse for de akustiske problemene kan redusere de uheldige virkningene ved f.eks. å snakke tydelig og høyt og finne en optimal plassering i klasserommet.

Selv om støy med rette kan betraktes som noe negativt, kan den i enkelte tilfeller ha positive effekter, for eksempel ved at en svak bakgrunnstøy maskerer tilfeldige og uventede lyder som kan være distraherende.

Faktisk situasjon i klasserom

WHO anbefaler at støynivået i undervisningssituasjoner ikke er høyere enn 35 dBA. En rekke utenlandske undersøkelser har vist at det faktiske støynivået i klasserom vanligvis er langt høyere. Det er også vist at i klasserom som er sterkt utsatt for utendørs støykilder vil elevene selv produsere mer støy enn i klasserom som er mindre støyutsatt fra utendørs kilder.

Det er anbefalt at i undervisningssituasjoner bør signalet/støy-forholdet (forholdet mellom lydnivået på budskapet i forhold til lydnivået til støyen) være 10-15 dBA. Undersøkelser i utlandet viser at dette forholdet vanligvis er langt lavere og faktisk negativt i noen tilfeller. Dette fører f eks til at det kan være svært vanskelig og strevsomt for elevene å oppfatte det læreren sier.

I Norge anbefales det at etterklangstiden er under 0,8 sekunder i skoler og under 0,6 sekunder i barnehager og undervisningsrom for hørselshemmede. I amerikansk litteratur anbefales det at etterklangstiden er under 0,4-0,6 sekunder i undervisningsrom. Undersøkelser fra utlandet tyder på stor variasjon i etterklangstiden (0,4 –1,5 sekunder) og at mange klasserom har altfor lang etterklangstid.

Det er ikke foretatt systematiske undersøkelser av lydforholdene i norske klasserom. En kan frykte at forholdene likner de en har funnet i utlandet. Det kan imidlertid være forskjeller mellom Norge og mange andre land (f eks spredt bosetting og mindre trafikk tetthet, snødekke om vinteren, lettere bygningsmaterialer) som kan gjøre at forholdene både kan være bedre og dårligere enn det som er vanlig i andre land.

Støy og kognitive prestasjoner

Det er gjennomført en rekke undersøkelser av sammenhengen mellom støy (både kronisk og akutt) og barns kognitive prestasjoner. Dette forskningsfeltet er vanskelig og mange av undersøkelsene har metodiske svakheter. Likevel er det mulig å trekke noen konklusjoner.

Auditiv diskriminering og leseferdighet. Flere undersøkelser viser at kronisk støy fører til dårligere leseferdigheter. Det er også en viss støtte for antakelsen om at den dårlige leseferdigheten skyldes at støy har en negativ effekt på auditiv diskriminering og språkoppfattelse.

Oppmerksomhet/distraksjon. Akutt støy kan virke som en distraktor og redusere konsentrasjonen om oppgaver det arbeides med. Det er mer uklart i hvilken grad kronisk støy virker på barns evne til å konsentrere seg. Enkelte studier tyder på at kronisk støy gir dårligere konsentrasjonsevne. Dette kan skyldes at støyen gir dårligere søvn, og at tretthet om dagen som følge av dette reduserer evnen til å konsentrere seg. Noen resultater tyder imidlertid på at barn kan venne seg til støy slik at kronisk støyutsatte barn blir mindre påvirket av akutt støy enn barn som er mindre utsatt for kronisk støy.

Hukommelse. I undersøkelser av sammenhengen mellom støypåvirkning og hukommelse er det skilt mellom eksplisitt (personen skal huske noe han vet han har lært) og implisitt (personen skal huske noe han ikke har bevissthet om at han har lært) hukommelse og mellom langtids- og korttidshukommelse.

Resultatene tyder på at støy (både akutt og kronisk) har liten virkning på implisitt men merkbar virkning på eksplisitt hukommelse. Forklaringen kan være at støy reduserer tilgjengelige oppmerksomhetsressurser. Siden eksplisitt hukommelse krever oppmerksomhet mens det ikke er tilfelle med implisitt hukommelse, vil eksplisitt hukommelse påvirkes mer av støy enn implisitt hukommelse.

Det ble ikke funnet noen effekt av støy på korttidshukommelsen, men her finnes det bare resultater fra én undersøkelse. Både akutt og kronisk støy synes å ha en negativ virkning på langtidshukommelsen.

Undersøkelser av hukommelse viser, slik som for undersøkelse av oppmerksomhet, at barn synes å venne seg til støy. For barn som var mye kronisk støyeksponert var effekten på hukommelsen av akutt støy mindre enn for barn som var lite kronisk støyeksponert. Ved siden av styrken av akutt støy hadde også typen støykilde betydning for hukommelsen. Flystøy synes å ha større negativ effekt enn andre typer støy.

Skoleprestasjoner. Undersøkelser av virkningen av kronisk støy på prestasjonene i skolefag viser blandete resultater. Undersøkelsene har også alvorlig metodiske svakheter slik at det er vanskelig å trekke noen sikre konklusjoner. Logisk sett skulle en forvente at støy ga dårligere prestasjoner siden undersøkelser har vist at støy har en uheldig virkning på flere funksjoner og ferdigheter som må antas å være viktig i læresituasjoner, for eksempel oppmerksomhet, hukommelse, leseferdighet og auditiv diskriminering.

Stressvirkninger av støy

Støy kan virke som en stressfaktor og individer vil forsøke å mestre støyen på ulike måter. Hvis støyen er kronisk kan mestringsforsøkene ha en rekke uheldige virkninger på individet.

- ?? Forbruk av ressurser. Mestringsforsøkene krever psykiske ressurser slik at det blir mindre ressurser til andre oppgaver, f eks læring.
- ?? Overgeneralisering. Barn kan f eks forsøke å stenge støy ute, men kan da komme til også å stenge ute andre signaler som er viktige for dem.
- ?? Sideeffekter. Barn kan være så opptatt av å mestre støyen at de overser andre uheldige påvirkninger som de kanskje på en enkel måte kunne gjort noe med.

Lært hjelpeløshet. Barn som gjentatte ganger føler at de ikke mestrer støyen kan føle at det ikke nytter hva de gjør. De mister troen på egne evner til å gjøre noe med stresssituasjonen og denne manglende tiltroen til egne evner kan smitte over til andre situasjoner der de blir stilt overfor utfordringer.

Motivasjon/lært hjelpeløshet. Kronisk støyeksponering synes å føre til dårligere motivasjon for å ta utfordringer og løse problemer (lært hjelpeløshet). Barn som har vært mye støyeksponert presterer dårligere og gir fortere opp på f eks pusleoppgaver enn barn som har vært mindre støyeksponert. Siden motivasjon er viktig i læresituasjoner, kan denne virkningen av støy føre til dårligere skoleprestasjoner.

Støy og helseplager

I en undersøkelse ble det funnet at barn som var mye utsatt for kronisk støy oftere hadde helseplager og var dårligere sosialt tilpasset enn barn som var mindre støyeksponert.

Et høyt støynivå i klasserom fører til at lærere og elever må bruke et høyt stemmevolum for å bli hørt. En slik stemmebruk over lang tid kan føre til stemmeproblemer. Lærere er en av de yrkesgruppene som oftest må søke hjelp for stemmeproblemer. Også elever må noen ganger få slik hjelp.

Høy og mye støy fører til hørselsskader. Denne sammenhengen er tydelig blant voksne, men mer uklart når det gjelder barn.

Konklusjoner

Barn viktigste oppgave er å lære. Det meste av læringen foregår gjennom muntlig kommunikasjon. Støy og dårlige akustiske forhold kan vanskeliggjøre denne kommunikasjonen og kan derfor ha en negativ virkning på barns kognitive prestasjoner og utvikling. Det kan ikke utelukkes at lydforholdene i norske klasserom er like dårlige som det en har funnet for klasserom i andre land. I så fall utsettes mange norske barn for læringssituasjoner som hemmer deres prestasjonsevne og utvikling.

Kronisk støy kan ha en mer varig virkning på barn. Slik støy kan føre til dårlig motivasjon, dårligere hukommelse og dårligere auditiv diskriminering, språkforståelse og leseferdighet og muligens også dårligere oppmerksomhetsfunksjoner. Alt dette er viktig for læring og kronisk støy kan derfor gi dårligere skoleprestasjoner.

I dagens samfunn er kunnskap svært viktig. Det er derfor grunn til å legge forholdene til rette for barns læring. Å gi barn gode lydforhold er et viktig tiltak.

Gjennomgangen av foreliggende undersøkelser viser at det er behov for videre forskning og utredning på dette området. Viktige oppgaver er blant annet:

- Kartlegging av støynivå i norske klasserom.
- Formidling av informasjon om støynivåets betydning for elevene.
- Utvikling av tiltak - tekniske og pedagogiske, som kan redusere problemene.

1 Introduksjon

Det moderne samfunnet produserer ikke bare mye høy lyd men en stor del av lyden er uønsket for dem som hører den og kan altså karakteriseres som støy. Støy forstyrrer foredrag og samtaler som er en vesentlige aktiviteter i skolen. I tillegg påvirker støyen muligheten til å få med seg viktige signaler og informasjon fra omgivelsene, samt at aktiviteter forstyrres. Støy kan betraktes som en stressfaktor med uheldige virkninger både helsemessig og atferdsmessig.

Forskningen omkring virkningene av støy har i hovedsak vært rettet mot voksne. Det har imidlertid blitt hevdet at støy har en sterkere uheldig virkning på barn enn på voksne (Cohen et al, 1986). Det er derfor grunn til å se nærmere på den forskningen som retter seg mot hvordan støy virker på barn både når det gjelder helse og kognitiv utvikling.

1.1 Litteraturgjennomgang del av støyforskningsprogram

I St meld nr 8 (1999-2000) oppgir Stortinget at støyplagen skal reduseres med 25% innen år 2010 (1999 er basisår). I denne forbindelse ble det avsatt en egen ramme til støyforskning i Norges forskningsråd plassert under PROFO-programmet. Hensikten med "støyprogrammet" er å bedre kunnskapen om forskjellige støykilder, og deres effekter på mennesker. Kunnskapen skal danne grunnlag for å finne frem til gode og kostnadseffektive tiltak for å redusere støy, og hvordan disse kan implementeres på en slik måte at målet for 2010 kan nåes.

Denne litteraturstudien er en del av den kunnskapsoppbyggingen som er startet opp under Forskningsrådets "støyforskningsprogram". Litteraturgjennomgangen har som hensikt å gi en oversikt over dagens kunnskap om hvilke effekter støy har på barns kognitive utvikling. Utgangspunktet for studiet er støysituasjonen i klasserom.

Målet er å komme frem til i hvilken grad og på hvilken måte støy i barnehager og grunnskoler kan være et problem for barns kognitive utvikling, noe som igjen kan danne grunnlag for å vurdere hvilke tiltak som eventuelt bør iverksettes.

1.2 Mulige positive virkninger av støy utelatt fra gjennomgangen

I denne litteraturgjennomgangen har vi derfor fokusert på negative effekter av støy. Det er imidlertid viktig å holde i mente at en også kan tenke seg at lyd kan ha positiv virkning. I hvilken grad tilfeldige og plutselige lyder tiltrekker seg oppmerksomhet er bl.a. avhengig av hvor mye de skiller seg ut i lydmiljøet. I et stille klasserom kan selv svake lyder som kremting, hvissing, lyden av en blyant som faller på gulvet osv skille seg klart ut og tiltrekke seg oppmerksomhet på bekostning av den oppgaven barna er opptatt av. Slike lyder kan en regne med

alltid vil være tilstede i klasserom i større eller mindre grad. En jevn bakgrunnsstøy kan maskere slike lyder slik at de blir mindre framtrædende og dermed mindre distraherende. Resultatet blir at barn muligens kan konsentrere seg bedre om tildelte oppgaver med et svakt støynivå tilstede enn uten. Dette resonnementet forutsetter at barn skal arbeide enkeltvis og at det er lite behov for muntlig kommunikasjon mellom for eksempel lærer og elevgruppen

Innen dramaturgien brukes lydkulisser for å skape assosiasjoner til et tema. Lyd har også sin naturlige plass i en del sportslige aktiviteter. I en vanlig klasseromssituasjon kan bruk av personlige Walk-Man tenkes å bidra til å maskere forstyrrende bakgrunnsstøy/snakk fra andre elever etc og således redusere distraherende lydstimuli. Musikk kan også bidra til å holde oppe et høyere aktiveringsnivå når elevene er trøtte. I tillegg til musikk finnes også hjelpemidler som gir spesifikk auditiv feedback om å fokusere på oppgaven, gir oppmuntringer mv til elever med konsentrasjonsproblemer

Vi har her valgt å se bort fra studier av effekter av støy på fysiologiske funksjoner og mental helse, selv om dette i neste omgang også vil kunne ha innvirkning på den kognitive utviklingen.

1.3 Spesielt utsatte grupper ikke behandlet spesielt

Barn med hørselsproblemer, synsproblemer, lære- og skrivevansker og barn med fremmedspråklig bakgrunn vil i større grad påvirkes av støy i en undervisnings-situasjon (se bl.a. Elliott 1979; Geffner, Luckner og Kock 1996). Elever med hørselsvekkelser kan ha problemer med å oppfatte tale selv under gode akustiske forhold. Høyt støynivå og/eller dårlige signal/støy- forhold og lange etterklangstider (jfr avsnitt 3.3-3.7) kan derfor ha en større negativ effekt på disse enn på en elev med normal hørsel.

Det er også særlig vanskelig for små barn og personer med fremmedspråklig bakgrunn når de akustiske forholdene er dårlig. De har ikke i like stor grad som eldre den kunnskap og erfaring som kreves, for å sette løsrevne ord inn i en fornuftig sammenheng. I de fleste tilfeller kan studenter og voksne resonnerer seg frem til de ordene som er uskarpe i en setning.

Vi har valgt å ikke fokusere på disse gruppene i denne litteraturstudien, delvis på grunn av manglende studier med deltagere fra disse gruppene. Men det må antas at når "vanlige" barn har problemer med å oppfatte hva som blir sagt, vil disse gruppene ha det enda vanskeligere (jfr blant annet kapittel 7.2 om ressursforbruk). Dermed vil effektene på den kognitive utviklingen være større blant barn med tilleggsp problemer enn blant barn flest.

2 Undersøkelsene som inngår og metodikken som er benyttet

Litteraturgjennomgangen inneholder en rekke internasjonale studier om de faktiske forholdene i skoler og klasserom. Disse er oppsummert i kapittel 3. Undersøkelser av virkninger av støy på stemmebruk og dermed stemmeproblemer samt virkninger av støy på hørselen hos barn er oppsummert i kapittel 7.

Støy kan ha flere virkninger som hver for seg kan ha betydning for prestasjonene til barn. Det vil ikke alltid være like enkelt å kunne slutte seg til hvilken av mekanismene som støyen virker gjennom. Det kan være vanskelig å oppfatte et budskap ved at budskapet rent lydmessig forvanskes eller druknes i støy. Støy kan forstyrre avkodingen av et budskap. Støy kan gjøre det vanskeligere å konsentrere seg og holde mange elementer i arbeidshukommelsen. Støy kan forstyrre nattesøvn og dermed i hvilken grad det som er lært blir festet til langtidshukommelsen. Støy kan forstyrre både lærer og elev og gi et dårlig læringsmiljø og oppfattes som plagsom. Støy kan ha betydning for læringsstrategier og gjøre at en heller konsentrerer seg om visuelle enn auditive budskap. Problemene med å arbeide i et støyende miljø kan føre til stress, opplevelse av mislykkethet og følgende hjelpsløshet.

I mange av undersøkelsene som inngår i denne litteraturgjennomgangen har flere virkninger av støy på barn blitt undersøkt. For å gjøre det lettere for leseren å få oversikt har vi plukket ut de delene fra hver av undersøkelsene som faller inn under de respektive temaene. Dette har den ulempe at en og samme undersøkelse behandles flere ganger. På den annen side blir det enklere å gjøre seg opp en mening om støyens virkninger innenfor hvert av de ulike temaene som tas opp.

I kapittel 4 behandles således støyens betydning for auditiv diskriminering, språkforståelse og leseferdighet. I kapittel 5 behandles støyens virkninger på oppmerksomhet og distraksjon, i kapittel 6 om hukommelse, læring og prestasjoner og i kapittel 7 virkninger av støy på stress og motivasjon.

Undersøkelsene er gjort av mange forskjellige forskere i mange land, og med ulike ressurser og grundighet. De metodiske begrensningene av de ulike undersøkelsene må derfor også vurderes. Vi har forsøkt å ta hensyn til kvaliteten av de ulike undersøkelsene for at sammenfatningen skal gi et noenlunde riktig bilde av resultatene for de ulike virkningene av støy på barn.

2.1 Ofte dårlig beskrivelse av støybelastningen

I mange undersøkelser av effektene av kronisk støy er målene på selve støyeksposeringen relativt dårlige. Det er forholdsvis vanlig å beregne støyeksposeringen barn er utsatt for ved hjelp av støykart (f eks rundt flyplasser)

og avstander fra støykilder som veier, jernbane og industrianlegg. Ut fra slike beregninger vil en fastsette samme støyeksponering for barn som kan ha ganske forskjellig faktisk støyeksponering. Den faktiske eksponeringen er avhengig av bygningsmaterialer og støyisolering som er brukt i boliger og skoler og hvor barna oppholder seg utendørs i forhold til støykilden (bygninger og annet kan i stor grad skjerme for støyen). Når støymålene ikke viser den faktiske forskjellen mellom barns støyeksponering, blir det vanskelig å påvise en eventuell sammenheng mellom støyeksponering og kognitive prestasjoner jfr kapittel 4-7.

2.2 Resultater bygger av og til på enkle sammenlikninger

I mange undersøkelser som inngår i litteraturgjennomgangen blir kognitive prestasjoner for en gruppe som er utsatt for mye støy (testgruppe) sammenliknet med prestasjonene til en gruppe som er lite utsatt for støy. Det forutsettes da at de to gruppene er like i utgangspunktet og at en eventuell forskjell i prestasjoner har sammenheng med forskjell i støyutsatthet. Nå er det mange faktorer som kan påvirke kognitive prestasjoner for eksempel intellektuelle evner, kunnskapsnivå og motivasjon til å prestere. De to siste faktorene kan være avhengig av det sosiale klimaet i hjemmet og omgangskretsen og hvordan ulike aktiviteter vektlegges og belønnes. For å få valide resultater av slike undersøkelser er det derfor nødvendig med meget grundig kartlegging av barna i begge gruppene for å sikre at de er like i utgangspunktet eller for å ta hensyn til ulikheter gjennom spesielle statistiske analyser. Ingen av undersøkelsene av denne typen dokumenterer at slike grundige kartlegginger er foretatt. Ofte er det bare nevnt at gruppene var like med hensyn på sosioøkonomisk status uten at det er spesifisert nærmere hva dette innebærer. En konsekvens av dette er at det blir vanskelig å tolke resultatene fra disse undersøkelsene og at de ikke kan tillegges stor vekt i vurderingen av virkninger av støy.

2.3 En del undersøkelser sammenligner både før og etter endring

I noen undersøkelser er det brukt et bedre design. Undersøkelsene omfatter både en test- og kontrollgruppe, men i tillegg måles de kognitive prestasjonene i begge gruppene både før og etter at støynivået (for testgruppen) endres. Hvis prestasjonene for testgruppen endres mer enn for kontrollgruppen antas det at denne forskjellen i endring skyldes støypåvirkningen. Det er de samme barna som testes før og etter støyeksponeringen slik at en slipper bekymringen om at de støyutsatte barna i utgangspunktet er forskjellig fra barna som ikke er støyutsatt. Bruk av kontrollgruppe gjør at en kan få tatt hensyn til forandringer ved barna som skyldes økende alder og andre mer generelle faktorer i samfunnet som kan påvirke kognitive prestasjoner. Et slikt design gjør at en kan være rimelig trygg på å finne effekten av støy på prestasjonene i testgruppen.

2.4 Manglende representativitet kan likevel være et problem

Det kan imidlertid være et generaliseringsproblem. I prinsippet kan testgruppen være sammensatt av spesielle barn og det er ikke sikkert at den effekten en finner

for denne gruppen også ville vise seg for en gruppe av andre barn. Om testgruppen har et uforholdsmessig stort antall barn med hørselsvekkelser eller lærevesker kan en forvente større effekt av støy på disse enn på "vanlige" barn. Det er viktig at både test- og kontrollgruppen er rimelig representativ for de barna en ønsker å uttale seg om.

Ofte er hensikten å finne en dose-respons sammenheng (jo mer støyutsatt jo sterkere virkning på kognitive prestasjoner). Om en finner en slik sammenheng regnes det som en sterk indikasjon på effekt av faktoren en undersøker virkningen av. Dette behøver ikke være tilfelle når en ser på effekter av kronisk eksponering av støy i leveområdene. Det kan tenkes at familier som velger eller er nødt til å bo i sterkt støybelastede områder er forskjellig (mindre ressurssterke) fra de som bor i mindre støybelastede områder. Forskjeller i barns kognitive prestasjoner kan være en effekt av slike forskjeller mellom familiene og ikke nødvendigvis av forskjell i støybelastning. I likhet med undersøkelser der en bare sammenlikner en test- og kontrollgruppe, er det viktig å vite at barna i utgangspunktet har like forutsetninger.

2.5 Ikke alltid mulig å skille kronisk fra akutt støypåvirkning

Mange undersøkelser ønsker å se på virkningen av kronisk (langvarig) støyeksponering og ofte ut fra en antakelse at slik eksponering gir en mer eller mindre kronisk effekt på barns kognitive funksjoner. Det vil da være viktig å skille mellom kronisk og akutt (kortsiktig) støypåvirkning. I mange undersøkelser blir de kognitive prestasjonen målt under de daglige støybetingelsene. Det vil si at barna er utsatt for støy mens prestasjonene måles. Det blir da vanskelig å skille mellom effekten av kronisk og av akutt støy. Svarer barna som de gjør fordi de har levd i et støyende miljø over lang tid, eller svarer de som gjør fordi de ble forstyrret av støy akkurat mens de svarte på testen? Ønsker en å undersøke virkningen av kronisk støy bør målingene av kognitive prestasjoner foregå under kontrollerte lydbetingelser.

Forskning innen dette området (i hvert fall virkningen av kronisk støy) er vanskelig fordi en er avhengig av forholdsvis store datamengder (mange barn) og det kan være vanskelig å ha kontroll over alle de faktorer som kan virke inn på den avhengige variabelen (kognitive prestasjoner). Flere undersøkelser har i liten grad tatt hensyn til disse problemene med de følger at resultatene blir lite verdt. De resultatene som denne forskningen har frembrakt må derfor vurderes nøye før en kan trekke konklusjoner om sammenhengen mellom støy og kognitive prestasjoner.

3 Støy og kommunikasjon i klasserom

Undervisningen i skoler og barnehager er i vesentlig grad basert på muntlig kommunikasjon. Hvis denne kommunikasjonen blir vanskelig kan det gå utover undervisningen, og dermed barnas kognitive utvikling og skoleprestasjoner. Muntlig kommunikasjon er i stor grad avhengig av lydmiljøet den foregår i. For å ha en god undervisningssituasjon er det derfor nødvendig at lydmiljøet i klasserommet er tilfredsstillende.

Lærerens erfaring og kunnskap har også betydning. Lærere som kjenner til problemene knyttet til de akustiske forholdene kan ta hensyn til dette gjennom høyere stemmevolum og klarere diksjon. Han/hun kan også bedre situasjonen ved å plassere seg mest mulig hensiktsmessig i klasserommet slik alle elevene har større mulighet til å høre det som blir sagt. Videre kan læreren sørge for at elever som har vansker med å oppfatte det som blir sagt (hørselssvekkede, lærevansker og lignende) plasseres nær der læreren vanligvis står.

3.1 De fleste undersøkelsene beskriver støyen fysisk

De fleste undersøkelsene av støy i klasserom tar utgangspunkt i en fysisk akustisk beskrivelse av støy. Oftest benyttes lydenergiinnholdet i form av ekvivalente støynivåer over et gitt tidsrom. Det kan være verdt å ha i mente at en lydpåvirkning alternativt kan beskrives ved psykoakustiske begreper og at støyen også kan inneholde mening. Lyden kan således være ubehagelig selv ved moderate lydnivå. Den kan være distraherende først og fremst på grunn av meningsinnholdet og ikke på grunn av styrken. I en rekke undersøkelser av den såkalte "irrelevant speech effect" (Klatte, Kilcher og Hellbruck 1995, Loeches og Sommer 1998) er det også påvist at når en person hører på lyder som varierer med tid, så belastes spesifikke kognitive funksjoner som har med avkoding av språklig sekvensiell informasjon¹ å gjøre. Å utsettes for støy i form av en annen samtale legger delvis beslag på evnen til å kode informasjon, og kan medføre større problemer enn det selve støynivået skulle tilsi.

Ut fra en rent fysisk/akustisk betraktning er det flere forhold som har betydning for hva som blir hørt. De viktigste faktorene er støynivået i klasserommet, signal/støy forholdet og etterklangstiden.

3.2 Ytre og indre lydkilder påvirker støynivået i klasserom

Støysituasjonen i et klasserom påvirkes både av ytre og indre støykilder. Støy fra veg- og flytrafikk er av de vanligste utendørs støykildene. Støy fra industri og

¹ Faktisk belastes også avkoding av visuelle sekvenser

lekeplasser er andre. Lyder fra nærliggende rom, friskluftanlegget, fra stoler og bord som flyttes og elevene i det aktuelle klasserommet er vanlige kilder til støy skapt innendørs. De forskjellige støykildene er med på å påvirke det totale støynivået i klasserommet.

Hvilket støynivå vi finner plagsomt vil blant annet variere med om støyen er akutt eller kronisk, og typen støykilde. I hovedtrekk synes dette å kunne oppsummeres som at forutsigbarhet er viktig. Faste og kjente lyder er lettere å venne seg til enn sporadiske lyder med mer uklar kilde.

WHO anbefaler at det ekvivalente støynivået ikke overskrider 35 dBA i skoler og barnehager, dette for at barna skal kunne forstå og høre hva som blir sagt (Berglund, Lindvall og Schwela, 1999).

3.3 Store forskjeller i støynivå i klasseromssituasjoner

I en undersøkelse av det akustiske miljøet i britiske barneskoler, ble 60 klasserom evaluert, og støynivået målt (Airey et al, 1998). Klasserommene var valgt fra både nye og gamle skoler, urbane og rurale områder. Det gjennomsnittlige lydnivået når elevene kommuniserte med læreren, var på 77,3 dBA. Enkelte skoler hadde et gjennomsnitt på opp mot 101,1 dBA. I klasserom med åpne planløsninger var gjennomsnittet noe lavere (72,1 dBA), med gjennomsnitt for enkelte skoler opp til 84,3 dBA. Det antydes at lærere som underviser i åpne klasserom i større grad prøver å tilpasse lydnivået på undervisningen, slik at andre klasserom ikke skal forstyrres. Omvendt vil de åpne klasserommene (56,6 dBA Leq) påvirkes mer av støy fra andre klasserom enn det et lukket klasserom (55,5 dBA Leq) vil, når elevene er stille.

I en eldre studie (Cohen et al, 1980) av barneskoler i flysonen til Los Angeles internasjonale flyplass ble støynivå inne i klasserommene målt (uten elever). Støynivået ble målt i fire av de mest utsatte skolene i sonen. Tre ”rolige” skoler utenfor flysonen ble brukt som kontroll. De fire skolene lå i en flysone med rundt 300 overflyvninger hver dag. I skoletiden var det i gjennomsnitt 2,5 minutter mellom hver overflyvning. I flysonen var de gjennomsnittlige støytoppene i klasserommene på 74 dBA, med enkelte topper opp mot 95 dBA. Til sammenligning lå støytoppene gjennomsnittlig på 56 dBA i de rolige områdene, med enkelte topper opp mot 68 dBA.

3.4 Kompensasjon for eksternt støy kan medføre økt støynivå i klasserom

I en svensk undersøkelse (Lundquist, 2000) ble støynivået i 25 klasserom, fordelt på 3 ”typiske” skoler, målt. Målingene ble foretatt både når klasserommene sto tomme, og mens undervisning pågikk (elevene arbeidet selvstendig, og læreren gikk rundt og svarte på spørsmål). De 8 klasserommene med lavest, og høyest gjennomsnittlig støynivå ble sammenlignet. Det gjennomsnittlige støynivået med aktivitet ble i de 8 minst støyutsatte klasserommene målt til 55 dBA. De samme klasserommene var utsatt for en gjennomsnittlig støybelastning på 35 dBA når de

sto tomme. Til sammenligning hadde de 8 mest støyutsatte klasserommene et gjennomsnitt på 65 dBA i undervisningssituasjonen, og 40 dBA da de var tomme.

Dette tyder på en sammenheng mellom eksternt og internt produsert støy. Jo mer støy utenfra, jo mer støy lager elevene selv, sannsynligvis for å kompensere for bakgrunnsstøyen. Dette kan innebære at forskjellen i støynivå mellom klasserom kan være større enn det en ville forvente ut fra støymålinger utendørs eller ut fra vanlige støyberegninger.

3.5 Forholdet mellom signal (S) og støy (N)

Forholdet mellom nivået på lærerens stemme (signal S) og bakgrunnsstøyen (N) er bestemmende for muligheten til å få med seg hva som blir sagt (Seep et al, 2000). Som nevnt ovenfor, kan bakgrunnsstøyen i et klasserom ha flere kilder og disse kan variere fra skole til skole. Om støy fra ytre eller indre kilder er høyere eller tilnærmet lik volumet på lærerens stemme, kan det bli vanskelig å få med seg hva som sies. Ideelt bør signalet (f eks lærerens stemme) være klart sterkere enn støyen.

Det anbefales at signalet (S) bør ligge et sted mellom 10 og 15 dBA høyere enn bakgrunnsstøyen (N), dersom en ønsker en tilfredsstillende læresituasjon (Finitzo, 1988 i McSporran 1997, Seep m fl, 2000).

I New Zealand ble det foretatt målinger av S/N nivået i 106 klasserom fordelt på 51 forskjellige grunnskoler. Det gjennomsnittlige S/N nivået lå på +6 dBA, men kun 9% av målingene viste nivåer på +12dBA eller bedre (Blake og Busby, 1994). Det antydes at vanlige S/N nivåer i klasserom ligger et sted i intervallet fra -7 til +4 dBA (Berg, 1993, i McSporran, 1997).

3.6 Avstandens betydning for signal/støyforholdet

Avstanden mellom eleven og læreren påvirker effekten av støy og etterklangen (se avsnitt 2.5) . Det er da hovedsakelig endringer i S/N forholdet som påvirker muligheten til å få med seg hva læreren sier. Lærerens stemme er vanskeligst å høre langt bak i klasserommet, og i nærheten av støykilden. Avstanden til læreren påvirker også muligheten til å lese hva som blir sagt ut fra lærerens ansiktsuttrykk og munnbevegelser. Dette er særlig viktig for hørselshemmede, men har også betydning for andre.

I en undersøkelse av ordgjenkjenning ved forskjellige avstander (Crandell og Smaldino 1994), ble litt i underkant av to meter fra læreren ansett som ideelt. Med en avstand på rundt 4 meter fra lydkilden var ordgjenkjenningen på 71%, mens den var redusert til 60% ved en avstand på 7 meter.

3.7 Etterklang kan maskere deler av et lydinnhold

Etterklangstiden er tiden det tar for et signal å bli redusert med 60 dBA i intensitet. Om etterklangstiden i klasserommet er for lang vil etterklangen kunne interferere med ny tale, å gjøre den vanskelig å tolke. Etterklangstiden er bestemt

av størrelsen på rommet (m^3) og overflatematerialenes absorberende evne (Seep et al., 2000).

Når etterklangstiden blir for lang, vil reflektert lyd fra en kilde (for eksempel læreren) maskere den umiddelbart påfølgende lyden fra samme kilde. Høye frekvenser maskeres mer enn lavere frekvenser (Fjerdingstad et al, 1979). Konsonantene som består av høyfrekvente lyder vil derfor bli maskert av vokalene som består av mer lavfrekvente lyder. Konsonantene er vesentlige for å skille mellom ord. Maskeringen som følge av lange etterklangstider, kan derfor ha en svært uheldig virkning på taleforståelsen.

I Norge sier tekniske forskrifter til Plan- og bygningsloven at etterklangstiden i undervisningsrom ikke bør overstige 0.8 sekunder. I undervisningsrom for barnehagebarn og personer med hørselshemninger er det anbefalt at etterklangstiden ligger under 0.6 sekunder (Statens helsetilsyn, 1998). Litteratur fra USA anbefaler at etterklangstiden i undervisningsrom ikke overstiger 0.4-0.6 sekunder (Seep m fl, 2000, Finitzo, 1988 i McSporrán, 1997).

I følge Berg (1987 i McSporrán, 1997) ligger etterklangstiden i typiske klasserom på 0.3 til 1.5 sekunder. I en annen litteraturstudie (Palmer, 1998) ble det funnet at etterklangstiden i tomme klasserom lå på mellom 0.4 og 1.2 sekunder. Med andre ord ligger etterklangstiden i faktiske klasseromssituasjoner ofte over det som anbefales.

Det kan da bli vanskelig å tolke hva læreren egentlig sier, når en kun får med seg enkelte av ordene i en setning. I USA ligger taleforståelsen på grunn av støy i flere klasserom på 75% og dårligere (Seep et al 2000). Om en i gjennomsnitt kun får med seg 75% av ordene i en setning, kan dette for mange gjøre det vanskelig å forstå hva som blir sagt. Å måtte anstrenge seg for å oppfatte hva som blir sagt kan i lengden også bli slitsomt, og vil påvirke evnen/motivasjonen til å bearbeide det som blir sagt (se også kapittel 7).

3.8 Akustikken i klasserom kan bedres

Lydens forplantning i et klasserom er avhengig av rommets form og byggematerialenes egenskaper. Når lyden møter klasseromsveggen vil transmisjon, absorpsjon, refleksjon og/eller en diffusjon oppstå.

Ved transmisjon vil lyden gå gjennom materialet (her klasseromsveggen), ved absorpsjon vil veggen absorbere lyden, og ved refleksjon vil lyder slynges tilbake. Diffusjon betyr at lydbølgen splittes opp mot veggen og reflekteres i alle retninger. De nye bølgeene vil spre seg tilbake i klasserommet igjen. I hvilken grad de forskjellige fenomenene vil oppstå, er blant annet avhengig av egenskapene til materialene i vegger/vinduer/dører.

For å bedre akustikken i et klasserom kan en enten endre volumet/formen på rommet, eller benytte materialer med bedre absorpsjonsevne. I flere eldre klasserom har det vært mulig å bedre akustikken ved å redusere takhøyden.

Gjennom bruk av andre kledningsmaterialer i tak, vegger og gulv kan en redusere mengden lyd som reflekteres og dermed også redusere problemer med etterklang. Et problem er at det til tider oppstår konflikter mellom et godt inneklime, og be-

hovet for å redusere støy og støyplagene i et klasserom. Dette gjelder blant annet bruk av tepper i klasserom. Tepper kan redusere støyen, men er på grunn av allergikere og vanskelig renhold nå fjernet fra de fleste klasserom.

3.9 Forhold i norske klasserom

I følge kunnskapsbasen "Miljø og helse" (Statens institutt for folkehelse el al 1998) har rundt 20 000 barn på norske skoler problemer med å høre hva som blir sagt i timene på grunn av støy. Sannsynligvis er det da kun tatt hensyn til støy fra veg-, jernbanebane- og flytrafikk. Om en i tillegg tar hensyn til støy fra andre utendørs kilder, og til innendørs kilder vil antallet bli betydelig høyere.

Så vidt vi kjenner til er det imidlertid ikke foretatt systematiske undersøkelser av støynivå og/eller akustiske forhold i norske skoler og barnehager. De internasjonale undersøkelsene vi har gått igjennom viser at støyen i klasserom i perioder ofte ligger langt over de nivåene som i følge arbeidsmiljøloven eller grenseverdiforskriften til Forurensningsloven hadde krevd tiltak. Hvordan forholdene er i norske klasserom har vi begrenset med kunnskap om, men det antas at forholdene ikke er så mye bedre enn i andre land.

Det er imidlertid ikke gitt at resultatene fra utlandet kan overføres til Norge uten videre. Norge er spredtbygd og det kan føre til færre skoler og barnehager ligger nær støykilder enn det en finner i andre land. Snøen om vinteren kan også ha en støydempende effekt. Et tykt snødekke på takene kan f eks dempe flystøy og brøytekanter kan virke som støyskjermer. På den annen side er det antakelig flere bygninger som er bygd med lette materialer (tre) enn det en finner i andre land (murstein, betong). De lette materialene absorberer støy dårligere enn tunge materialer og det kan medføre høyere støynivå inne i bygningene.

Det er derfor noe uklart hvor stort støyproblemet i klasserommene er, og i hvilken grad dårlige akustiske forhold i skoler og barnehager utgjør et problem. Dette bør derfor kartlegges.

4 Språkforståelse og leseferdighet

4.1 Akutt støy og auditiv diskriminering

Det er rimelig å anta at akutt støy kan virke på auditiv diskriminering, dvs evnen til å skille ulike lydstimuli fra hverandre, siden det er samme sansekanalen som brukes. Siden taleforståelse er avhengig av auditiv diskriminering vil støy også kunne ha en uheldig innflytelse på taleforståelsen.

Evans og Lepore (1993) refererer til seks undersøkelser som alle viser at ulike typer støy (f eks klasseromsstøy, hvit støy og tale) reduserer auditiv diskriminering eller taleforståelsen. Effekten varierer både med type støy og egenskaper ved barna som utsettes for støyen. Effekten synes å være større for barn med lærevansker eller dårlig språkforståelse enn for "vanlige" barn. Når irrelevant tale brukes som støykilde jfr avsnitt 3.1, var effekten større på taleforståelse enn ved bruk av hvit støy.

4.2 Kronisk støy og auditiv diskriminering

Evans og Lepore (1993) ser muligheten for at kronisk støy også kan ha en indirekte virkning på evnen til auditiv diskriminering og taleforståelse. De baserer seg på en antakelse som ble presentert av Cohen med medarbeidere (for eksempel Cohen et al, 1986). De mener at barn som utsettes for kronisk støy, utvikler en evne til å stenge støyen ute, men de vil samtidig også kunne stenge ute relevante lydstimuli, for eksempel talelyder. Dette kan gå ut over evnen til auditiv diskriminering.

Evans og Lepore presenterer fire undersøkelser av effekten av kronisk støy på auditiv diskriminering og der testen foregår i stille omgivelser. To av undersøkelsene finner at støyutsatte barn diskriminerer dårligere enn barn som er lite støyutsatt, mens de to andre ikke finner noen forskjell.

De nevner en femte undersøkelse som de tar til inntekt for hypotesen til Cohen med flere. I denne undersøkelsen ble barn presentert for et signal (stemme som leste en fortelling) med fast lydstyrke og fikk i oppgave å justere styrken (fire nivåer) til en hvit bakgrunnstøy slik at signal/støy forholdet ble best mulig. Barn som hadde vært utsatt for kronisk støy over lang tid valgte et dårligere signal/støy forhold enn barn som hadde vært utsatt for kronisk støy i kortere tid. Det er imidlertid tvilsomt om dette resultatet viser at auditiv diskriminering blir dårligere med lengre tids eksponering for støy. En alternativ tolkning vil være at barn som har vært eksponert for støy i lang tid utvikler en bedre selektiv oppmerksomhet (lar seg i mindre grad påvirke av støy) slik at de føler de kan klare oppgaven (oppfatte fortellingen) med et dårligere signal/støy forhold enn barn har vært mindre eksponert for støy.

4.3 Språkforståelse og leseferdigheter

Det har vært antatt at det er en nær sammenheng mellom språk- og leseferdighet, eller mer presist språkforståelse og -ferdighet er en forutsetning for evnen til å lese (Evans og Maxwell, 1997; Maxwell og Evans, 2000). Man har særlig pekt på at språk- og fonemoppfattelsen er viktig. Barn som er gode og barn som er dårlige til å lese skiller seg i evnen på disse områdene (Evans og Maxwell, 1997). Støy kan virke på språkutviklingen. Én hypotese er at støyeksponerte barn utvikler en evne til å filtrere støyen ut, og at denne filtreringen generaliseres til også å oppfatte språklyder (Cohen et al, 1986). Støyeksponerte barn vil på en måte leve i et mer språkfattig miljø enn barn som er lite støyeksponert og får dermed mindre trening i språkoppfattelse og forståelse. I tråd med dette er det funnet at støyeksponerte barn er dårligere til å skjelne mellom ord som lyder likt enn mindre støyeksponerte barn (Cohen et al, 1973).

Evans og Maxwell (1997) gjennomførte en undersøkelse der de for det første ville teste om kronisk støyeksponering ga utslag på leseferdigheten og for det andre, om så var tilfelle, hvilke faktorer som formidlet sammenhengen mellom støy og leseferdighet. I undersøkelsen brukte de 116 første- og andreklassinger fra to skoler i New York. Den ene skolen var støyeksponert (flystøy) (> 65 dBA Leq 24t), den andre lå i et stille område. Støyeksponeringen ble bestemt ut fra støykart. Barna i den støyeksponerte skolen bodde også i støyeksponerte områder mens barna i den stille skolen bodde i et stille område.

Barna gikk gjennom en standardisert lesetest. I en annen test skulle de identifisere verbalt presenterte vanlige ord som var maskert slik at signal/støy-forholdet var 0 dB. På liknende måte ble barna bedt om å identifisere kjente lyder (for eksempel bjeffingen til en hund, klokkeklang) som var maskert med støy (signal/støy-forhold 2 dB). I den siste testen ble evnen til å kjenne igjen fonemer målt. Barna ble presentert for et ord og så bedt om å velge blant tre andre ord som hadde startfonemet til det første ordet i seg.

Resultatene viste en signifikant sammenheng mellom støy og leseferdighet. Videre ble det funnet en sammenheng mellom språkoppfattelse på den ene siden og støy og leseferdighet. Derimot hadde fonemgjenkjenning ingen signifikant sammenheng med verken støy eller leseferdighet. En nærmere analyse viste at støy virket på leseferdigheten gjennom språkoppfattelsen. Det er verdt å merke seg at oppfattelsen av kjente lyder (ikke språklige) ikke syntes å være påvirket av støy. Det kan se ut til at oppfatningen av språklyder er særlig følsom for støy.

Forfatterne peker på at språkforståelsen bare formidler noe av sammenhengen mellom støy og leseferdighet slik at det også må være andre formidlingsforhold i virksomhet. De nevner som en mulighet at støy virker på motivasjonen til barna, foreldrene og lærerne slik at støyeksponerte barn får et dårligere læringsmiljø. Forfatterne maner til forsiktighet i tolkningen av resultatene fordi det kan være andre forhold som har sammenheng med både støy og leseferdighet og som dermed kan bidra til sammenhengen mellom støy og leseferdighet.

4.4 Før-etter undersøkelser av støy og språklige ferdigheter

Maxwell og Evans (2000) presenterer en undersøkelse blant førskolebarn (3-5 år) der de ser på virkningen av støy på ferdigheter som er viktige forutsetninger for å kunne lese. Undersøkelsen omfattet to testrunder med ett års mellomrom. I løpet av dette året ble de akustiske forholdene forbedret i barnehagen der undersøkelsen foregikk. Denne forbedringen førte til at gjennomsnittlig støynivå sank med 5 dB og toppene med 6 dB. En cohort (barn fra samme aldersgruppe) ble testet før forbedringen og en annen cohort med samme alder som i den første aldersgruppen, etter. Testene målte barnas evne til å gjenkjenne bokstaver, tall og enkle ord, til å oppfatte korrespondansen mellom bokstaver og lyder og til å finne rimord til oppgitte ord (identifisere fonemer). I tillegg bedømte lærerne barnas språklige ferdigheter.

Etter forbedringen av de akustiske forholdene ble gjenkjenningen av bokstaver, tall og ord bedre og lærerne bedømte de språklige ferdighetene som bedre. Det var ingen forandring i evnen til å se bokstav-lyd korrespondanser eller i riming. Resultatene gir begrenset støtte til antakelsen om at støy har en uheldig virkning på leseferdigheten ved at støy har en negativ effekt på språkutviklingen, siden det ikke ble funnet noen virkning av støy på bokstav-lyd korrespondanse og riming (fonemidentifikasjon). På den annen side får antakelsene støtte fra resultatet av lærernes bedømming av språkferdighetene.

4.5 Støy og leseferdighet

Bronzaft (1981) undersøkte leseferdigheten blant barn i 2.-6. klasse i en skole som lå like ved et opphøyd jernbanespor. Barn i klasserom som lå på jernbanesiden av skolebygningen var betydelig mer støyeksponert enn barn i klasserom på den motsatte siden av bygningen. Målinger viste at de støyeksponerte barna hadde dårligere leseferdighet enn barna fra den stille siden av bygningen. Evans og Lepore hevder at barna ble fordelt tilfeldig på klasserom. Vi kan derfor anta at i utgangspunktet var barn på togsiden og barn på den motsatte siden like når det gjaldt evner. Den siden av bygningen som vendte mot toglinjen ble støyisolert slik at barn i klasserommene på denne siden ble mindre støyeksponert. Nye målinger viste at etter støyisoleringen forsvant forskjellen i leseferdighet mellom barn på togsiden og barn på den motsatte siden av bygningen. Resultatene fra denne undersøkelsen må tillegges stor vekt i vurderingen av virkningen av støy på skoleprestasjoner. Den lider imidlertid av samme svakhet som mange andre undersøkelser, nemlig at målingen av ferdighetene foregår i de vanlige omgivelsene slik at det ikke er mulig å skille mellom effekten av kronisk og av akutt støy.

4.6 Reduksjon i leseferdighet etter et år

I England (nær Heathrow flyplass) ble det gjennomført en undersøkelse der en ville se på virkningen av flystøy på barn (Haines et al, 1998). En testgruppe fra skoler som var mye utsatt for flystøy (> 66 dBA Leq 16 t) ble sammenliknet med en kontrollgruppe fra skoler som var lite utsatt for flystøy (< 57 dBA Leq 16 t).

Barna ble testet ved ett tidspunkt og så testet på nytt med de samme testene ett år senere. Barna var 9-10 år ved første test. Testene omfattet en standardisert test på leseferdighet og en standardisert test av konsentrasjonsevne (sustained attention). Barnas opplevde plage av flystøy ble også målt. Foreldrene til barna ga opplysninger om familiens inntekt, eieforhold til boligen, eie av bil, sosial klasse og arbeidsløshet. Undersøkelsen hadde flere målsettinger. En var å undersøke om det var en sammenheng mellom flystøyeksponering og leseferdighet. En annen var å undersøke om barna venner seg til støyen, dvs endret prestasjonene på lesetesten fra første til andre måling. En tredje var å undersøke om en eventuell effekt av støy på leseferdighet kunne forklares med at støyen reduserte konsentrasjonsevnen og dermed reduserte leseferdigheten.

Resultatene viste etter kontroll for sosioøkonomiske og demografiske forskjeller at barn som var mye eksponert for flystøy presterte signifikant dårligere på lesetesten enn barn som var lite eksponert for flystøy. Det samme gjaldt for konsentrasjonsevnen. De støyutsatte barna var også mer plaget av flystøy enn barna som var lite utsatt for flystøy. En nærmere analyse av data viste at konsentrasjonsevne ikke forklarte sammenhengen mellom støy og leseferdighet. Antakelsen om at støy påvirker leseferdigheten fordi støy gir dårligere konsentrasjonsevne fikk altså ikke støtte. En sammenlikning mellom første og andre måling for hvert enkelt barn viste ingen signifikante forandringer i verken leseferdighet eller plagegrad. Dette tyder på at barn ikke venner seg til støyen.

Denne undersøkelsen sammenlikner en test- og kontrollgruppe og selv om det er kontrollert for en del sosioøkonomiske og demografiske forhold vil det alltid med et slikt design, være usikkert om andre forskjeller mellom test- og kontrollgruppen enn støy og de forhold som det er kontrollert for, kan forklare forskjellene. I tillegg er testingen foretatt på skolene slik at en ikke kan skille mellom effekter av akutt og kronisk støy.

4.7 Tidsserieundersøkelser om leseferdighet

I forbindelse med flytting av flyplassen i München ble det foretatt undersøkelser av virkningen av flystøy på bl.a. barns leseferdighet. Undersøkelsen var spesielle i og med at en benyttet et design som i stor grad gir kontroll med mulige feilkilder. Undersøkelsene har således både en test- og kontrollgruppe ved både den gamle (reduerte støynivåer) og den nye flyplassen (økte støynivåer). Det ble i tillegg gjennomført før- og ettermålinger for begge test- og kontrollgruppene. Evans et al (1995) presenterer resultater fra førmålingene av test- og kontrollgruppen ved den gamle flyplassen. Testgruppen bodde i områder nær flyplassen med et gjennomsnittlig støynivå på 68 dBA Leq 24 t mens kontrollgruppen bodde i en stille forstad med gjennomsnittlig støynivå 59 dBA Leq 24 t. Barna i begge gruppene var 10-11 år. Leseferdigheten ble målt med en standardisert test der barna skulle lese avsnitt av en tekst og ordlister. All testing foregikk i et lydisolert rom. Resultatene viste at testgruppen presterte signifikant dårligere på lesetesten enn kontrollgruppen. Forskjellen var knyttet til de vanskelige delene av testen. På de lette delene var det ingen forskjell i prestasjonene.

Resultatene av lesetestene for hele undersøkelsen (både før og etter flytting og for både test- og kontrollgruppene ved både gammel og ny flyplass) blir presentert i

Hygge (1997) og Hygge et al (2000). Ved den gamle flyplassen var det en signifikant forskjell mellom test- og kontrollgruppe i førmålingene men ikke i ettermålingene. Ved den nye flyplassen var det ingen signifikant forskjell mellom test- og kontrollgruppen i førmålingen, heller ikke ved første ettermåling men derimot ved andre ettermåling (18 mnd etter flytting). Igjen var det i de vanskelige delene av testen at forskjellene kom tydeligst fram.

Münchenundersøkelsen har et bedre design enn det som er vanlig i undersøkelser innen dette området og resultatene fra undersøkelsen må derfor tillegges stor vekt.

5 Oppmerksomhet

5.1 Oppmerksomhet/distraksjon

Støy kan virke som en distraktor slik at det kan være vanskelig å konsentrere seg om det en vil. Heft (1985) (referert i Evans og Lepore (1993)) hevder at evnen til å se orden og sammenheng i omgivelsene er avhengig av en viss grad av vedvarende (sustained) oppmerksomhet eller konsentrasjonsevne, dvs at oppmerksomheten kan være rettet mot ett objekt over lengre tid selv om det finnes andre objekter som kan tiltrekke seg oppmerksomheten.

Barn lar seg lett distrahere og hvis Heft har rett vil støy kunne vanskeliggjøre læring av hvordan verden fungerer og i en læresituasjon vil støy gi dårlig læring. En stor del av barns læring skjer gjennom muntlig kommunikasjon. Som nevnt vil støy interferere med auditive budskap og læring. En sekundær effekt av en slik interferens er at situasjonen kan oppleves som frustrerende, og føre til stressreaksjoner, redusert motivasjon og vantrivsel.

Litteraturstudien til Evans og Lepore (1993) viser at undersøkelser av konsentrasjonsevnen (sustained attention) ofte utføres ved å gi barna en visuell søkeoppgave (finne bestemte figurer blant andre figurer). Gode prestasjoner på slike oppgaver krever at barna kan holde målfiguren i oppmerksomheten under søkingen. Stort sett ble det funnet at barn fra miljøer med mye støy presterte dårligere enn barn fra mindre støyutsatte miljøer. Andre undersøkelser er basert på læreres bedømming av elevenes konsentrasjonsevne og også her ble det funnet at støyutsatte barn presterer dårligere enn de som er mindre støyutsatt.

5.2 Metodiske problemer knyttet til undersøkelsene

Evans og Lepore nevner at flere av disse undersøkelser har metodiske mangler som mangelfull kontroll av sosioøkonomisk status og siden alle er tverrsnittundersøkelser kan slike mangler være kritiske. I noen tilfeller mangler det objektive støymålinger og ofte er det ikke foretatt hørselstester for å utelukke hørselssvekkelser. Evans og Lepore nevner ikke om de visuelle søkeoppgavene ble gitt i et støyutsatt eller i et stille miljø. Hvis det første er tilfelle kan en ikke avgjøre om dårlige prestasjoner er en effekt av kronisk eller akutt støyeksponering (påvirkningen under selve testingen). I undersøkelsene der lærere bedømte konsentrasjonsevnen må en anta at bedømmingen er foretatt i det vanlige støynivået i klasserommet slik at resultatene kan være avhengig av både kronisk og akutt støyeksponering.

Bare én av de refererte undersøkelsene bruker akutt støy som påvirkningsvariabel. I denne undersøkelsen ble det funnet at høy akutt støy ga dårligere prestasjoner på en visuell søkeoppgave for hyperaktive barn, men det ikke ble funnet noen effekt for normale barn. Evans og Lepore konkluderer med at det bare er indikasjoner på

at kronisk støy reduserer konsentrasjonsevnen. Den svake konklusjonen skyldes i hovedsak metodiske svakheter i undersøkelsene.

5.3 Virkninger av akutt og kronisk støy på oppmerksomhet

Müller et al (1998) undersøkte effekter av både kronisk og akutt støy på oppmerksomhetsfunksjoner hos barn (8 og 10 år) der noen bodde i støyutsatte områder (testgruppe) mens andre bodde i mer stille områder (kontrollgruppe). Testene som ble brukt var en søkeoppgave (finne målfigurer i et sett av distraktorer), en test basert på Stroop-effekten (reagere på én måte når det er overensstemmelse mellom fargen på skriften og fargenavnet skriften viser og på en annen måte når det ikke er overensstemmelse), en test på visuell diskriminering (reagere når "x" vises men ikke når "+" vises) og en vigilance-test (reagere fortest mulig på sjeldne hendelser i en oppgave av lengre varighet).

Resultatene viste at akutt støy førte til signifikant kortere reaksjonstid på Stroop-effekt-testen. Det var også en tendens (nesten signifikant) til at forskjellen i reaksjonstiden på kongruente (skriftfarge og fargenavn det samme) og inkongruente (skriftfarge og fargenavn forskjellig) situasjoner ble mindre under akutt støy. Siden reaksjonstiden ble kortere må dette sannsynligvis bety at akutt støy førte til større forbedring i den vanskelige situasjonen med inkongruens mellom skriftfarge og fargenavn enn den lettere, kongruente situasjonen. Resultatene kan derfor tyde på at akutt støy får barna til å "skjerpe" seg. Muligens skyldes dette at akutt støy gir høyere aktiveringsnivå og bedre konsentrasjon, men i så fall burde bedre konsentrasjon også gitt seg utslag på prestasjonene på de andre testene, noe som tydeligvis ikke var tilfelle.

Kronisk støy førte til mer ustabile prestasjoner og en tendens til dårligere prestasjoner i søketesten. Når barna ble delt inn etter støybelastningen nattetid i stedet for generell støybelastning ble den siste sammenhengen signifikant. Dette gjaldt også for x/+-testen. Muligens er støy om natten som forstyrrer søvnen, viktigere enn støy om dagen for barns kognitive funksjonsevne.

5.4 Oppmerksomhet og tilvenning til støy

Evans og Lepore (1993) tar opp spørsmålet om barn som er utsatt for kronisk støy utvikler en bedre evne til å motstå distraksjon og refererer undersøkelser som tar opp dette problemet. Resultatene fra disse tyder på at støyeksponerte barn faktisk lar seg distrahere mindre av lydstimuli enn barn som i mindre grad har vært støyeksponert.

I én undersøkelse ble det funnet at støyutsatte barn presterte bedre under støydistraksjon enn under stille betingelser, mens det motsatte var tilfeller for barn som ikke eller i liten grad hadde vært eksponert for støy. I noen undersøkelser viste resultatene at barn som hadde vært støyeksponert i mindre enn 2-4 år ble mindre distraheret av lyd enn barn som var lite eksponert for støy, men denne forskjellen forsvant når støyeksponeringen hadde vart lengre enn 2-4 år. Disse resultatene tyder på at støyeksponerte barn kan tilpasse seg til den potensielle

distraktoren som støy kan være, men at denne tilpassingen forsvinner etter en viss tid.

Slike funn er i konflikt med en antakelse om at kronisk støy har en negativ effekt på oppmerksomhetsfunksjoner og konsentrasjonsevnen. Dette gir usikkerhet om kronisk støy påvirker barns oppmerksomhetsfunksjoner.

6 Hukommelse, læring og prestasjoner

Hukommelse er en fundamental kognitiv funksjon som er vesentlig i forbindelse med læring. Hvis støy virker inn på hukommelsen vil det kunne ha følger for læring og dermed skoleprestasjoner. Undersøkelsene av støy og hukommelse har tatt for seg effekter både på korttids- og langtidshukommelse.

Et materiale (informasjon) kan bare holdes i korttidshukommelsen i noen få sekunder. Funksjonen til korttidshukommelsen synes å være todelt. Den holder på informasjonen til den kan kodes og lagres permanent i langtidshukommelsen, eller den holder på informasjon for at denne kan kombineres med annen informasjon som for eksempel hentes inn fra langtidshukommelsen. Svikt i korttidshukommelsen vil føre til redusert evne til å kombinere ulike typer informasjon og dermed til dårligere evne til å løse problemer.

Langtidshukommelsen er et kunnskapslager der tidligere erfaringer er samlet. Svikt i langtidshukommelsen fører at personen ikke har tilgang til det han/hun har lært tidligere. Svikten i langtidshukommelsen skyldes sannsynligvis ikke at informasjonen ikke finnes i langtidshukommelsen.

Hukommelsesproblemer kan enten skyldes at informasjonen er kodet inn på en dårlig måte (informasjonen har fått en dårlig og upresis "merkelapp"). Da blir informasjonen vanskelig å finne når den skal hentes fram. Alternativt kan søkingen i hukommelsen være for upresis til å finne fram riktig informasjon (bestillingen om informasjon som sendes til langtidshukommelsen er for vag). I undersøkelser der innlæringen foregår under støy vil en eventuell svikt i langtidshukommelsen sannsynligvis være knyttet til problemer med innkodingen av informasjonen.

6.1 Implisitt og eksplisitt hukommelse

I noen av undersøkelsene er det skilt mellom eksplisitt og implisitt hukommelse. Eksplisitt hukommelse vil si å huske noe som man vet at man har lært, dvs har bevissthet om. Implisitt hukommelse vil si å huske noe som man ikke har bevissthet om å ha lært (Eysenck og Keane, 2000). En person kan for eksempel bli vist fotografier av dyr og bedt om å huske hvilke dyr som er presentert. En test på hvilke dyr personen husker er en test på eksplisitt hukommelse. På fotografiene kan det finnes detaljer i landskapet rundt dyret, noe personen vanligvis ikke vil legge bevisst merke til. Bli person bedt om på et fritt grunnlag å ramse opp landskapsdetaljer vil en ofte finne at detaljer som fantes på bildene gjengis oftere enn forventet. Dette er et utslag av eksplisitt hukommelse.

Interessen for implisitt hukommelse er knyttet til en antakelse om at støy påvirker oppmerksomhetsfunksjonen. Siden eksplisitt hukommelse er mer avhengig av oppmerksomheten enn implisitt hukommelse, skulle støy påvirke eksplisitt mer

enn implisitt hukommelse. Undersøkelser har vist at ved delt oppmerksomhet (oppmerksomheten må deles mellom for eksempel to eller flere objekter/oppgaver) kan støy ha forskjellig effekt på eksplisitt og implisitt hukommelse (Mulligan, 1997). Når oppmerksomheten i hovedsak er rettet mot ett objekt eller én oppgave reduseres eksplisitt men ikke implisitt hukommelse. Er oppmerksomheten mer likelig fordelt mellom oppgaver/objekter rammes begge typer hukommelse. Kronisk miljøstøy er antatt å gi svak deling av oppmerksomheten og skulle derfor bare virke på implisitt hukommelse.

Evans og Lepore (1993) finner bare to undersøkelser av sammenhengen mellom kronisk støy og hukommelse og tre av sammenhengen mellom akutt støy og hukommelse. I bare den ene av undersøkelsene med kronisk støy ble det funnet en effekt på hukommelsen. Barn som var støyeksponert presterte dårligere enn barn som var støyeksponert i mindre grad. Det som ble målt var såkalt "incidental memory"², dvs. barna skulle gjenkalle sider ved et vist materiale som var noe annet enn det de var blitt bedt om å huske. Evans og Lepore mener dette funnet er interessant fordi det er i overensstemmelse med resultater fra forsøk med voksne, men da med akutt støy under visningen av materialet. De peker videre på at effekten kan forklares med at støy snevrer inn oppmerksomheten. Personene konsenterer seg om det vesentlige (for eksempel det de oppfatter som det de skal huske) og overser i større grad uvesentlige ting enn når materialet presenteres under stille betingelser.

Av de tre undersøkelsene under akutte støybetingelser viser to en negativ effekt på hukommelsen. I en av undersøkelsene synes effekten å være avhengig av typen støy. Det ble funnet en effekt av fly- og vegstøy men ikke av togstøy og tale. Videre var effekten bare knyttet til vanskelige hukommelsesoppgaver og ikke til lette.

Meis et al (1998) presenterer to studier der effekten av støy på barns eksplisitte og implisitte hukommelse undersøkes. Begge studiene er knyttet til den store Münchenundersøkelsen. I den første undersøkelsen ble barn som var mye og barn som var lite utsatt for flystøy, brukt. Hukommelsestesting foregikk 5 minutter etter innlæringen. Én test på implisitt og to tester på eksplisitt (fri gjenkalling og gjenkalling med holdepunkter) hukommelse ble brukt. Det ble funnet at kronisk støy ikke hadde effekt på implisitt hukommelse mens den derimot førte til dårligere prestasjoner på gjenkalling med holdepunkter.

I den andre undersøkelsen ble barn fra to kontrollgrupper (lite utsatt for støy) i Münchenundersøkelsen brukt. De samme hukommelsestestene ble bruk som i den første undersøkelsen. Under innlæringen ble halvdelen av forsøkspersonene utsatt for akutt støy (det er ikke oppgitt type og styrke). Den akutte støyen hadde ingen innvirkning på implisitt hukommelse, men førte til dårligere prestasjoner for gjenkalling med holdepunkter.

Disse undersøkelsene tyder på at støy virker på eksplisitt hukommelse og ikke eller i liten grad på implisitt hukommelse. Resultatene er i tråd med en antakelse om at støy kan betraktes som en distraktor som reduserer oppmerksomhetsressursene personer kan bruke på ulike oppgaver. Eksplisitt hukommelse er mer av-

² Det antas at incidental memory er det samme som implisitt hukommelse.

hengig av oppmerksomhetsressurser enn implisitt hukommelse og vil derfor være mer følsom for støy. Denne tolkningen er forskjellig fra den Evans og Lepore (1993) har når de sier at støy i særlig grad virker på 'incidental memory' fordi oppmerksomheten innsnevres til bare det som er hovedoppgaven for personen.

6.2 Hukommelse og endringer i støysituasjonen

Evans et al (1995) presenterer en undersøkelse der bl.a. effekten av støy på både langtidshukommelsen er målt. Denne undersøkelsen var en del av den omfattede undersøkelsen knyttet til flyttingen av flyplassen i München. Forsøkspersonene var barn som var mye eksponert for flystøy (testgruppe) og barn som var lite eksponert (kontrollgruppe). Barnas alder var 10-11 år. Langtidshukommelsen ble målt ved å be barna gjengi en tekst som de hadde lest dagen før. Beskrivelsen av undersøkelsen tyder på at under innlæringen ble barna utsatt for korte lyd støt som ble gitt på tilfeldige tidspunkter. Det undersøkelsen måler synes derfor å være virkningen av høy kronisk og akutt støy (testgruppe) i forhold til virkningen av lav kronisk støy pluss akutt støy (kontrollgruppen). Korttidshukommelsen ble målt ved å presentere konsonanter én etter én hvert sekund (det går ikke klart fram i beskrivelsen, men det antas at presentasjonen er auditiv og ikke visuell) og så på tilfeldige tidspunkt stoppe presentasjonen og be barna gjengi i riktig rekkefølge så mange konsonanter som mulig. Målingene foregikk i et støysolert rom. Resultatene viste at barn fra testgruppen presterte signifikant dårligere på testen av langtidshukommelsen enn barna fra kontrollgruppen. For korttidshukommelsen var det ingen forskjell mellom gruppene.

Hygge (1997) og Hygge et al (2000) presenterer resultatene av støyvirkningen på langtidshukommelsen for hele Münchenundersøkelsen, dvs både før- og ettermålingene ved gammel og ny flyplass og for både test- og kontrollgruppene. Ved den gamle flyplassen presterte kontrollgruppen signifikant bedre enn testgruppen før flyttingen av flyplassen, mens det etter flyttingen ikke var noen forskjell mellom gruppene. Ved den nye flyplassen var det ingen forskjell mellom gruppene før flytting og heller ikke 6 mnd etter flyttingen. Derimot presterte kontrollgruppen signifikant bedre enn testgruppen ved målingen 18 mnd etter flyttingen. Disse resultatene viser samme tendens som det en fant for leseferdighet i samme undersøkelse, jf avsnitt 4.7.

6.3 Kvaliteten av støypåvirkningen har betydning for hukommelse

Hygge (1997) presenterer også virkningen av ulike typer akutt støy på barns langtidshukommelse. Barn (12-14 år) leste en tekst og ble testet for hva de husket en uke senere. Under innlæringen ble det avspilt (over høytalere) opptak av ulike typer støy: Flytrafikk, vegtrafikk, togtrafikk og tale (fremmed språk). Det ble brukt to forskjellige nivåer på støyen, 66 og 55 dBA Leq. I to testsituasjoner ble det brukt støy der fly- og togstøy ble kombinert. I den ene dominerte flystøyen og i den andre togstøyen.

Med støystyrke 66 dBA hadde flystøy og vegtrafikkstøy en negativ effekt på langtidshukommelsen, mens det ikke var noen effekt av togstøy og tale. Med

støynivå 55 dBA ble bare flystøy og vegstøy brukt som støykilde. Her ble det bare funnet en negativ effekt av flystøy. Den kombinerte fly- og togstøyen (66 dBA) ga bare effekt når togstøyen var dominerende. Resultatene tyder på at virkningene av støy ikke bare er avhengig av styrken på støyen men også av kvalitative egenskaper.

6.4 Interaksjon mellom kronisk og akutt støy på hukommelse

Meis et al (2000) presenterer to undersøkelser som ser på interaksjonseffekter av kronisk og akutt støy på langtidshukommelsen. Den ene er knyttet til den store Münchenundersøkelsen. 218 barn i 12-års alderen der om lag halvparten kom fra områder som var sterkt eksponert for støy fra flytrafikk og den andre halvparten var mindre støyeksponert, ble testet enkeltvis i et lydisolert rom. Både implisitt og eksplisitt hukommelse ble målt. Under innlæringen ble noen barn (både fra den mye og lite støyeksponerte gruppen) utsatt for akutt støy (varierende flystøy). Fem minutter etter innlæringen ble hukommelsen testet.

Det ble ikke funnet noen effekt av verken kronisk eller akutt støy på implisitt hukommelse. For eksplisitt hukommelse var det signifikant hovedeffekt av kronisk støy. Barn som vanligvis/til daglig var sterkt støyeksponert presterte dårligere enn barn som var mindre støyeksponert. Det var en tendens til at barn med høy kronisk støyeksponering var mindre påvirket av akutt støy enn barn som var mindre støyeksponert. Denne interaksjonseffekten var sterkere når en så på feilraten (feil/total) enn når en bare så på antallet riktig husket. Når hukommelsen ble målt som gjenkalling med holdepunkter (cued recall) var interaksjonen signifikant og nesten signifikant når den ble målt med fri gjenkalling.

I den andre undersøkelsen ble bare eksplisitt hukommelse testet. To sosioøkonomisk matchede grupper av barn (9-10 år) der den ene var mye støyeksponert (> 50 dBA Leq 8 t natt) fra tog- og vegtrafikk og den andre mindre eksponert (< 40 dBA Leq 8 t natt), ble brukt. Barna ble testet i et lydisolert rom med en standardisert hukommelsestest. Testingen foregikk 10 minutter etter innlæringen. Under innlæringen ble halvparten av hver gruppe utsatt for akutt støy som var avspilte opptak av tog- og vegtrafikkstøy i området.

Resultatene viste ingen effekt av verken akutt eller kronisk støy på hvor mye barna husket. Så en på feilraten var det en tendens til at barn som var utsatt for kronisk støy presterte bedre under akutt støy enn under stille betingelser, mens barn som var lite eksponert for kronisk støy presterte bedre under stille betingelser enn under akutt støy.

Resultatene fra begge undersøkelsene indikerer en habituerings-effekt. Støyutsatte barn venner seg til å operere under støy og blir derfor mindre påvirket av akutt støy enn barn som ikke er vant til støy. Disse resultatene stemmer overens med oppsummeringen til Evans og Lepore (1993) om at barn som er utsatt for mye kronisk støy i mindre grad lar seg distrahere av støy enn barn som er lite støyutsatt, jf avsnitt 5.4. Resultatene passer imidlertid dårlig med resultatene til Haines et al (1998) som fant at ett års erfaring med støy ikke endret leseferdigheten eller plagegraden.

6.5 Virkninger av akutt støy på prestasjoner

Evans og Lepore (1993) gjør rede for seks studier der effekten av akutt støy er undersøkt. Resultatene viser stort sett ingen effekt av akutt støy på lese- eller matematikkferdighetene. Det var imidlertid indikasjoner på at effektene var avhengig av bl.a. evnenivå. Akutt støy hadde ingen eller en positiv effekt på prestasjonene til barn med evner over gjennomsnittet, mens det motsatte var tilfelle for barn med evner under gjennomsnittet. Noe liknende ble funnet i en sammenlikning av vanlige og hyperaktive barn. Hyperaktive barn hadde en tendens til å prestere dårligere i matematikk under støybetingelser mens det motsatte var tilfelle for vanlige barn.

6.6 Virkninger av kronisk støy på prestasjoner

Evans og Lepore (1993) presenterer 12 undersøkelser som ser på virkningen av kronisk støy på prestasjonene til barn i barneskolen. Ni av disse finner en negativ effekt på leseprestasjonene, matematikkprestasjonene eller begge, mens 3 ikke finner noen effekt på verken lese- eller matematikkprestasjonene. Enkelte resultater tyder på at disse støyeffektene påvirkes av andre faktorer. Det er for eksempel flere undersøkelser som finner at den negative effekten bare finnes eller er sterkest i de høyere klassetrinnene. Det kan derfor tenkes at hvor lang tid barna har vært eksponert for høy støy, har betydning for effekten. I en undersøkelse ble det funnet at virkningen av støy var større for barn med svake evner enn for barn med gode evner. Evans og Lepore nevner at de fleste av disse undersøkelsene har store metodiske svakheter. De er tverrsnittsundersøkelser og som regel med dårlig kontroll av sosioøkonomisk status og andre forhold som kan virke inn på barns skoleprestasjoner. Dette gir stor usikkerhet i tolkningen av resultatene.

Noen av undersøkelsene gjengitt i Evans og Lepore (1993) tar for seg ganske små barn, alder fra noen måneder og opp til 3 år. Resultatene tyder på at hjem med mye støy (kronisk støyeksponering) har en uheldig virkning på små barns intellektuelle utvikling. De indikerer også at det er en kjønnsforskjell i virkningen. Gutter synes å være mer følsomme for de uheldige virkningene av støy enn jenter. Dette kan ha sammenheng med at gutter bedriver mer støyende aktiviteter enn jenter og derfor er mer støyutsatt enn jenter.

6.7 Virkninger av kronisk støy kan berøre de fleste fag

En mer omfattende undersøkelse ble gjennomført i området rundt Heathrow flyplass (Haines et al, 2000). I undersøkelsen deltok 11000 barn i 11-års alderen fra 128 skoler. Ut fra støykart og plasseringen av skolene ble disse delt i 8 grupper etter støybelastningen. Målsettingen var å undersøke om det var en dose-respons sammenheng mellom støy og skoleprestasjoner når det var kontrollert for sosioøkonomiske forhold og skoletype. En ønsket også å teste en hypotese om at støy i første rekke virker på leseprestasjonene, i mindre grad på staving (ortografi), skriving og håndskrift og ikke på matematikk- og naturfagprestasjoner. Tanken bak hypotesen er at støy virker på språkferdigheter og disse gir seg særlig utslag på leseferdighetene.

De avhengige variablene i undersøkelsene var de standardiserte prøvene i ulike fag og ferdigheter som alle skolebarn må ta. I tillegg kom informasjon om barn som hadde rett til gratis skolemåltid. Dette ble brukt som et mål på sosioøkonomisk status. Resultatene uten kontroll for gratis skolemåltid viste en signifikant dose-respons sammenheng mellom støy på den ene siden og leseferdighet og matematikkferdighet på den andre. Med kontroll for gratis skolemåltid forsvant disse sammenhengene. Forfatterne mener det er en sammenheng mellom støy og skoleprestasjoner men at denne sammenhengen er influert av sosioøkonomiske forhold. De mener videre at resultatene viser at støy har en mer generell virkning på skoleprestasjonene enn først og fremst å virke på leseferdighetene. Hvis en aksepterer at støy virker på skoleprestasjoner er antakelsen om en mer generell virkning rimelig. Læringen innen de fleste fag skjer både gjennom muntlig kommunikasjon og gjennom lesing. Om støy er uheldig for den muntlige kommunikasjonen eller reduserer leseferdigheten må en forvente effekter av støy innen flere skolefag.

Denne undersøkelsen har de samme svakhetene som den til Haines et al (1998) (jfr. avsnitt 4.6). Den presenterer heller ikke data som utelukker at hele variasjonen i prestasjonene i lesing og matematikk kan forklares av forskjeller i sosioøkonomiske eller andre forhold.

7 Stress, motivasjon og hjelpesløshet

7.1 Stressbegrepet

Stressbegrepet som det ble utviklet av Selye (1956), var opprinnelig knyttet til ganske generelle fysiologiske reaksjoner på negative miljøforhold eller påvirkninger. I en videreutvikling av stressteorien hevder Lazarus at psykologiske faktorer spiller inn (Averill et al, 1971). Ifølge Lazarus's teori vil individet vurdere de påvirkningene det utsettes for og disse påvirkningene vil bare utløse stressreaksjoner hvis individet opplever at det ikke har ressurser til å hankes med dem.

Cohen et al (1986) mener i tråd med Lazarus's stressteori, at det er en psykologisk side ved stressreaksjonene. Til forskjell fra teoriene til Selye som tar utgangspunkt i en generell fysiologisk stressmekanisme, mener Cohen et al at de psykologiske reaksjonene er bevisste og spesifikke. Det siste innebærer at stressreaksjonen vil variere etter type stressor, og er avhengig av hvordan personen oppfatter stressoren. De peker videre på at eventuelle skadevirkninger av en stressor er en følge av individets forsøk på å mestre stressituasjonen. Dette kaller de den sekundære effekten av stressorer. Dette er i overensstemmelse med de fysiologiske teoriene til Selye. Oppfatningen til Cohen et al. avviker imidlertid fra Lazarus's teori i og med at de antar at en stressor kan ha en uheldig virkning på et individ selv om individet vet at det kan mestre stressoren.

7.2 Virkninger av forsøk på å mestre stress

Cohen et al (1986) nevner en del følger av mestringsforsøk som kan ha innflytelse på individers atferd og prestasjoner.

Forbruk av ressurser. Både når forsøkene på å mestre en stressor lykkes og mislykkes vil de kreve psykisk energi slik at det blir mindre ressurser igjen til andre oppgaver. De tenker seg her at mestringsforsøkene går ut over oppmerksomhetsressursene og siden oppmerksomhet er nødvendig ved alle bevisste kognitive operasjoner vil en stressor ha innvirkning på de kognitive prestasjonene.

Overgeneralisering. Selv om et mestringsforsøk er vellykket kan det få uheldige konsekvenser ved at mestringsstrategien overgeneraliseres til områder der strategien er u hensiktsmessig og gjør skade. De mener for eksempel at en måte å mestre støy på er å "stenge" den ute, men da kan det hende at individet også "stenger" ute annen auditiv informasjon som er viktig for de oppgaver en skal løse.

Sideeffekter. De nevner også at mestringsforsøkene kan ha det de kaller sideeffekter. Mestringsstrategien av en stressor kan bli så sentral at andre trusler overses. I

et klasserom kan vinduene lukkes for å stenge ute støy med den følge at inneluften blir svært dårlig.

Lært hjelpeløshet. En virkning av stress som Cohen et al (1986) legger stor vekt på er lært hjelpeløshet. Denne effekten oppstår når en ikke mestrer en stressor. Individet opplever at egeninnsatsen ikke gir den ønskete virkningen³. I en stressituasjon vil det si at individet forsøker å mestre stressituasjonen, men uansett hva det gjør mislykkes det med oppgaven. Følgen er at individet gir opp. Det har mistet troen på at det kan gjøre noe for å bedre situasjonen.

Denne oppgittheten kan overgeneraliseres til andre situasjoner der individet kunne mestret stressoren. Det vil si at individet mister troen på sin mestringsevne og derfor ikke forsøker å mestre stressorer i situasjoner der muligheten for mestring er til stede. Cohen et al mener for eksempel at støy som er upredikerbar og dermed vanskelig å mestre kan føre til lært hjelpeløshet. Blir individer som er i denne situasjonen stilt overfor intellektuelle problemer (stressor) vil de ha en tendens til å gi opp tidlig i sine forsøk på å løse problemet. Motivasjonen for å mestre oppgaver er blitt redusert.

Mestringsforsøk som tærer på oppmerksomhetsressurser, blir overgeneralisert og/eller fører til manglende motivasjon gjennom lært hjelpeløshet kan alle redusere de kognitive prestasjonene og ha en uheldig virkning på barns kognitive utvikling.

Individer som utsettes for upredikerbare stressorer som de ikke har mulighet for å unngå, vil vanligvis passivt finne seg i stressituasjonen. De har lært at det ikke nytter å unngå stressoren. For noen kan denne holdningen spre seg til andre stressituasjoner der individet har mulighet for å unngå stressoren. Individet forholder seg passiv og finner seg i stressoren. Dette fenomenet er blitt kalt 'lært hjelpeløshet' (Atkinson et al, 2000; Evans, 1998).

Grad av lært hjelpeløshet synes å være avhengig av varigheten av den upredikerbare stressoren og av egenskaper ved individet. Personer som forklarer det at de mislykkes med stabile egenskaper ved dem selv, har en sterkere tendens til å utvikle lært hjelpeløshet enn personer som skylder på for eksempel uflaks eller at de ikke forsøkte godt nok (Evans, 1998). Følelsen av kontroll er også viktig. Personer som har mulighet til å redusere eller fjerne stressoren men ikke benytter seg av muligheten, utvikler mindre lært hjelpeløshet enn personer som utsettes for den samme stressoren men uten mulighet for å kontrollere den (Evans, 1998).

Lært hjelpeløshet undersøkes ofte ved å utsette individer for upredikerbare og ukontrollerbare (for individene) stressorer (induksjonsfase) for så etterpå å undersøke hvordan individene presterer på ulike typer oppgaver. Oppgavene kan i noen tilfeller være uløselige. Målet på grad av lært hjelpeløshet kan være hvor lenge individer vil arbeide med disse oppgavene. At individene fort gir opp vil da være en indikasjon på graden av lært hjelpeløshet.

³ Ursin og Endresen (<http://www.uib.no/ibmp/back/msCATS.html>), Ursin (1988) skiller mellom håpløshet og hjelpeløshet i CATS (Cognitive Arousal Theory of Stress). Håpløshet er når du tror at det du gjør får negativ effekt, mens hjelpeløshet er når resultatet av dine aktiviteter ikke står under din kontroll (du kan ikke unngå negative utfall).

Støy har ofte vært brukt som stressor i induksjonsfasen og det er vist at den kan gi lært hjelpeløshet (Evans, 1998). Dette sammen med funn som viste at varigheten av stressorene har betydning for utviklingen av lært hjelpeløshet, har reist spørsmålet om kronisk støyeksponering kan føre til lært hjelpeløshet.

7.3 Motivasjon og tillært hjelpeløshet

Støyen kan redusere elevenes motivasjon for å gå på skolen ved at de rett og slett plages av støyen (jfr. avsnitt 4.6). Motivasjonen kan imidlertid også reduseres på grunn av at barna opplever at de mislykkes med å fullføre oppgaver.

I en omfattende litteraturgjennomgang tar Evans og Lepore (1993) bl.a. opp effekter av støy på motivasjon. Artikkelen gir en oversikt og en presentasjon av relevante undersøkelser fram til 90-tallet. Når det gjelder motivasjon mener de det er indikasjoner på at barn som er utsatt for kronisk støy har større sannsynlighet for å utvikle lært hjelpeløshet enn barn som ikke er det. Konklusjonen er imidlertid basert på et nokså begrenset empirisk materiale og denne empirien er ikke entydig. I flere undersøkelser de refererer til ble det funnet at støyutsatte barn presterer dårligere på puslespill enn barn som er mindre støyutsatt. Dårlige prestasjoner behøver ikke bety dårligere motivasjon gjennom lært hjelpeløshet. Det kan selvfølgelig også skyldes forskjell i evner. Bare i én undersøkelse ble det funnet at støyutsatte barn ga fortere opp enn barn som var mindre støyutsatt. Imidlertid var det undersøkelser som viste at støyutsatte barn hadde en tendens til å overlate valg til andre, dårligere frustrasjonstoleranse (barnehagebarn) og mindre mestringsorientering (ettåringer).

Maxwell og Evans (2000) undersøkte effekten av en reduksjon av støyeksponering blant førskolebarn i en barnehage⁴. Forbedringer av de akustiske forholdene førte til en reduksjon av støyen i lokalene. Målinger ble foretatt før og etter forbedringene. I undersøkelsen inngikk også måling av motivasjon. Barna fikk først en uløselig puslespilloppgave og etterpå en løselig. Det ble antatt at barn utsatt for høy kronisk støy ville gi fortere opp på den løselige oppgaven etter å ha opplevd å mislykkes på den uløselige oppgaven enn barn som var mindre støyutsatt. Resultatene var i overensstemmelse med denne antakelsen.

I begge undersøkelsene sammenliknes effekten på lært hjelpeløshet av en kronisk stressor (flystøy eller støy i lokalene) pluss akutt stressor (støystøt eller uløselig oppgave) og av kronisk støy. Det er derfor usikkert om en ville få tendenser til lært hjelpeløshet av de kroniske stressorene uten den akutte stressoren.⁵ Nå kan en regne med at akutte stressorer hører med til dagliglivet til barn. Resultatene tyder da på at barn som er utsatt for kronisk støy vil ha en tendens til mer passivitet og mindre motivasjon til løse problemer de støter på, enn barn som er lite eksponert for kronisk støy. Dette kan ha betydning for barns læring. Læring innebærer ofte å

⁴ Denne undersøkelsen er også presentert av Maxwell & Evans (1998). Det er små forskjeller i de presenterte resultatene i de to undersøkelsene. Det antas at den siste presentasjonen (Maxwell & Evans, 2000) gir de riktige resultatene.

⁵ Maxwell og Evans (1998) oppgir at det ikke var noen forskjell mellom før- og ettermålingene når det gjaldt antall forsøk på å løse den uløselige oppgaven.

løse problemer (prøve seg fram til løsninger, finne sammenhenger og lignende). Dårlig motivasjon gir mindre utholdenhet i læringssituasjonene og dermed mindre læring.

I forbindelse med flyttingen av flyplassen i München ble det også foretatt en undersøkelsen mht virkningen på motivasjon. I undersøkelsen ble det dannet en test- og en kontrollgruppe både ved den gamle og den nye flyplassen. Medlemmene i gruppene var av samme alder og det ble kontrollert for sosioøkonomisk status og for demografiske forhold. Medlemmene i testgruppene gikk på skole og bodde nær flyplassen og var støyeksponert i stor grad. Medlemmene i kontrollgruppene gikk på skole og bodde i mer stille omgivelser. Barnas (både test- og kontrollgruppen ved både gammel og nye flyplass) prestasjoner ble målt 6 mnd før flyttingen av flyplassen, 6 mnd etter flyttingen og til slutt 18 mnd etter flyttingen. Undersøkelsen omfatter derfor en gruppe av barn som fikk redusert flystøyen og en gruppe som fikk økt flystøy (Hygge et al, 2000; Evans et al, 1995)⁶.

I undersøkelsen skulle barna som en del av en hukommelsestest lese en tekst. Under lesingen ble de utsatt for sterke og tilfeldige støystøt (stressor). Rett etterpå ble barna gitt uløselige oppgaver. Antall forsøk på å løse oppgavene ble registrert og var ment å gi uttrykk for motivasjonen. Resultatene fra den gamle flyplassen viste at ved førmålingene hadde barna i testgruppen signifikant færre forsøk på å løse oppgavene enn barna i kontrollgruppen. For ettermålingene var det ingen forskjell mellom gruppene. For den nye flyplassen var det ingen signifikant forskjell i førmålingene og heller ikke i ettermålingene som ble foretatt 6 mnd etter flyttingen. I den andre ettermålingen (18 mnd etter flyttingen) gjorde de i testgruppen signifikant færre forsøk på å løse oppgavene enn kontrollgruppen.

7.4 Adferd og sosiale relasjoner

Siden støy kan betraktes som en stressor, kan en forvente effekter av støy på flere områder enn kognitive funksjoner og utvikling, f eks helse, emosjonell tilstand og utvikling samt sosiale funksjoner og relasjoner.

Tokuyama et al (1998) undersøkte effekten av flystøy på 3-6 årige barn innen en rekke områder som for eksempel fysisk og psykiske helse, språk, sosiale funksjoner, spiseproblemer og atferdsproblemer. Data om barna ble samlet inn ved hjelp av spørreskjema til foreldre og barnehagelærere. En testgruppe som var utsatt for flystøy ble sammenliknet med en kontrollgruppe som ikke var utsatt for flystøy. I sammenlikningene var det bl.a. kontrollert for alder, kjønn, familiens størrelse, søskenrekkefølge og foreldrenes yrke. Det ble funnet signifikante effekter av støy ved at testgruppen (eller deler av testgruppen med høy støybelastning) i forhold til kontrollgruppen oftere var plaget av forkjølelse, vondt i hode eller mage, oftere hadde spiseproblemer, var mer passiv og mer emosjonelt ustabil. Disse resultatene støtter en antakelse om at kronisk støy er en stressor for barn og som kan gi en rekke helse- og tilpasningsproblemer.

⁶ Hygge et al (2000) presenterer resultatene for hele undersøkelsen men gir en dårlig beskrivelse av målemetodene. Evans et al (1995) presenterer bare resultatene for førmålingene ved den gamle flyplassen men gir en bedre beskrivelse av målemetoden.

Studier (Glass og Singer, 1972, Cohen og Lezak, 1977) viser at støy reduserer kontakten med andre mennesker, og også barnas villighet til å hjelpe andre mennesker. Dette kan utgjøre et problem for elever i barnehager og skoler, både når det gjelder opparbeiding av språk og erverving av sosiale ferdigheter.

Hver av disse effektene kan gi uheldige virkninger på andre områder. Emosjonell ustabilitet kan f.eks. gi dårligere sosial tilpassing, noe som i sin tur kan virke inn på hvordan barnet fungerer i skolesituasjonen og dermed skoleprestasjonene. Effekter av støy på ett område kan derfor være en kombinasjon av direkte og indirekte effekter av støy.

8 Stemme- og hørselsplager

8.1 Anstrengelse av stemmen hos lærere og barn

For å overdøve støyen i et klasserom må lærere og elever heve stemmen for å høre hverandre. Om dette er noe som skjer til stadighet, er sår hals og hese stemmer noen av de vanligste konsekvensene. Andre og mer vedvarende sykdommer på stemmebåndet kan også oppstå. Særlig for lærere som er helt avhengig av stemmen for å kunne utøve sitt yrke, er dette et alvorlig problem.

I Norge er lærerne en av de yrkesgruppene som oftest oppsøker leger for å få behandling for stemmeproblemer (Ericson, 1997).

Det er beregnet at rundt 3.1 millioner lærere i USA har problemer med stemmen (Schick et al, 2000). Lærere er her overrepresentert blant pasienter med stemme/tale problemer.

Masuda et al (1993 i McSporran, 1997) undersøkte effektene av å snakke før høyt og for lenge. Flere av lærerne som ble undersøkt benyttet et stemmevolum på 80 dBA under rundt halvparten av undervisningsperioden. De fleste hadde hatt problemer med heshet, eller andre stemmeplager.

I en finsk undersøkelse (Sala et al, 1998) ble tale-”stress” og talefeil undersøkt blant 200 lærere fra 25 forskjellige dagsentere. Hovedårsaken til problemene var dårlig akustikk i klasserommet, som gjorde at man måtte heve stemmen i lange perioder i løpet av dagen.

Selv om det særlig er lærerne som får stemmeproblemer på grunn av den stemmebruken som kreves i dagens klasserom, er det også flere elever som får problemer. Overlege Svend Prytz ved Foniatrisk Afdeling på Bispebjerg Hospital i Danmark oppgir i en avisartikkel (Jessen og Ruge, 2000) at hans avdeling årlig behandler 450-500 barn fra København og Fredriksberg for stemmeproblemer. Tilbake i 1986 behandlet de årlig rundt 200 barn. Problemene oppstår blant annet fordi barna må heve stemmen såpass mye for å bli hørt. Pipe-stemmer/hese stemmer og eventuelt at en mister stemmen for en periode er konsekvenser av denne typen stemmebruk. Hjelp av logoped løser de fleste problemene, men i enkelte tilfeller må det opereres. De fleste barna han behandler er mellom 4 og 10 år (flestep gutter). Det antydes at jentene i større grad enn guttene unnlater å forsøke å bli hørt/ stille spørsmål, når forholdene er som verst.

Hjelp av logoped kan begrense de fleste stemmeproblemene hos lærere og elever, blant annet ved at man lærer å bruke stemmen på en mer effektfull/skånsom måte. Men i flere tilfeller er ikke dette tilstrekkelig for å løse problemene. Tiltak for å redusere støyen, bedre akustikken i rommet og eventuelt innføre bruk av høytaleranlegg i klasserommet kan være aktuelle tiltak for å redusere problemene.

8.2 Støy og hørselsplager

Mennesket er skapt for å ferdes i et ganske lydsvakt miljø. Våre tidlige forfedre ble noen ganger utsatt for sterke lyder, men de var enten kortvarige (f eks torden) eller de lokalisert til bestemte steder (f eks store vannfall) slik at det var enkelt å fjerne seg fra disse lydkildene. Vanligvis var dagliglivet preget av stillhet.

I en undersøkelse ble hørselen til medlemmer av en isolert stamme i nordlige Sudan (Mabaan) sammenliknet med hørselen til et utvalg personer i Wisconsin. I Mabaan-stammen var hørselstapet med økende alder bare en brøkdel av hørselstapet i Wisconsin. Et Mabaan-medlem i 70-årene hørte like godt som en person i 20-årene i Wisconsin (Rosen et al, 1962). Undersøkelsen kan tjene som en indikasjon på hvordan den industrielle utviklingen har forandret lydmiljøet drastisk. Mange mennesker er i arbeidslivet utsatt for høye lydnivåer og over lang tid. Også mange fritidsaktiviteter skjer i støyende miljø (konserter, kinoer, motorsport, skyting mm). Mange eldre som har vært utsatt for høyt lydnivå i mange år får alvorlige hørselssvekkelser.

Nilsson (1998) foretok en undersøkelse av 31 danske barnehagelærere som hadde oppsøkt øreleger. For å finne årsaken til problemene ble støynivåene i barnehagene undersøkt. Det viste seg at støynivået til tider lå på 80-85 dBA Leq (gjennomsnitt). I en industribedrift ville hørselsvern her vært anbefalt. Den gjennomsnittlige etterklangstiden lå i denne undersøkelsen på 1.2 sekunder, det vil si dobbelt så lang tid som anbefalt i barnehager.

Mens det er påvist ganske klare sammenhenger mellom hørselsskader og støyutsatthet hos voksne er denne sammenhengen mer usikker når det gjelder barn. Dette kan ha sammenheng med at det for vanlig bakgrunnstøy er nødvendig med eksponering i lang tid før en kan påvise klare effekter på hørselen.

DeJoy (1983) går gjennom litteratur om bl.a. sammenhengen mellom støy og hørselsskader hos barn og kommer til at det ikke er blitt påvist noen slik sammenheng. Han peker imidlertid på at barn ofte er utsatt for høye støynivåer, høyere enn det som ansees som skadelig for hørselen på lang sikt. Han refererer til undersøkelser som viser at gutter er utsatt for høyere støynivå enn jenter (særlig i tenårene) og at gutter oftere har et hørselstap i det høyfrekvente området enn jenter og at denne forskjellen øker med alderen. Dette gir indikasjoner på en sammenheng mellom støyeksponering og hørselssvekkelser.

Green og al (1982) konkluderer i en gjennomgang av litteraturen på området med at resultatene er motstridende. Dette kan imidlertid delvis skyldes metodiske svakheter for eksempel små utvalg, uegnede analyser av data og mangelfull informasjon om støyeksponering. I en egen undersøkelse tar de utgangspunkt i skolebarn som har hørselssvekkelser og skolebarn uten hørselssvekkelser og undersøker hvor støyutsatt barna i de to gruppene har vært for flystøy, vegtrafikkstøy, togstøy og støy fra industriområder. Støyeksponeringen ble beregnet ut fra støykart rundt flyplasser og avstand til andre støykilder. Analyser av data fra hele utvalget av barn men der informasjonen om hvert barn var begrenset, ga signifikant høyere støyutsatthet for barn med hørselssvekkelser enn for barn uten slike svekkelser.

For et mindre utvalg av barn men der informasjonen om hvert barn var mer omfattende gikk forskjellen i samme retning men den var ikke signifikant. Data

tydet på en sammenheng mellom støynivå og sannsynlighet for hørselsskade, men den var ikke signifikant. Utvalget i denne undersøkelsen var lite. Det fantes bare et fullstendig datasett for 207 barn fordelt på de to gruppene. Det gjør at det vanskelig å kunne påvise signifikante effekter av støy siden en må anta at slike effekter i alle tilfeller ville være svake.

Det finnes indikasjoner på at støyutsatte barn har større sannsynlighet for å få hørselssvekkelser enn barn som er lite støyutsatt, men det er ikke mulig å trekke noen sikker konklusjon.

9 Konklusjoner

9.1 Påviste negative virkninger

Barn er i en livssituasjon der hovedsaken er å lære. En betydelig del av denne læringen foregår gjennom muntlig kommunikasjon i klasserom. Forhold som vanskeliggjør slik kommunikasjon kan føre til dårligere læring og dette kan ha konsekvenser for barns utvikling og for deres muligheter som voksne.

Forhold ved lyd miljøet i klasserom som man i særlig grad har vært opptatt av er støynivå, signal/støy-forholdet og etterklangstid. For den muntlige kommunikasjonen er signal/støy-forholdet av sentral betydning. Både et høyt støynivå og lang etterklangstid (et signal som reflekteres vil bli støy i forhold til det etterfølgende signalet) vil redusere signal/støy-forholdet. Med høyt støynivå kan en bedre signal/støy-forholdet ved å øke styrken på signalet. I undervisningssituasjonen ved at lærere og elever øker stemmevolumet. Dette kan imidlertid føre til overanstrengelse av stemmen. Det har vist seg at lærere har stemmeproblemer.

Undersøkelser i utlandet har vist at klasserom ofte har et støynivå som er over det som er ønskelig, har en for lang etterklangstid og at signal/støy-forholdet er for dårlig. Det er ikke gjort systematiske undersøkelser av lydforholdene i norske klasserom. En kan frykte for at de er lik det en har funnet i utlandet. Det er imidlertid grunn til å være forsiktig med å anta at resultater fra utlandet vil gjelde her til lands. Det er spesielle forhold i Norge som både kan bidra til å redusere og øke problemene i forhold til det en ser i utlandet.

Støy har en direkte effekt på de muntlige kommunikasjonsforholdene. En har hatt mistanke om at kronisk støy kan ha en mer varig effekt på barns kognitive funksjonsevne slik at støyeksponeringen fører til dårligere prestasjoner også når barna arbeider under gode lydbetingelser. Forskningen innen dette området er vanskelig og den har til dels store metodiske mangler. Det er likevel mulig å trekke visse konklusjoner av resultatene.

- Kronisk støy synes å gi økt tilbøyelighet til lært hjelpeløshet og vil på den måten redusere barns motivasjon til å prestere.
- Det er usikkert om kronisk støy har en negativ effekt på oppmerksomheten og konsentrasjonsevnen. Det kan være slik at kronisk støyeksponering gir en tilvenningseffekt slik at støyeksponerte barn blir bedre til å motstå akustiske distraksjoner enn barn som er mindre vant til støy.
- Kronisk støy synes å ha en negativ effekt på langtidshukommelsen.
- Kronisk støy synes å gi dårligere auditiv diskriminering, språkforståelse og leseferdighet.
- Selv om resultatene er noe uklare er det indikasjoner på at kronisk støy fører til dårligere skoleprestasjoner og økte atferdsproblemer.

Motivasjon til å prestere, hukommelse og auditiv diskriminering er alle vesentlige for barns funksjonsevne i en læresituasjon. Svikt på disse områdene kan forklare hvorfor leseferdighet og andre skoleprestasjoner påvirkes negativt av kronisk støy. Frustrasjon knyttet til vanskeligheter i læresituasjonen kan i sin tur gi atferdsproblemer. I tillegg kommer at den kroniske støyen kan ha en negativ effekt på den muntlige kommunikasjonen i klasserommene (og ellers) slik at læresituasjonen blir dårlig av den grunn.

Støy synes å kunne være en trussel mot barns læring både gjennom den akutte effekten i klasserommene og den kronisk effekten på barns funksjonsevne. Siden læring og utdanning blir stadig viktigere er det all grunn til å ta støyproblemene på alvor og sørge for at barn får lydforhold som ikke hemmer deres læring og utvikling.

9.2 Populærvitenskaplig formidling ønskelig

Problemene knyttet til støy i klasseromssituasjoner og betydningen av denne støyen for barns kognitive utvikling er ikke like kjent og har ikke vært fokusert på en tilsvarende måte som inneklimatematikken. Enkle og billige tiltak som filtknopper under stoler og bord kan eksempelvis bidra til å redusere mye av støyen i forbindelse med at elevene setter seg, reiser seg eller endrer sittestilling. Enkle råd om utforming av klasserom og hvor lyden bør dempes/ikke dempes kan bidra til at det tas hensyn til de akustiske forholdene neste gang klasserommene rustes opp. På basis av litteraturen som er samlet inn og denne litteraturgjennomgangen bør det derfor lages en populærfremstilling som oppsummerer de viktigste resultatene og som også beskriver problemene i en form slik at skoleeiere, lærere, personell, foreldre og elever kan forholde seg til problemomfang, mulige konsekvenser og eventuell tiltak for å bedre situasjonen.

9.3 Norsk forskning viktig for å tolke og utnytte resultater

Det er pågående en bred internasjonal forskningsinnsats på området barn og støy. Skal norske forskere kunne nyttiggjøre seg de utenlandske studiene på en god måte, er det nødvendig å ha en egenkompetanse på området som gjør det mulig å tolke resultatene, vurdere metodikken og holdbarheten av resultatene. Det er derfor viktig å initiere norske forskningsprosjekter på området.

Litteraturgjennomgangen viser at det først og fremst er behov for kvalitativt gode studier der en får kontrollert for viktige forstyrrende faktorer.

Undersøkelser av betydningen av støy på kognitive funksjoner som gjøres i tilknytning til større endringer i trafikksituasjonen, kan være spesielt gunstige mhp å løse opp den sterke korrelasjonen mellom sosioøkonomisk status og støybelastning. Her er det imidlertid viktig å ha flere måletidspunkter slik at det blir mulig å anslå variasjonen i resultatene både i perioden før og i perioden etter støyendringene.

I tillegg til forskning og formidling av resultater knyttet til selve virkningene av støyen, er forskning knyttet til effekten av ulike avbøtende tiltak (lyddempning, plater for bedre lydforplantning, høytalersystemer, annen tilrettelegging av

virksomheten mv) nødvendig. En kompliserende faktor er her at klasserommet benyttes på ulike måter i ulike undervisningssituasjoner.

10 Referanser

- Airey, S L, MacKenzie, D J M og Craik, R J M. 1998
"Can you hear me at the back?" Effective communication in the classroom. In: Charter, N. og Job, R F S (eds); Noise effects '98. 7 th International congress on noise as a public health problem 22 –26 nov. Vol 1, side 195-198. Sydney, Noise Effects '98 Pty Ltd.
- Atkinson, R L, Atkinson, R C, Smith, E E, Bem, D J og Nolen-Hoeksema, S. 2000
Hilgard's Introduction to Psychology. Harcourt College Publishers, Fort Worth.
- Averill, J R, Opton, E M og Lazarus, R S. 1971
Cross-cultural studies of psychophysiological responses during stress and emotion. In: Levi, L (ed): Society, Stress and Disease. Volume 1: The Psychosocial Environment and Psychosomatic Disease. Oxford University Press, Oxford.
- Berglund, B, Lindvall, T og Schwela, D H. 1999
Guidelines for Community Noise. WHO. Geneva.
- Blake, P og Busby, S. 1994
Noise levels in New Zealand junior classrooms: their impact on hearing and teaching. New Zealand Medical Journal. 14 sept, 107, side 357-358.
- Bronzaft, A L. 1981
The effect of a noise abatement program on reading ability. Journal of Environmental Psychology, 1; 215-222.
- Cohen, S og Lezak, A. 1977
Noise and inattentiveness to social clues. Environment and Behaviour 9, 547-558.
- Cohen, S, Evans, G W, Krantz, D S, og Stokols, D. 1980
Physiological, motivational, and cognitive effects of aircraft noise on children – moving from the laboratory to the field. American Psychologist. Vol 35, side 231-243.
- Cohen, S, Evans, G W, Stokols, D og Krantz, D S. 1986
Behavior, health and environmental stress. Plenum Press, New York.
- Crandell, C C og Smaldino, J J. 1994
An update of classroom acoustics for children with hearing impairment. The Volta Review. Vol 96, nr 4, side 291-306. The Association, Washington.

- DeJoy, D M. 1983
Environmental noise and children: Review of recent findings. Journal of Auditory Research, 23 (3); side 181-194. C W Shilling Auditory Research Center, Croton.
- Elliot, L. 1979
Performance of children aged 9-17 years on a test of speech intelligibility in noise using sentence material with controlled predictability. Journal of Acoustical society of America. Vol 66, nr 3, side 651-653.
- Ericson, P. 1997
Forebygging av stemmevansker. Oppbygging og evaluering av et kurs i stemmebruk. Norsk tidsskrift for logopedi. Vol 43, nr 1, side 12-25.
- Evans, G W og Lepore, S J. 1993
Nonauditory effects of noise on children: A critical review. Children's environment, Vol 10; nr 1, side 31-51.
- Evans, G W, Hygge, S og Bullinger, M. 1995
Chronic noise and psychological stress. Psychological Science, Vol 6; nr 6, side 333-338. American Psychological Society, New York.
- Evans, G W. 1998
Motivational consequences of exposure to noise. In: Norman Carter og R F Soames Job (eds): Noise Effects '98, 7th International congress on noise as a public health problem, Sydney, 22-26 nov. Vol 1, side 311-320. Noise Effects '98 Pty Ltd.
- Evans, G W og Maxwell, L. 1998
Chronic noise exposure and reading deficits: The mediating effects of language acquisition. Environment and Behavior. Vol 29, nr 5, side 638-656.
- Eysenck, M W og Keane, M T. 2000
Cognitive Psychology. A students handbook. Psychology Press Ltd, East Sussex.
- Fjerdingsstad, Osmundsen og Heidem. 1979
Lyd og støy. NKI-forlaget, Stabekk. ISBN 82 562 0667 8.
- Geffner, D, Lucker, J R og Kock, W. 1996
Evaluation of auditory discrimination in children with ADD and without ADD. Child Psychiatry and Human Development. 26 (3), side 169-180. Human Sciences Press Inc. New York.
- Glass, D C og Singer, J E. 1972
Urban stress : Experiments on noise and social stressors. New York. Academic Press.
- Green, K B, Pasternack, B S og Shore, R E. 1982
Effects of aircraft noise on hearing ability of school-age children. Archives of Environmental Health, Vol 37; nr 5, side 284-289. Heldref Pub. Washington DC.

- Haines, M M, Stanfeld, S A, Job, R F S og Berglund, B. 1998
Chronic aircraft noise exposure and child cognitive performance and stress.
In: Norman Carter og R.F. Soames Job (eds): Noise Effects '98, 7th
International congress on noise as a public health problem, Sydney 22-26 nov.
Vol 1, side 329-335. Noise Effects '98 Pty Ltd.
- Haines, M M, Stansfeld, S A, Head, J og Job, S. 2000
The SATS study: The effects of aircraft noise exposure on standardised performance test around Heathrow airport. In: Didier Cassereau (ed):
Proceedings of Inter-Noise 2000. Nice, 27-30 august. Paper nr 186, INRETS.
- Heft, H. 1985
High residential density and perceptual-cognitive development. An examination of the effects of crowding and noise in the home. In: Wohwill, J F og Van, W (eds.): Habitats for Children. Hillsdale, Erlbaum, N J.
- Hygge, S. 1997
Chronic and acute noise effects on children. I Fülöp Augusztinovicz (ed.):
Proceedings of Inter-noise 97, Budapest, Hungary, 25-27 august 1997,
Scientific Society of Optics, Motion Pictures and Theatre Technology,
Budapest.
- Hygge, S, Evans, G W og Bullinger, M. 2000
The Munich airport noise study - Effects of chronic aircraft noise on children's cognition and health. In: Didier Cassereau (ed.): Proceedings of Inter-Noise 2000. Nice, 27-30 august. INRETS.
- Jessen, B og Ruge, G. 2000
Skolebørn skrigger sig syge. Avisartikkel i den danske avisen Berlingske Tidende sannsynligvis i august/september måned.
- Klatte, M, Kilcher, H og Hellbruck, J. 1995
The effects of temporal structure of background noise on working memory: Theoretical and practical implications. Zeitschrift für experimentelle Psychologie 42, pp. 517-544.
- Loeches, M og Sommer, W. 1998
Testing models of the irrelevant speech effect on working memory with event-related potentials. Zeitschrift für Psychologie 206, pp. 1-22.
- Lundquist, P. 2000
The relationship between background levels and activity noise levels at school. Inter-Noise 2000. 29th International congress on noise control engineering, 27-30 august. Paper nr 434.
- Maxwell, L og Evans, G W. 2000
The effects of noise on pre-school children's pre-reading skills. Journal of Environmental Psychology, Vol 20; nr 1, side 91-97. Academic Press.
- McSporran, E. 1997
Towards better listening and learning in classroom. Educational Review. Vol 9, nr 1, side 13-20.

- Meis, M, Hygge, S, Evans, G W og Bullinger, M. 1998
Dissociative effects of traffic noise on implicit and explicit memory: Results from field and laboratory studies. In: Norman Carter og R F Soames Job (eds.): Noise Effects '98, 7th International congress on noise as a public health problem, Sydney, 22-26 november, Vol 1, side 389-394. Noise Effects '98 Pty Ltd.
- Meis, M, Hygge, S, Evans, G W, Lercher, P, Bullinger, M og Schick, A. 2000
The effects of chronic and acute transportation noise on task performance of school children. In: Didier Cassereau (ed.): Proceedings of Inter-Noise 2000. Nice, 27-30 august. INRETS.
- Miljøverndepartementet. 1999
St. meld. Nr. 8 (1999-2000). *Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand.* Oslo, Miljøverndepartementet.
- Mulligan, N W. 1997
Attention and implicit memory tests: The effects of varying attentional load on conceptual priming. Memory og Cognition, 25, 11-17.
- Müller, F, Pfeiffer, E, Jilg, M, Paulsen, R og Ranft, U. 1998
Effects of acute and chronic traffic noise on attention and concentration of primary school children. In: Norman Carter og R F Soames Job (eds.): Noise Effects '98, 7th International Congress on noise as a public health problem, Sydney, 22-26 november, Vol 1, side 365-368. Noise effects '98 Pty Ltd.
- Nilsson, P. 1998
Noise-induced hearing loss and tinnitus in kindergarden teachers. In: Carter, N og Job, R F S (eds.). Noise Effects '98. 7th International congress on noise as a public health problem 22 –26 nov. Vol 1, side 47-50. Sydney, Noise Effects '98 Pty Ltd.
- Palmer, C V. 1998
Quantification of the ecobehavioral impact of a soundfield loudspeaker system in elementary classrooms. Journal of Speech, Language and Hearing research. 41 (4), side 819-833. American Speech-Lanuage-Hearing Association, Rockville.
- Rosen, S, Plester, D m.fl. 1962
Presbycusis study of relatively noise free population. Annals of Otology, Rhinology and Laryngology, September 1962. Referert i Beales, P H Noise, hearing and deafness, Michael Joseph, London, 1965.
- Sala, E, Airo, E, Lain, A, Olkinuora, P, Pentti, J og Suonpää, J. 1998
Vocal loading and prevalence of voice disorders of day care center personel. In: Carter, N og Job, R F S (eds.). Noise Effects '98. 7th International congress on noise as a public health problem 22 –26 nov. Vol 1, side 385-388. Sydney, Noise Effects '98 Pty Ltd.
- Schick, A, Klatte, M og Meis, M. 2000
Noise stress in classrooms. In: Schick, A, Meis, M og Reckhardt, C (eds.); Results of the 8th Oldenburg symposium on psychological acoustics. Side 533-569.

- Seep, B, Glosemeyer, R, Hulch, E, Linn, M og Aytar, P. 2000
Classroom acoustics – a resource for creating learning environments with desirable listening conditions. Technical committee on architectural acoustics, The Acoustical society of America, New York.
- Selye, H.1956
The stress of life. New York, McGraw-Hill Book Co.
- Statens helsetilsyn. 1998
Veileder til forskrift om miljørettet helsevern i barnehager og skoler m.v.
Del 3. Oslo, Statens helsetilsyn. Veileder IK-2619.
- Statens institutt for folkehelse, Riksantikvaren og Direktoratet for naturforvaltning. 1998
Miljø og helse - en forskningsbasert kunnskapsbase. Del av oppfølgingen av Helsinkideklarasjonen, fase 2. Utarbeidet i samarbeide med Statens helsetilsyn, Miljøverndepartementet og Statens forurensningstilsyn. Oslo, 9 jan.
- Tokuyama, T, Matsui, T, Miyakita, T, Ashimine, K, Hiramatsu, K, Taira, K, Osada, Y og Yamamoto, T. 1998
Children's misbehaviours around US airfields in the Ryukyus. In: Carter, N. og Job, R F S. (eds.). *Noise Effects '98*. 7 th International congress on noise as a public health problem 22 –26 nov. Vol 1, side 395-398. Sydney, Noise Effects '98 Pty Ltd.
- Ursin, H. 1988
Expectancy and activation: an attempt to systematize stress theory. In: *Neurobiological Approaches to Human Disease*, eds. D. Hellhammer, I. Florin, & H. Weiner, (pp. 313-334), Toronto: Huber.