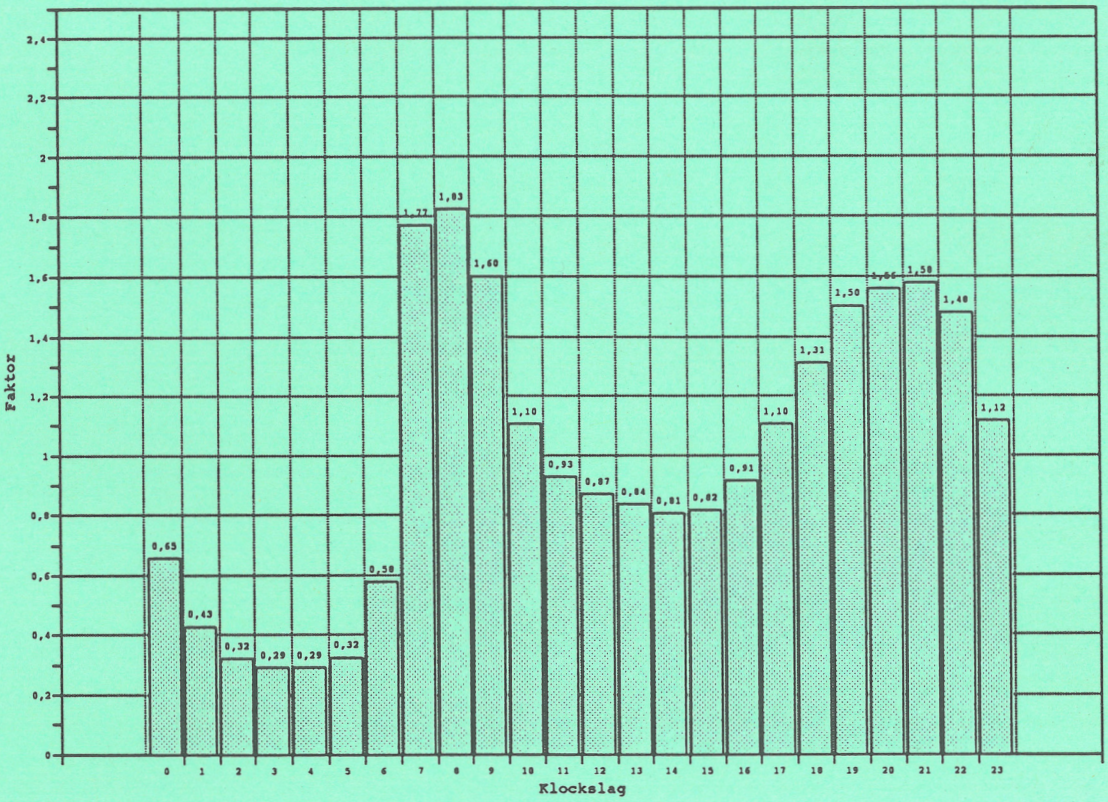
Rapport nr 1994-05

VAV • VA-FORSK

Vattenförbrukningens dygnsvariation

Lars Nikell



VA-FORSK

VA-FORSK är kommunernas eget FoU-program om kommunal va-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna, vilket är unikt på så sätt att statliga medel tidigare alltid använts för denna typ av verksamhet. FoU-avgiften är för närvarande en krona per kommuninnevånare och år. Avgiften är frivillig och intresset från kommunernas sida har varit mycket stort. Nästan alla kommuner är med i programmet, vilket innebär att budgeten årligen omfattar drygt åtta miljoner kronor.

VA-FORSK initierades gemensamt av Kommunförbundet och VAV. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning inom det kommunala va-området. Projekt bedrivs inom hela det va-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvattenrening
Ekonomi och organisation
Utbildning och information

VA-FORSK styrs av en kommitté, som utsetts gemensamt av VAV och Kommunförbundet. Kommittén är underställd VAVs styrelse. Under perioden 1993-1995 har kommittén följande sammansättning:

Hans Mattsson, ordförande	Södertälje
Professor Peter Balmér	GRYAAB, Göteborg
Va-chef Sture Bergström	Gatukontoret, Skellefteå
Kommunalråd Bert-Ove Bäckman	Lycksele
Avdelningschef Jane Cederqvist	Sv kommunförbundet
Tekn dr Jan Hultgren	Stockholm Vatten AB
Kommunalråd Caisa Hörberg	Lidingö
Ordf i tekniska nämnden Thure Larsson	Gatukontoret, Visby
Tekn chef Peeter Maripuu	Lysekil
Va-chef Bengt L Persson	VA-verket, Malmö
Vd Lars Jansson	VAV
Forskningsledare Jan Falk, sekreterare	VAV

VA-FORSK
Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV
Regeringsgatan 86
111 39 STOCKHOLM
Tel: 08-23 29 35
Fax: 08-21 37 51

Rapport nr 1994-05

VAV • VA-FORSK

Vattenförbrukningens dygnsvariation

Lars Nikell

Rapport utgiven av Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV
i samarbete med Byggforskningsrådet, BFR

VA-FORSKs rapportserie

Rapportens titel:	Vattenförbrukningens dygnsvariation
Title of the report:	Diurnal variation of water consumption
Rapportens beteckning	
Nr i VA-FORSK-serien:	1994-05
ISSN-nummer:	1102-5638
ISBN-nummer:	91-88392-78-3
Författare:	Lars Nikell
Utgivare:	Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV
VA-FORSK projekt nr:	-
Projektets namn:	-
Projektets finansiering:	VAV och PUVA (samarbete mellan VAV och BFR)
Rapporten beställs från:	Svensk Byggtjänst, Litteraturtjänst, 171 88 Solna, tel 08-734 51 00
Rapportens omfattning	
Sidantal:	100
Format:	A4
Upplaga:	1200
Sökord:	Dricksvatten, vattenledningsnät, simulering, vattenförbrukning, dygnsvariation
Keywords:	Potable water, water networks, hydraulic simulation, consumption

Sammandrag: Rapporten redovisar exempel på uppmätt dygnsvariation av vattenförbrukningen för ett antal olika områden och förbrukartyper.

Abstract: The report presents a number of sets of flow factors based on measured water consumption in different areas and for different types of consumers.

Målgrupper:	Kommunala va-förvaltningar Konsulter
Utgivningsår:	1994
Pris 1994:	150 kr, exkl moms

SAMMANFATTNING

Den hittills enda i Sverige officiella uppgift på förbrukningsvariation under ett dygn återfinns i VAV P38 *Allmänna vattenledningsnät, Anvisningar för utformning och beräkning*, Figur 4.3:3. (Se bilaga 4). Där redovisas ett mindre samhälle med blandad förbrukning uppmätt under vardagar 1978.

I detta projekt redovisas förbrukningens dygnsvariationer för ett antal olika områden och för både vardagar och veckoslut. Projektet har genomförts som en ren mätvärdesanalys för respektive område. Den använda mätperioden har varit cirka två månader lång i de flesta fall. Totalt har flödesmätningar genomförts i cirka 20 olika områden. Av dessa har sedan 10 valts ut för vidare bearbetning. De utvalda områdena ligger inom Stockholm Vattens och Uppsala kommuns försörjningsområden samt i Bors samhälle i Värnamo kommun. Uppgifter om vissa enstaka förbrukare har hämtats från Sundsvall.

I rapporten diskuteras förutom vanliga förbrukartyper även geografiska och demografiska faktorer som kan påverka vattenförbrukningens variationer under dygnet.

I bilagorna till rapporten visas de sammanställningar som gjorts i diagramform för dels varje område dels för olika veckodagar. Till varje område har tillgänglig information eller nyckeltal för området redovisats.

FÖRORD

Vid användandet av ledningsnätsmodeller är kvaliteten på indata av avgörande betydelse. Tillgången på uppgifter om vattenförbrukningens dygnsvariation har hittills varit mycket begränsad. I denna rapport redovisas en sammanställning av uppmätt dygnsvaritation för ett antal olika områden och förbrukartyper.

Rapporten har utarbetats som ett delprojekt i VAV-PUVA-projektet "Effektiviserad drift av vattenledningsnät".

Materialet är främst avsett som underlag vid s.k. dygnssimuleringar av vattenledningsnätens hydrauliska funktion. Dessa utgör i sin tur en viktig förutsättning för beräkningar av vattenomsättning och vattenkvalitet. På sikt förväntas en utveckling där simuleringsprogram kopplas online till systemen för driftövervakning av hela distributionsanläggningen.

Denna rapport utges nu i VA-FORSK-serien som ett led i utvecklingen av nya metoder för planering av drift, underhåll och förnyelse på vattenförsörjningssidan. I denna utveckling ingår också rapporterna VA-FORSK 1992-01 "Hydraulisk analys av vattenledningsnät" och VA-FORSK 1993-13 "Simulering av vattenledningsnät med Piccolo - en utvärdering".

Jag vill härmed rikta ett varmt tack till Stockholm Vatten AB, Sundsvalls Kommun, Uppsala Kommun och Värnamo Kommun, som genom att bidra med exempel och mätvärden gjort denna sammanställning möjlig.

Göteborg 1994.01.20
Lars Nikell

INNEHÅLL:

1. BAKGRUND 1

2. PROJEKTBESKRIVNING 2

3. FÖRBRUKNINGSKATEGORIER 3

3.1 Förbrukartyper 3
3.2 Geografiskt läge 4
3.3 Demografiska parametrar 4

4. ARBETSMETODIK 5

4.1 Krav på mätområden 5
4.2 Total förbrukningsvariation 5
4.3 Arbetsgång 5
4.4 Typsituationer 6
4.5 Övriga områdesdata 6

5. MÄTUTRUSTNING 7

6. MÄTOMRÅDEN 8

6.1 Allmänt 8
6.2 Utvalda områden 8
6.3 Beskrivning av valda områden 9
6.4 Storförbrukare 12

7. SAMMANSTÄLLNING AV RESULTAT 14

8. ANALYS OCH KOMMENTARER 15

8.1 Industriområden 15
8.2 Läckage 15
8.3 Vardagar/Helgdagar 15

9. FORTSATT ARBETE 16

9.1 Statistisk analys 16
9.2 Andra typområden 16
9.3 Övervakningssystem 16
9.4 Modellering av vattenkvalitet 17

BILAGOR:

Bilaga 1: Förbrukningens variation under vardagsdygn

Bilaga 2: Förbrukningens variation under helgdagar

Bilaga 3: Förbrukningens variation under en hel vecka

Bilaga 4: Förbrukningsvariation enligt VAV P38

Bilaga 5: Exempel på Förbrukningsvariation för några större förbrukare

1. BAKGRUND

Användandet av ledningsnätsmodeller har fått allt större utbredning under senare år. För att nå realistiska resultat i en simulering är kvaliteten på indata av avgörande betydelse. I dag kan man, i de flesta fall, väl beskriva olika inmatningar såsom fasta flöden, pumpkaraktäristik och vattentorn. När det gäller uppgifter på vattenförbrukningen har det dock varit svårare att få fram några detaljerade uppgifter om hur denna varierar i tiden.

Normalt används årlig förbrukning uppmätt via debiteringsregistret. För att beskriva variationen i förbrukningen, så att realistiska simuleringar kan genomföras, krävs att kompletterande uppgifter om variationen under ett dygn finns tillgängliga.

I moderna modeller kan hela dygn simuleras i en beräkning genom att utföra en serie stationära lastfall vars initiella data bygger på resultatet från den föregående beräkningen (så kallade kvasidynamiska simuleringar eller mera populärt dygnssimuleringar). Vattenförbrukningen i dessa modeller ges då som ett dygnsmedelvärde samt en tillhörande förbrukartyp (bostäder, småindustri, allmänförbrukning m m). Till varje förbrukartyp knyts sedan en kurva som beskriver förbrukartypens specifika variation under den aktuella tiden.

Den i Sverige tillgängliga uppgiften på förbrukningsvariation under ett dygn återfinns i VAV P38 *Allmänna vattenledningsnät, Anvisningar för utformning och beräkning*, Figur 4.3:3. (Se bilaga 4). Den gäller dock ett helt samhälle med blandad förbrukning och uppgifterna är daterade 1978.

Utvecklingen av beräkningsmodellerna går nu mot förfinad upplösning och även mot kontinuerlig simulering i kombination med driftövervakningssystem (*On-Line modeller*). I dessa fall är en bra beskrivning av vattenförbrukningen av avgörande betydelse för modellernas användbarhet.

Med ovanstående bakgrund ansågs det värdefullt att undersöka hur dagens förbrukningsmönster ser ut. VBB VIAK har svarat för genomförande och analys. Stockholm Vatten, Sundsvalls kommun, Uppsala Kommun och Värnamo Kommun har alla bidragit med fältdata.

2. PROJEKTBESKRIVNING

Detta projektet ingår som en separat del i utvecklingen av en *On-Line* modell baserad på LICWATER och har finansierats av PUVA. Syftet med projektet har varit att undersöka och redovisa förbrukningsvariationer under ett dygn och en vecka. Projektet har genomförts som en ren mätvärdesanalys för respektive område som redovisas nedan.

De här redovisade dygnsvariationerna gör inte anspråk på att vara normerande för hur en dygnsvariationskurva skall se ut. I stället skall de olika områdena ses som typexempel på olika områden och de kan användas som vägledning vid skapandet av specifika variationskurvor för andra områden och på andra platser.

De olika områdena har valts så att de skall representera olika typiska områden såsom områden med flerfamiljshus, småhus, etc. De storförbrukare som finns medtagna skall dock endast ses som exempel på hur förbrukningen kan variera. Deras förbrukning är mycket individuell och bör alltid studeras separat.

3. FÖRBRUKNINGSKATEGORIER

3.1 Förbrukartyper

Vid en klassificering av förbrukarna kan flera olika kriterier användas. Grundkriteriet är dock vilken typ av förbrukare som avses. Bland de vanligen förekommande typerna kan nämnas:

- Bostäder
- Arbetsplatser
- Servicefunktioner
- Storförbrukare

Varje huvudgrupp kan normalt delas in i flera undergrupper. Behovet av detta avgörs naturligtvis av den aktuella tillämpningen. Nedan visas några förslag på uppdelningar som kan vara lämpliga att göra om data finns tillgängliga.

Bostäder:	Enfamiljshus
	Flerfamiljshus
	Servicehem
Arbetsplatser:	Detaljhandel
	Småindustri
	Industri utan processvatten
	Kontor och tjänstesektor
Servicefunktioner:	Vårdcentraler
	Daghem och skolor
Storförbrukare:	Industrier med processvatten
	Övriga stora industrier
	Sjukhus
	Bad- eller turistanläggningar

En grundregel är att alla storförbrukare alltid skall behandlas separat vid bestämningen av dygnsfaktorer.

3.2 Geografiskt läge

Ytterligare parametrar kan vara av intresse vid värderingen av förbrukningsvariationerna. En typ av parameter skulle kunna kallas för geografiskt läge. Exempel på uppdelning efter denna parameter kan vara:

- Storstad kontra mindre samhälle.
- Innerstad kontra förort.
- Stora områden kontra mindre områden.
- Homogena områden kontra områden med blandad förbrukning.

3.3 Demografiska parametrar

En annan typ av parameter är beroende av områdets demografiska struktur. Det vill säga hur områdets befolkningen är sammansatt och fördelad. Exempelvis kan följande faktorer påverka vattenförbrukningens utseende:

Områdets ålder: Områdets ålder uttryckt i antal år. (Ibland används begreppet mognadsgrad med vilket menas hur pass stabilt området är med avseende på invånarantal, åldersfördelning, omsättning av invånare per år med mera).

Åldersfördelning: Det finns markanta skillnader i vattenförbrukning mellan barnfamiljer och hushåll utan barn. Likaså är vattenförbrukningen ofta lägre i områden med hög medelålder.

Sociala förhållanden: Olika arbetsvanor påverkar främst vattenförbrukningens dygnsvariation under vardagsdygn. Exempelvis har områden där flertalet arbetar inom industriproduktion ofta en tidigarelagd vattenförbrukning än områden med övervägande del tjänstemannayrken. Det kan också vara skillnad i total arbetstid i olika områden.

4. ARBETSMETODIK

4.1 Krav på mätområden

För att, med en rimlig insats, kunna mäta förbrukningsvariationen inom ett större område krävs att:

- Allt flöde passerar in till området genom ett fåtal ledningar.
- Området är väl dokumenterat när det gäller befolkning, arbetsplatser och liknande.
- Förlusterna i nätet inte är för stora. Eller åtminstone väl kända.
- Ledningarna in till området är utrustade eller förberedda för flödesmätning.
- Området är tillräckligt homogent för att kunna representera en speciell förbrukartyp.

Ovanstående krav leder till att det i princip endast är i mindre enskilda nät eller i avgränsade högzoner som det går att mäta flödesvariationen för olika typer av förbrukare.

4.2 Total förbrukningsvariation

Vanligen är det oftast möjligt att mäta den totala förbrukningsvariationen i ett helt försörjningsområde, via flödesmätare i vattenverk och nivåregistrering i högreservoarer. Detta kan vara användbart vid överföringen av mätdata till andra områden. Den totala variationen beräknad med hjälp av varje förbrukartyps variation och dess antal skall då överensstämma med den totalt uppmätta förbrukningsvariationen.

4.3 Arbetsgång

I detta projekt har arbetet genomförts på följande sätt. Ett antal lämpliga högzoner har valts ut. Valet har gjorts så att olika typer av förbrukare i mesta möjliga mån har renodlats. I de valda områdena har mätningar bedrivits under en period som varat från några veckor upp till cirka två månader beroende på område. Resultatet av mätningen har mestadels varit tillgängligt i form av grafiska kurvor som redovisat det inpumpade flödet dygns- eller veckovis. Dessa diagram har genom digitalisering överförts till ett format som kunnat bearbetas i ett kalkylprogram.

I kalkylprogrammet har de olika förbrukningsmönstren normerats så att periodmedelvärdet för varje kurva blivit 1,0. Detta för att olika förbrukningsvariationer skall kunna jämföras.

4.4 Typsituationer

För de olika områdena har medelvärden beräknats för olika typsituationer under en vecka. De utvalda typsituationer som bedömts som intressanta är följande:

Veckodagar: Förbrukningsvariationen för varje enskild veckodag

Vardagsmedel: Medelvariationen för vardagar. (Måndag till fredag).

Helgmedel: Medelvariationen för helgdagar. (Lördag och söndag).

Veckomedel: Total medelvariation för en hel vecka.

4.5 Övriga områdesdata

För varje område redovisas även övriga tillgängliga områdesdata. Dessa innehåller uppgifter om områdesstorlek, typ av bebyggelse, geografisk placering samt eventuella övriga kända fakta som bedömts som värdefulla vid värderingen av områdenas överförbarhet till andra platser.

5. MÄTUTRUSTNING

Den mätutrustning som använts har till övervägande del varit befintliga flödesmätare kopplade till övervakningssystem. I Värnamo kommun har en portabel flödesmätare anslutits till vattenverkets utgående ledning. Givaren har i detta fall dock varit den befintliga givaren som används vid verket. Uppmätning av de storförbrukare som redovisas har även den genomförts med portabla mätare.

Då det ej funnits tillgång till äldre mätserier har givarnas kalibrering ej kunnat kontrolleras, utan det förutsätts att de ger korrekta värden. Eftersom flödesvariationen skall normeras till ett medelvärde på 1,0 kommer eventuella mätfel inte att påverka resultatet om avvikelsen är likformig i hela mätintervallet.

6. MÄTOMRÅDEN

6.1 Allmänt

Totalt har flödesmätningar genomförts i cirka 20 olika områden. Av dessa har sedan 10 valts ut för vidare bearbetning. Utgångspunkten för valet av områden har varit att de olika områdena skall representera olika typer av bebyggelsekaraktär och även olika geografiska lokaliseringar i förhållande till arbetsplatser, stadskärna, etc.

Dessutom redovisas här fem större förbrukare för att illustrera hur förbrukningssituationen kan vara för enstaka förbrukare.

6.2 Utvalda områden

De utvalda och bearbetade områdena ligger inom tre olika försörjningsområden.

Inom Stockholm Vattens försörjningområde:

Akalla-Husby
Fredhäll
Hässelby Villastad
Nockeby-Äppelviken
Nybohov
Rinkeby-Tensta
Östbergahöjden

I Uppsala kommuns försörjningsområde:

Sävja 1
Sävja 2

I Värnamo kommun:

Bors samhälle med eget försörjningsområde.

6.3 Beskrivning av valda områden

De enskilda områdena presenteras med några nyckeltal samt en kort beskrivning nedan.

Akalla-Husby

Kommun:	Stockholm
Folkmängd:	20 600 (år 1985)
Spec förbr:	324 l/p/d
Arbetsplatser:	Förutom vanlig service, främst yrken i tjänstesektorn.
Områdestyp:	Förortsområde bestående av blandad bebyggelse med främst flerbostadshus men med visst inslag av småhus. Husby-Kista ligger cirka 13 km från Stockholms centrum. Stor arbetspendling in till centrum, men även en viss utpendling till Kista industriområde.
Övrigt:	Området är byggt på 1970-talet.

Fredhäll

Kommun:	Stockholm
Folkmängd:	2400 (år 1985)
Spec förbr:	256 l/p/d
Arbetsplatser:	Närservice.
Områdestyp:	Innerstadsområde med enbart flerbostadshus (3 vån).

Hässelby Villastad

Kommun:	Stockholm
Folkmängd:	7000 (år 1985)
Spec förbr:	229 l/p/d
Arbetsplatser:	Närservice.
Områdestyp:	Småhus, radhus samt ett nybyggt område med 3 vån hyreshus. Förort belägen cirka 15 km från centrum.
Övrigt:	Sveriges största sammanhängande småhusområde.

Nockeby-Äppelviken

Kommun:	Stockholm
Folkmängd:	8500 (år 1985)
Spec förbr:	232 l/p/d
Arbetsplatser:	Närservice och troligen vissa hemarbetsplatser.
Områdestyp:	Äldre villabebyggelse nära centrala Stockholm (ca 5 km).
Övrigt:	Nockeby-Äppelviken är ett relativt exklusivt område med stora hus på stora tomter.

Nybohov

Kommun:	Stockholm
Folkmängd:	2000 (år 1985)
Spec förbr:	289 l/p/d
Arbetsplatser:	Inga
Områdestyp:	Trevånings hyreshus i närförort. Cirka 4 km från centrum.

Rinkeby-Tensta

Kommun:	Stockholm
Folkmängd:	16700 (år 1985)
Spec förbr:	268 l/p/d
Arbetsplatser:	Normal service
Områdestyp:	Typiskt förortsområde med höghusbebyggelse och en stor utpendling till andra delar av staden. Avståndet till centrum är drygt 10 km.

Östbergahöjden

Kommun:	Stockholm
Folkmängd:	4800 (år 1985)
Spec förbr:	207 l/p/d
Arbetsplatser:	Inga
Områdestyp:	3 vån hyreshus i närförort söder om Stockholms centrum. Avståndet till centrum är cirka 5 km.

Sävja 1

Kommun:	Uppsala
Folkmängd:	2 513 (år 1991)
Spec förbr:	176 l/p/d
Arbetsplatser:	Normal service.
Områdestyp:	Flerbostadshus
Övrigt:	Ett bostadsområde byggt i början av 1980-talet. Typisk förort med stor utpendling till både Uppsala centrum och Stockholm. Avstånd till centrum ca 6 km.

Sävja 2

Kommun:	Uppsala
Folkmängd:	1 467 (år 1991)
Arbetsplatser:	Normal service
Områdestyp:	Flerbostadshus
Övrigt:	Nybyggt bostadsområde med flerbostadshus i modern förortsmiljö. Stor utpendling till både Uppsala centrum och Stockholm. Avstånd till centrum ca 7 km. Eftersom området under den aktuella perioden var under kraftig tillväxt, har någon uppgift om specifik förbrukning inte kunnat räknas fram. Den bedöms vara i samma storleksordning som för Sävja 1.

Bors samhälle

Kommun:	Värnamo
Folkmängd:	1 485 (år 1989)
Spec förbr:	215 l/p/d
Arbetsplatser:	Industriområde i Öster, service
Områdestyp:	Villaområde med enstaka flerbostadshus.
Övrigt:	Typiskt mindre samhälle utanför storstadsregionerna. Arbetspendling till Värnamo (avstånd ca 10 km).

6.4 Storförbrukare

De större förbrukare som redovisas är alla industrier med processvatten belägna i Uppsala eller Sundsvall. Som framgår av förteckningen nedan skiljer de sig kraftigt från varandra i storlek.

Pharmacia Boländerna, Uppsala

Läkemedelsindustri, flerskift
Förbrukning: ca 4 200 m^3/dygn (vardagar)

Pharmacia Fyrislund, Uppsala

Läkemedelsindustri, flerskift
Förbrukning: ca 1 900 m^3/dygn (vardagar)

Farmek, Uppsala

Livsmedelsindustri
Förbrukning: ca 900 m^3/dygn (vardagar)

Lofoto, Sundsvall

Fotolaboratorium
Förbrukning: ca 40 m^3/dygn (vardagar)

Tvättman, Sundsvall

Tvätteri
Förbrukning: ca 45 m^3/dygn (vardagar)

7. SAMMANSTÄLLNING AV RESULTAT

Vid en första anblick av mätresultaten framgår att förbrukningsvariationen i huvudsak följer det förväntade utseendet. Jämför även med VAV P38 figur 4.3:3. (Bilaga 4). Dock kan man direkt särskilja helgdagarnas variation som har ett eget speciellt förbrukningsmönster. Rent allmänt är det naturligtvis också så att ett större område visar en mindre individuell variation mellan enskilda dagar.

I bilaga 1 redovisas vardagsmedel för samtliga områden, medan bilaga 2 innehåller samma värden för helgdagar. Med helgdagar menas här lördagar och söndagar.

I bilaga 3 finns en kurva som benämnts veckomedel. Denna har beräknats som ett medelvärde av veckans alla dagar. Det vill säga 5 gånger vardagsmedel + 2 gånger helgmedel dividerat med 7.

I bilaga 4 återfinns den ovan nämnda dygnsvariationen från VAV P38 (Figur 4.3:3 sid 34).

Som illustration på hur speciellt förbrukningsmönstret kan vara hos olika storförbrukare finns några industriförbrukningar redovisade i bilaga 5. Det skall dock observeras att denna variation är mycket individuell och gäller för de här redovisade företagen. De kan dock tjäna som vägledning för ett antagande om variationen om inte egna mätningar finns att tillgå.

8. ANALYS OCH KOMMENTARER

8.1 Industriområden

I materialet återfinns inga renodlade industriområden av det skälet att det ej fanns industriområden inom mätningstekniskt lämpliga områden. En utbyggnad av driftövervakningssystemen med bättre möjlighet att spara och bearbeta flödesdata kommer att krävas för att få fram dessa uppgifter. Dessutom behöver storförbrukare utredas separat i varje enskilt fall.

8.2 Läckage

Speciell hänsyn måste även tas till områden med stort läckage. Detta eftersom den variationskurvan alltid beräknas så att dygnsmedelvärdet för kurvan blir lika med 1.0. Stort läckage kommer därför att minska maximivärden för kurvan. För att överföra en av de här uppmätta kurvorna till ett område med stort läckage kan följande metod användas:

- Beräkna läckaget för området. Detta kan t ex göras genom nattmätning i området, eller med hjälp av förhållandet mellan producerad och debiterad volym.

- Beräkna en läckagefaktor för ett dygn

- Addera den beräknade läckagefaktorn till dygnsvariationskurvan. Denna kommer nu att få ett dygnsmedelvärde som är större än 1,0.

- Skala om den nya dygnsvariationskurvan så att dess medelvärde återigen blir 1,0.

8.3 Vardagar/Helgdagar

Vid en beräkning med en datormodell som avser att simulera en längre tidsperiod, exempelvis för planering av drift med reducerad tillgång på råvatten, bör man skilja på vardagsdygn och helgdygn då förbrukningsmönstret har mycket olika utseende. Det är framför allt en markant tidsförskjutning mellan vardags och helgdagsvariationen. I de flesta områdena som här redovisats skiljer det dock inte så mycket i den totala förbrukningen under helgdygn och vardagsdygn, men helgdagarna har en tendens att ligga något högre.

9. FORTSATT ARBETE

För att ytterligare förstärka kunskapen inom området vattenförbrukning som indata till beräkningsmodeller krävs ett fortsatt arbete med insamling och värdering av data.

9.1 Statistisk analys

Som ovan nämnts har ingen statistisk analys av vattenförbrukningens variation gjorts inom ramen för detta projekt. Orsaken är att tillgången på mätdata i hanterligt format har varit alltför begränsad för att en sådan analys skulle vara meningsfull. I takt med att driftövervakningssystemen blir fler och därmed tillgången på mätdata ökar skulle dock en statistisk analys kunna bli värdefull. Bland de specifika punkter som bör studeras kan följande nämnas:

- Vattenförbrukningens variation säsongsvis. Både total förbrukning och förändring av förbrukningsmönstret under ett dygn beroende på årstid.

- Hur skall olika typflöden för renodlade områden sammanlagras för att skapa en dygnsvariationskurva som gäller för ett större och mera komplext område.

9.2 Andra typområden

Naturligtvis finns det fler typområden än de som redovisas här. Som tidigare nämnts vore det önskvärt med uppgifter på flera industriområden. Det gäller dock att mäta i områden med en typisk industriförbrukning samtidigt som området helst inte bör innefatta någon enskild storförbrukare som stör resultatet.

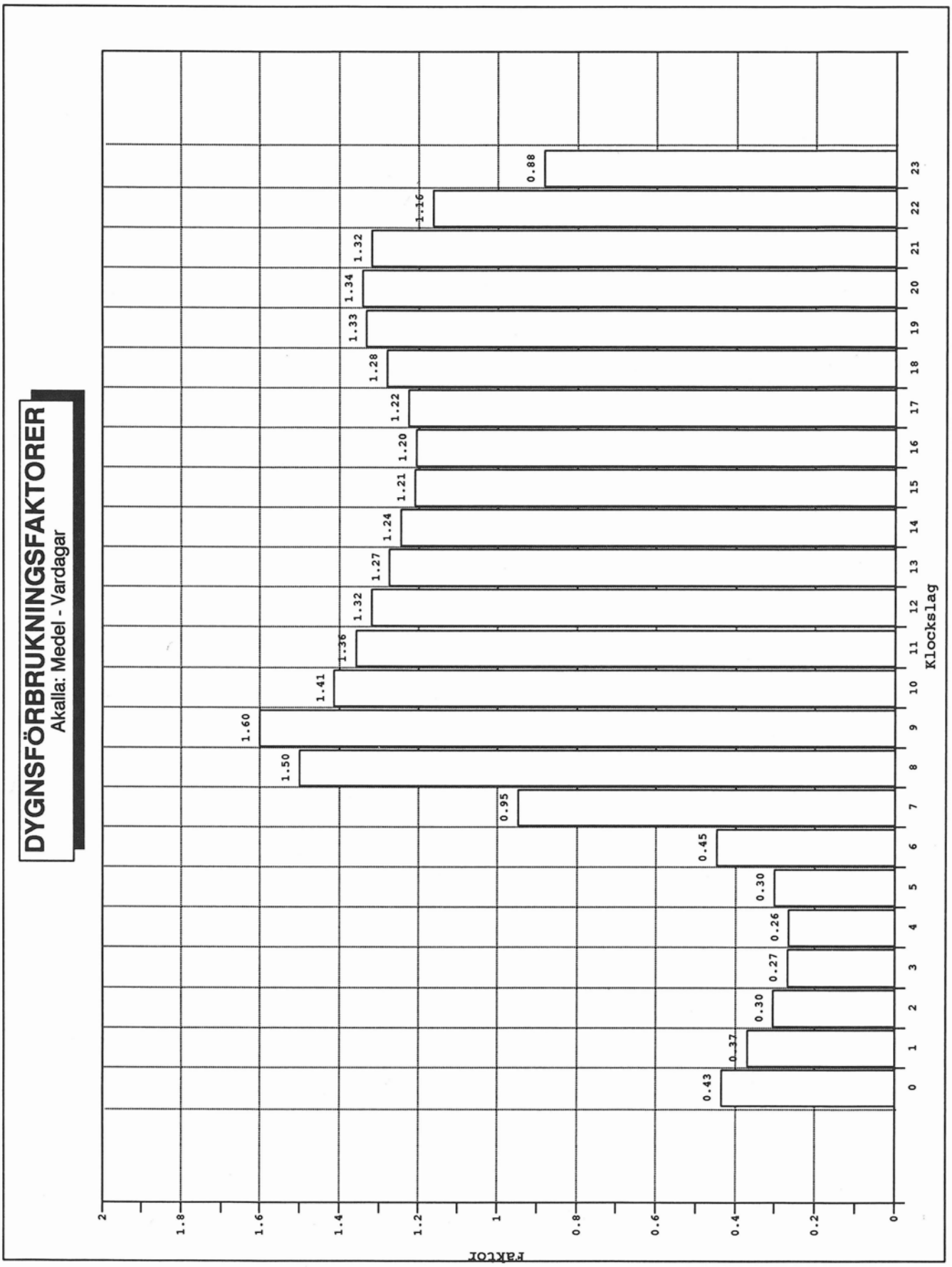
9.3 Övervakningssystem

Om insamling av data skall ske över en längre tid är det inte rimligt att portabla fältmätningsinstrument används. Detta framför allt av skötselskäl. Istället bör befintliga driftövervakningssystem utnyttjas. Tyvärr finns det idag brister i de flesta övervakningssystem när det gäller lagring och hantering av mätdata för andra ändamål än den rena driftövervakningen. Det vill säga möjligheten att flytta data med bibehållen kvalitet till andra datorsystem och andra bearbetningsmöjligheter.

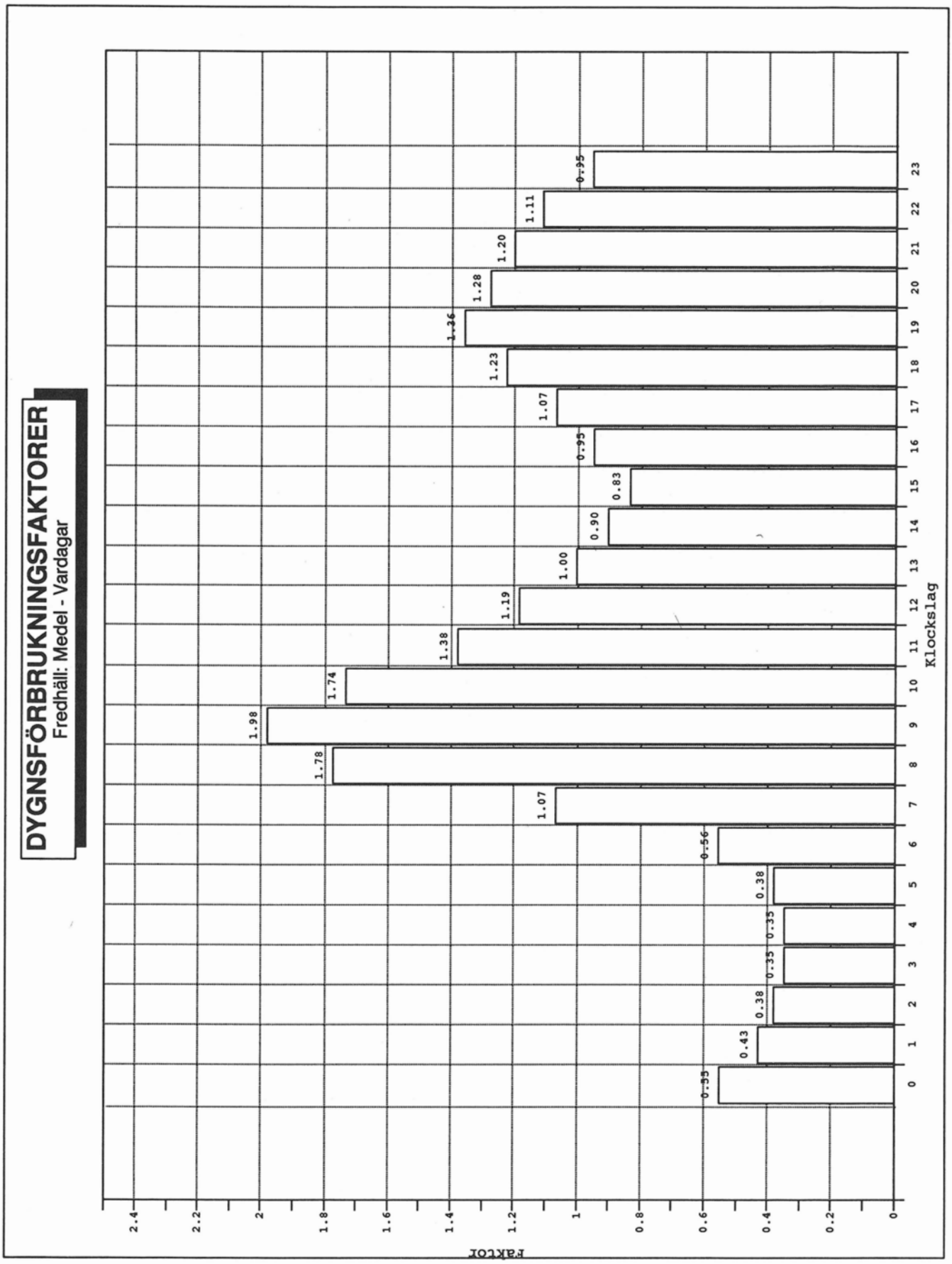
9.4 Modellering av vattenkvalitet

I dag finns de första rena vattenkvalitetsmodellerna klara för användning. För att få ett optimalt resultat av dessa modeller kommer det att ställas helt andra krav på vår kunskap om vattenförbrukningen.

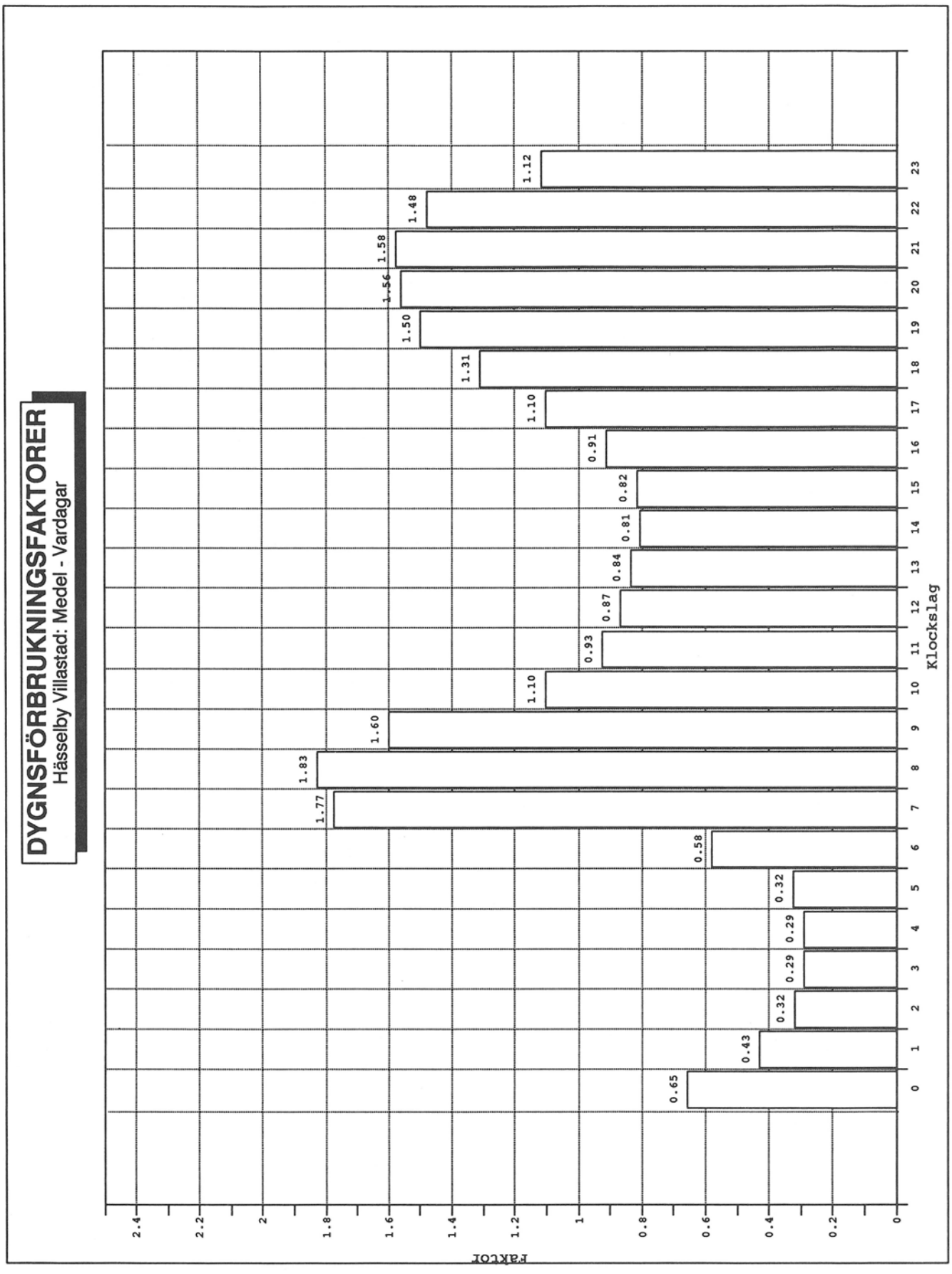
Bilagor


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Akalla: Medel - Vardagar
Faktor
Klockslag
0.43
0.37
0.30
0.27
0.26
0.30
0.45
0.95
1.50
1.60
1.41
1.36
1.32
1.27
1.24
1.21
1.20
1.22
1.28
1.33
1.34
1.32
1.16
0.88

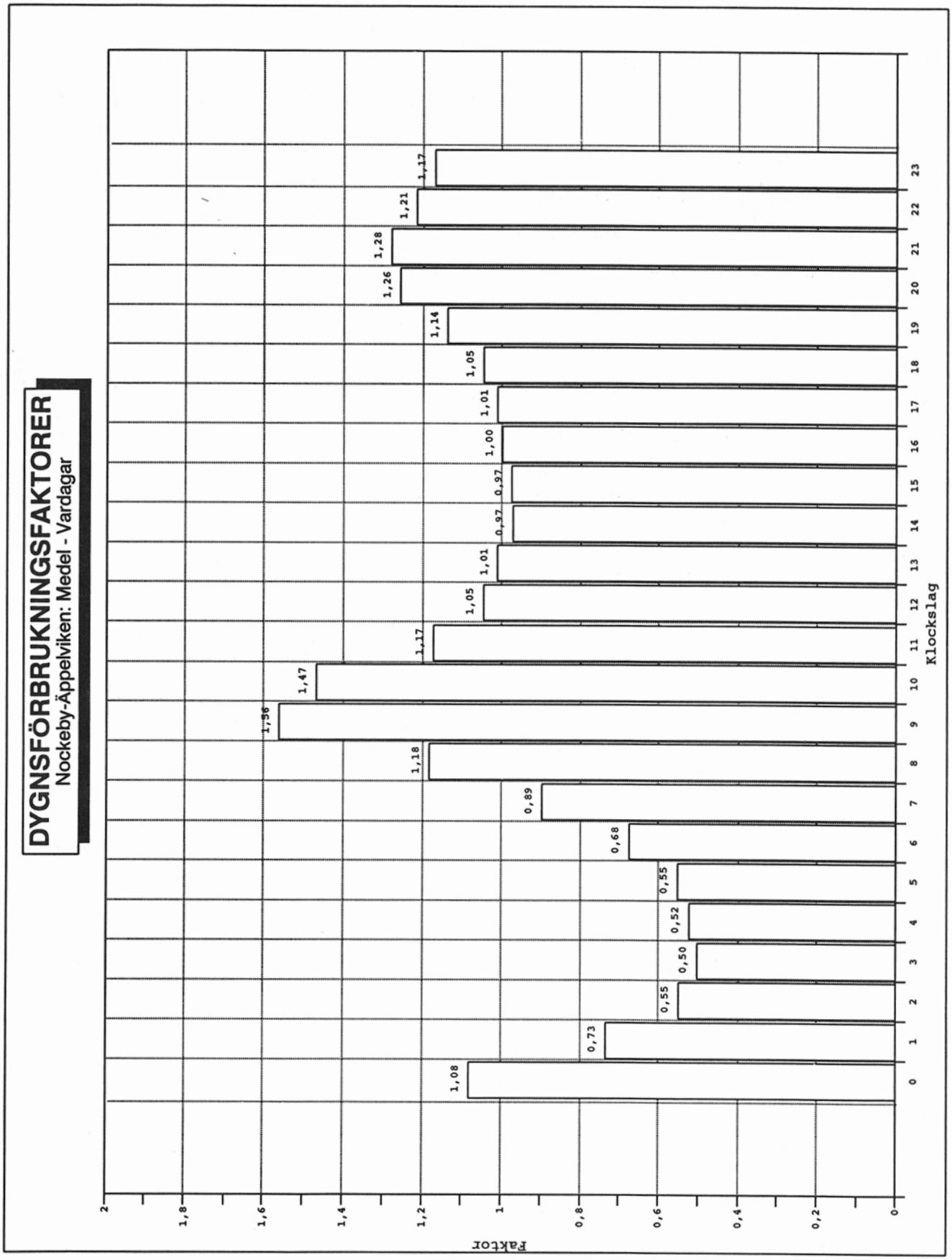
Bilaga 1:1


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Fredhäll: Medel - Vardagar
Faktor
Klockslag
0.35
0.43
0.38
0.35
0.35
0.38
0.56
1.07
1.78
1.98
1.74
1.38
1.19
1.00
0.90
0.83
0.95
1.07
1.23
1.36
1.28
1.20
1.11
0.95

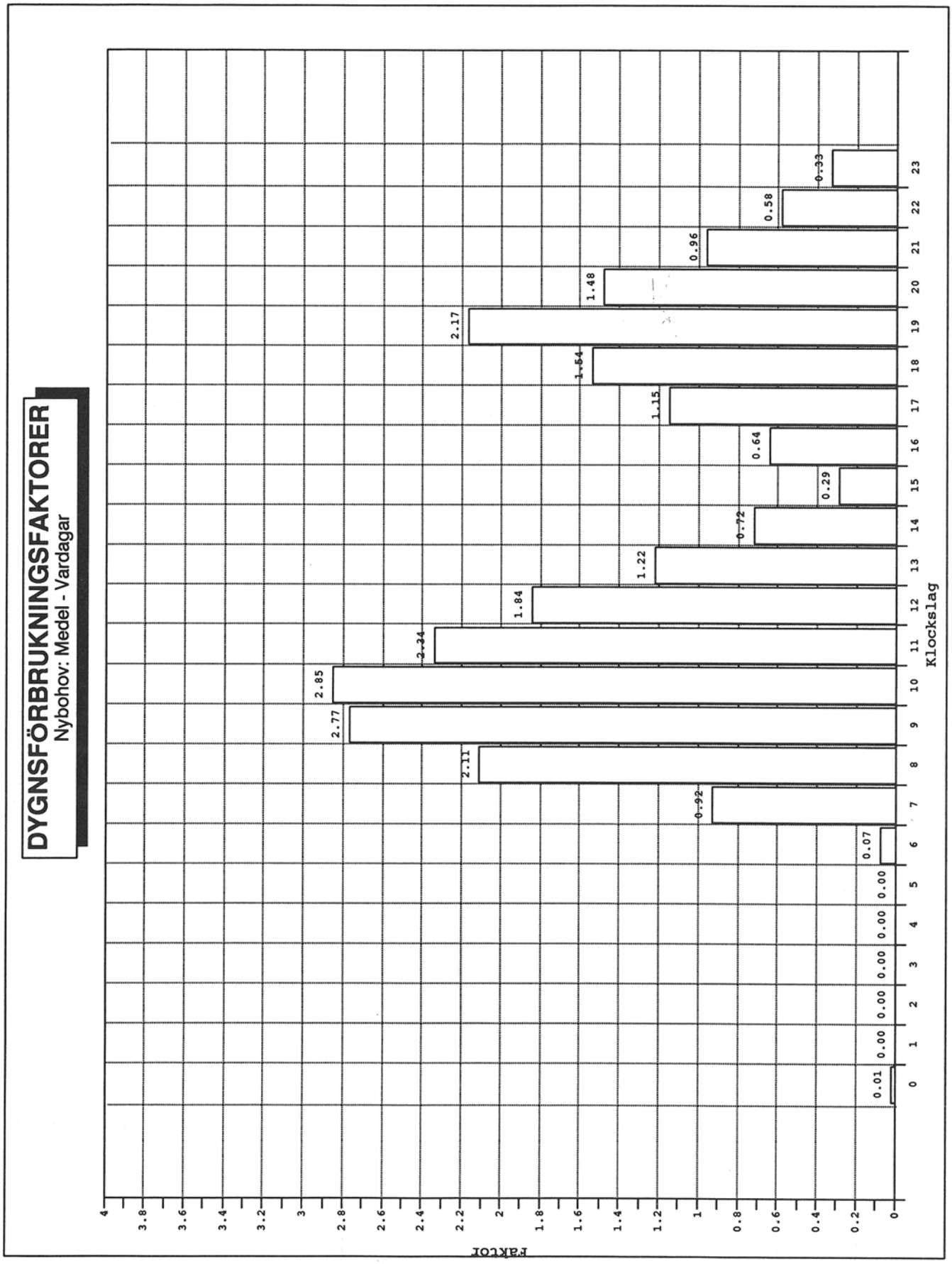
Bilaga 1:2


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Hässelby Villastad: Medel - Vardagar
Faktor
Klockslag
0.65
0.43
0.32
0.29
0.29
0.32
0.58
1.77
1.83
1.60
1.10
0.93
0.87
0.84
0.81
0.82
0.91
1.10
1.31
1.50
1.56
1.58
1.48
1.12

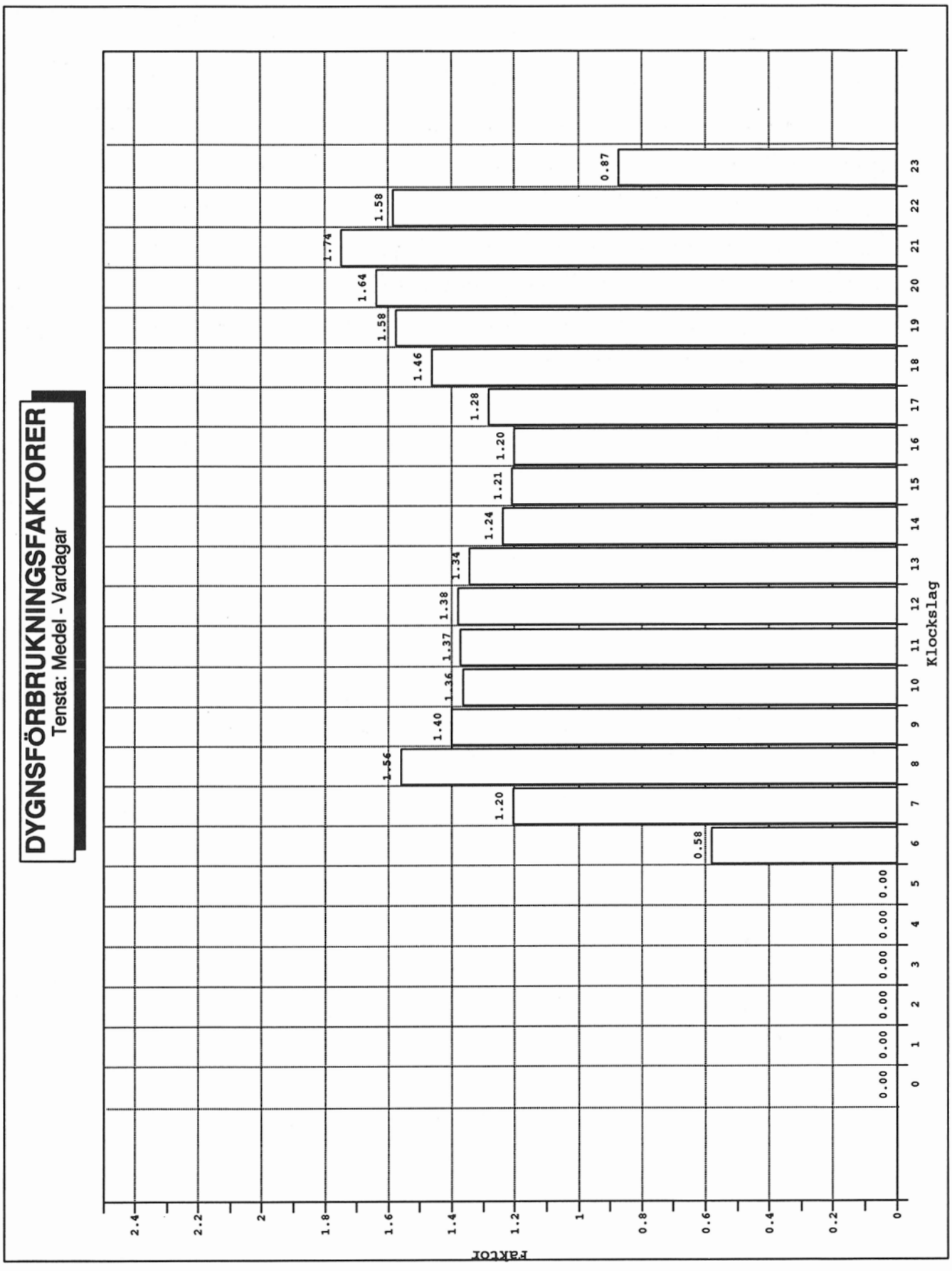
Bilaga 1:3


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Nockeby-Äppelviken: Medel - Vardagar
Faktor
Klockslag
0
0,2
0,4
0,6
0,8
1
1,2
1,4
1,6
1,8
2
0 1,08
1 0,73
2 0,55
3 0,50
4 0,52
5 0,55
6 0,68
7 0,89
8 1,18
9 1,56
10 1,47
11 1,17
12 1,05
13 1,01
14 0,97
15 0,97
16 1,00
17 1,01
18 1,05
19 1,14
20 1,26
21 1,28
22 1,21
23 1,17

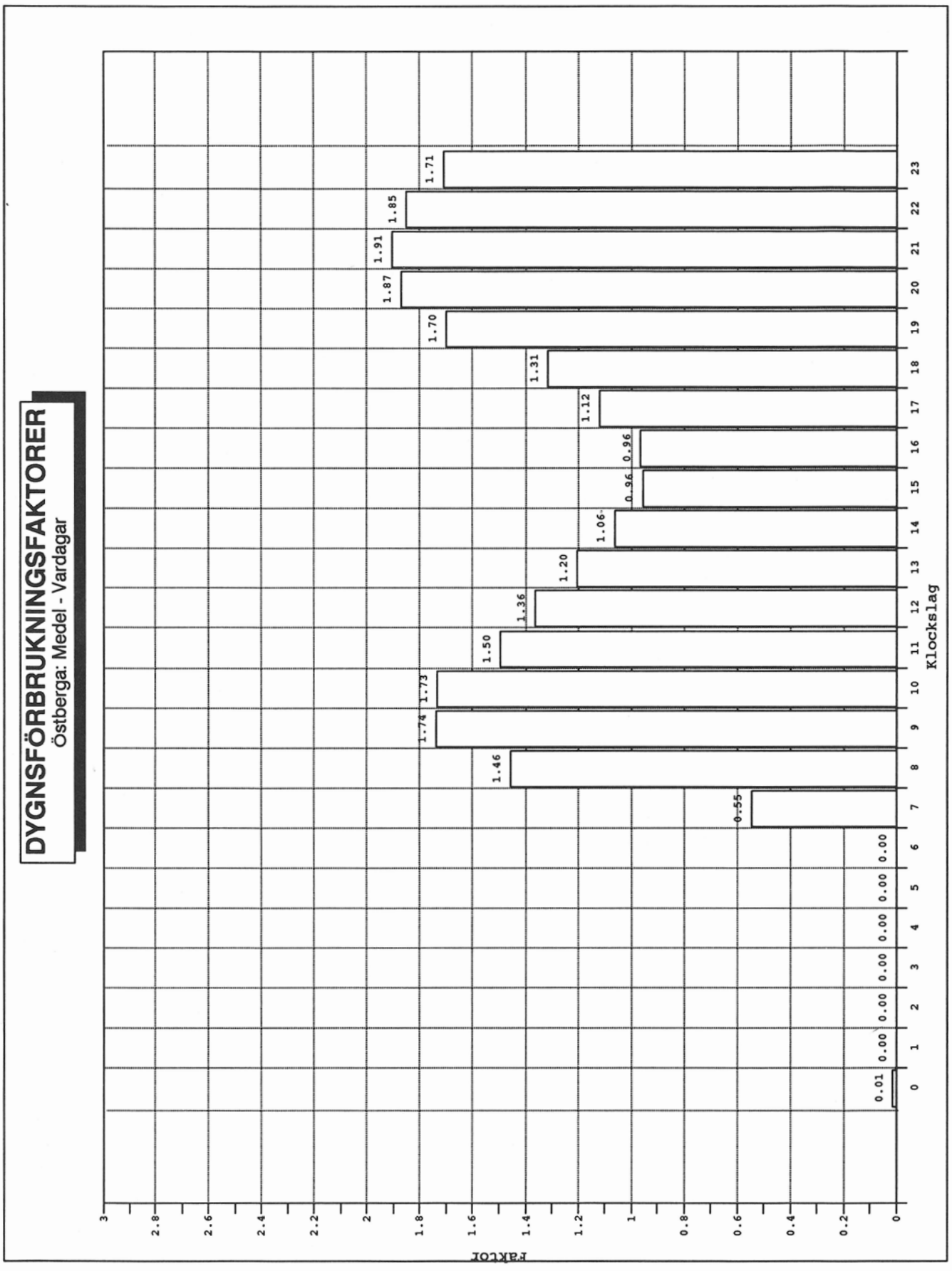
Bilaga 1:4


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Nybohov: Medel - Vardagar
Faktor
Klockslag
0.01
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.07
0.92
2.11
2.77
2.85
2.34
1.84
1.22
0.72
0.29
0.64
1.15
1.54
2.17
1.48
0.96
0.58
0.33

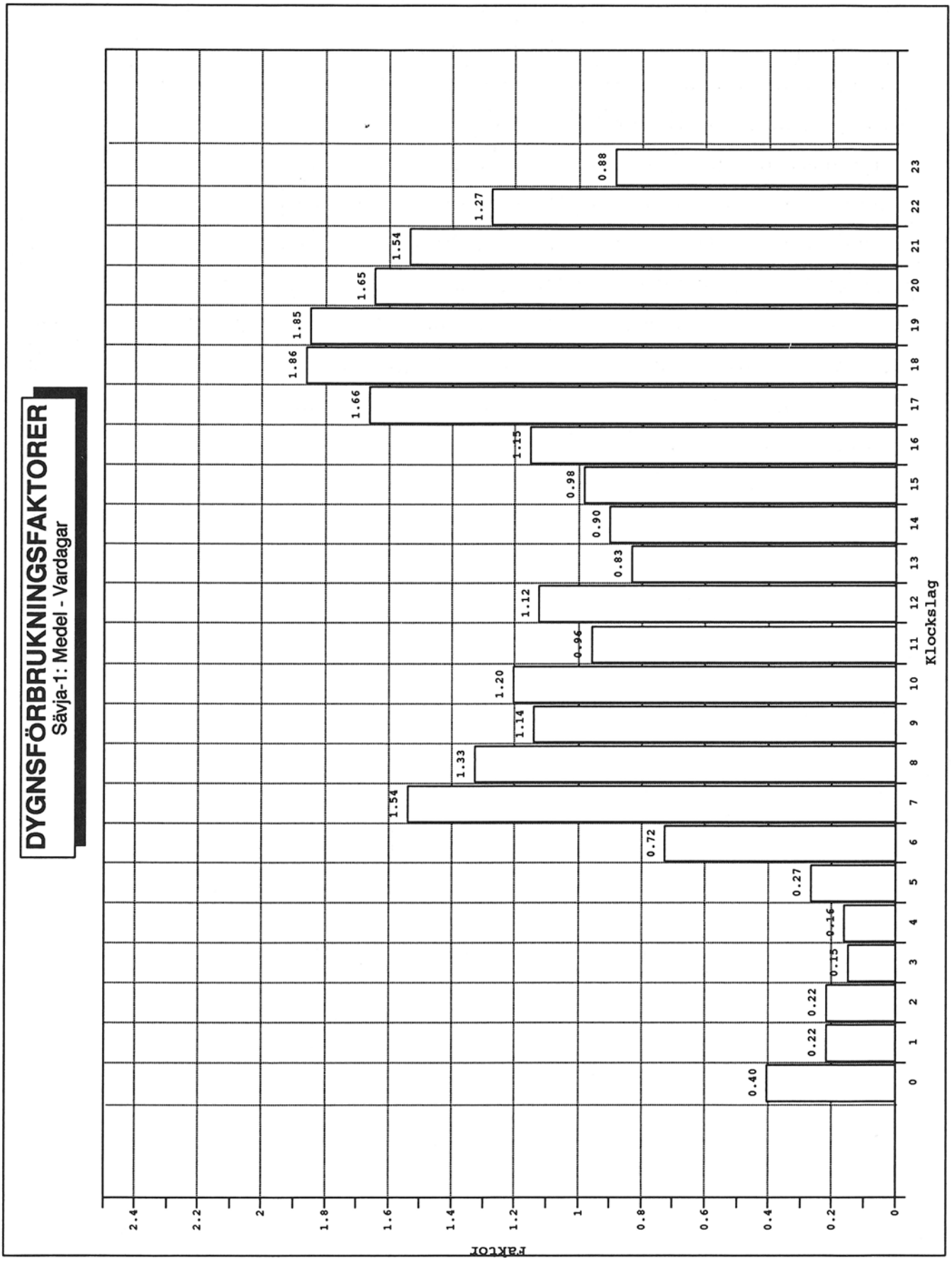
Bilaga 1:5


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Tensta: Medel - Vardagar
Faktor
Klockslag
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.58
1.20
1.56
1.40
1.36
1.37
1.38
1.34
1.24
1.21
1.20
1.28
1.46
1.58
1.64
1.74
1.58
0.87

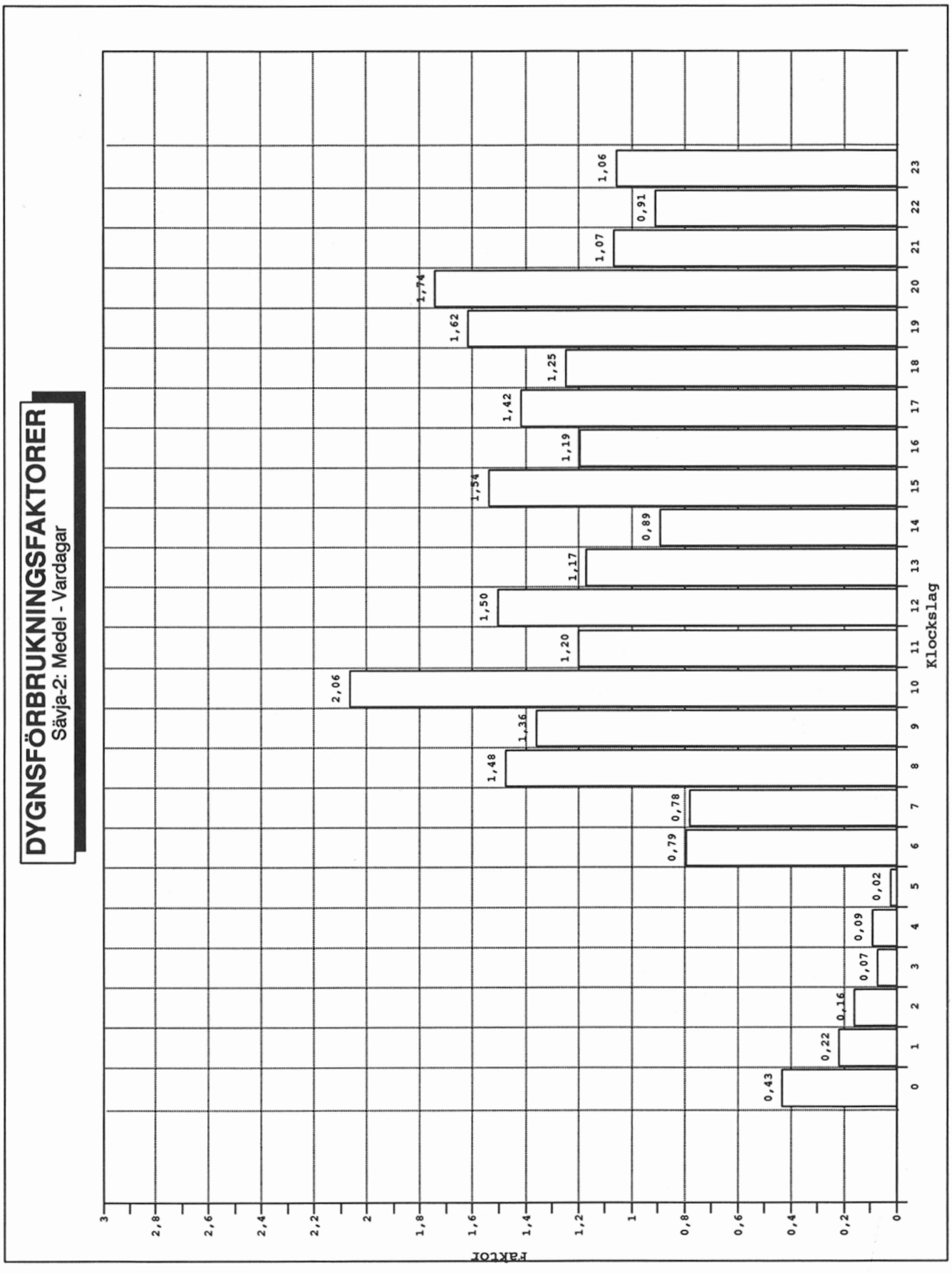
Bilaga 1:6


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Östberga: Medel - Vardagar
Faktor
Klockslag
0.01
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.55
1.46
1.74
1.73
1.50
1.36
1.20
1.06
0.96
0.96
1.12
1.31
1.70
1.87
1.91
1.85
1.71

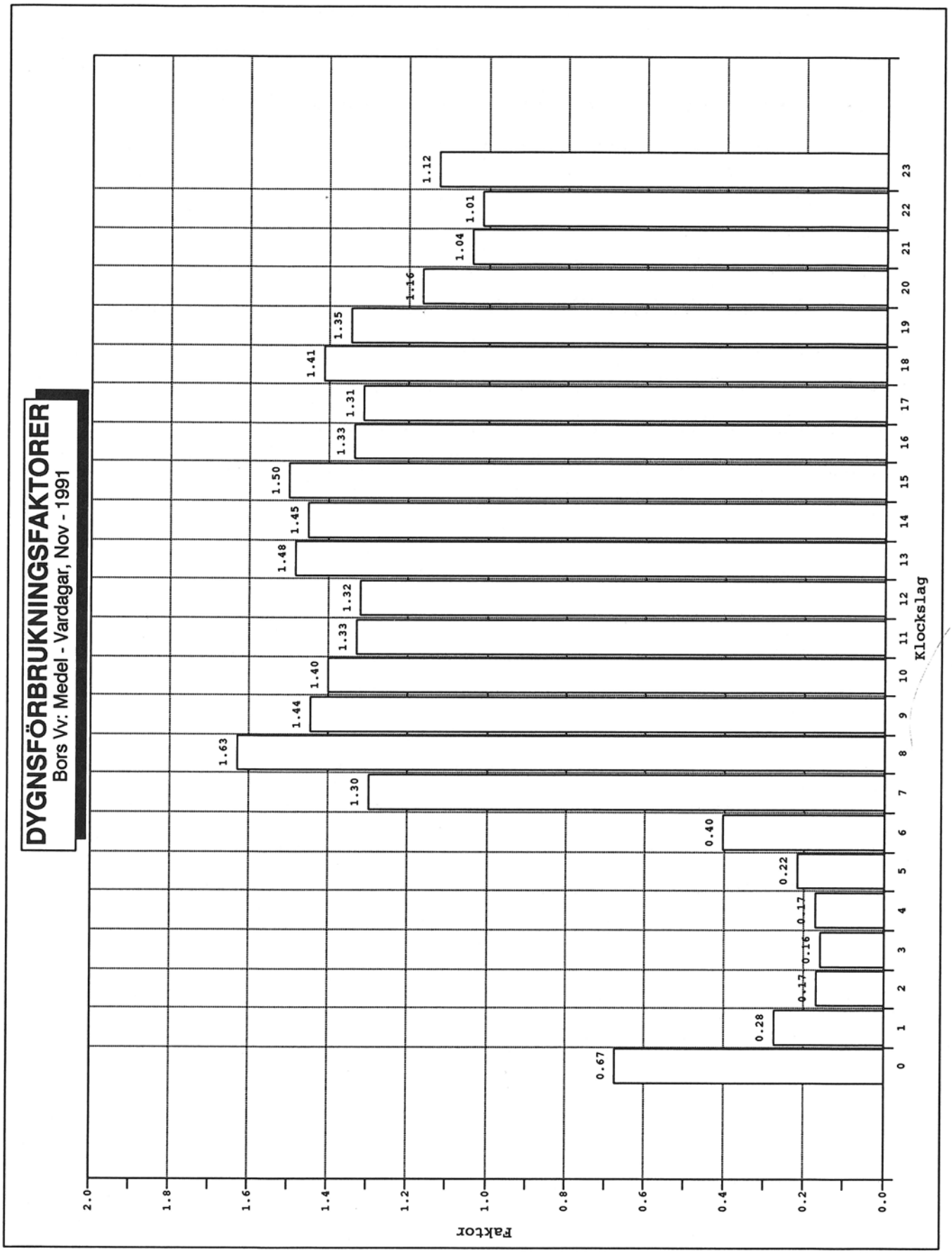
Bilaga 1:7


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Sävja-1: Medel - Vardagar
Faktor
Klockslag
0.40
0.22
0.22
0.15
0.16
0.27
0.72
1.54
1.33
1.14
1.20
0.96
1.12
0.83
0.90
0.98
1.15
1.66
1.86
1.85
1.65
1.54
1.27
0.88

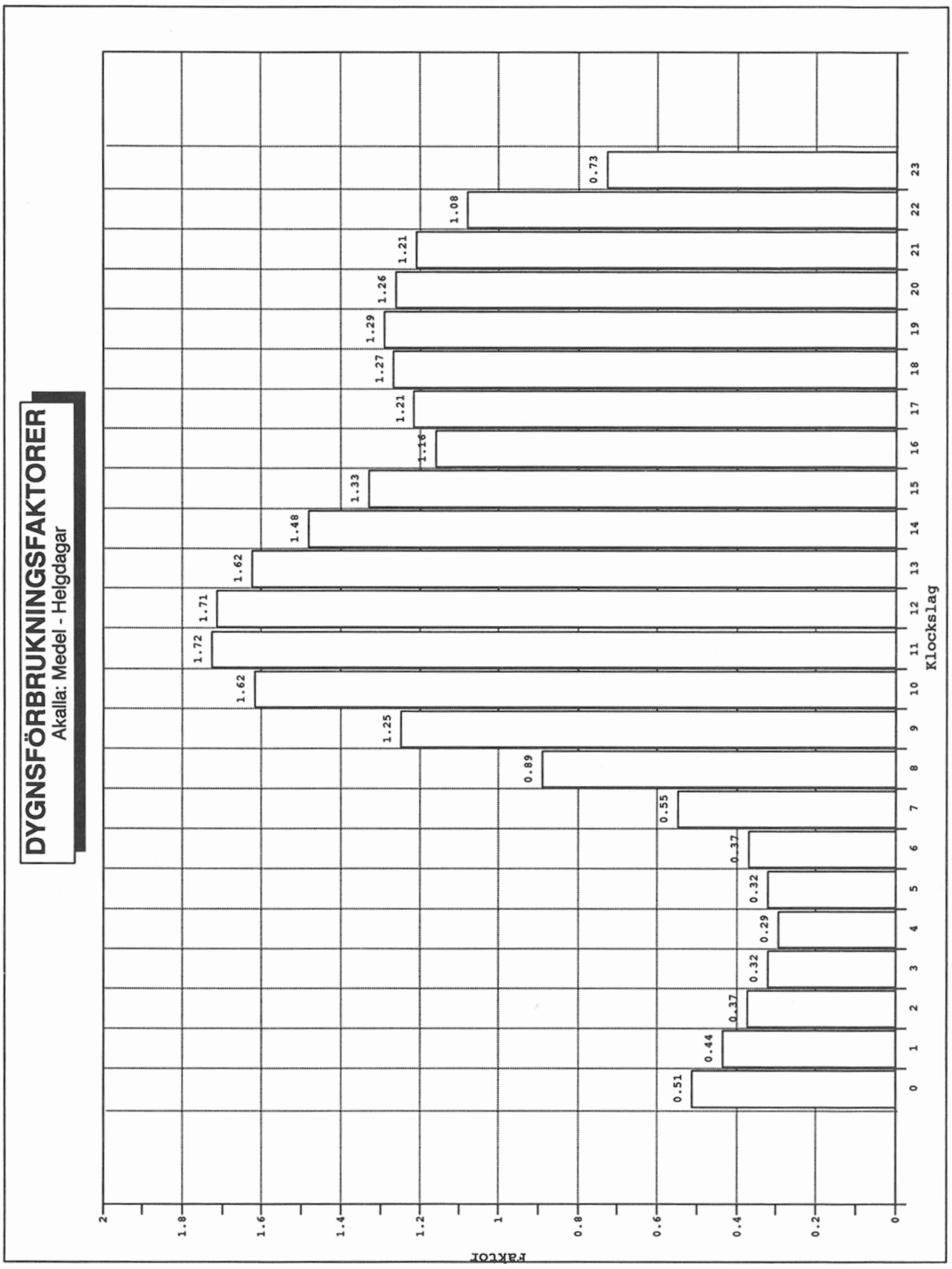
Bilaga 1:8


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Sävja-2: Medel - Vardagar
Faktor
Klockslag
0,43
0,22
0,16
0,07
0,09
0,02
0,79
0,78
1,48
1,36
2,06
1,20
1,50
1,17
0,89
1,54
1,19
1,42
1,25
1,62
1,74
1,07
0,91
1,06

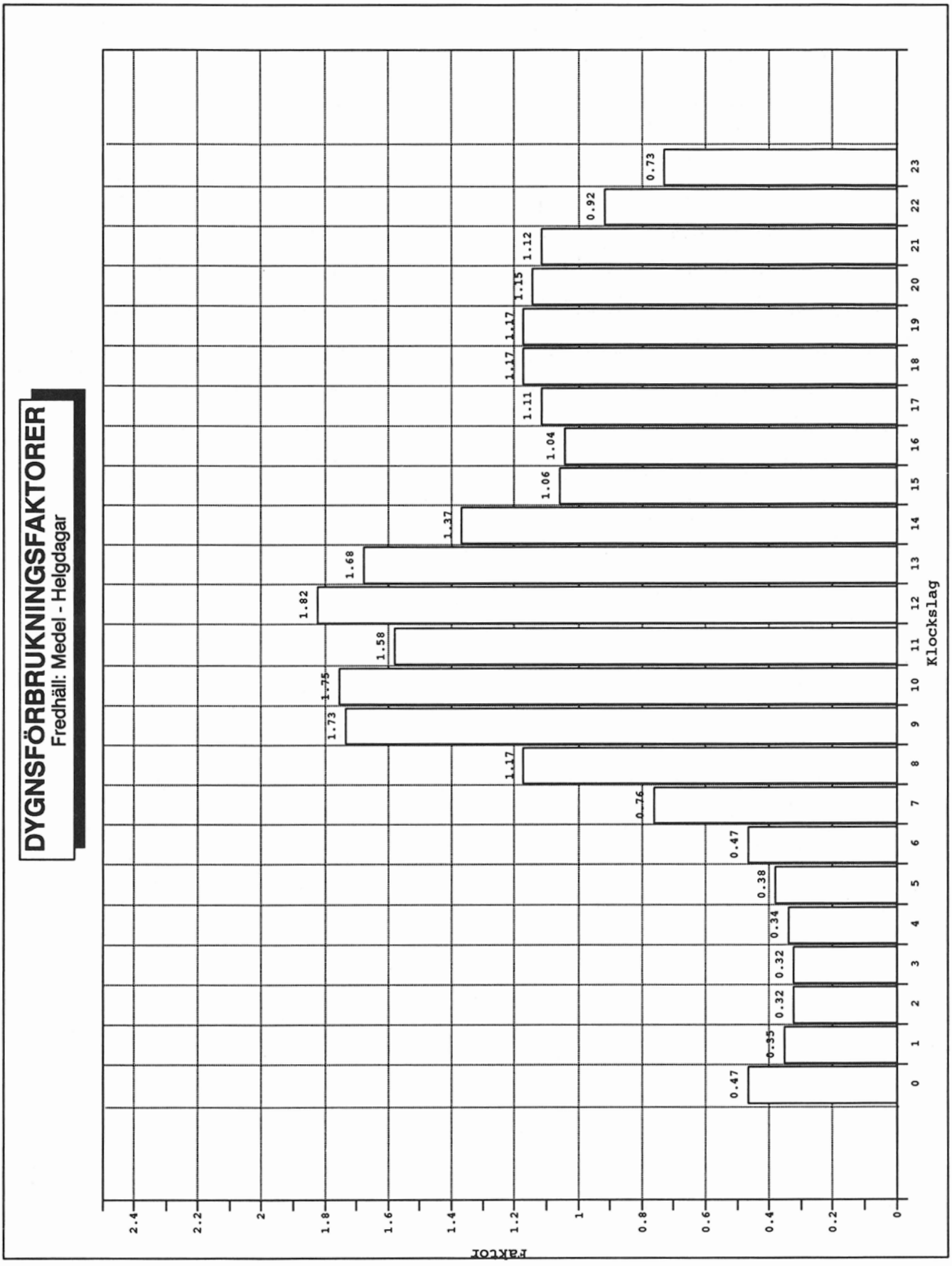
Bilaga 1:9


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Bors Vv: Medel - Vardagar, Nov - 1991
Faktor
Klockslag
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
0.67 0.28 0.17 0.16 0.17 0.22 0.40 1.30 1.63 1.44 1.40 1.33 1.32 1.48 1.45 1.50 1.33 1.31 1.41 1.35 1.16 1.04 1.01 1.12

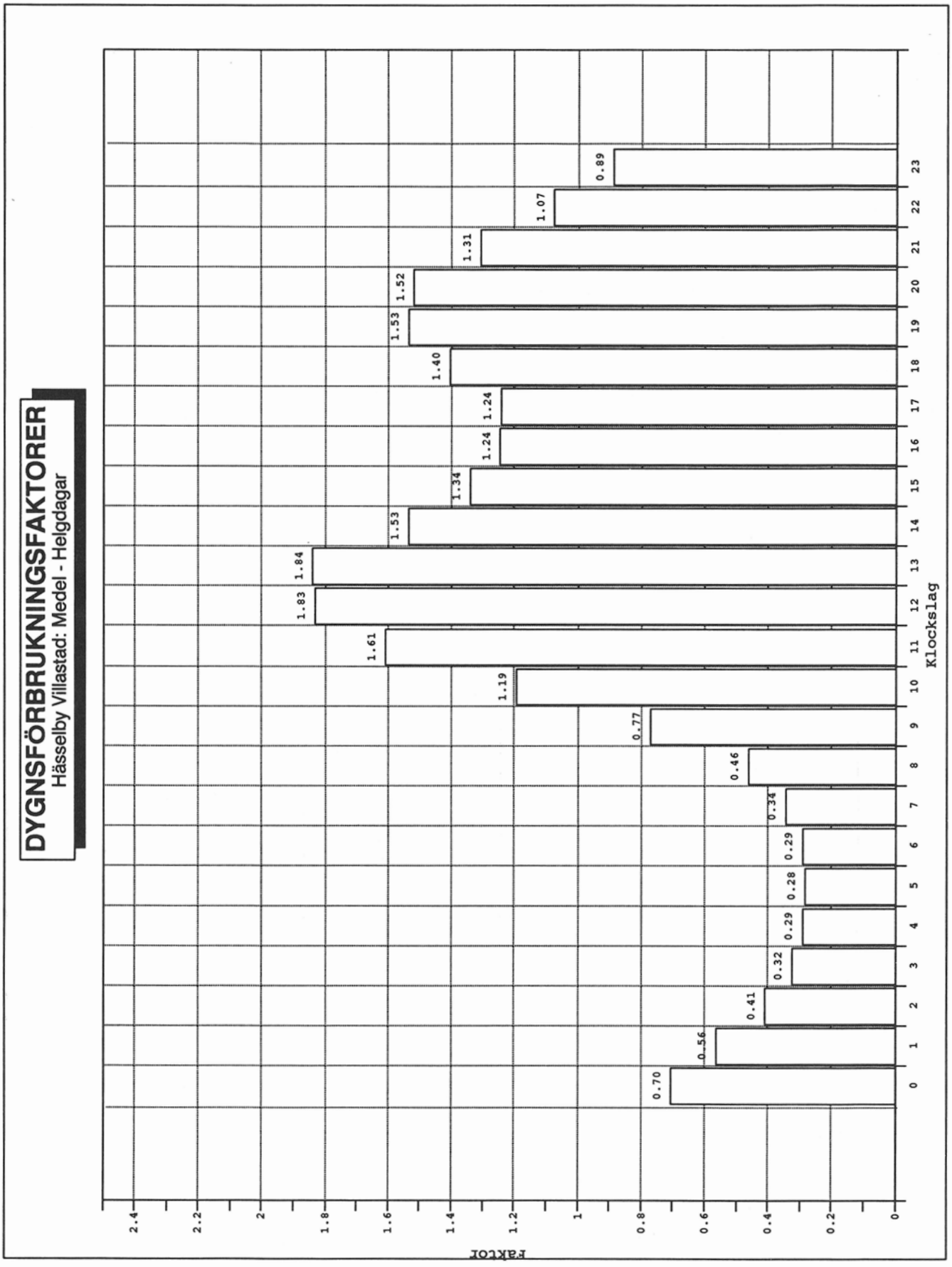
Bilaga 1:10


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Akalla: Medel - Helgdagar
Faktor
Klockslag
0.51
0.44
0.37
0.32
0.29
0.32
0.37
0.55
0.89
1.25
1.62
1.72
1.71
1.62
1.48
1.33
1.16
1.21
1.27
1.29
1.26
1.21
1.08
0.73

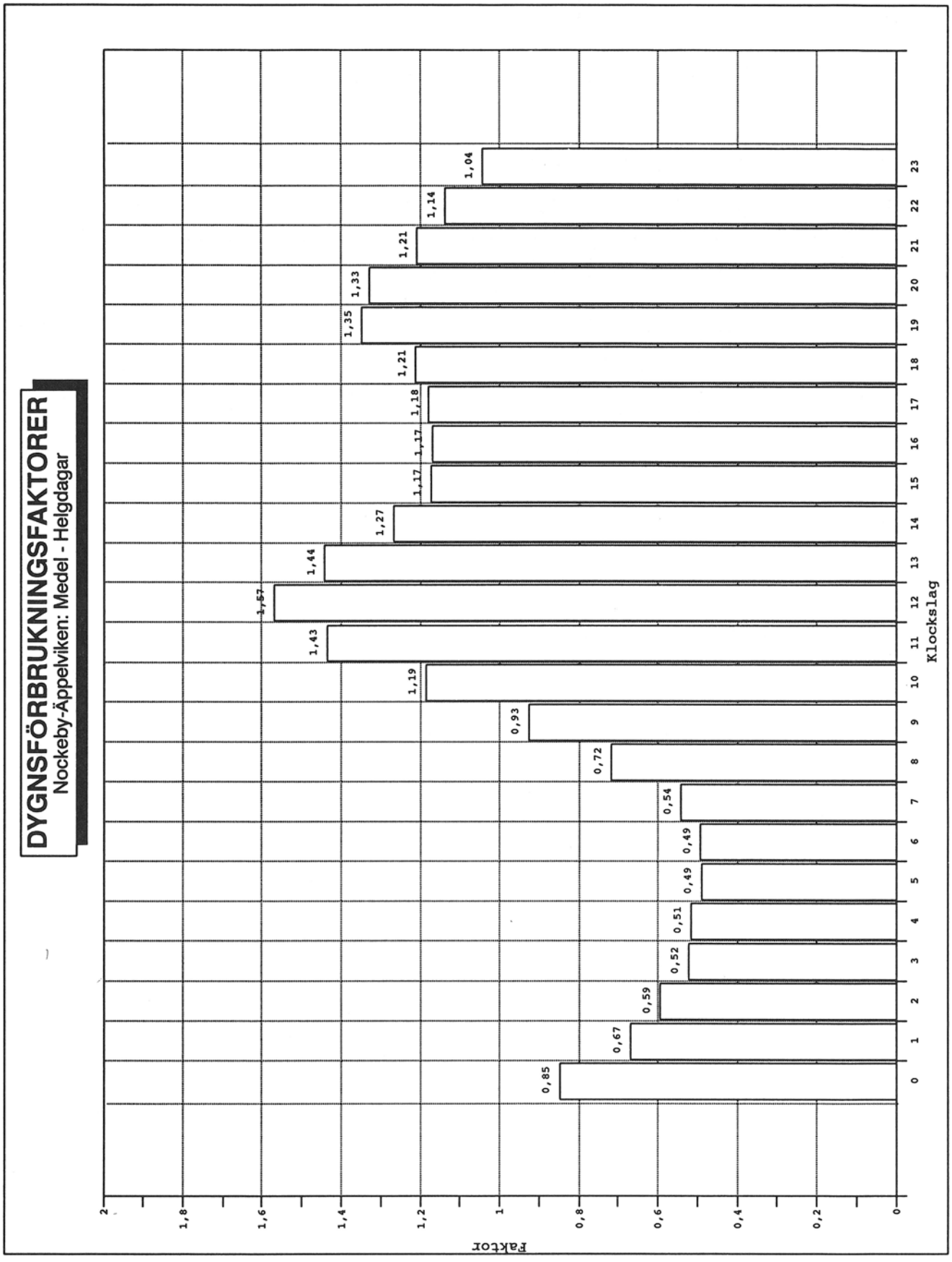
Bilaga 2:1


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Fredhäll: Medel - Helgdagar
Faktor
Klockslag
0.47
0.35
0.32
0.32
0.34
0.38
0.47
0.76
1.17
1.73
1.75
1.58
1.82
1.68
1.37
1.06
1.04
1.11
1.17
1.17
1.15
1.12
0.92
0.73

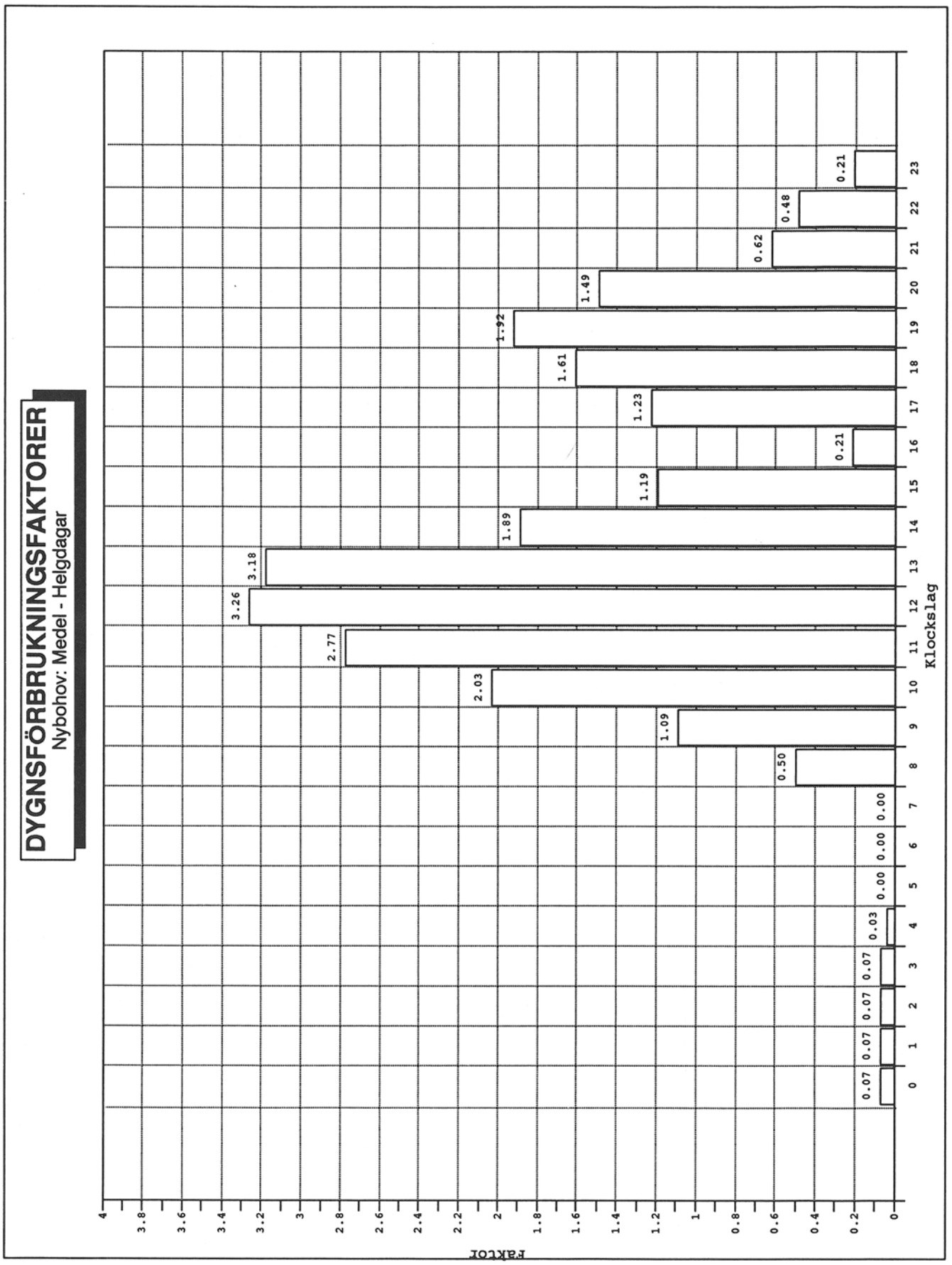
Bilaga 2:2

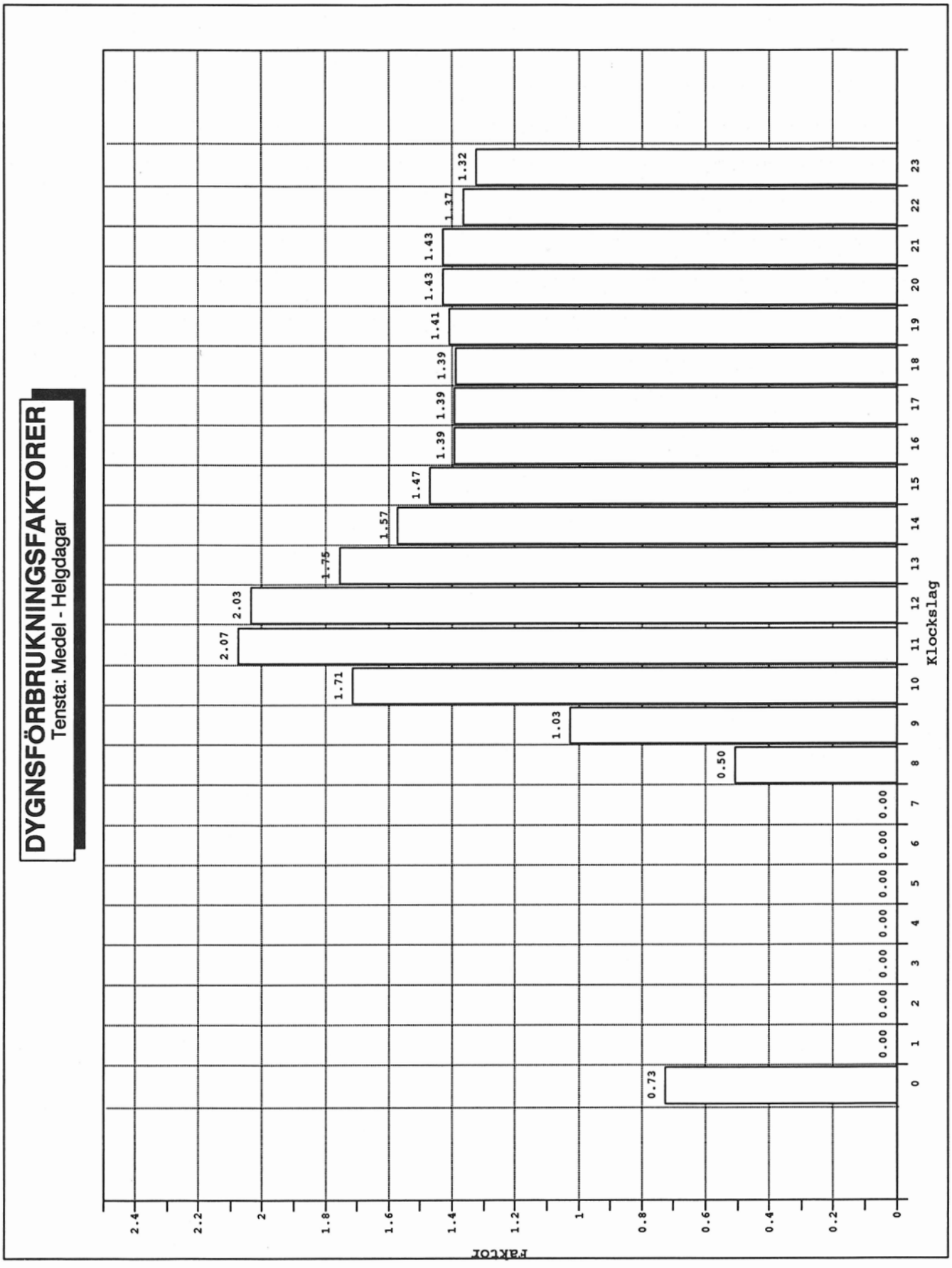

DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Hässelby Villastad: Medel - Helgdagar
Faktor
Klockslag
0.70
0.56
0.41
0.32
0.29
0.28
0.29
0.34
0.46
0.77
1.19
1.61
1.83
1.84
1.53
1.34
1.24
1.24
1.40
1.53
1.52
1.31
1.07
0.89

Bilaga 2:3

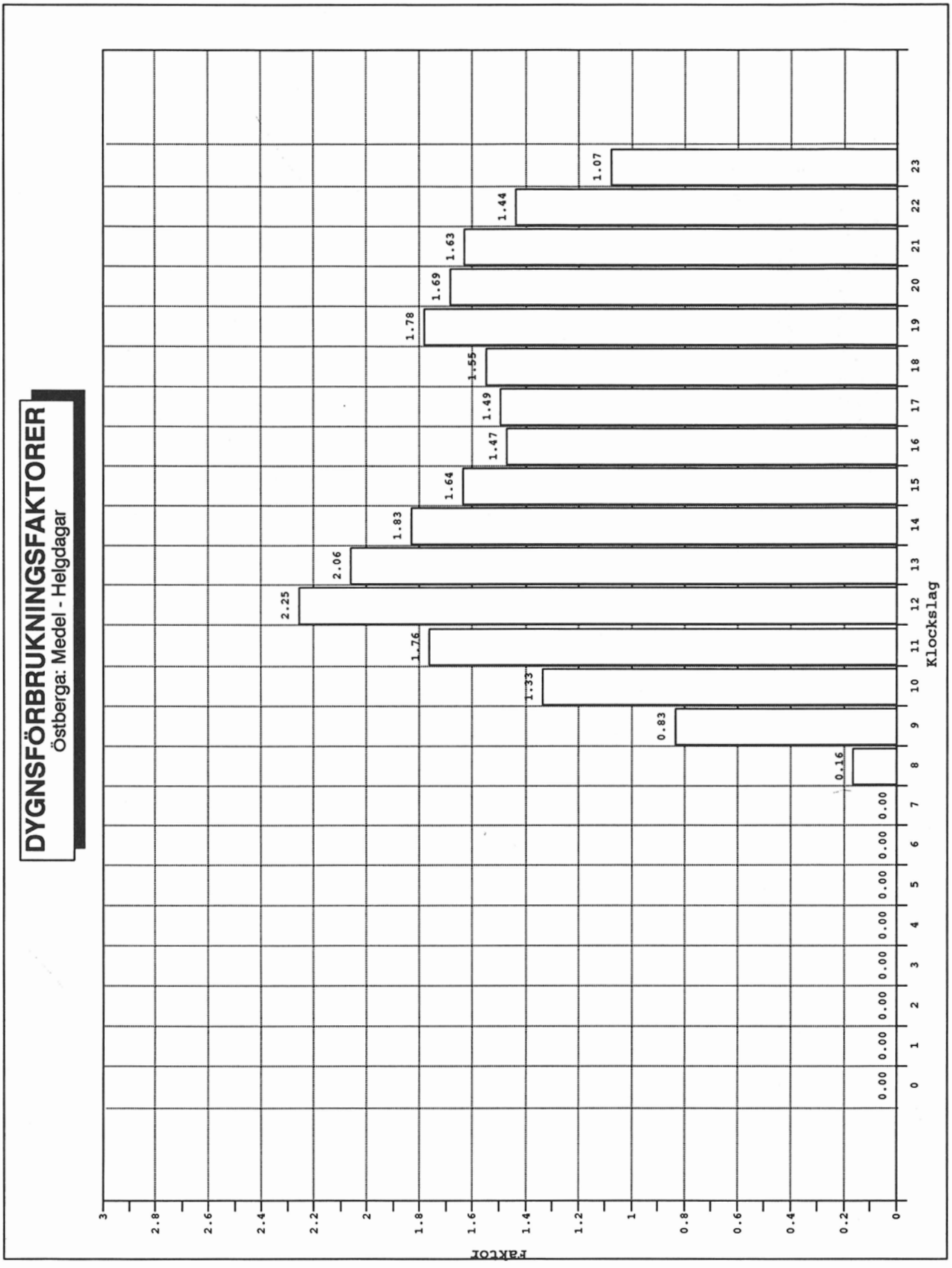

DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Nockeby-Äppelviken: Medel - Helgdagar
Faktor
Klockslag
0,85
0,67
0,59
0,52
0,51
0,49
0,49
0,54
0,72
0,93
1,19
1,43
1,67
1,44
1,27
1,17
1,17
1,18
1,21
1,35
1,33
1,21
1,14
1,04

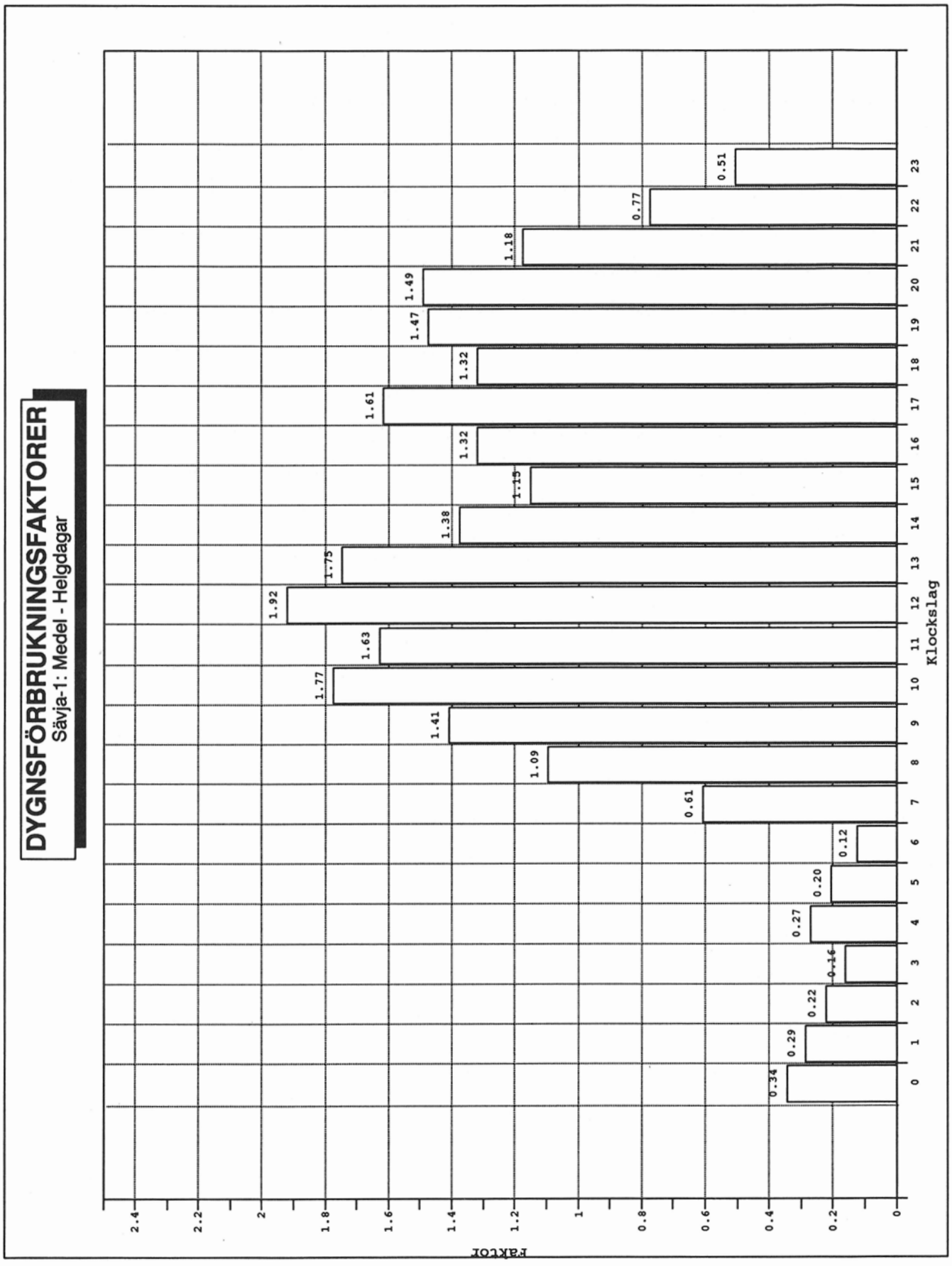
Bilaga 2:4

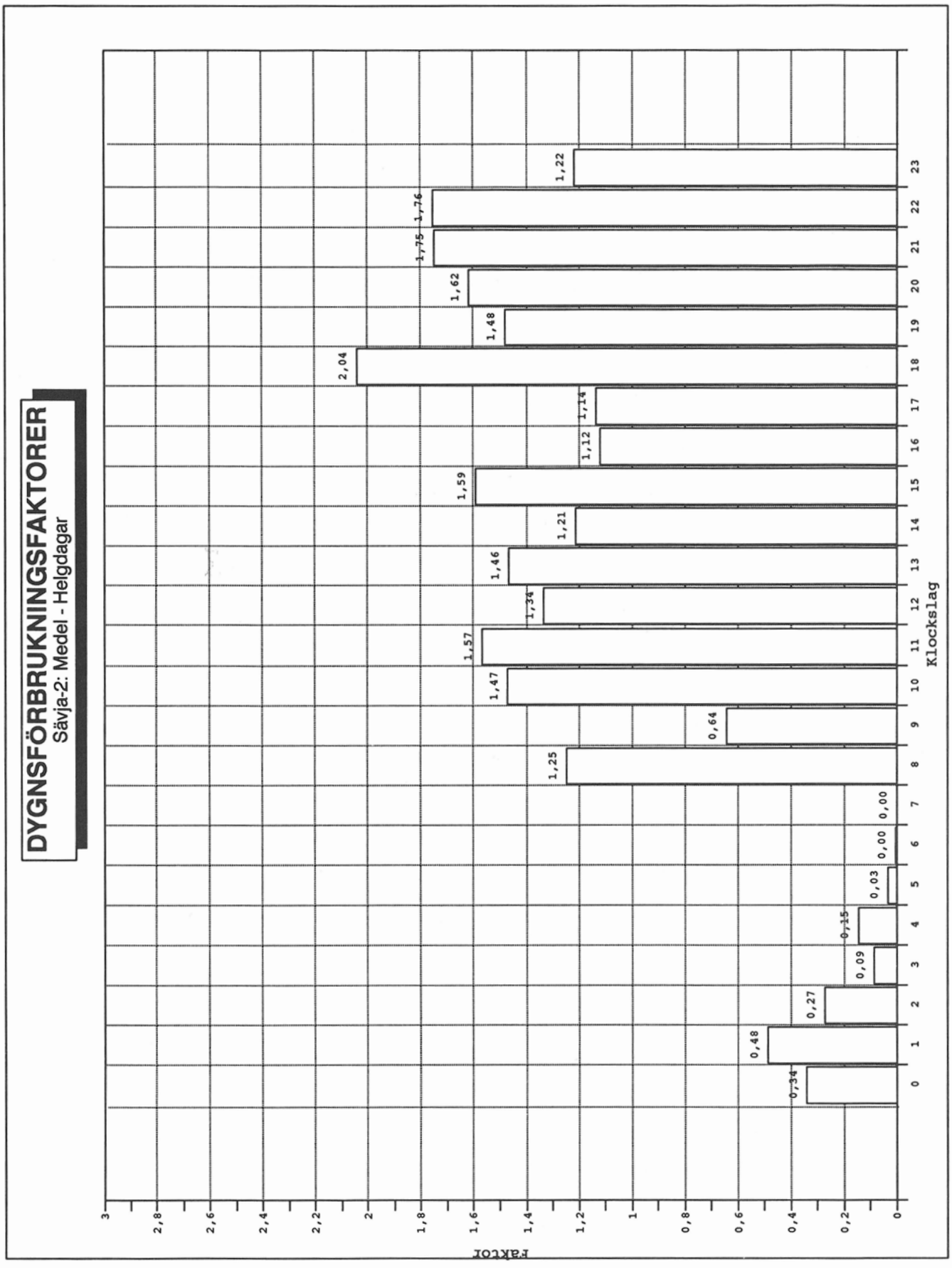

DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Nybohov: Medel - Helgdagar
Faktor
Klockslag
0.07
0.07
0.07
0.07
0.03
0.00
0.00
0.00
0.50
1.09
2.03
2.77
3.26
3.18
1.89
1.19
0.21
1.23
1.61
1.92
1.49
0.62
0.48
0.21

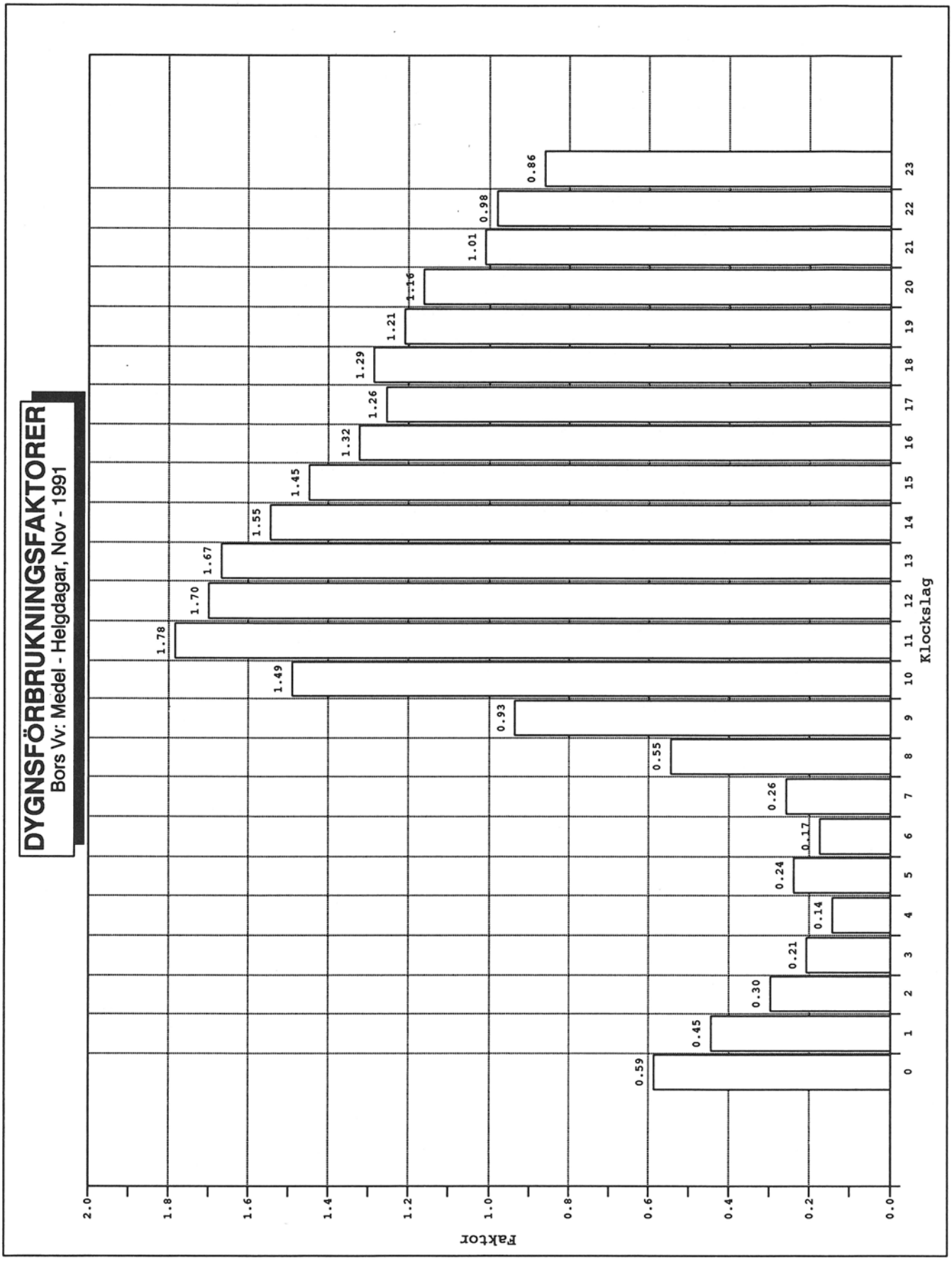

DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Tensta: Medel - Helgdagar
Faktor
Klockslag
0.73
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.50
1.03
1.71
2.07
2.03
1.75
1.57
1.47
1.39
1.39
1.39
1.41
1.43
1.43
1.37
1.32

Bilaga 2:6

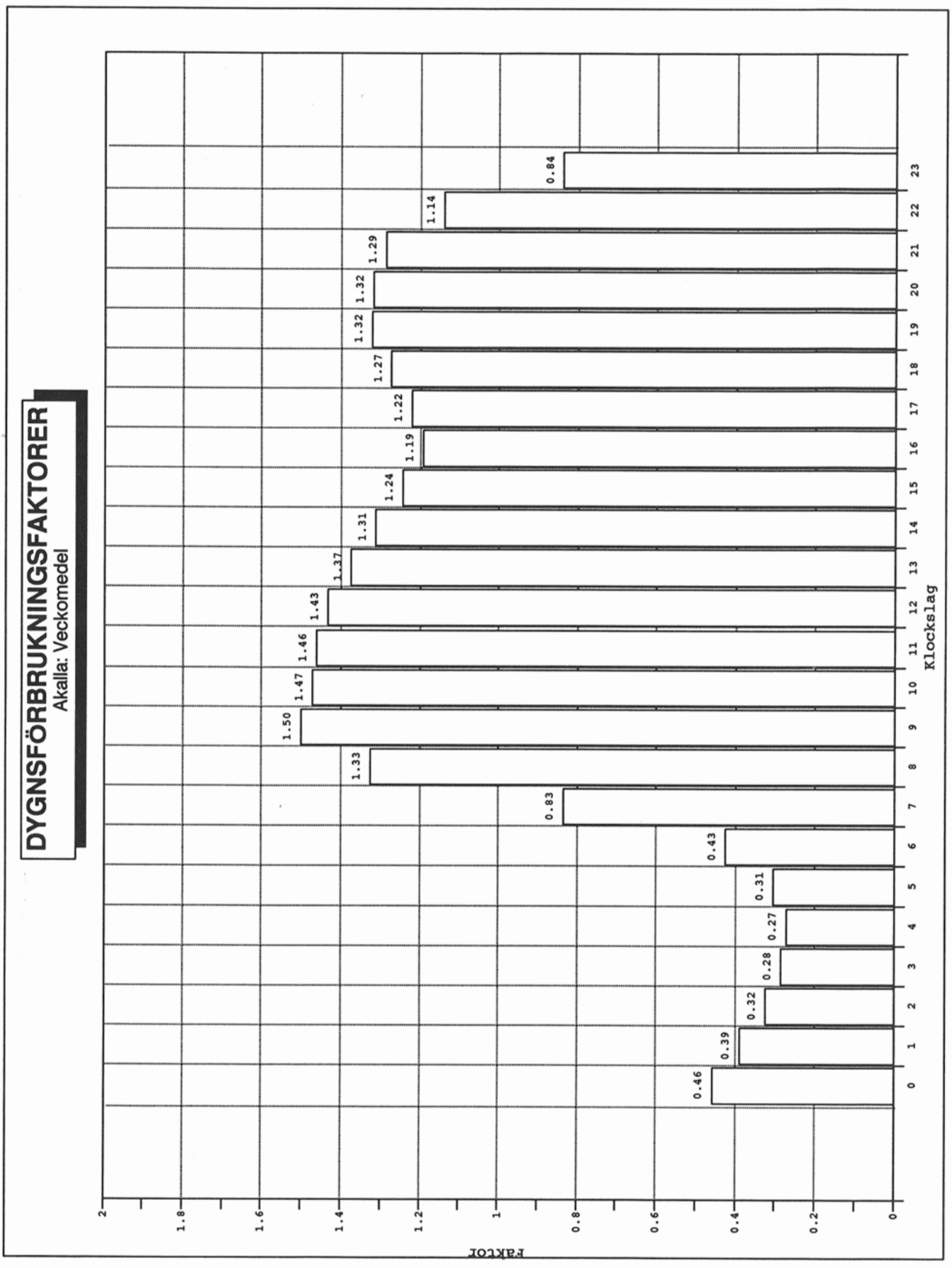

DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Östberga: Medel - Helgdagar
Faktor
Klockslag
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.16
0.83
1.33
1.76
2.25
2.06
1.83
1.64
1.47
1.49
1.55
1.78
1.69
1.63
1.44
1.07


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Sävja-1: Medel - Helgdagar
Faktor
Klockslag
0.34
0.29
0.22
0.16
0.27
0.20
0.12
0.61
1.09
1.41
1.77
1.63
1.92
1.75
1.38
1.15
1.32
1.61
1.32
1.47
1.49
1.18
0.77
0.51

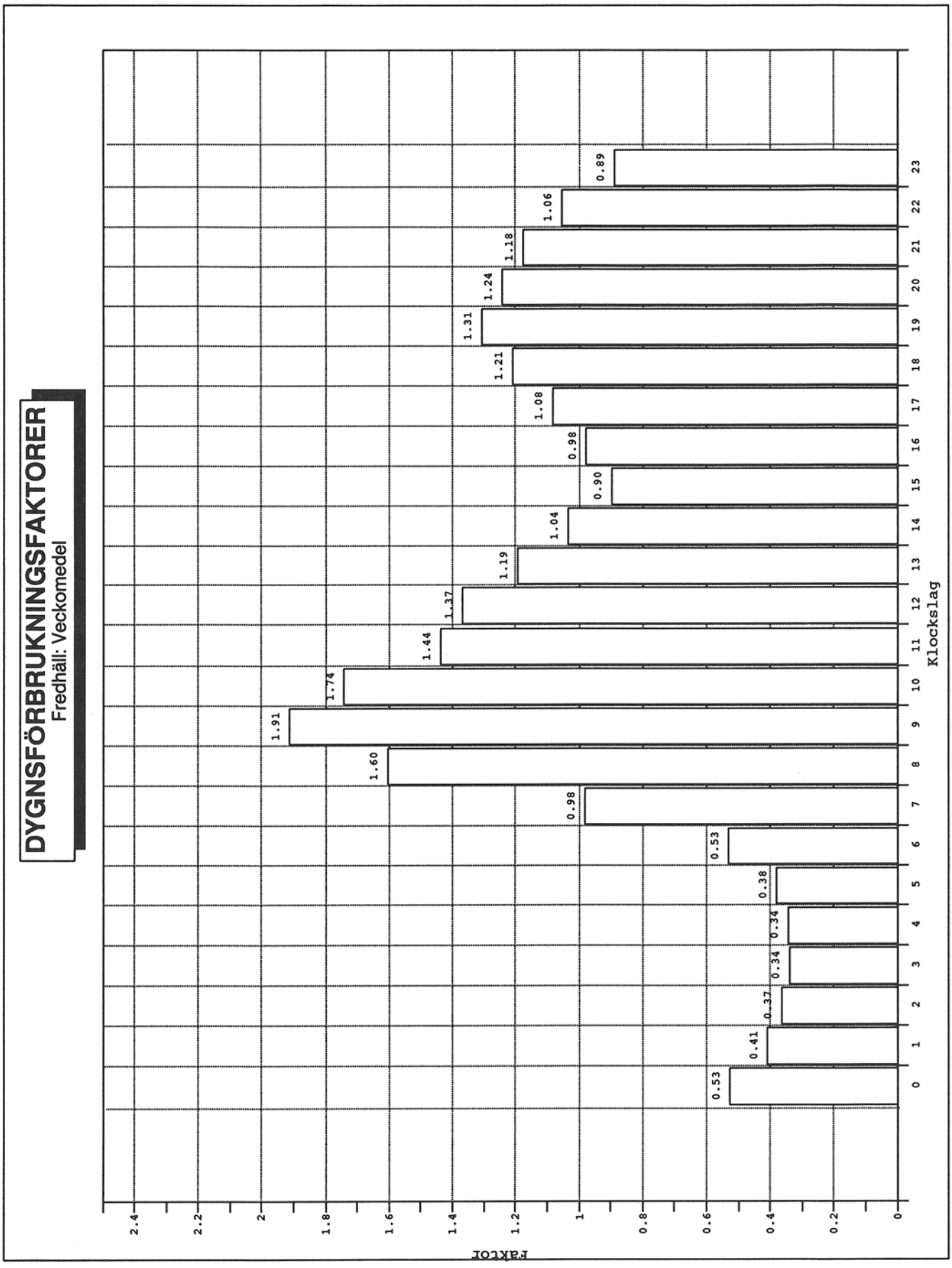

DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Sävja-2: Medel - Helgdagar
Faktor
Klockslag
0,34
0,48
0,27
0,09
0,15
0,03
0,00
0,00
1,25
0,64
1,47
1,57
1,34
1,46
1,21
1,59
1,12
1,14
2,04
1,48
1,62
1,75
1,76
1,22


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Bors Vv: Medel - Helgdagar, Nov - 1991
Faktor
Klockslag
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
0.59 0.45 0.30 0.21 0.14 0.24 0.17 0.26 0.55 0.93 1.49 1.78 1.70 1.67 1.55 1.45 1.32 1.26 1.29 1.21 1.16 1.01 0.98 0.86

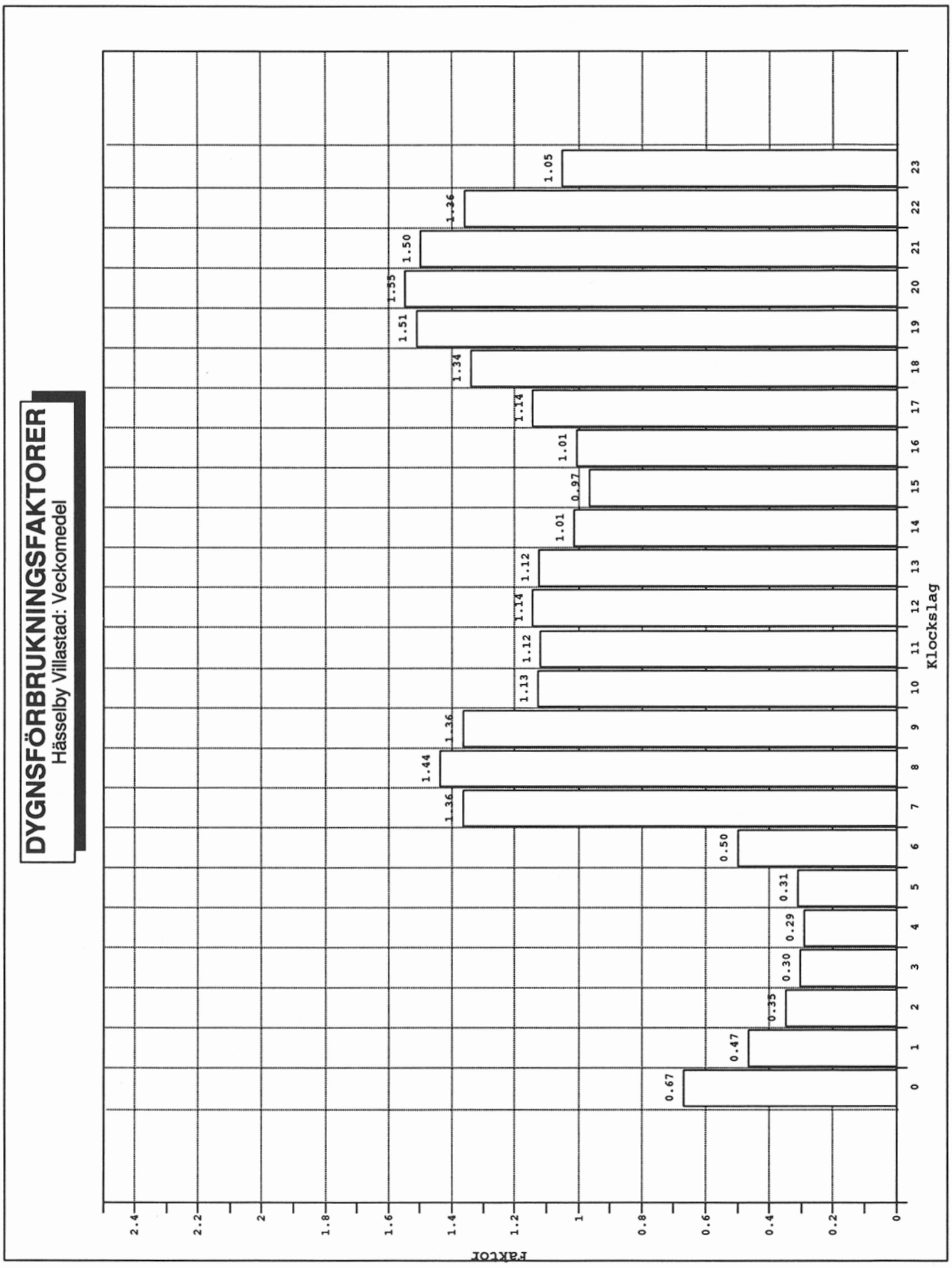
Bilaga 2:10


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Akalla: Veckomedel
Faktor
Klockslag
0.46
0.39
0.32
0.28
0.27
0.31
0.43
0.83
1.33
1.50
1.47
1.46
1.43
1.37
1.31
1.24
1.19
1.22
1.27
1.32
1.32
1.29
1.14
0.84

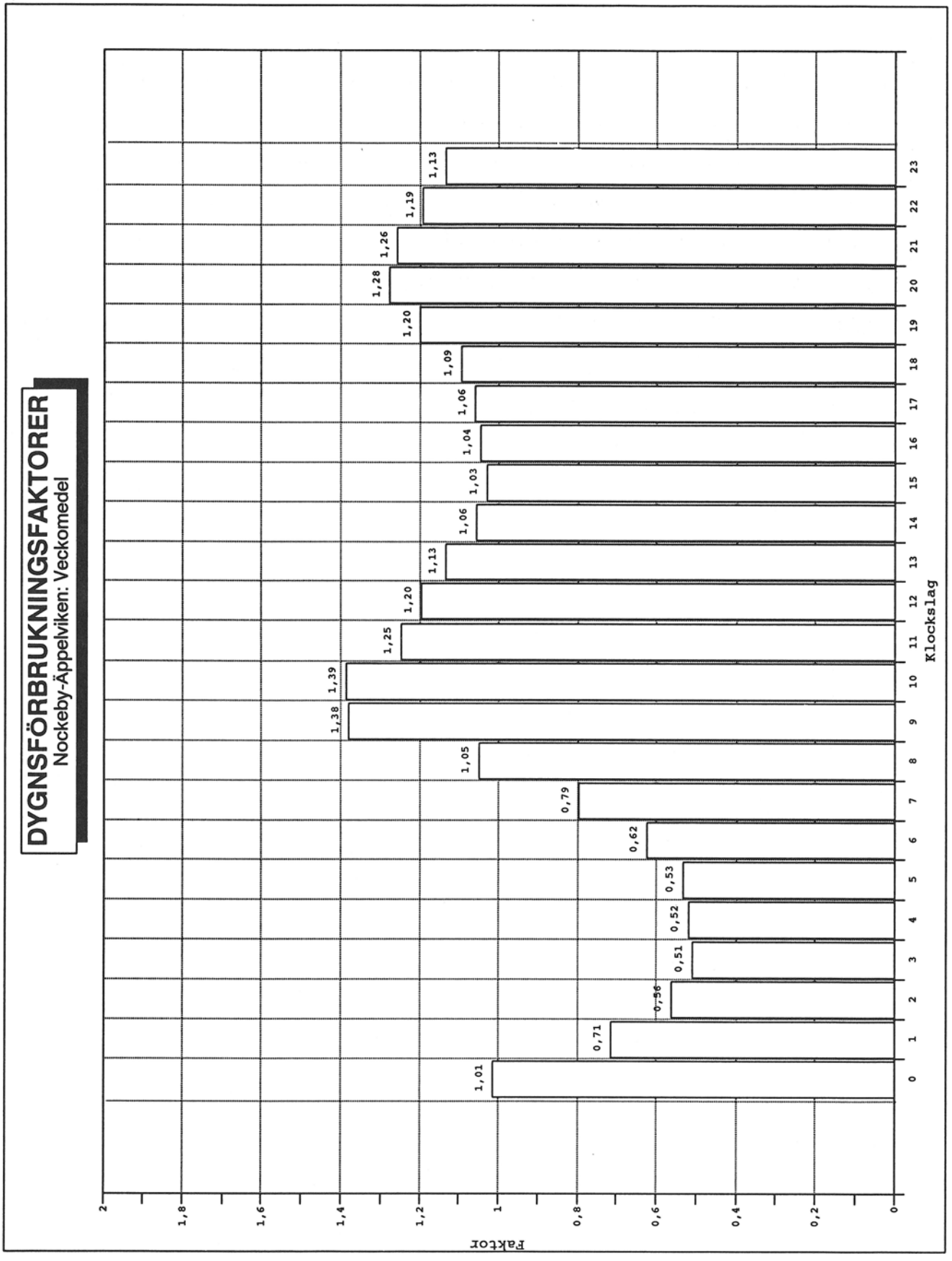
Bilaga 3:1


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Fredhäll: Veckomedel
Faktor
Klockslag
0.53
0.41
0.37
0.34
0.34
0.38
0.53
0.98
1.60
1.91
1.74
1.44
1.37
1.19
1.04
0.90
0.98
1.08
1.21
1.31
1.24
1.18
1.06
0.89

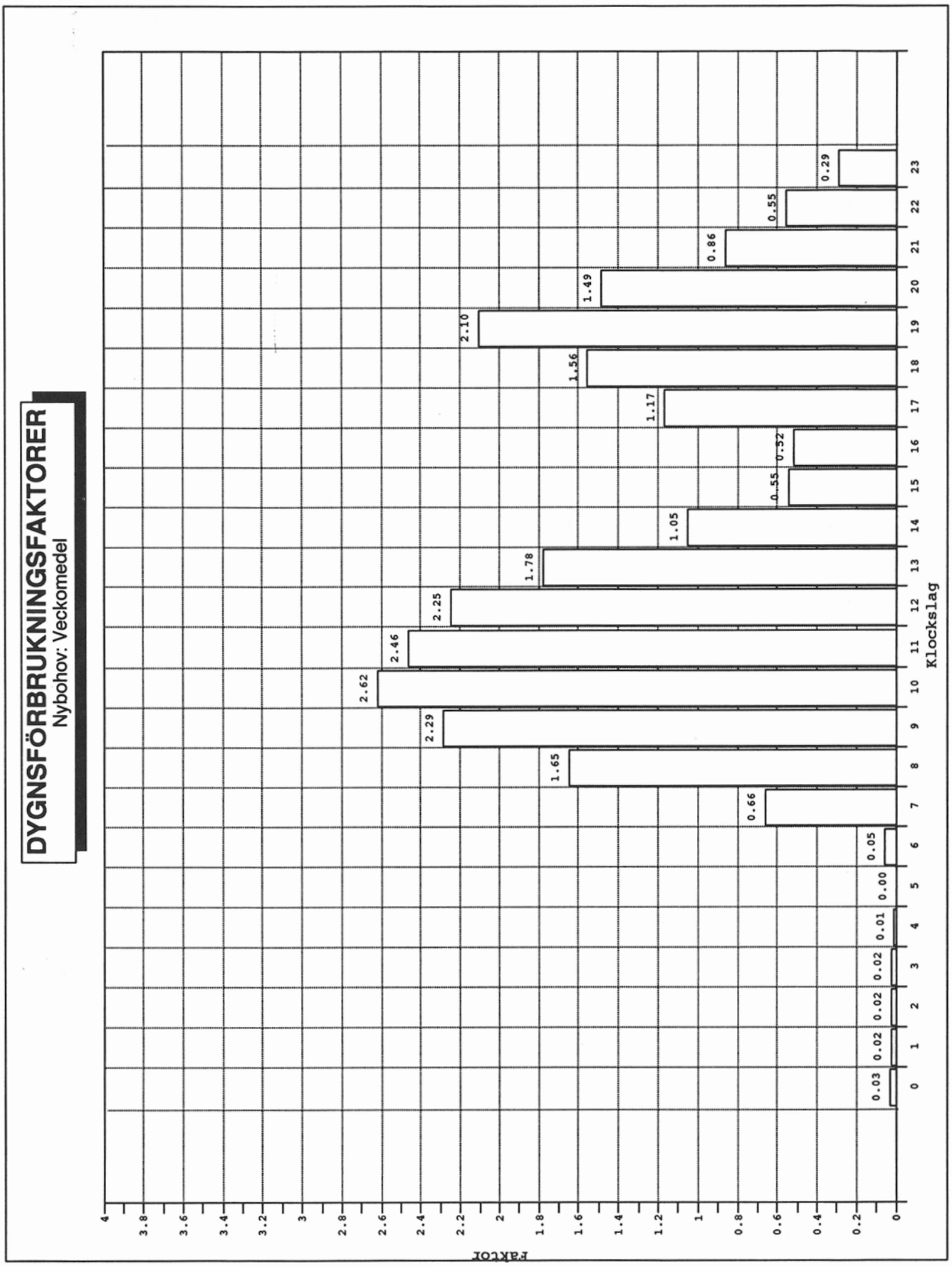
Bilaga 3:2


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Hässelby Villastad: Veckomedel
Faktor
Klockslag
0.67
0.47
0.33
0.30
0.29
0.31
0.50
1.36
1.44
1.36
1.13
1.12
1.14
1.12
1.01
0.97
1.01
1.14
1.34
1.51
1.55
1.50
1.36
1.05

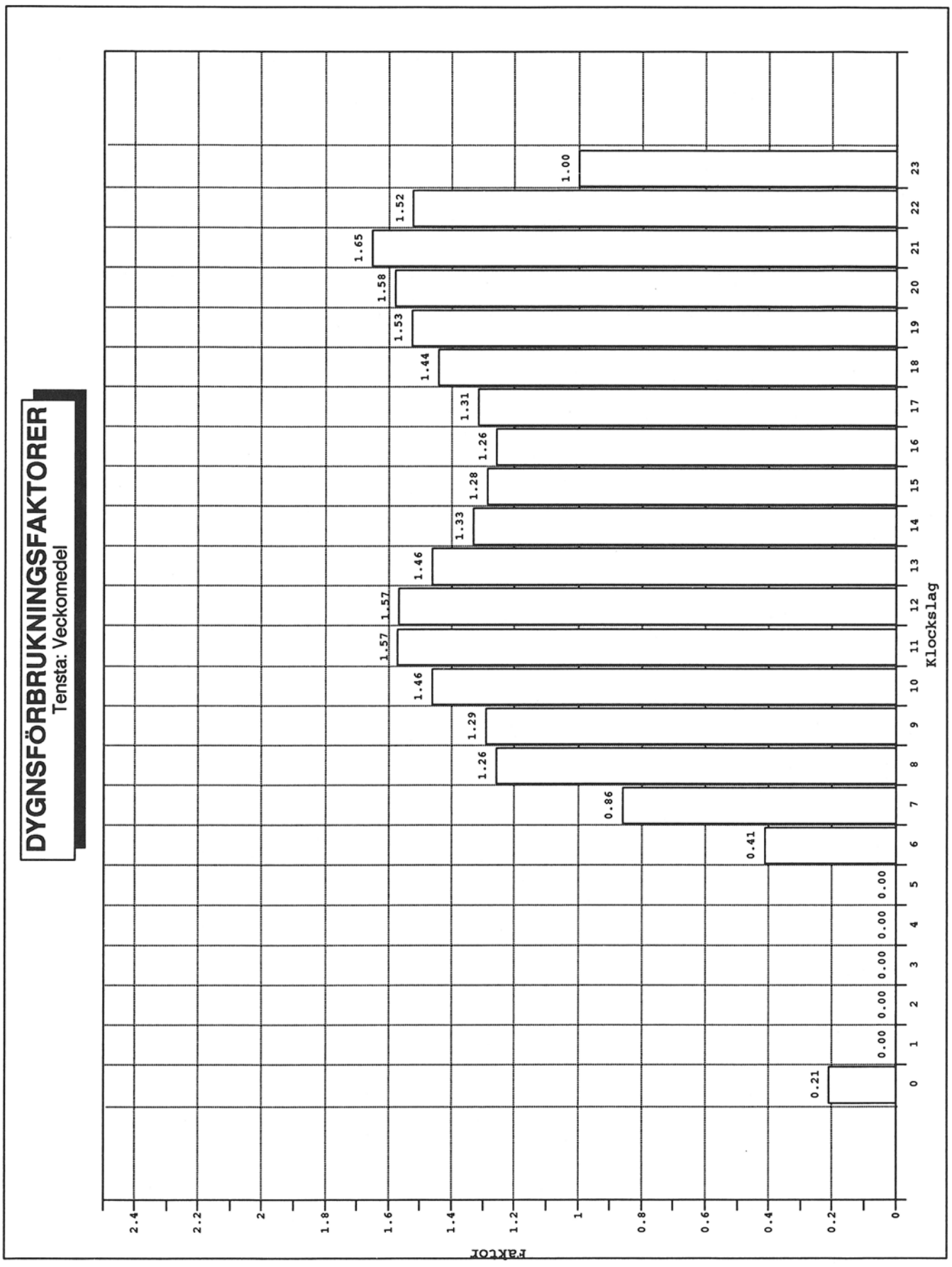
Bilaga 3:3

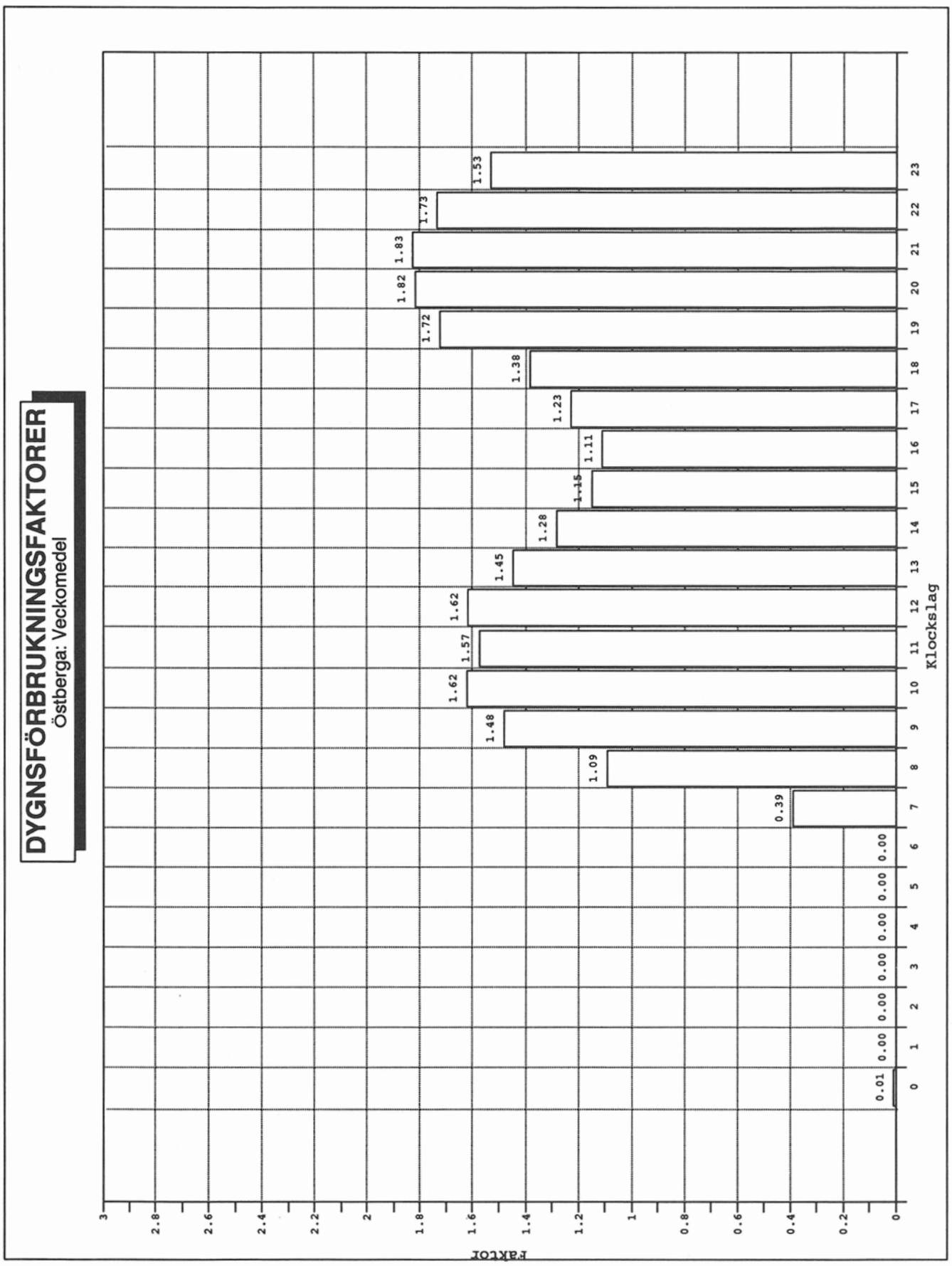

DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Nockeby-Äppelviken: Veckomedel
Faktor
Klockslag
0
0,2
0,4
0,6
0,8
1
1,2
1,4
1,6
1,8
2
1,01
0,71
0,56
0,51
0,52
0,53
0,62
0,79
1,05
1,38
1,39
1,25
1,20
1,13
1,06
1,03
1,04
1,06
1,09
1,20
1,28
1,26
1,19
1,13
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

Bilaga 3:4

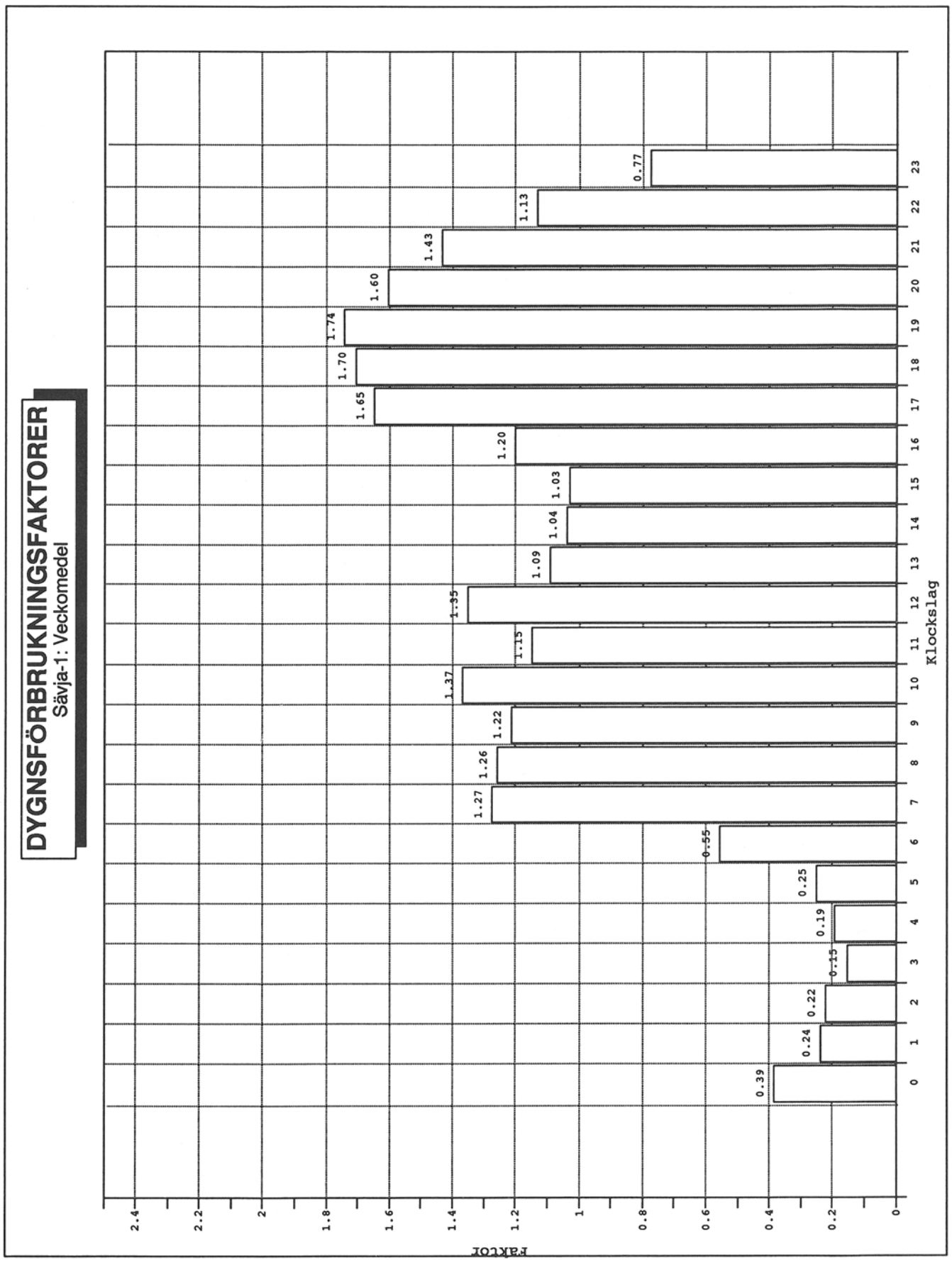

DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Nybohov: Veckomedel
Faktor
Klockslag
0.03
0.02
0.02
0.02
0.01
0.00
0.05
0.66
1.65
2.29
2.62
2.46
2.25
1.78
1.05
0.55
0.32
1.17
1.56
2.10
1.49
0.86
0.55
0.29

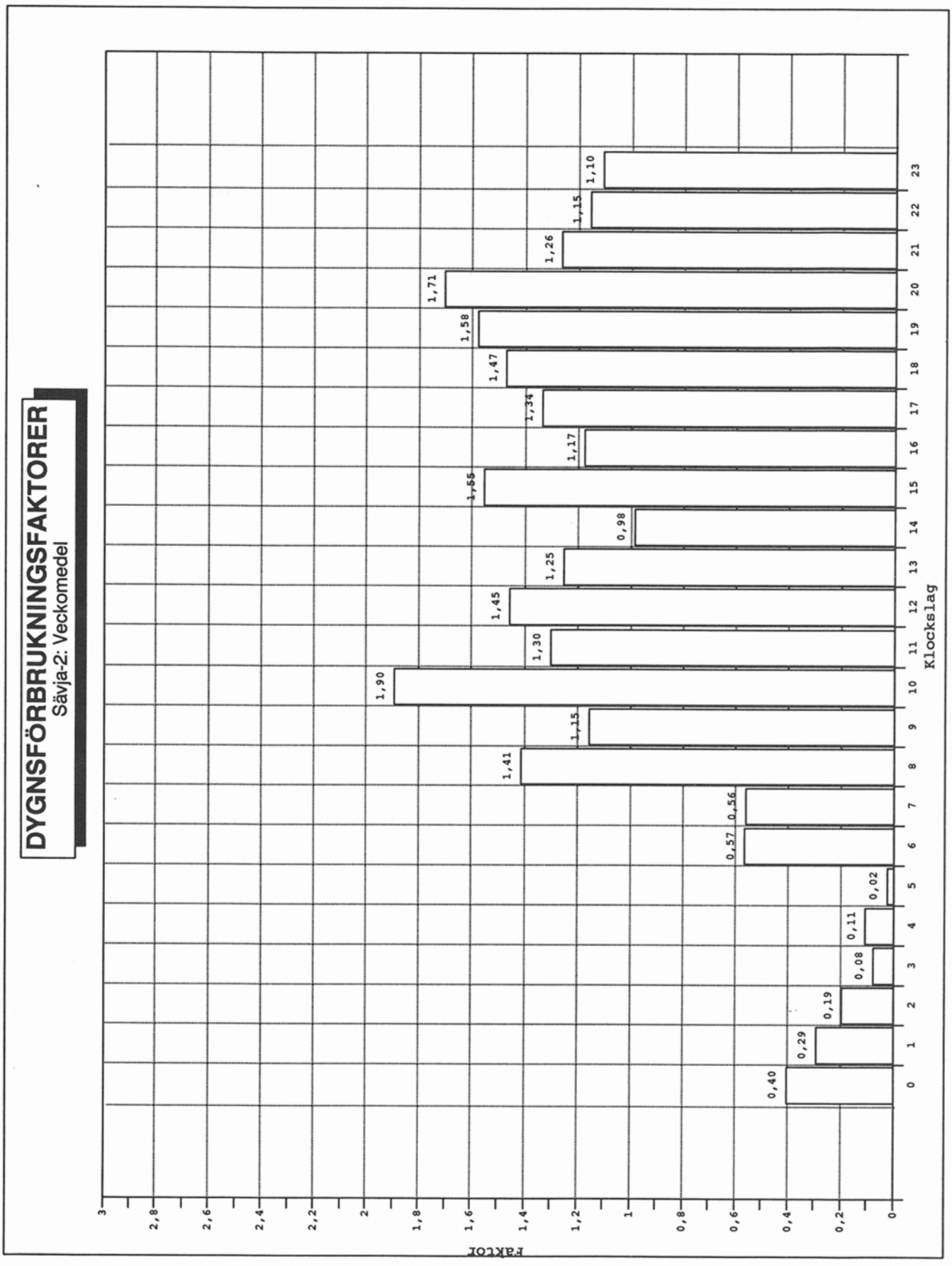
Bilaga 3:5

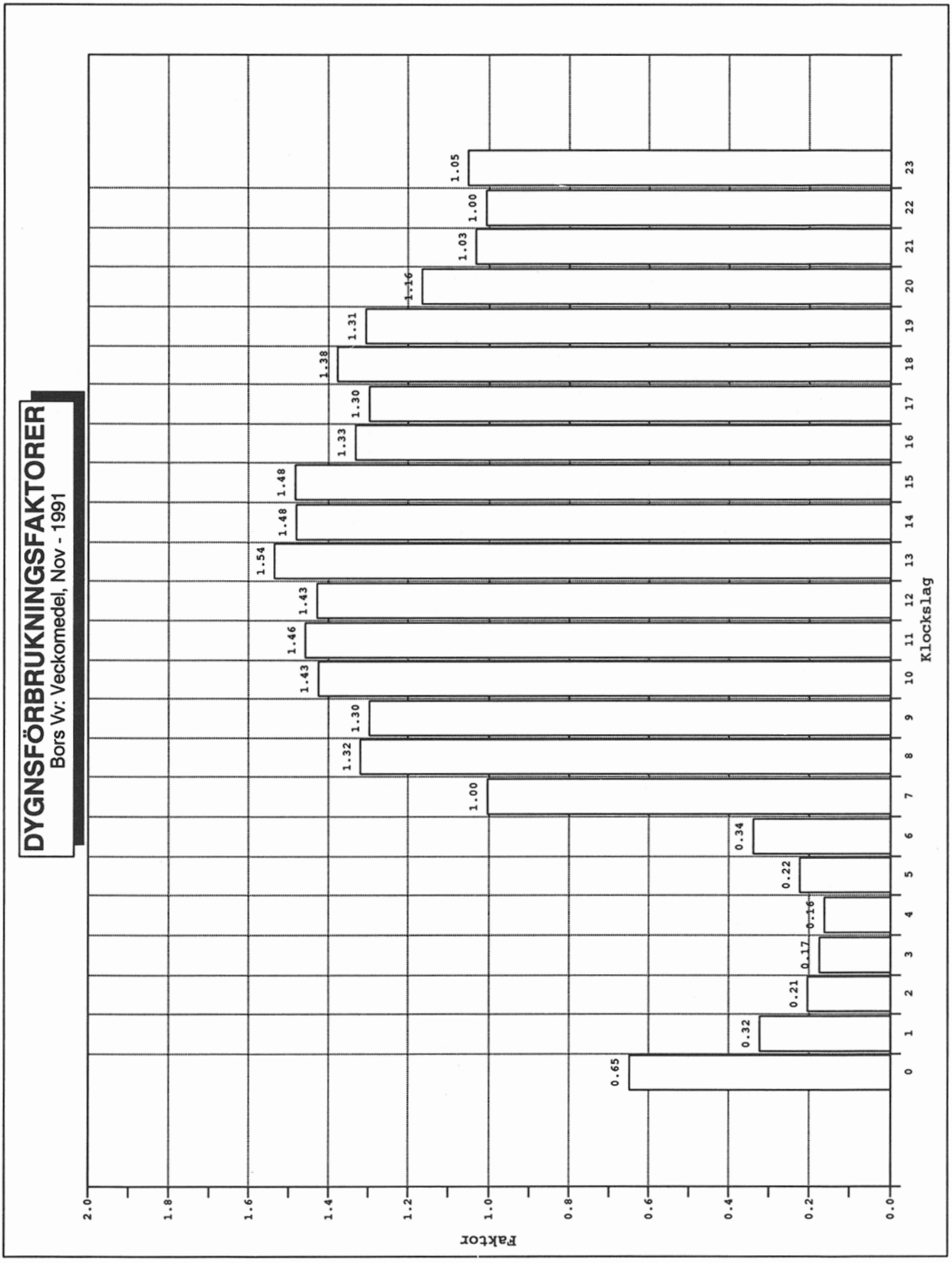

DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Tensta: Veckomedel
Faktor
Klockslag
0.21
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.41
0.86
1.26
1.29
1.46
1.57
1.57
1.46
1.33
1.28
1.26
1.31
1.44
1.53
1.58
1.65
1.52
1.00


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Östberga: Veckomedel
Faktor
Klockslag
0.01
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.39
1.09
1.48
1.62
1.57
1.62
1.45
1.28
1.15
1.11
1.23
1.38
1.72
1.82
1.83
1.73
1.53

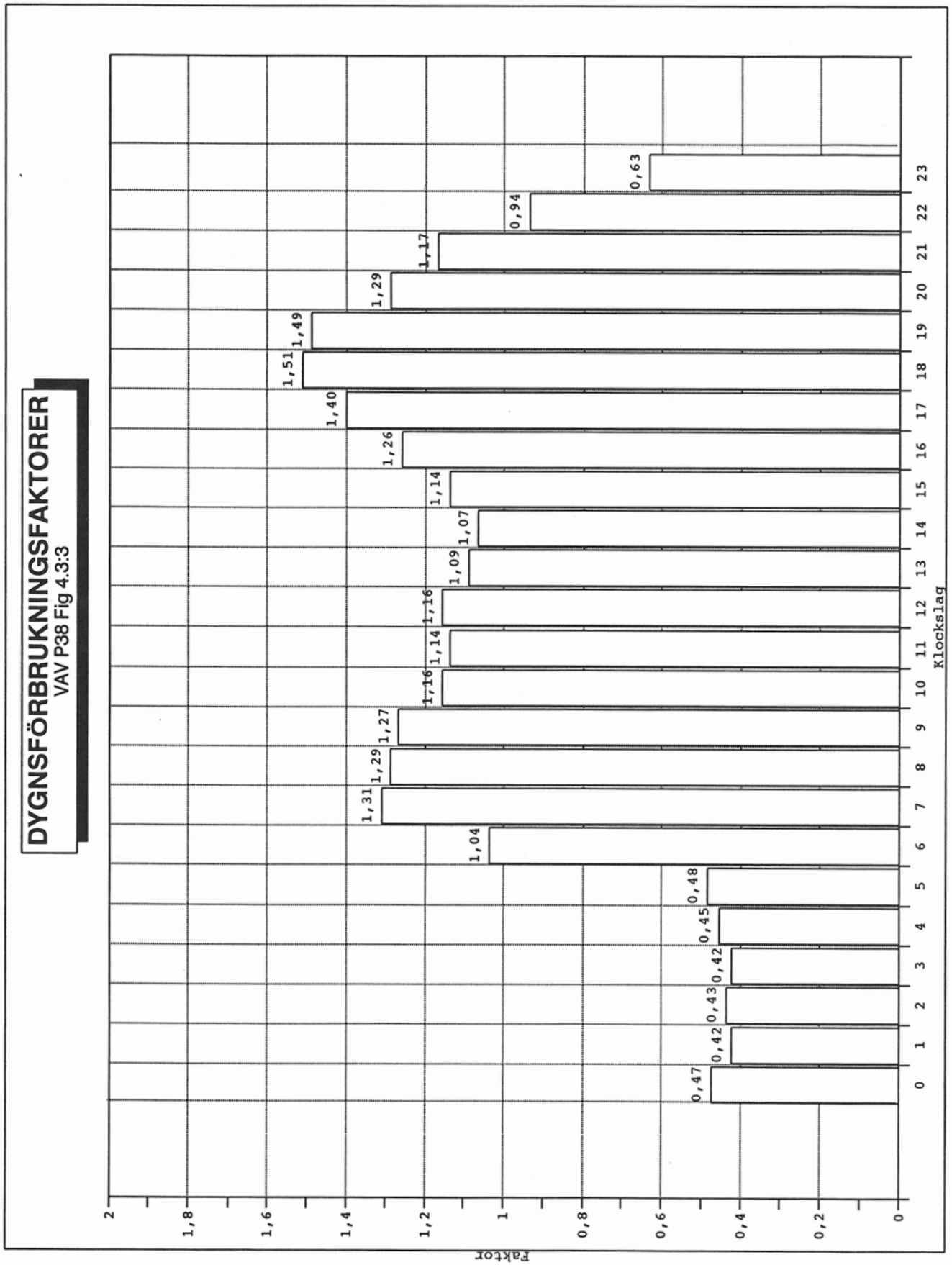
Bilaga 3:7


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Sävja-1: Veckomedel
Faktor
Klockslag
0.39
0.24
0.22
0.15
0.19
0.25
0.55
1.27
1.26
1.22
1.37
1.15
1.35
1.09
1.04
1.03
1.20
1.65
1.70
1.74
1.60
1.43
1.13
0.77

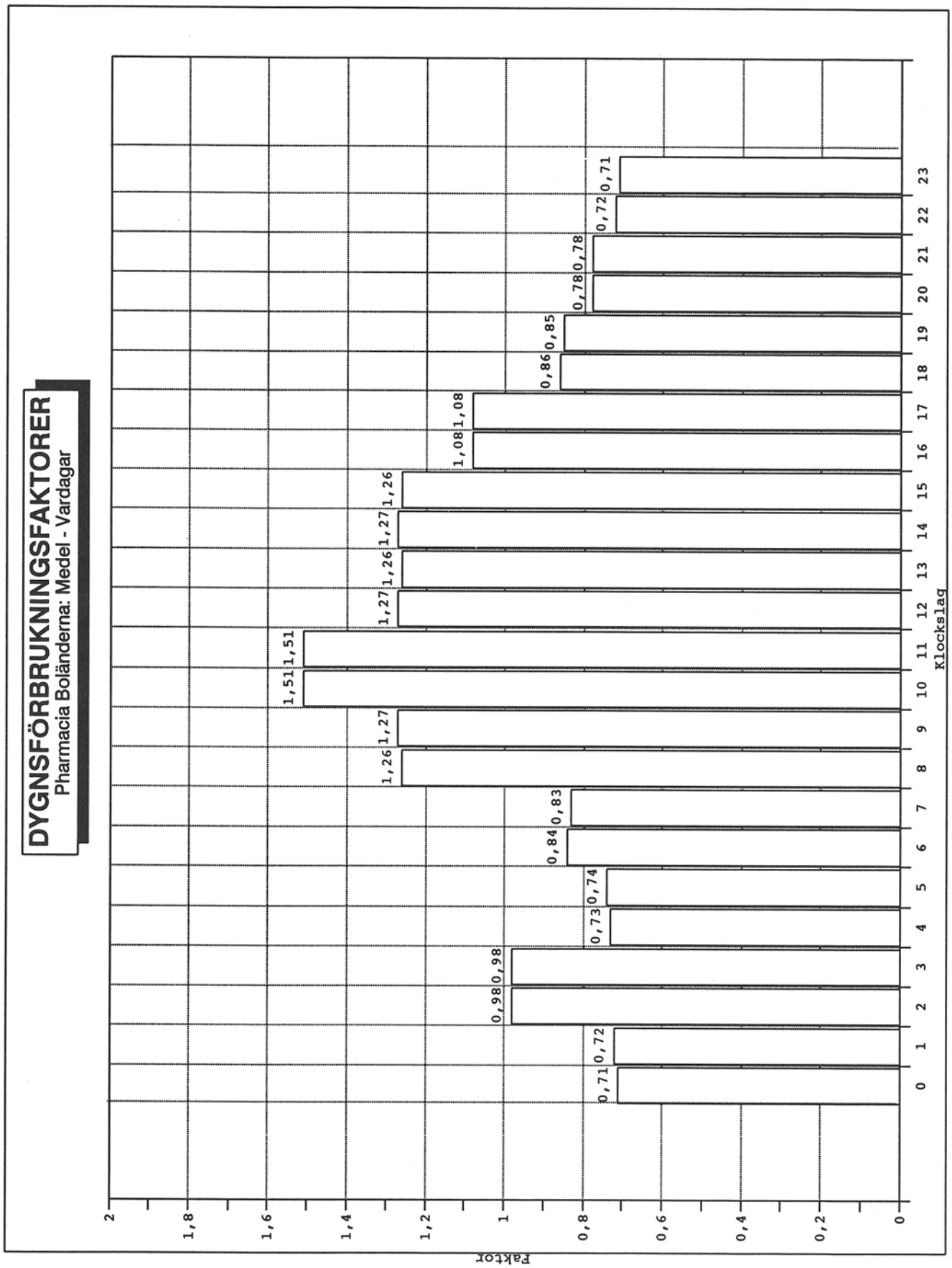

DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Sävja-2: Veckomedel
Faktor
Klockslag
0,40
0,29
0,19
0,08
0,11
0,02
0,57
0,56
1,41
1,15
1,90
1,30
1,45
1,25
0,98
1,55
1,17
1,34
1,47
1,58
1,71
1,26
1,15
1,10


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Bors Vv: Veckomedel, Nov - 1991
Faktor
Klockslag
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
0.65 0.32 0.21 0.17 0.16 0.22 0.34 1.00 1.32 1.30 1.43 1.46 1.43 1.54 1.48 1.48 1.33 1.30 1.38 1.31 1.16 1.03 1.00 1.05

Bilaga 3:10

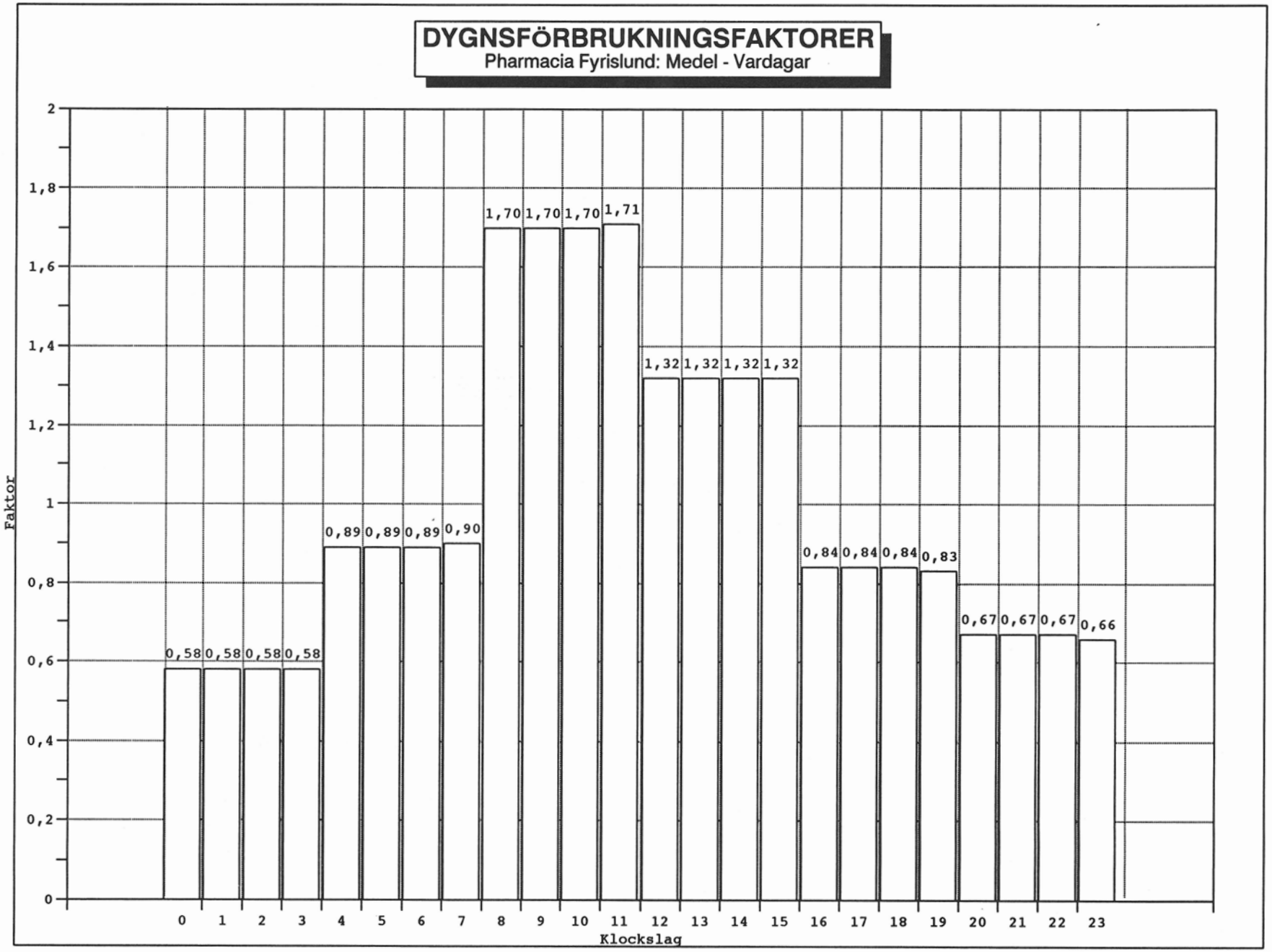

DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
VAV P38 Fig 4.3:3
Faktor
Klockslag
0,47
0,42
0,43
0,42
0,45
0,48
1,04
1,31
1,29
1,27
1,16
1,14
1,16
1,09
1,07
1,14
1,26
1,40
1,51
1,49
1,29
1,17
0,94
0,63

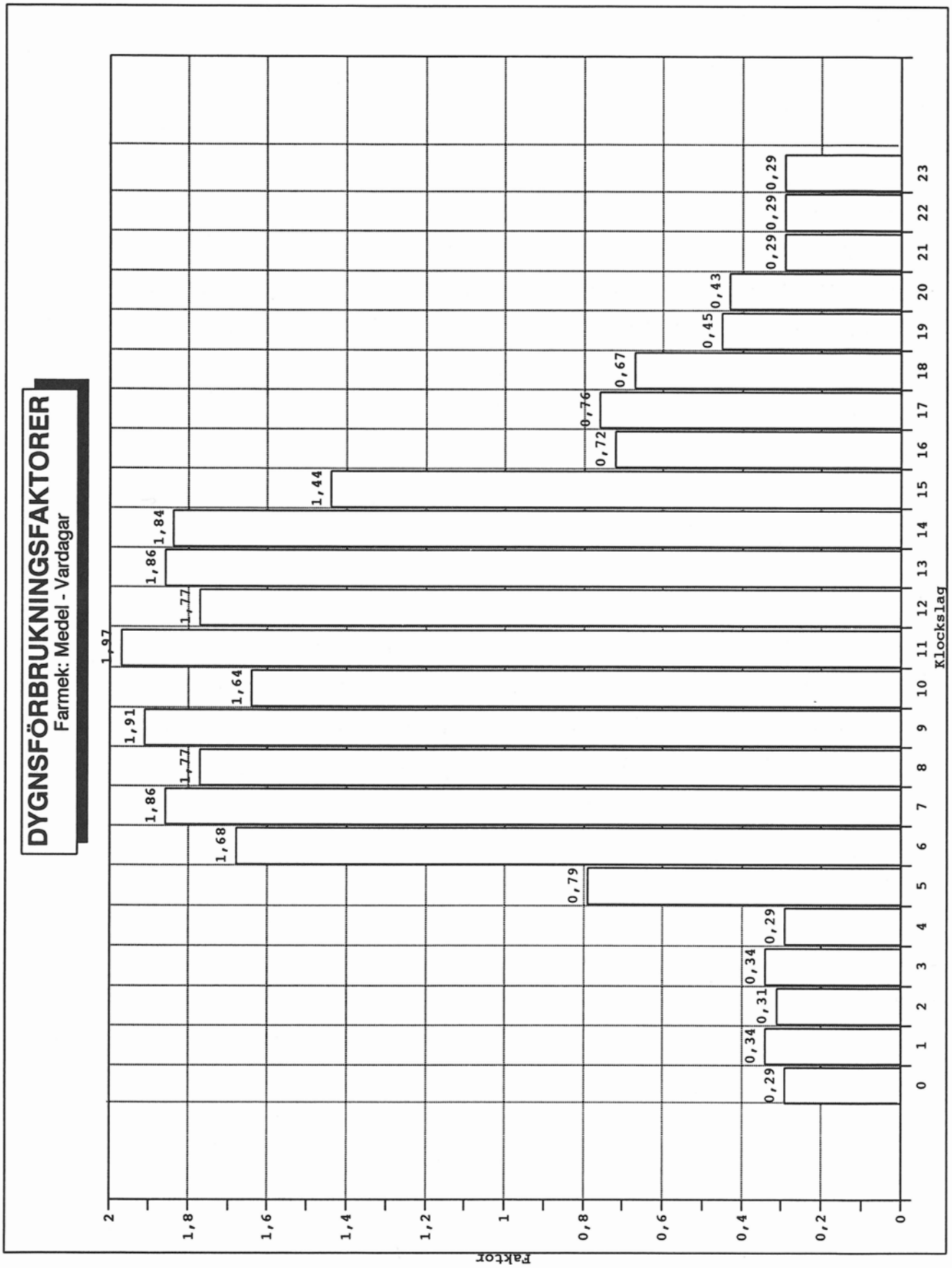
Bilaga 4:1


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Pharmacia Boländerna: Medel - Vardagar
Faktor
Klockslag
0,71 0,72 0,98 0,98 0,73 0,74 0,84 0,83 1,26 1,27 1,51 1,51 1,27 1,26 1,27 1,26 1,08 1,08 0,86 0,85 0,78 0,78 0,72 0,71

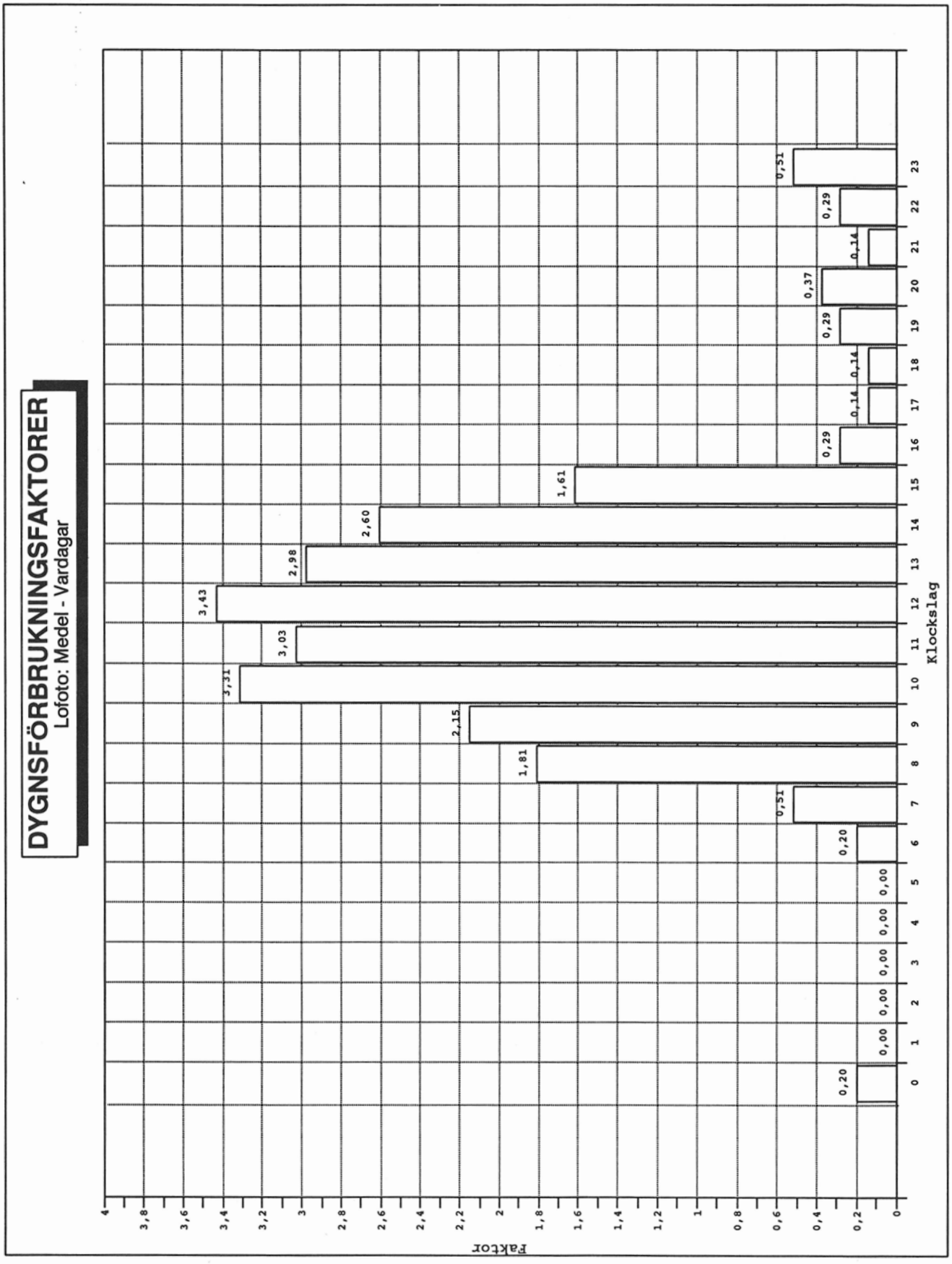
Bilaga 5:1

Bilaga 5:2

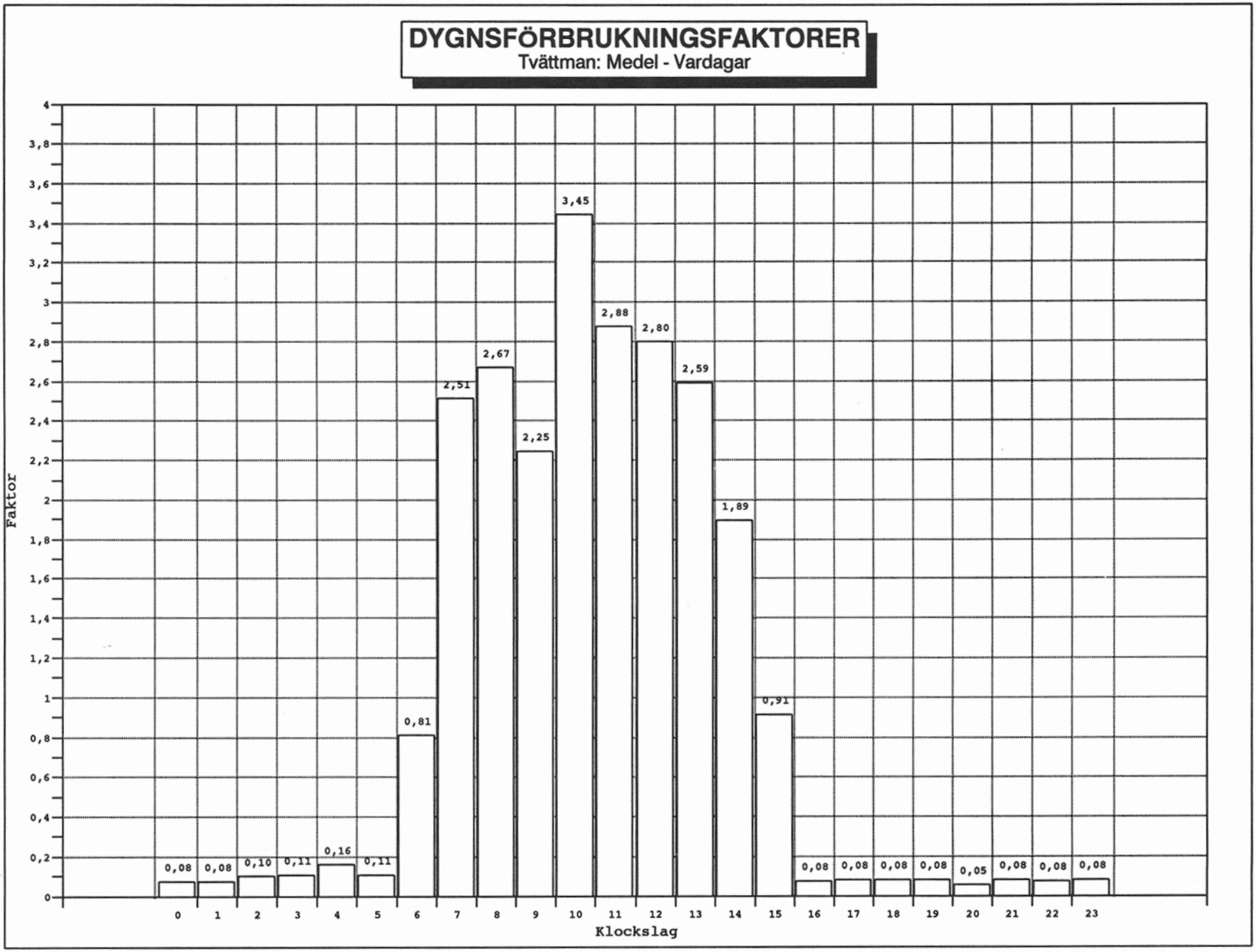

DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Pharmacia Fyrislund: Medel - Vardagar
Faktor
Klockslag
0,58 0,58 0,58 0,58
0,89 0,89 0,89 0,90
1,70 1,70 1,70 1,71
1,32 1,32 1,32 1,32
0,84 0,84 0,84 0,83
0,67 0,67 0,67 0,66


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Farmek: Medel - Vardagar
Faktor
Klockslag
0,29
0,34
0,31
0,34
0,29
0,79
1,68
1,86
1,77
1,91
1,64
1,97
1,77
1,86
1,84
1,44
0,72
0,76
0,67
0,45
0,43
0,29
0,29
0,29

Bilaga 5:3


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Lofoto: Medel - Vardagar
Faktor
Klockslag
0,20
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,20
0,51
1,81
2,15
3,31
3,03
3,43
2,98
2,60
1,61
0,29
0,14
0,14
0,29
0,37
0,14
0,29
0,51

Bilaga 5:4


DYGNSFÖRBRUKNINGSFAKTORER
Tvättman: Medel - Vardagar
Faktor
Klockslag
0,08
0,08
0,10
0,11
0,16
0,11
0,81
2,51
2,67
2,25
3,45
2,88
2,80
2,59
1,89
0,91
0,08
0,08
0,08
0,08
0,05
0,08
0,08
0,08

Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien – 1994-05-25

1992-01 Hydraulisk analys av vattenledningsnät, *Lennart Andersson*
1992-02 Samverkan mellan avloppsnät och reningsverk, *Claes Hernebring*
1992-03 Lukt- och smakstörningar i dricksvatten, *Kjell Kihlberg, Roger Sävenhed*
1992-04 Artificial Groundwater Recharge – State of the Art, *Cristina Frycklund*
1992-05 Analysmetod för klordioxid, klorit och klorat, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
1992-06 Undersökning av förfilter för järn- och manganreduktion vid dricksvattenrening, *Tibor Nemeth, Åke Elgemark*
1992-07 Inventering av datorbaserade system för övervakning och styrning inom kommunal teknik, *Bengt Zagerholm*
1992-08 Bräddning – Problemets omfattning i svenska tätorter, *Mats Andreason, Johan Larsson*
1992-09 Lokal dagvattenhantering — Erfarenheter från några anläggningar i drift, *Eva Jansson, Bo Lind, Björn Malbert*
1992-10 PRISEK Prioritering Samhällskonsekvenser Ekonomi – Ekonomisk modell och systematisk effektredovisning för värdering och prioritering av va-åtgärder, *Bertil Gustafsson, Gilbert Svensson*
1992-11 Konditionsstabilitet hos avloppsledningar av betong, *Viveka Lidström*
1992-12 Skadefall på nylagda betongledningar, *Ann-Christin Sundahl*
1992-13 Konstgjord grundvattenbildning, *Bertil Sundlöf, Lars Kronqvist*
1992-14 Trädrötter och ledningar, *Örjan Ståhl*
1992-15 Naturliga system för avloppsrening och resursutnyttjande i tempererat klimat, *HB Wittgren, Kenth Hasselgren*
1992-16 Vattenboken – En bok för mellanstadiet om vårt svenska vatten, *Accurat Information AB, VAV*
1992-17 Vattenboken – Lärarboken, *Accurat Information AB, VAV*
1992-18 Utvärdering av VA-FORSK, *Björn Svedinger*
1992-19 Hårdgöring av dricksvatten med krita-kolsyra – ett alternativ till kalk-kolsyra, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
1993-01 Alternativ va-teknik – Exempelsamling, *Per-Arne Malmqvist, Agneta Samuelsson*
1993-02 Luft- och sedimentansamlingar i tryckledningar – Inledande studie, *Lennart Jönsson*
1993-03 Algtoxiner i dricksvatten – en undersökning vid två svenska vattenverk samt litteraturstudie, *Heléne Annadotter*
1993-04 Simulering av hydrologin inom urbana områden. Metodikmanual – MouseNAM, *Lars-Göran Gustafsson*
1993-05 Användning av klordioxid — Reaktorstudier och halter i distributionssystemet vid nio vattenverk, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
1993-06 Slamspridning på åkermark, *Per-Göran Andersson, Peter Nilsson*
1993-07 Analys av tillförselgrad till avloppsverk — svårigheter och möjligheter. Tillämpning på tillrinningen till Tivoliverket i Sundsvall, *Claes Hernebring*
1993-08 Indirekt nederbördspåverkan i spillvattensystem, *Hans Bäckman, Björn Marklund, Rune Olsson, Bengt-Lennart Peterson, Tore Wästlin*
1993-09 Franska va-driftentreprenader, *Lise-Lotte Nilsson*
1993-10 Generell kravspecifikation för styr- och övervakningssystem, *Bengt Zagerholm*
1993-11 Va på entreprenad, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*
1993-12 Renovering av avloppsledningar. Riktlinjer för dokumentering och kvalitetskontroll, *Bjorn Borstad, Inge Faldager, Thomas Johansson*
1993-13 Simulering av vattenledningsnät med Piccolo — en utvärdering, *Krister Törneke*
1993-14 Drömmen om att allt ska förbli som det var — några reflexioner om konkurrens och strategeier för förändring inom va-branschen, *Lennart Hansson, Ola Mattisson*
1993-15 Kostnader för drift av avloppsreningsverk, *Peter Balmér, Bengt Mattsson*
1993-16 Rötkammares förmåga att bryta ned organiska föreningar i slam, *Hans Ring*
1994-01 Va-ledningars kondition, *Peter Stahre, Ann-Christin Sundahl, Viveka Lidström*
1994-02 Tillämpning av kvicksilverfri COD-analys inom va-tekniken, *Evy Axén, Gregory M Morrison*
1994-03 Drifterfarenheter med biologisk kvävereduktion, *Magnus Emanuelsson*
1994-04 Bestämning av nitrat i kommunalt avloppsvatten — en metod lämpad för automatiserad övervakning och kontroll, *Christer Björklund, Bo Karlberg, Mikael Karlsson*
1994-05 Vattenförbrukningens dygnsvariation, *Lars Nikell*
1994-06 Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling — en kunskaps- och erfarenhetsstudie, *Thomas Larm*
1994-07 Svavelväteproblem i avloppsledningar — praktiska drifterfarenheter och tillämpbara anvisningar, *Anders Ledskog, Sven-Gunnar Larsson, Bo-Göran Lindqvist*

Övrig Publicering

Video Vatten och Avlopp för låg- och mellanstadiet
Påverkan på vattenkvaliteten i Stångån för utsläpp inom Linköpings tätort, Stadsb 2, 1991
Plats för regn. VA-FORSK och MOVIUM, 1990
Klororganiska föreningar från disk- och blekmedel. Naturvårdsverket Rapport 4009, 1992
Kartläggning av förekomsten av legionella i svenska vattensystem, Byggforskningsrådet R9:1993
Förbättrad behandlingsteknik för tvättvatten från bilvårdsanläggningar, IVL B 1093
Grundvatten — teori och tillämpning, Svensk Byggtjänst, 1993
Teknisk service i Europa, Svenska Kommunförbundet, 1993