บรรณานุกรม

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช และศิรชันทร์ ทองประเสริฐ. การวิจัยดำเนินงาน เล่มที่ 1 กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช และศิรชันทร์ ทองประเสริฐ. การวิจัยดำเนินงาน เล่มที่ 2 กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522

อนันต์ ศรีโสภา. สถิติเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2521

Eliezer Naddor. Inventory Systems. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1965.

Frederick S. Hillier and Gerald J. Lieberman. Introduction to Opertions Research. San Francisco: Holden - Day Inc., 1965

Ronald E. Walpole. Introduction to Statistics. New York: The Macmillan Company, 1968

ภาคผนวก

ผนวก ก.

ทฤษฎีเกี่ยวข้องในการวิจัย

ตัวแปรเชิงสุ่ม (Random Variable)

ผลที่ได้จากการทดลองหรือ Outcome ของการทดลองใด ๆ ย่อมประกอบเป็นเซ็ทหรือเรียกว่า Sample Space บางครั้งก็ไม่ต้องการทราบรายละเอียดของ Sample Point ทั้งหมด แต่ต้องการทราบเพียงจำนวนบางอย่างใน Sample Space เท่านั้น อาทิเช่นในการโยนเหรียญเงินหนึ่ง 3 ครั้ง Sample Space เองการโยนเหรียญนี้ประกอบด้วย 8 Sample Point แต่ต้องการทราบเพียงจำนวนของหัวที่เกิดขึ้นเท่านั้น ดังนั้น Sample Pointของการโยนเหรียญที่จะได้หัว จึงประกอบด้วยตัวเลข 0,1,2 หรือ 3 คือจำนวนที่ไม่ได้หัวเลย ได้หัว 1 หัว ได้หัว 2 หัว หรือได้ 3 หัว จำนวน 0,1,2 และ 3 นี้เรียกว่า Random Variable จะต้องเป็นเลขจำนวนจริง(Real) จากตัวอย่างจะเห็นได้ว่า Random Variable คือฟังก์ชั่นซึ่งมีค่าเป็นจำนวนจริง (Real) ที่ได้พิจารณา Sample Point แต่ละอันใน Sample Space โดยทั่วไปใช้ X แทน Random-Variable และ x แทนค่าของมัน นั่นคือ X เป็นเหตุการณ์ที่เป็นเซ็ทย่อยของ Sample Space นั่นเอง

โดยทั่วไปแล้วการแจกแจงความน่าจะเป็นของ Sample Space มีลักษณะการแจกแจงของความน่าจะเป็นไม่เหมือนกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ผู้สนใจจะศึกษา และนอกจากนี้ก็ยังขึ้นอยู่กับของการ Observation ที่เกี่ยวข้องและขนาดของตัวอย่างที่สุ่มมาอีกด้วย ฟังก์ชั่นซึ่งแสดงตัวแปรเชิงสุ่มจะเป็นค่าเท่าใด มีความน่าจะเป็นเท่าใด เราเรียกว่าฟังก์ชั่นของการแผ่กระจายของความน่าจะเป็น (Probability Distribution Function)ของตัวแปรเชิงสุ่มนั้น ซึ่งแบ่งออกได้หลายชนิด เช่น Uniform Distribution,Binomial Distribution ,Multinomial Distribution,Hypergeometric Distribution,Poisson Distribution ,Negative Distribution,Geometric Distribution,Normal Distribution,T.-Distribution,F. Distribution และChi-square Distribution เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าว

เฉพาะ Uniform Distribution และ Poisson Distribution เท่านั้น

Uniform distribution

ถ้าsample space ของ random variable X คือS = $x_1, x_2 \ldots\ldots x_k$ ซึ่ง random variable แต่ละตัวมีค่าความน่าจะเป็นที่ปรากฏขึ้นเท่า ๆ กัน เรียก random variable นี้ว่า มีการแจกแจงแบบ uniform distribution เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ดังนี้

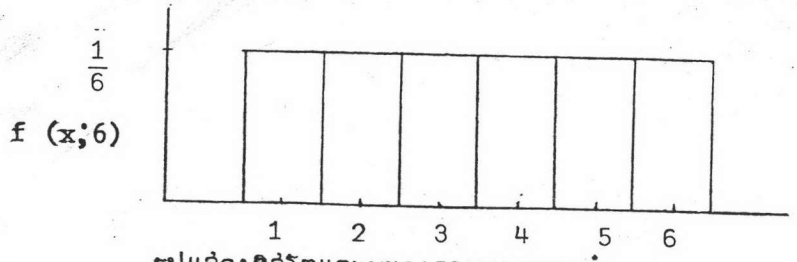
$$f(x;k) = \frac{1}{k} \quad x = x_1, x_2 \ldots\ldots x_k$$

เมื่อ k เป็นค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจง

ตัวอย่าง การทอดลูกเต๋าหนึ่งลูก ซึ่ง sample space ประกอบด้วย 1,2,3,4,5 และ 6 แต่ละ sample point มีความน่าจะเป็นที่ปรากฏขึ้นเท่ากับ $\frac{1}{6}$ ดังนั้นจะได้ uniform distribution ดังนี้

$$f(x;6) = \frac{1}{6} \quad x = 1,2,3,4,5,6$$

อนึ่ง ถ้าจะเขียน uniform distribution ในลักษณะของฮิสโตแกรม ก็จะได้ชุดของสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความสูงเท่ากัน ดังนี้



รูปแสดงฮิสโตแกรมของการทอดลูกเต๋า

ตัวอย่าง จงหา uniform distribution ของการเลือกคณะกรรมการ 3 คน จากสมาชิกสภาผู้แทนราษฎร 6 คน แบบสุ่ม .

วิธีทำ จำนวนคณะกรรมการ 3 คน ที่เลือกจากสมาชิกสภาผู้แทนราษฎร 6 คน = $\binom{6}{3} = 20$ คณะ

$$S = \{G_1, G_2 \ldots\ldots G_{20}\}$$

ซึ่งแต่ละคนมีความน่าจะเป็นที่จะได้รับเลือกเท่ากัน

ดังนั้น การแจกแจงของคณะต่าง ๆ เป็นแบบ uniform distribution

$\therefore f(x; 20) = \frac{1}{20}$ $x = 1,2.....20$

นั่นคือถ้าคณะที่ 15 หรือ G_{15} ถูกเลือก จะมีความน่าจะเป็นเท่ากับ

$P(G_{15}) = P(X=15) = f(15;20) = \frac{1}{20}$

Poisson distribution

random variable X ของการทดลองใด ๆ จำนวนของ success ที่ปรากฏขึ้นในช่วงเวลาหรือบริเวณที่กำหนดให้ เรียกว่าเป็น Poisson experiment ช่วงเวลาที่กำหนดให้อาจเป็นนาที วัน สัปดาห์ เดือน ปี หรือช่วงเวลาใด ๆ ก็ได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าเราให้ random variable X แทนจำนวนครั้งที่รับโทรศัพท์ในช่วงเวลาหนึ่งชั่วโมงของพนักงานรับโทรศัพท์แห่งหนึ่ง หรือแทนจำนวนครั้งที่ยับรถผิดกฎจราจรที่สี่แยกราชเทวีในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ฯลฯ เป็นต้น ถือว่าเป็น Poisson experiment ทั้งสิ้น ส่วนในบริเวณที่กำหนดให้นั้นอาจเป็นส่วนของเส้นตรง ส่วนของพื้นที่ ปริมาตร หรือส่วนของวัตถุก็ได้ อาทิเช่น random variable X อาจแทนจำนวนแห่งที่พิมพ์ผิดต่อหน้าก็ได้

โดยทั่วไป Poisson experiment จะมีคุณลักษณะดังนี้

1. เราทราบค่าเฉลี่ย μ ของ Success ที่ปรากฏขึ้นในช่วงเวลาหนึ่งหรือบริเวณหนึ่งที่กำหนดให้

2. ความน่าจะเป็นของแต่ละ success ที่ประกฏขึ้นในช่วงเวลา หรือบริเวณที่เล็กๆ ย่อมเป็นสัดส่วนกับช่วงเวลา หรือขนาดของบริเวณ แต่ไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนของ success ที่ปรากฏขึ้นภายนอกช่วงเวลา หรือภายนอกบริเวณที่กำหนดให้

3. ความน่าจะเป็นของ success ที่มากกว่าหนึ่ง success ขึ้นไป ในช่วงเวลาสั้นๆ หรือบริเวณแคบๆ

จำนวน successหรือ Xใน Poisson experiment เรียกว่า Poisson random variable และการแจกแจงความน่าจะเป็นของ Poisson variable X เรียกว่า Poisson distribution เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $p(x; \mu)$ ซึ่งขึ้นอยู่กับ u ค่าu นี้เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวน

success ที่ปรากฏขึ้นในช่วงเวลาหรือช่วงบริเวณที่กำหนดให้ และเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$p(x;\mu) = \frac{e^{-\mu}\mu^{x}}{x!} \quad x = 0,1,2,.....$$

เมื่อ $= 2.71828.....$

ตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่โรงเรียนอาชีวศึกษาปิดเนื่องจากนักเรียนยกพวกตีกันเมื่อเทอมที่ล่องเท่ากับ 4 วัน จงหาความน่าจะเป็นที่โรงเรียนอาชีวศึกษาจะปิด 6 วัน ในเทอมที่ล่องของปีต่อไป

วิธีทำ $$p(x;u) = \frac{e^{-\mu}\mu^{x}}{x!} \quad x = 0,1,2,.....$$

$x = 6,\ \mu = 4$

$$p(6;4) = \frac{e^{-4}4^{6}}{6!} = \sum_{x=0}^{6} p(x;4) - \sum_{x=0}^{5} p(x;4)$$

$$= 0.8893 - 0.7851$$

$$= 0.1042$$

ตัวอย่าง จำนวนเฉลี่ยของตั๊กแตนต่อพื้นที่ 1 ตารางวาในเนื้อที่ 5 ตารางวาเท่ากับ 10 ตัว จงหาความน่าจะเป็นของตั๊กแตนต่อพื้นที่น้า 1 ตารางวา

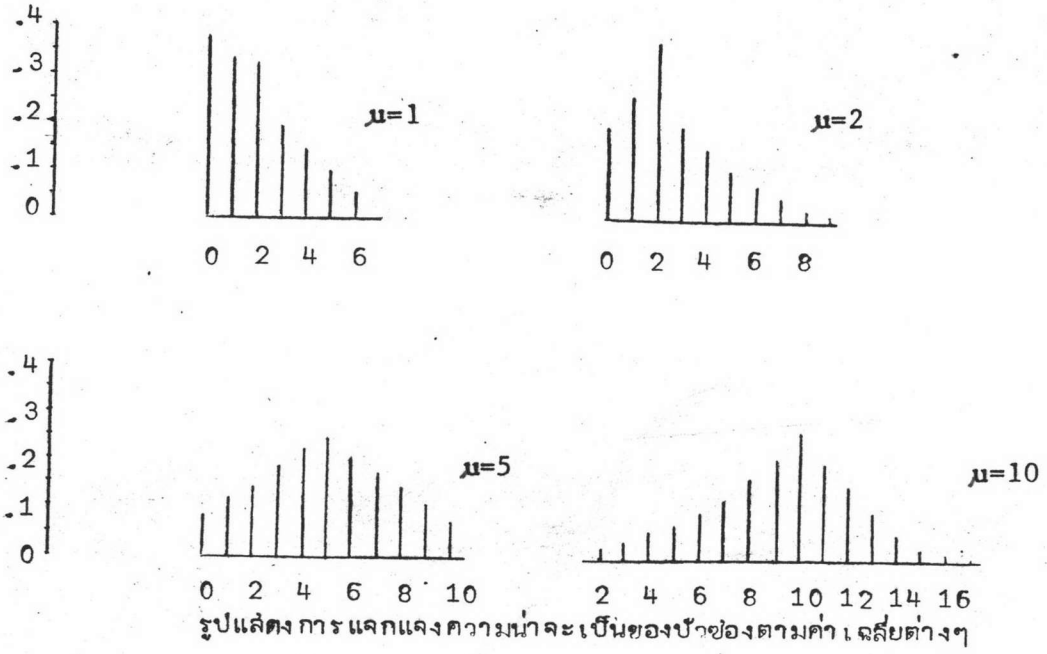
$$p(X > 15) = 1 - P(X \leqslant 15)$$

$$= 1 - \sum_{x=0}^{15} p(x;10)$$

$$= 1 - 0.9513$$

$$= 0.0487$$

คุณลักษณะของการแจกแจงแบบปัวซองที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ได้แก่ความปรปรวนของ Poisson distribution มีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ย นั่นคือค่าเฉลี่ย $= \mu$ และความแปรปรวน $= \mu$



รูปแสดงการแจกแจงความน่าจะเป็นของบัวซ่องตามค่าเฉลี่ยต่างๆ

จากรูปเราจะเห็นว่าเมื่อค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น การแจกแจงความน่าจะเป็นของบัวซ่องจะมีลักษณะใกล้กับการแจกแจงแบบปกติมากขึ้น

ตัวอย่าง สมมติว่าค่าเฉลี่ย 1 คน ของประชากร 1000 คน เป็นโรคพิษสุราเรื้อรัง จงหาความน่าจะเป็นที่สุ่มประชากรมา 8000 คน จะเป็นโรคพิษสุราเรื้อรังน้อยกว่า 7 คน

วิธีทำ โจทย์แบบนี้อยู่ในลักษณะ binomial experiment ที่มี n = 8000 และ p=.001

เนื่องจาก p มีค่าน้อยมากเกือบจะเป็น 0

และ n มีค่าใหญ่มาก

เราอาจแก้โดยอาศัย Poisson experiment ได้โดยใช้ u = (8000) (.001)=8

ถ้า X แทนจำนวนคนที่เป็นโรคพิษสุราเรื้อรัง

$$\overline{P}\ (X < 7) = \sum_{x=0}^{6} b(x;8000,\ .001)$$

$$\sum_{x=0}^{6} p\ (x;8) = 0.3134$$

Kolmogorov - Smirnov Goodness of Fit Test

Kolmogorov - Smirnov One Sample Test เป็นวิธีการทดสอบว่าข้อมูลมีการกระจายตามสมมติฐานที่ตั้งขึ้นไว้หรือไม่ โดยใช้ฟังก์ชันการแผ่กระจายความน่าจะเป็นแบบสะสม (Cumulative Distribution Function) ของความถี่ตามทฤษฎีของสมมติฐานนั้น มาเปรียบเทียบกัน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างฟังก์ชันการแผ่กระจายความน่าจะเป็นแบบสะสมขึ้นตามลักษณะของเส้นโค้ง (Curve)ที่เราตั้งสมมติฐานขึ้นมา เช่น เราตั้งสมมติฐานว่าข้อมูลของเราที่เก็บมาเป็นลักษณะเส้นโค้งของการแผ่กระจายแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution Curve) ซึ่งมีรูปแบบของฟังก์ชันการแผ่กระจายดังนี้

$$f(X;k) = \frac{1}{k} \text{ เมื่อ } X = x_1, x_2 \ldots\ldots\ldots x_k$$

$$F(X;k) = \sum_{i=1}^{x} \frac{1}{k_i}$$

2. คำนวณหาความน่าจะเป็น $f_n(X)$ และความน่าจะเป็นสะสม $F_n(X)$ ของข้อมูลที่เก็บมาได้

3. เปรียบเทียบค่า $\left| F(X,k) - F_n(X) \right|$ แล้วนำค่าที่มากที่สุดมาเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ในตารางของการตรวจสอบแบบ Kolmogorov - Smirnov

ถ้า $\max \left| F(X,k) - F_n(x) \right| > D_n^{\alpha}$

แสดงว่าไม่ยอมรับสมมติฐานที่ตั้งขึ้นด้วยระดับนัยสำคัญ α

ถ้า $\max \left| F(X,k) - F_n(X) \right| < D_n^{\alpha}$

แสดงว่ายอมรับสมมติฐานที่ตั้งขึ้นด้วยระดับนัยสำคัญ α

ภาคผนวก ข.

แสดงความต้องการในชิ้นส่วนอะไหล่ชนิดต่างๆที่จะทำการวิจัยในระยะ 3 ปีที่ผ่านมา

(มกราคม 2521 - ธันวาคม 2523)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม								1	3	4					
กุมภาพันธ์							2			2	6	2	4		12
มีนาคม		3	11		14						1				1
เมษายน				2	2							1			1
พฤษภาคม						23				23					
มิถุนายน		1	4		5		2			2					
กรกฎาคม	2				2	1			1	2	6			1	7
สิงหาคม		1		1	2										
กันยายน															
ตุลาคม							2	1	1	4					
พฤศจิกายน						1	2		3	6				1	1
ธันวาคม						1		2		3	1	1			2

Gasket Kit Cylinder Block (5193115)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม													3		3
กุมภาพันธ์											6			26	32
มีนาคม							1			1			2		2
เมษายน												1		4	5
พฤษภาคม						7				7		2			2
มิถุนายน												13			13
กรกฎาคม		2		3	5									5	5
สิงหาคม	3				3										
กันยายน			4		4	1		4		5					
ตุลาคม													2		2
พฤศจิกายน							1	7	3	11					
ธันวาคม												1			1

Gasket Kit Cylinder Head (5193118)

ปี / เดือน	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม	7	4			11	21			14	35					
กุมภาพันธ์											7				7
มีนาคม		3	7	4	14		28	8		36	24	7	3		34
เมษายน	7				7	7			7	14	31		24		55
พฤษภาคม							56		7	63					
มิถุนายน			14		14	7		28		35		9	7		16
กรกฎาคม						7			11	18		28	62		90
สิงหาคม		7			7	7				7					
กันยายน			11		11	7				7					
ตุลาคม	21	14		28	63			7	7	14					-
พฤศจิกายน									14	14					
ธันวาคม				14	14				14	14		7			7

Shell Set Main Bearing Std. (5192874)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม		1	5		6	3				3	1			1	2
กุมภาพันธ์		10			10										
มีนาคม			11		11						13				13
เมษายน				2	2										
พฤษภาคม							9			9					
มิถุนายน						10				10					
กรกฎาคม								1		1	7			1	8
สิงหาคม								4		4		2		1	3
กันยายน			1		1			1	1	2					
ตุลาคม							1		1	2					
พฤศจิกายน									2	2				1	1
ธันวาคม							1	14	8	23	1	1			2

Seal Crankshaft Oil (Front) (5115454)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม							1			1			3		3
กุมภาพันธ์	4			2	6		3			3					
มีนาคม	1	1	4	9	15		1	2		3	13			4	17
เมษายน				2	2	2		2	3	7		3		2	5
พฤษภาคม	3				3										
มิถุนายน	1			1	2			2		2	2	10			12
กรกฎาคม	6			1	7				1	1	1				1
สิงหาคม				1	1							4			4
กันยายน			1		1								2		2
ตุลาคม		2			2			4		4					
พฤศจิกายน		3		2	5				6	6				1	1
ธันวาคม			2		2		17	2		19		1	2		3

Seal Crankshaft Oil (Rear) (5114335)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม	6				6	18			12	30					
กุมภาพันธ์							4			4	6			12	18
มีนาคม			48	8	56		24	6		30	24				24
เมษายน	6				6		6		1	7	12	8	24		44
พฤษภาคม	24				24		22	10	6	38					
มิถุนายน			12		12	6		5		11		6	6		12
กรกฎาคม						6			54	60		24			24
สิงหาคม		6			6										
กันยายน			9		9	6		6		12					
ตุลาคม	18	12		24	54			6	6	12					-
พฤศจิกายน				12	12	12		6	6	24					
ธันวาคม							6	6	12	24		6			6

Shell Set Con. Rod Brg. Std. (519 289 5)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม	6	6			12	11	4		8	23		12			12
กุมภาพันธ์			36		36						6			22	28
มีนาคม	6	12	24	28	70	6	14	12		32			3	8	11
เมษายน	4				4		31			31		6	36	1	43
พฤษภาคม						4	12	6		22					
มิถุนายน		1		1	2	10				10	6		6		12
กรกฎาคม	6				6			6	6	12					
สิงหาคม		6		6	12	5				5			6	9	15
กันยายน		15			15			6		6			12		12
ตุลาคม	6	12			18			6	12	18					-
พฤศจิกายน				12	12				10	10					
ธันวาคม							12	10		22			12		12

Piston Assembly (5189054)

ปี / เดือน	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม									8	8					
กุมภาพันธ์	6			6	12			16		16					
มีนาคม		18	24	40	82	9		6		15				8	8
เมษายน	4			12	16		6			6			36		36
พฤษภาคม								6		6					
มิถุนายน				24	24										
กรกฎาคม						12		6		18					
สิงหาคม	6			6	12							12		8	20
กันยายน			15		15			6		6			12		12
ตุลาคม	24				24				6	6					
พฤศจิกายน			6		6				8	8					
ธันวาคม													12		12

Ring Set Piston (5193477)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม	8				8				2	2	12	6	18	1	37
กุมภาพันธ์														36	36
มีนาคม			18	4	22							6		8	14
เมษายน						6	3			9	12		12	6	30
พฤษภาคม									20	20					
มิถุนายน		6	18		24						6				6
กรกฎาคม						6		6		12		13		48	61
สิงหาคม	6				6									6	6
กันยายน			12		12			6		6			6		6
ตุลาคม				24	24			6		6					-
พฤศจิกายน				12	12				12	12					
ธันวาคม						54	6	18		78			36		36

Pin Piston (5188406)

เดือน / ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม								4	4	8					
กุมภาพันธ์															
มีนาคม		12			12		16			16					
เมษายน									32	32			8		8
พฤษภาคม															
มิถุนายน			16		16								8	4	12
กรกฎาคม						4			4	8	24				24
สิงหาคม														4	4
กันยายน			8		8			4		4			8		8
ตุลาคม		4			4				4	4					-
พฤศจิกายน			4		4				24	24					
ธันวาคม			40		40		4			4					

Washer End Bearing (5111424)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม									5	5					
กุมภาพันธ์							5			5	10				10
มีนาคม		15			15			4	10	14					
เมษายน									20	20		5	10		15
พฤษภาคม												5			5
มิถุนายน			10		10						5				5
กรกฎาคม	5				5	10	5			15					
สิงหาคม		10			10										
กันยายน			12		12			5		5			10		10
ตุลาคม								5		5					-
พฤศจิกายน			5		5				6	6					
ธันวาคม							5			5		5			5

Bearing Intermediate Std. (519602 2)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม				12	12	24				24					
กุมภาพันธ์							10			10					
มีนาคม			25	1	26	60	12		48	120			12		12
เมษายน						48	4			52					
พฤษภาคม				20	20			48	16	64					
มิถุนายน		12			12										
กรกฎาคม						4	12	12		28					
สิงหาคม			24		24										
กันยายน															
ตุลาคม				48	48			12		12			24		24
พฤศจิกายน				24	24				12	12					
ธันวาคม	200	12	120	24	356		12			12			24		24

Valve Exhaust 45° (5192718)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม						12				12					
กุมภาพันธ์															
มีนาคม				16	16						12				12
เมษายน	8				8	6	6			12					
พฤษภาคม															
มิถุนายน				12	12										
กรกฎาคม												25		24	49
สิงหาคม		12	12	24	48			25		25					
กันยายน			12	12	24									4	4
ตุลาคม								12		12			6		6
พฤศจิกายน		24			24										
ธันวาคม											12		12		24

Spring Exhaust Valve (5150289)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม		3			3										
กุมภาพันธ์								2		2					
มีนาคม															
เมษายน							4		48	52			6	16	22
พฤษภาคม								16		16					
มิถุนายน								24		24					
กรกฎาคม		4		2	6		6		12	18	12				12
สิงหาคม						12				12					
กันยายน						6	6		6	18					
ตุลาคม								6	6	12			15		15
พฤศจิกายน				12	12				2	2					
ธันวาคม							6			6			12		12

Ring Injection Tube (5160037)

เดือน / ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม															
กุมภาพันธ์									27	27				16	16
มีนาคม	1			6	7		6			6		6			6
เมษายน						24	4		48	76				14	14
พฤษภาคม								4		4			4		4
มิถุนายน						6		12		18	6				6
กรกฎาคม	12	6		1	19	6		54	12	72	12			12	24
สิงหาคม						12				12					
กันยายน							6			6					
ตุลาคม	1				1			6		6			15		15
พฤศจิกายน				12	12				2	2					
ธันวาคม			120		120		6			6					

Injection Hole Tube (5150041)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม									1	1					
กุมภาพันธ์															
มีนาคม		3	4		7		5			5	1			4	5
เมษายน												1	2		3
พฤษภาคม															
มิถุนายน				6	6			1		1	1	4			5
กรกฎาคม									4	4	6				6
สิงหาคม														1	1
กันยายน								1		1			2		2
ตุลาคม	4			8	12				2	2					
พฤศจิกายน							1		2	3					
ธันวาคม							1			1	1		2		3

Overhaul Kit Fuel Pump (5195078)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม		6			6		4	8	7	19		17			17
กุมภาพันธ์		10			10	4	16			20		19			19
มีนาคม	8	100	8		116	4	4			8			2		2
เมษายน								5		5	4		4	4	12
พฤษภาคม	6		7		13	8				8			10		10
มิถุนายน		10	4	3	17		3			3	18	3	6	22	49
กรกฎาคม	12	4		4	20	2		2		4		6		4	10
สิงหาคม	12			7	19	5			12	17	6	6	28		40
กันยายน	4	6	12		22							3		4	7
ตุลาคม		17			17	4				4				9	9
พฤศจิกายน						2			4	6		6			6
ธันวาคม	2		10	2	14	24	16	15	3	58	12	14	16		42

Impeller Raw Water Pump (5193553)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม							2		3	5		3			3
กุมภาพันธ์							8			8		8			8
มีนาคม	4				4				2	2				1	1
เมษายน								2	8	10	3			3	6
พฤษภาคม												1			1
มิถุนายน														4	4
กรกฎาคม	6	6			12								2	1	3
สิงหาคม	4				4				6	6		3			3
กันยายน		4			4									4	4
ตุลาคม		2			2				6	6				3	3
พฤศจิกายน		8		1	9			9	30	39				1	1
ธันวาคม			6		6		6	3		9	3	4		3	10

Shaft Raw Water Pump (5193552)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม														1	1
กุมภาพันธ์															
มีนาคม			11	5	16		5	2	1	8	1	1			2
เมษายน						2				2			2		2
พฤษภาคม		4			4										
มิถุนายน	1		7		8						1				1
กรกฎาคม															
สิงหาคม		1		1	2				6	6				1	1
กันยายน		2		1	3			1		1			2		2
ตุลาคม		4			4	2				2					-
พฤศจิกายน			1		1				1	1				1	1
ธันวาคม							1			1	1		14		15

Reconditioning Set Raw Water Pump (5197224)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม															
กุมภาพันธ์												2			2
มีนาคม								4		4					
เมษายน															
พฤษภาคม								1		1					
มิถุนายน							3			3					
กรกฎาคม				2	2								2		2
สิงหาคม															
กันยายน	4				4						10				10
ตุลาคม															
พฤศจิกายน															
ธันวาคม			100		100				4	4					

Ring Raw Water Pump Bearing Small (5193569)

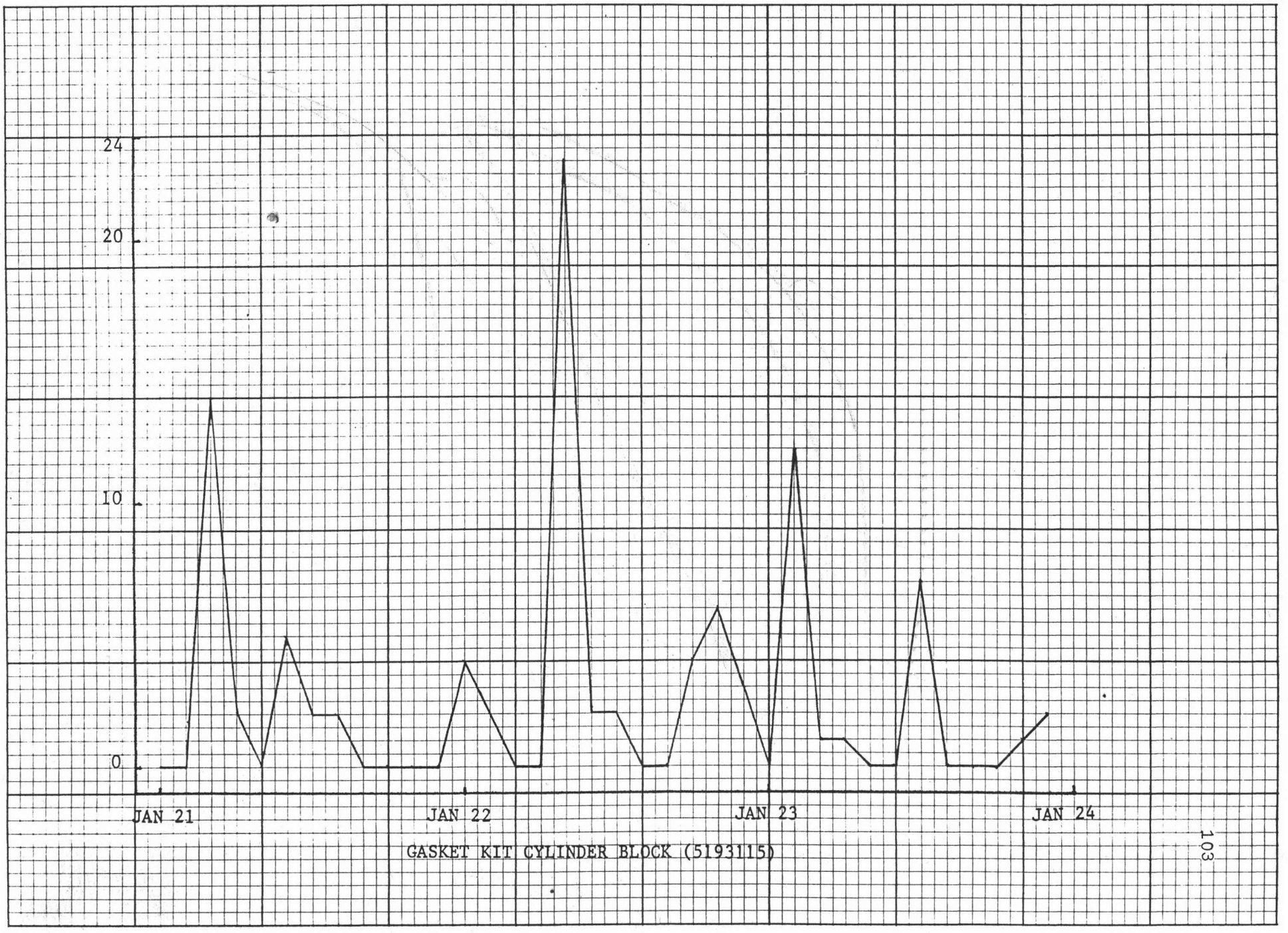
เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม															
กุมภาพันธ์							5			5					
มีนาคม		6		4	10		1			1			3	4	7
เมษายน	14				14								6		6
พฤษภาคม	4				4			1		1			8		8
มิถุนายน				1	1				16	16					
กรกฎาคม		4			4							6			6
สิงหาคม												2			2
กันยายน									3	3				4	4
ตุลาคม								2		2				6	6
พฤศจิกายน									2	2					
ธันวาคม									24	24		7			7

Element Fuel Filter (5574961)

เดือน \ ปี	2521					2522					2523				
	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม	สัปดาห์ที่				รวม
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
มกราคม												18		12	30
กุมภาพันธ์							15			15					
มีนาคม			14		14		4	6		10		6			6
เมษายน	14				14			26	8	34					
พฤษภาคม	6		7		13								8		8
มิถุนายน			3		3			4	16	20		8		14	22
กรกฎาคม															
สิงหาคม									12	12					
กันยายน															
ตุลาคม															
พฤศจิกายน				7	7										
ธันวาคม			1		1		1			1	6	6			12

Element Oil Filter (5573014)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH
AQUABEE
MADE IN USA

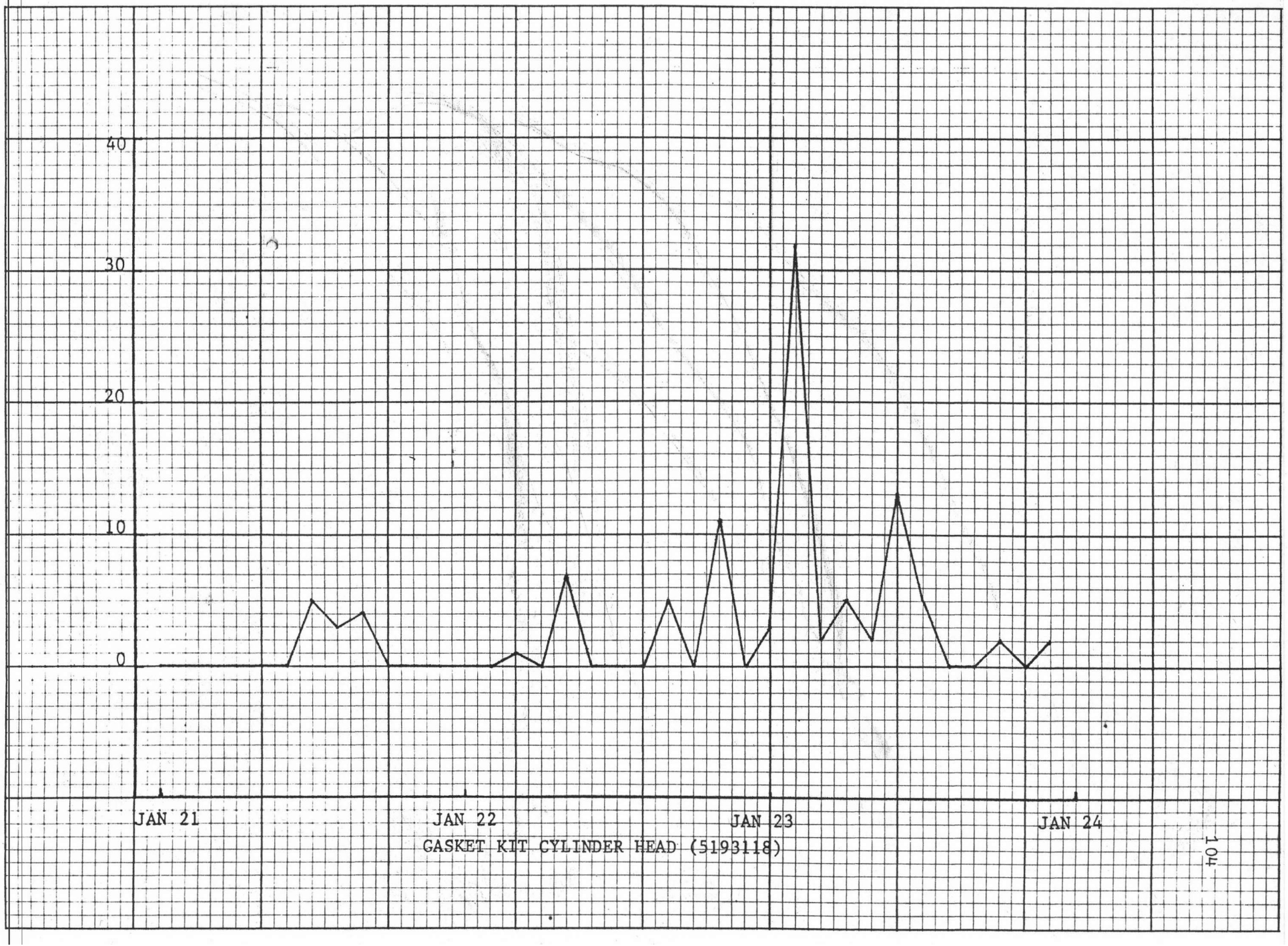


GASKET KIT CYLINDER BLOCK (5193115)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

MADE IN USA

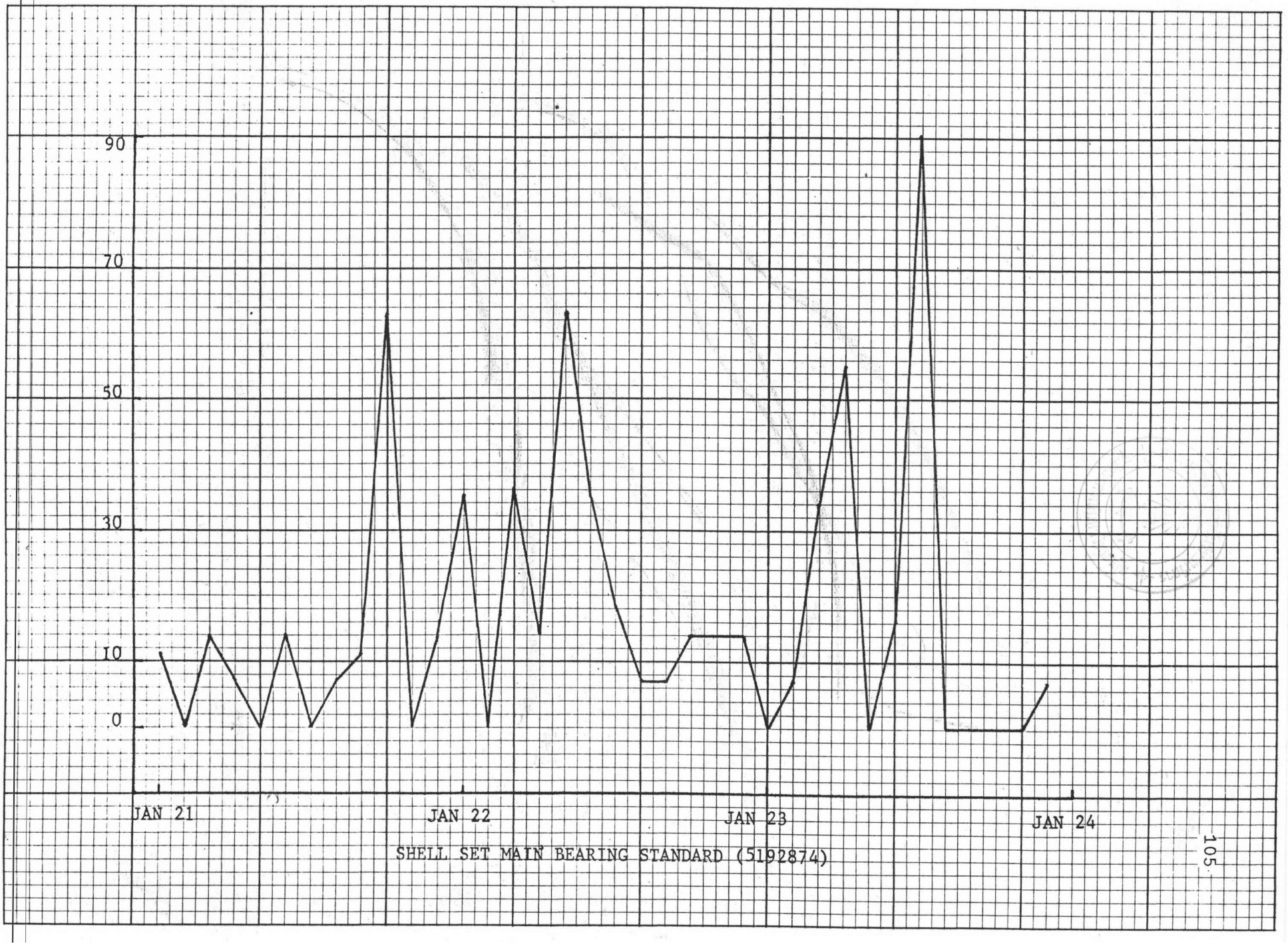


GASKET KIT CYLINDER HEAD (5193118)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

MADE IN USA

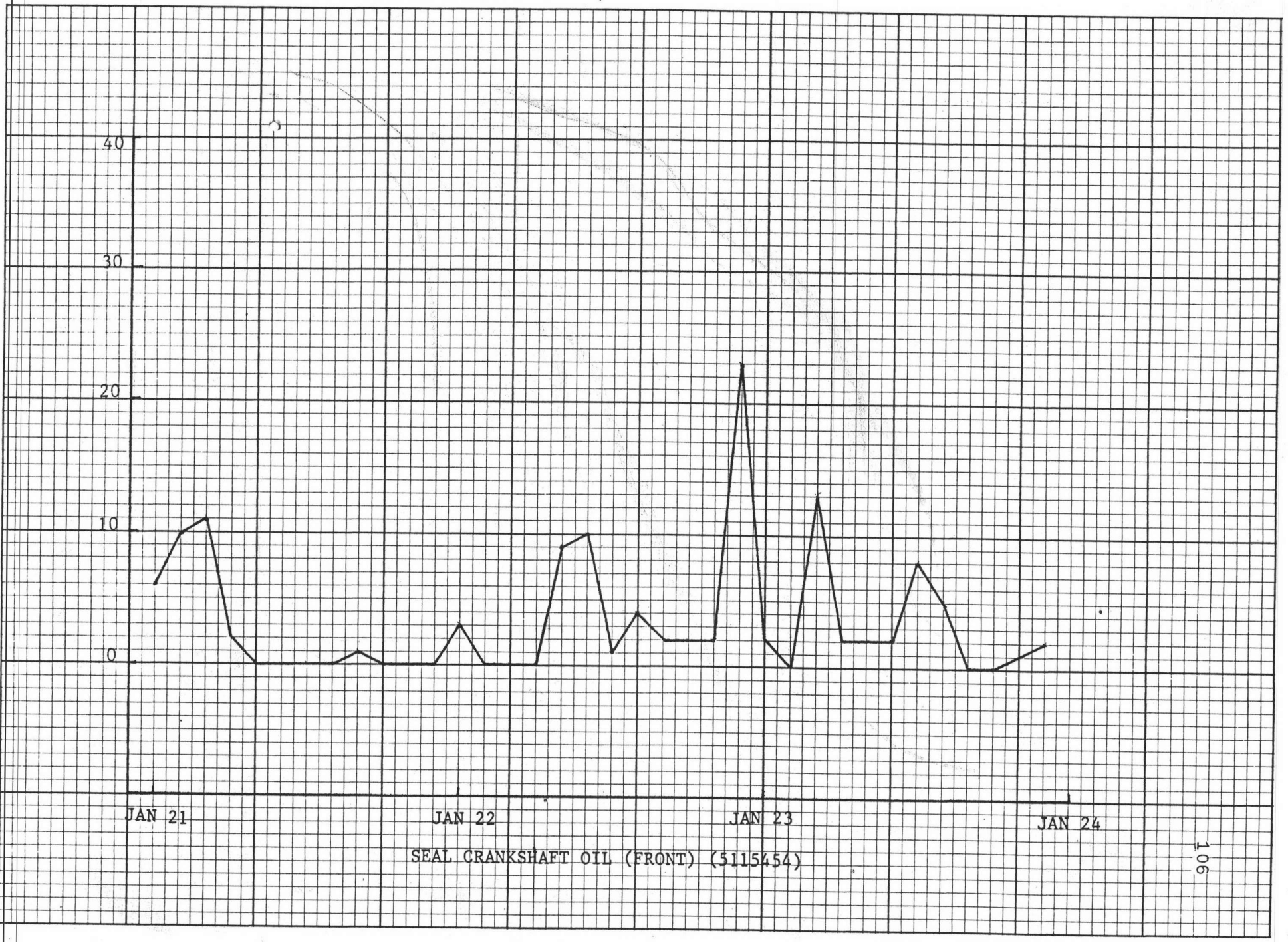


SHELL SET MAIN BEARING STANDARD (5192874)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

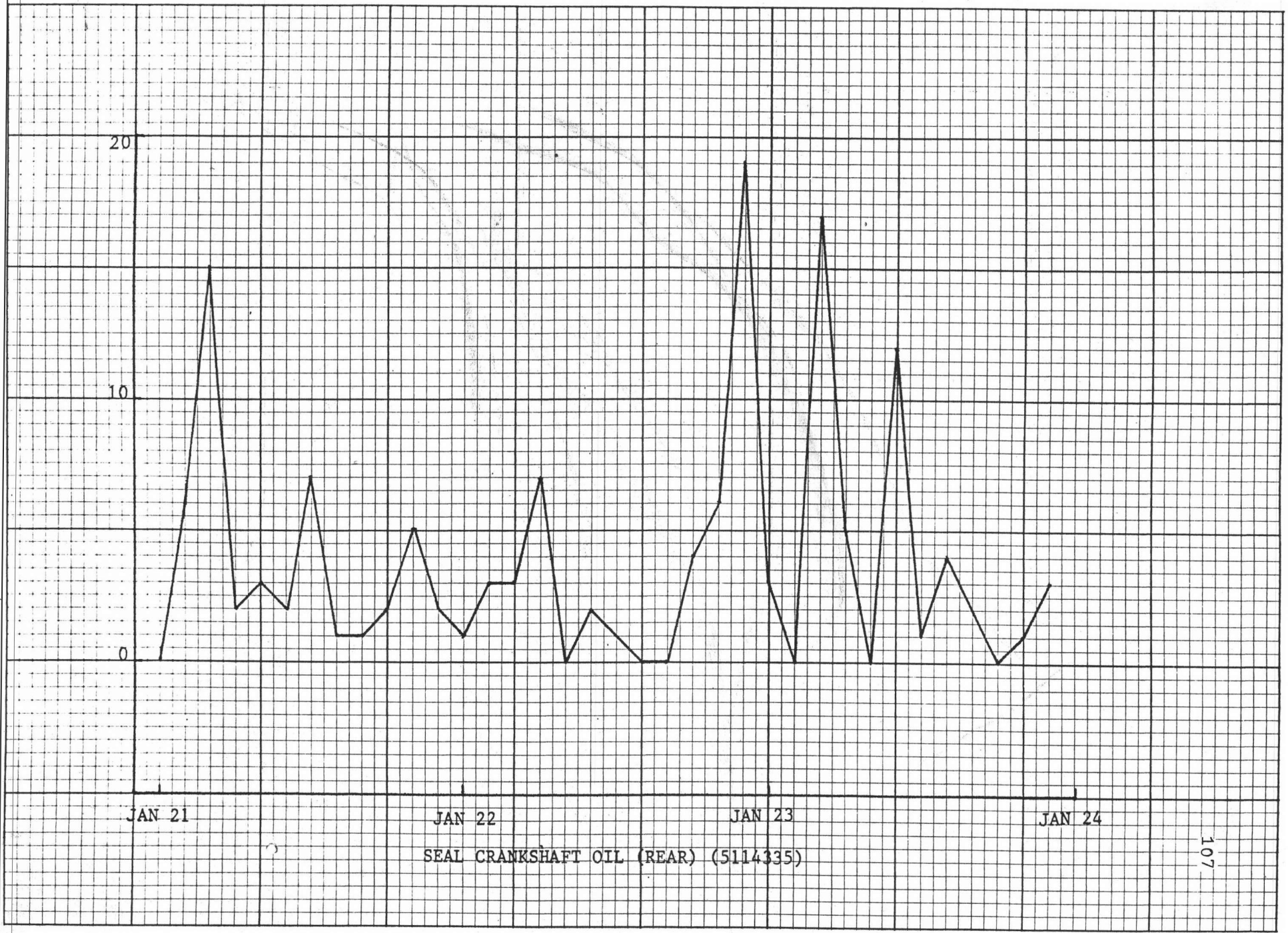
MADE IN USA



DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

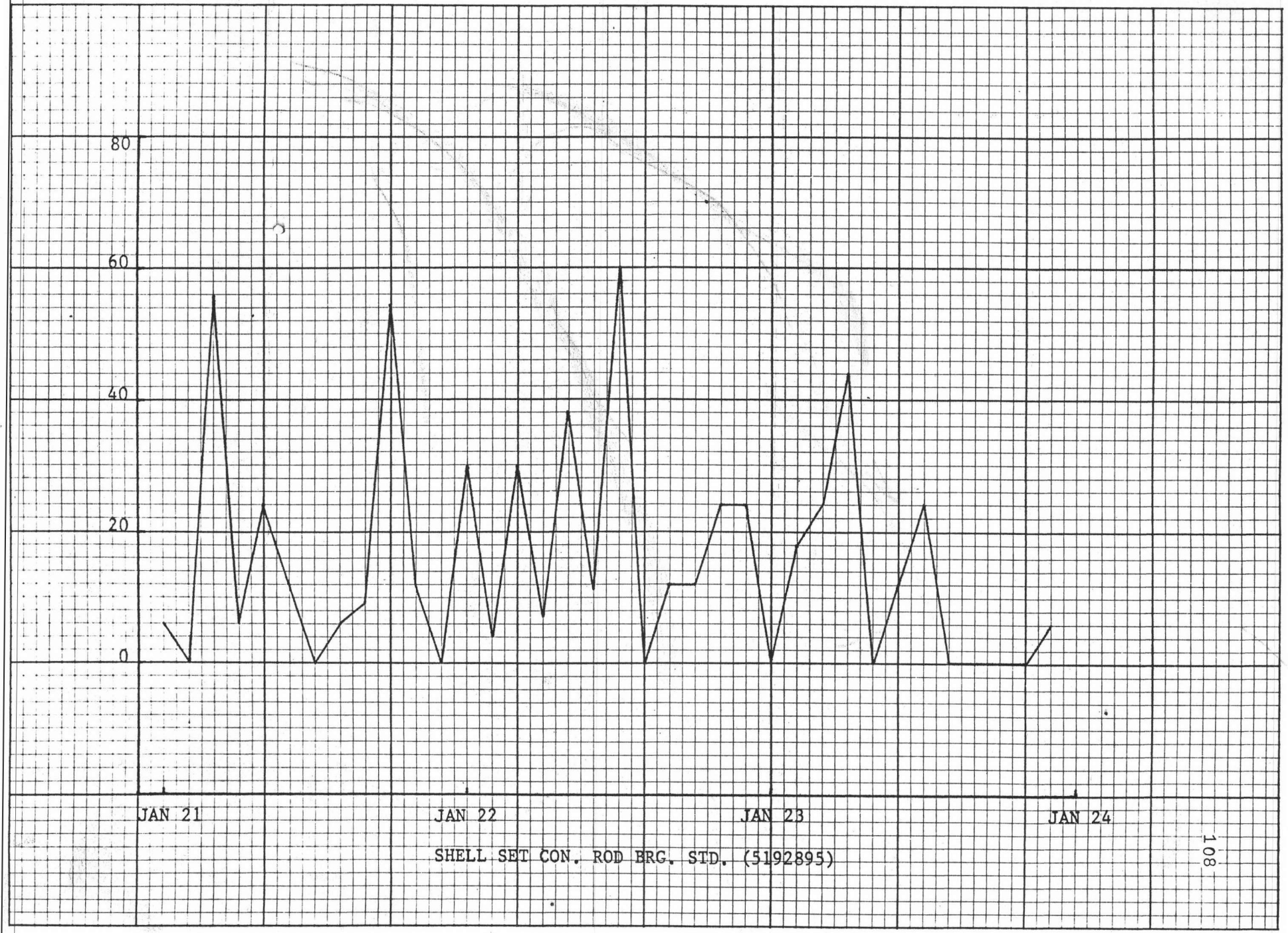
MADE IN USA



DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

MADE IN USA

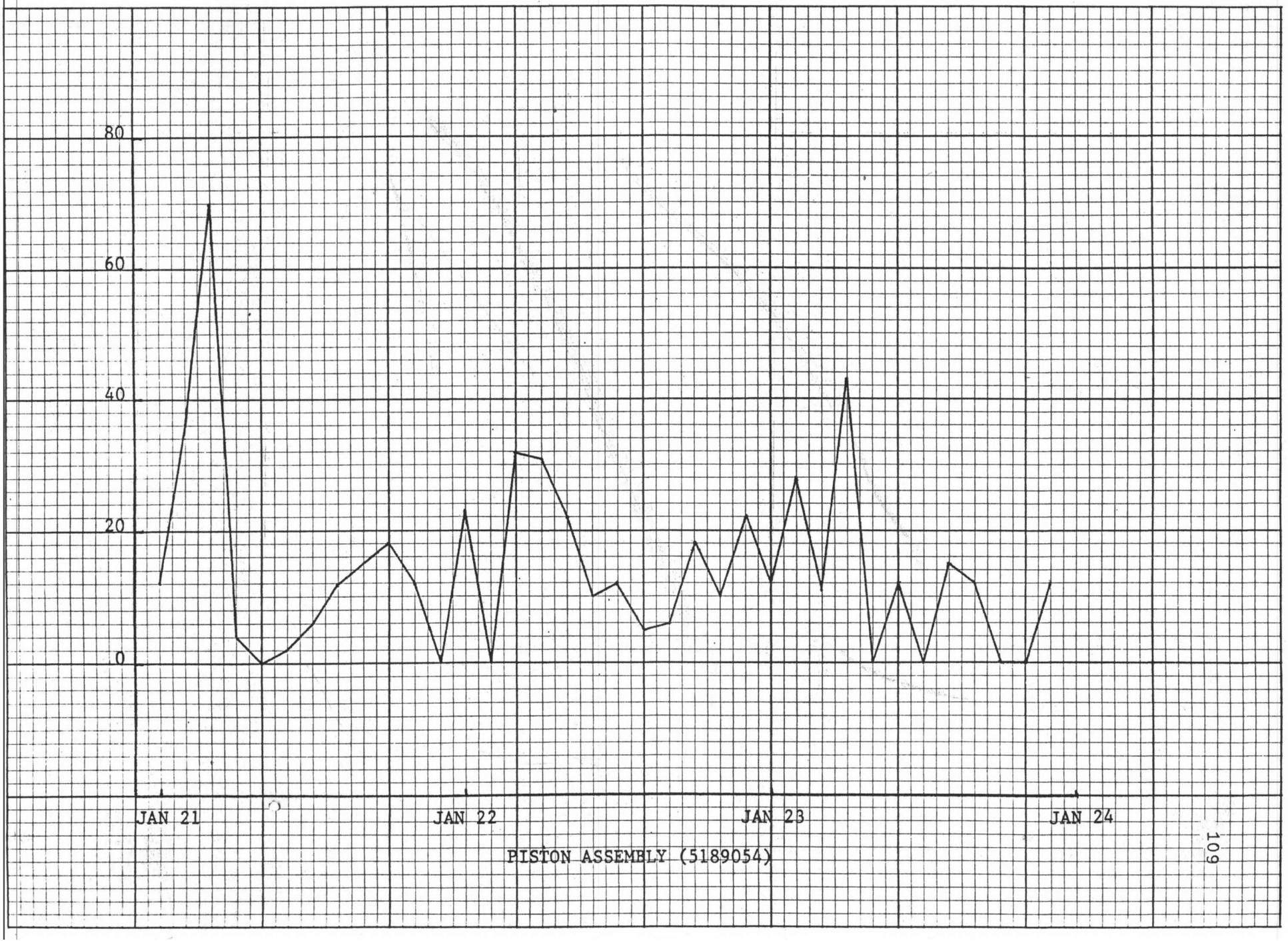


SHELL SET CON. ROD BRG. STD. (5192895)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

MADE IN USA

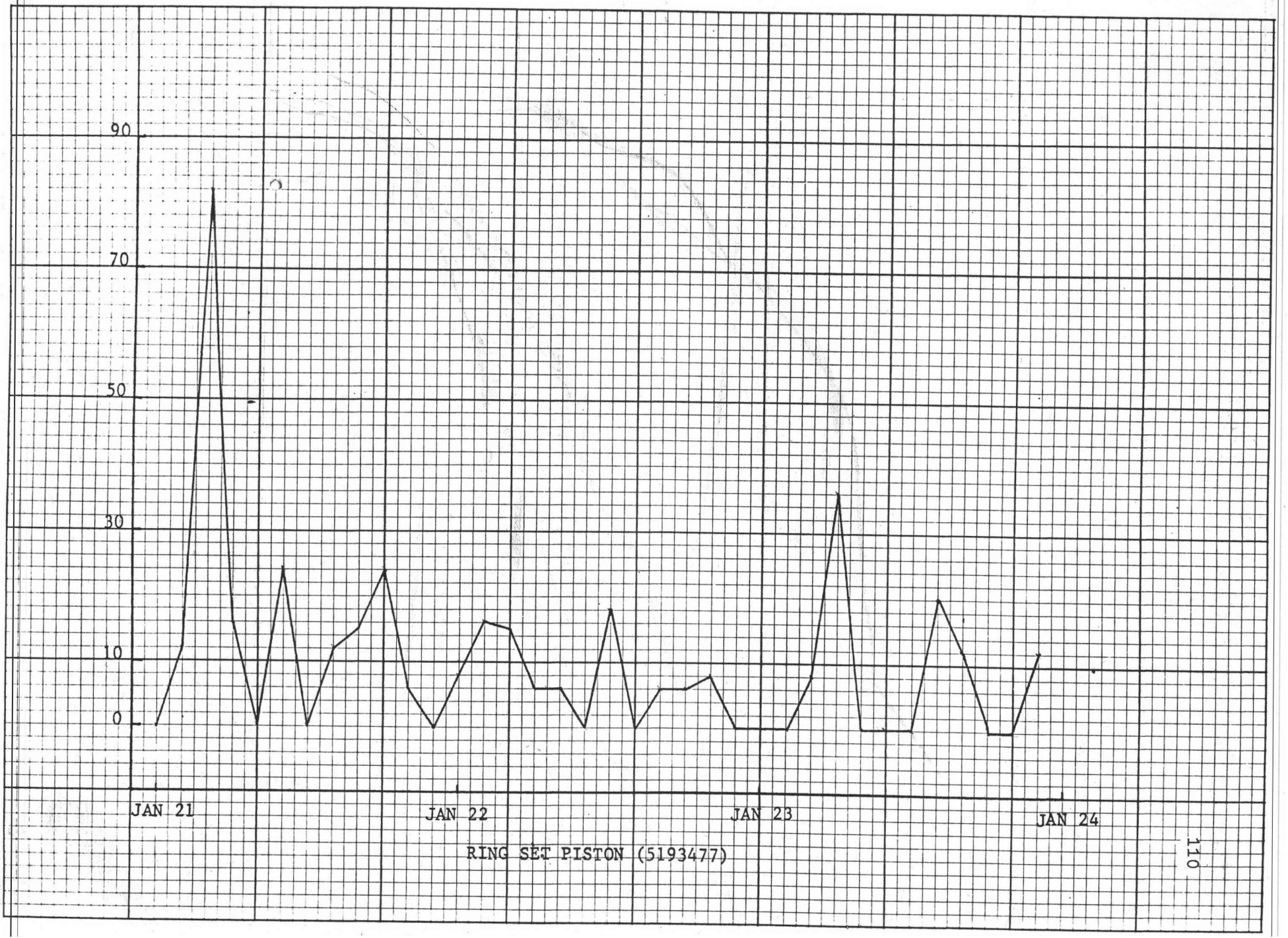


PISTON ASSEMBLY (5189054)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

MADE IN USA

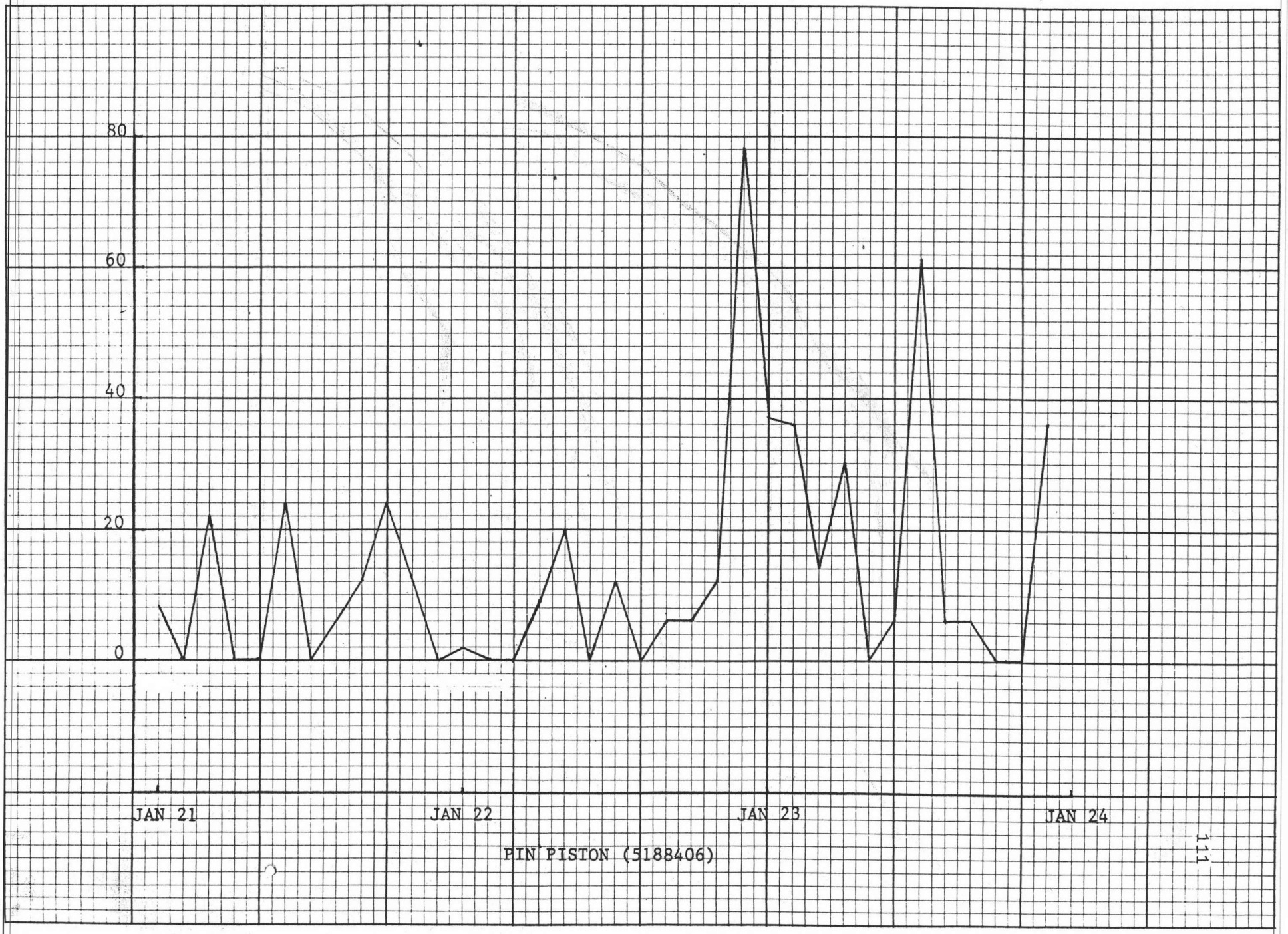


RING SET PISTON (5193477)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

MADE IN USA

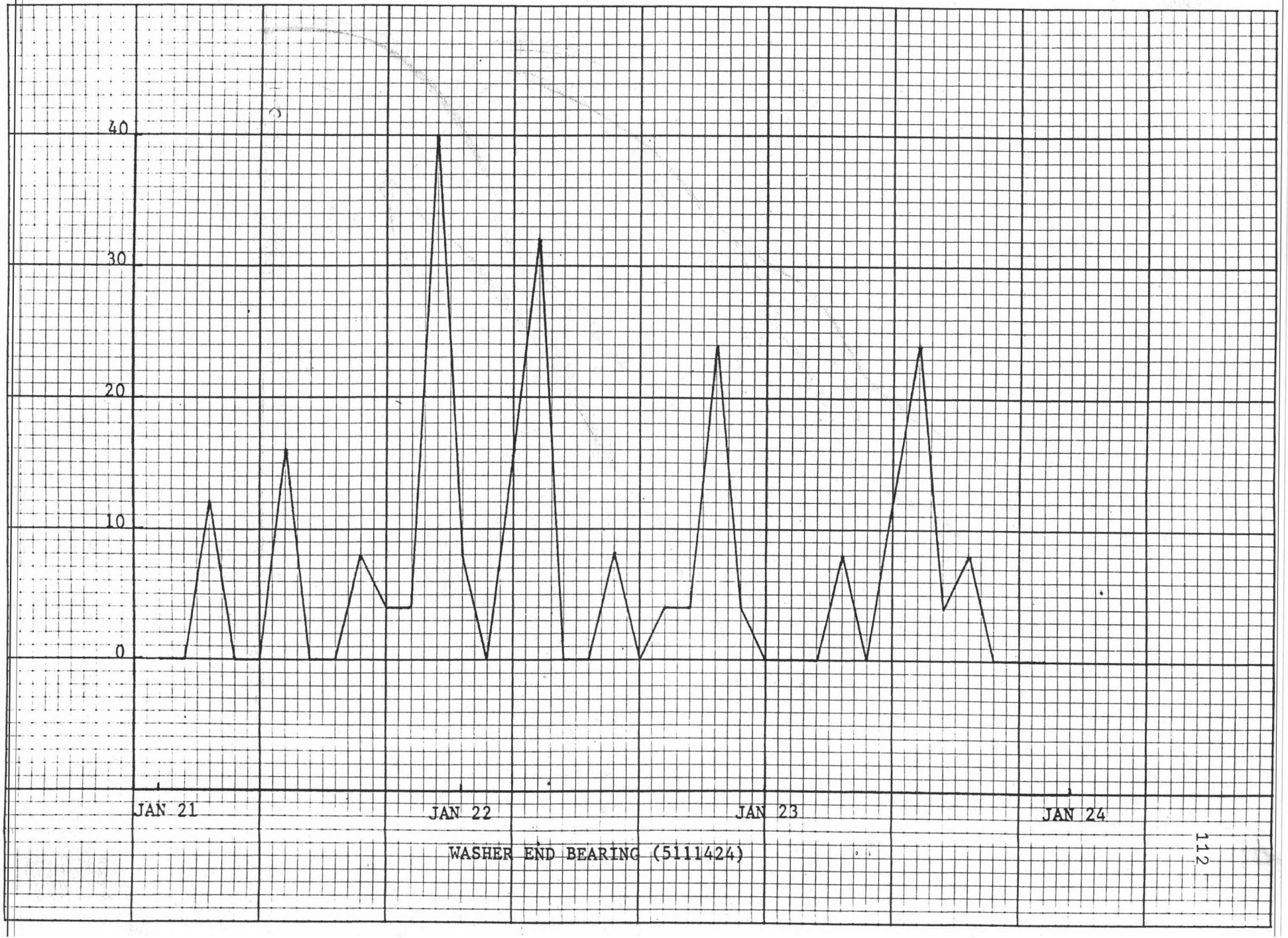


PIN PISTON (5188406)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-40
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

MADE IN USA

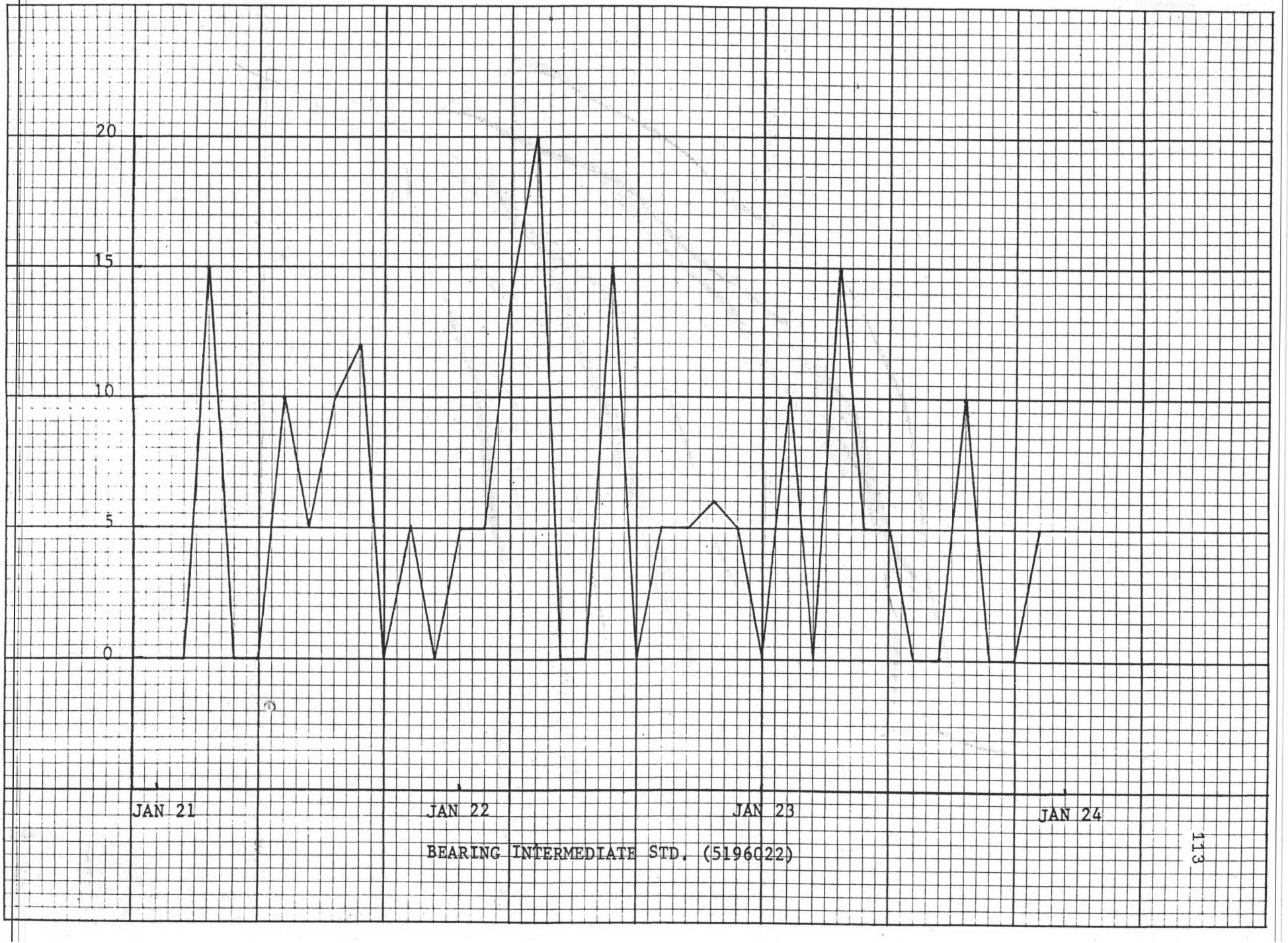


WASHER END BEARING (5111424)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

MADE IN USA

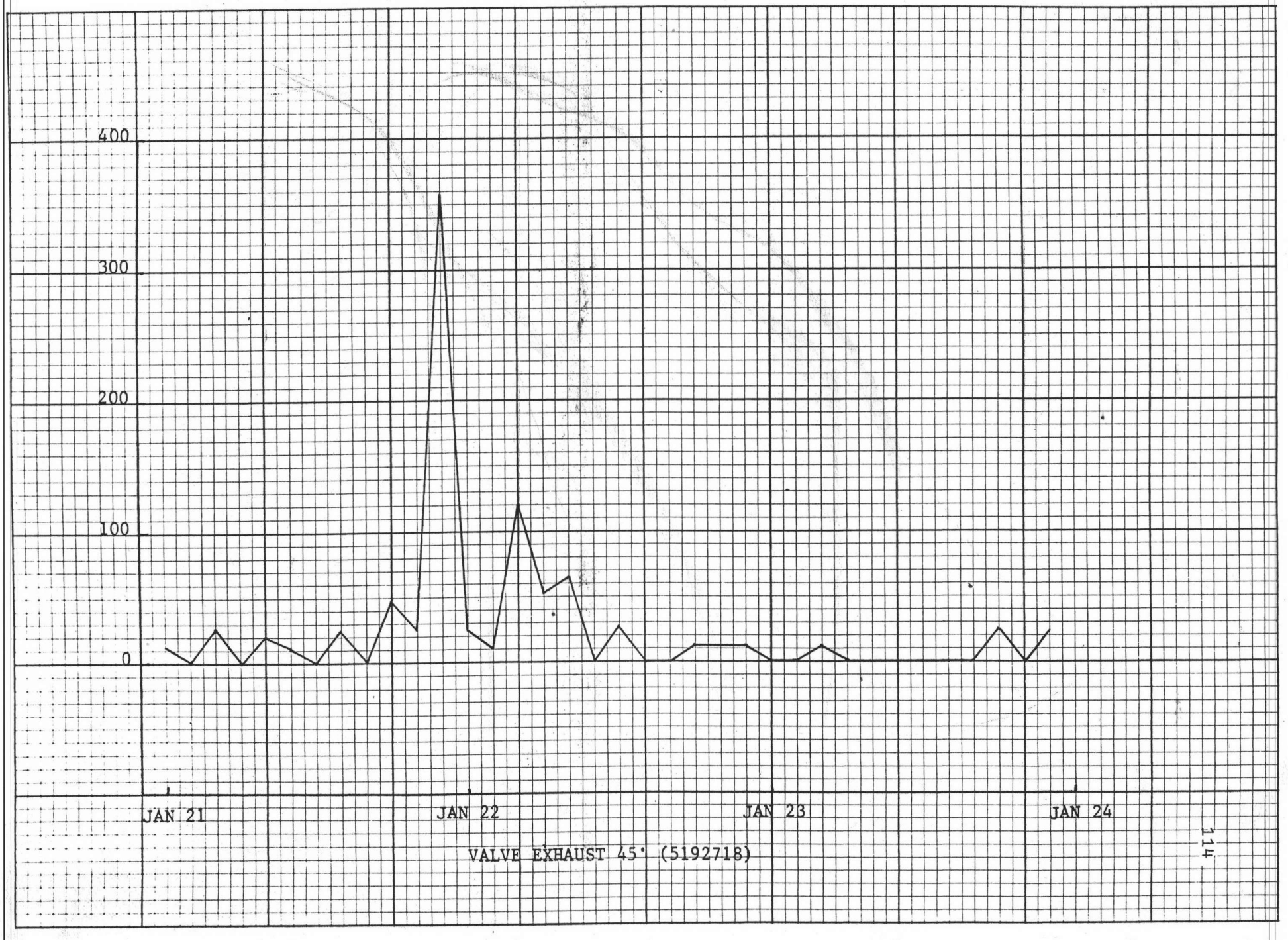


BEARING INTERMEDIATE STD. (5196022)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

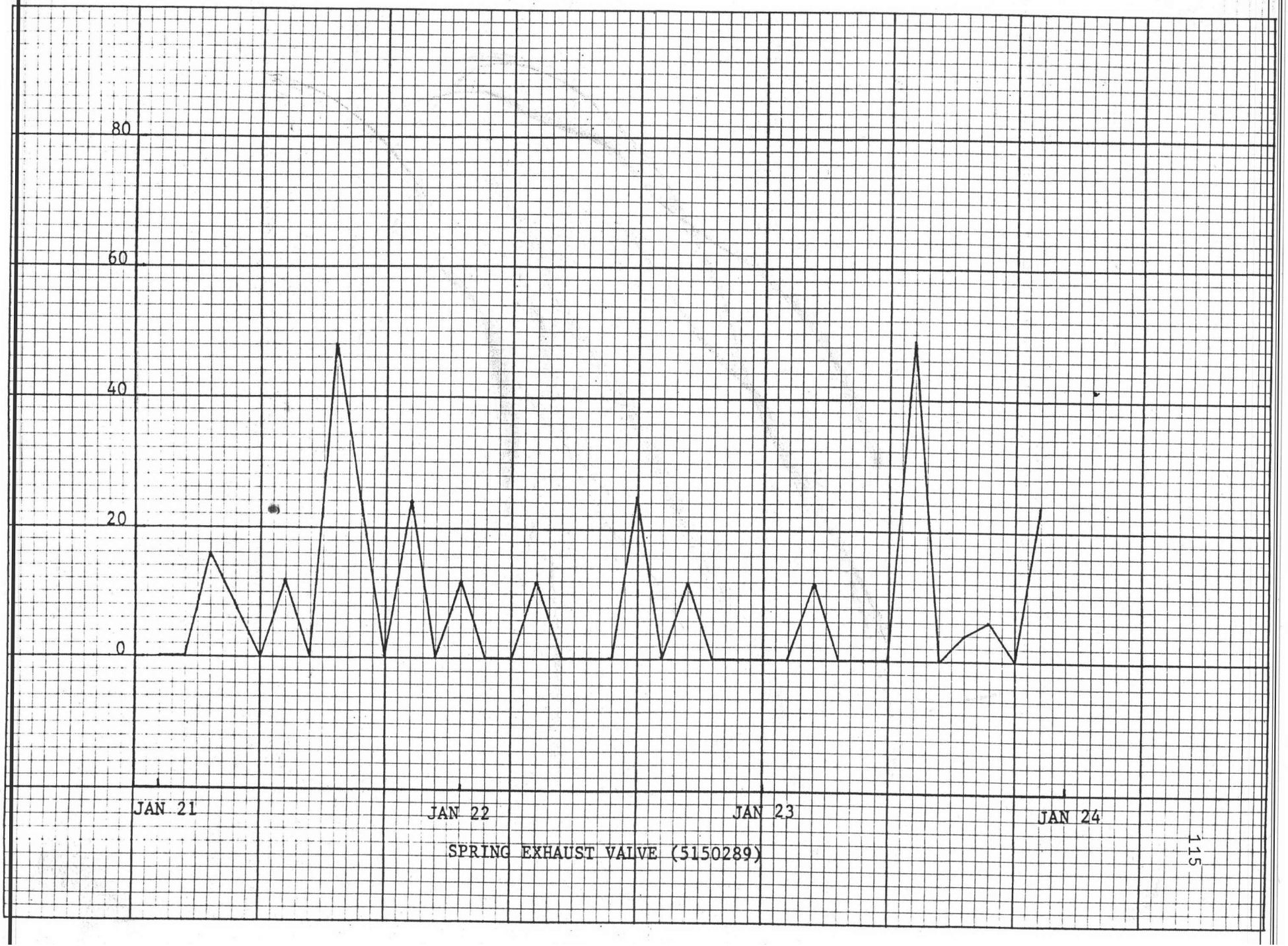
AQUABEE

MADE IN USA



VALVE EXHAUST 45° (5192718)

TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH
AQUABEE
MADE IN USA

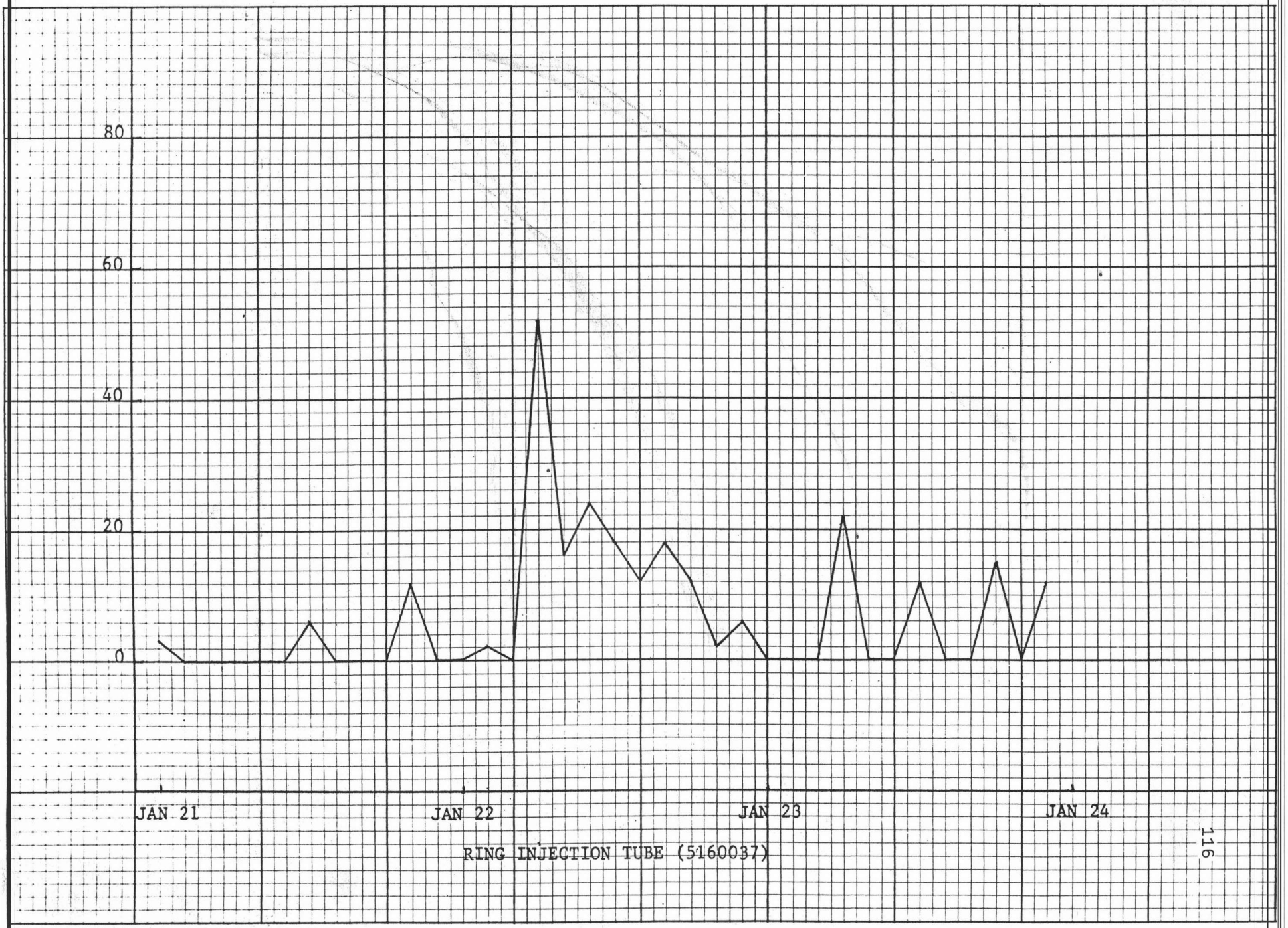


SPRING EXHAUST VALVE (5150289)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

MADE IN USA

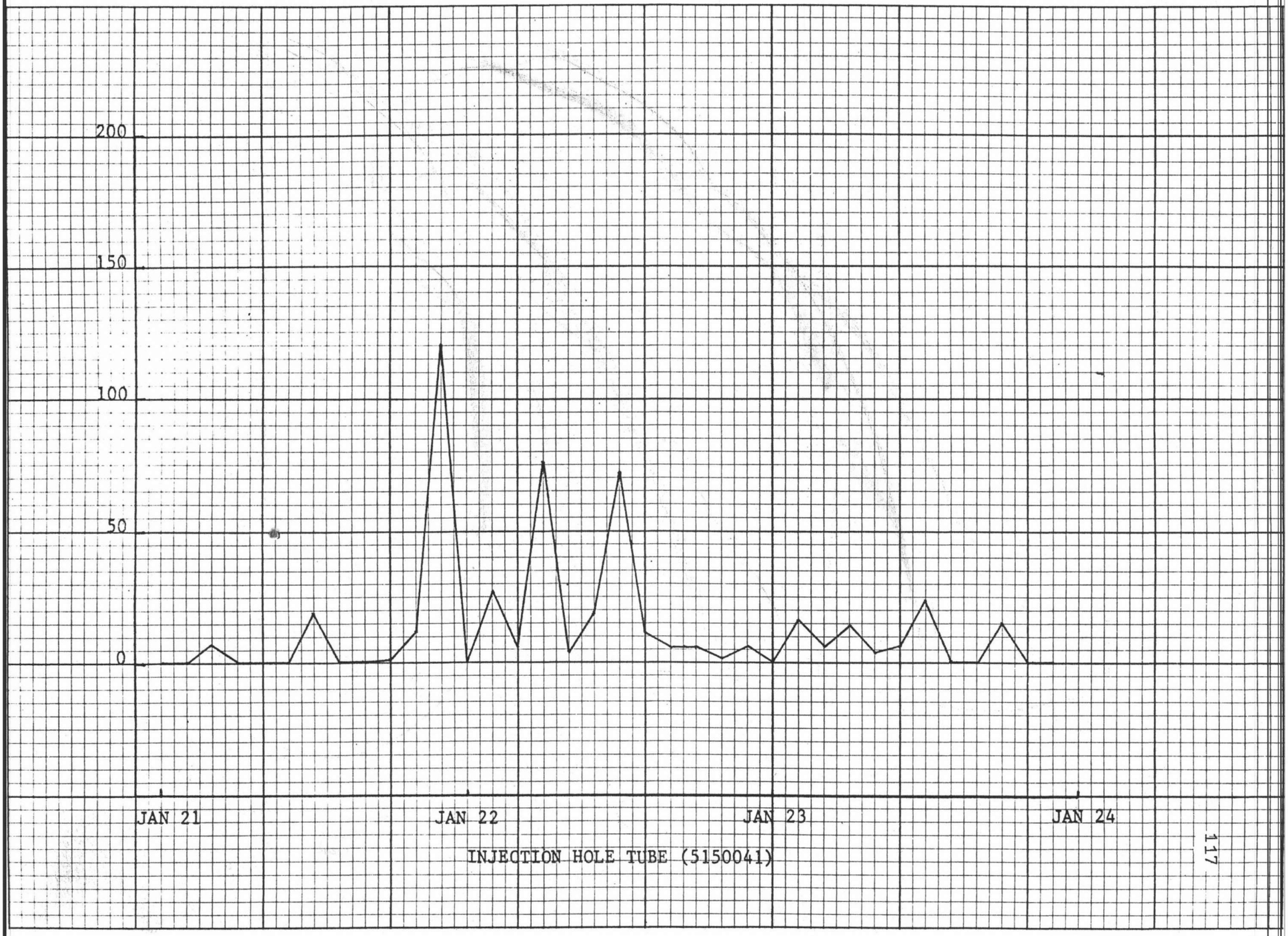


RING INJECTION TUBE (5160037)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

MADE IN USA

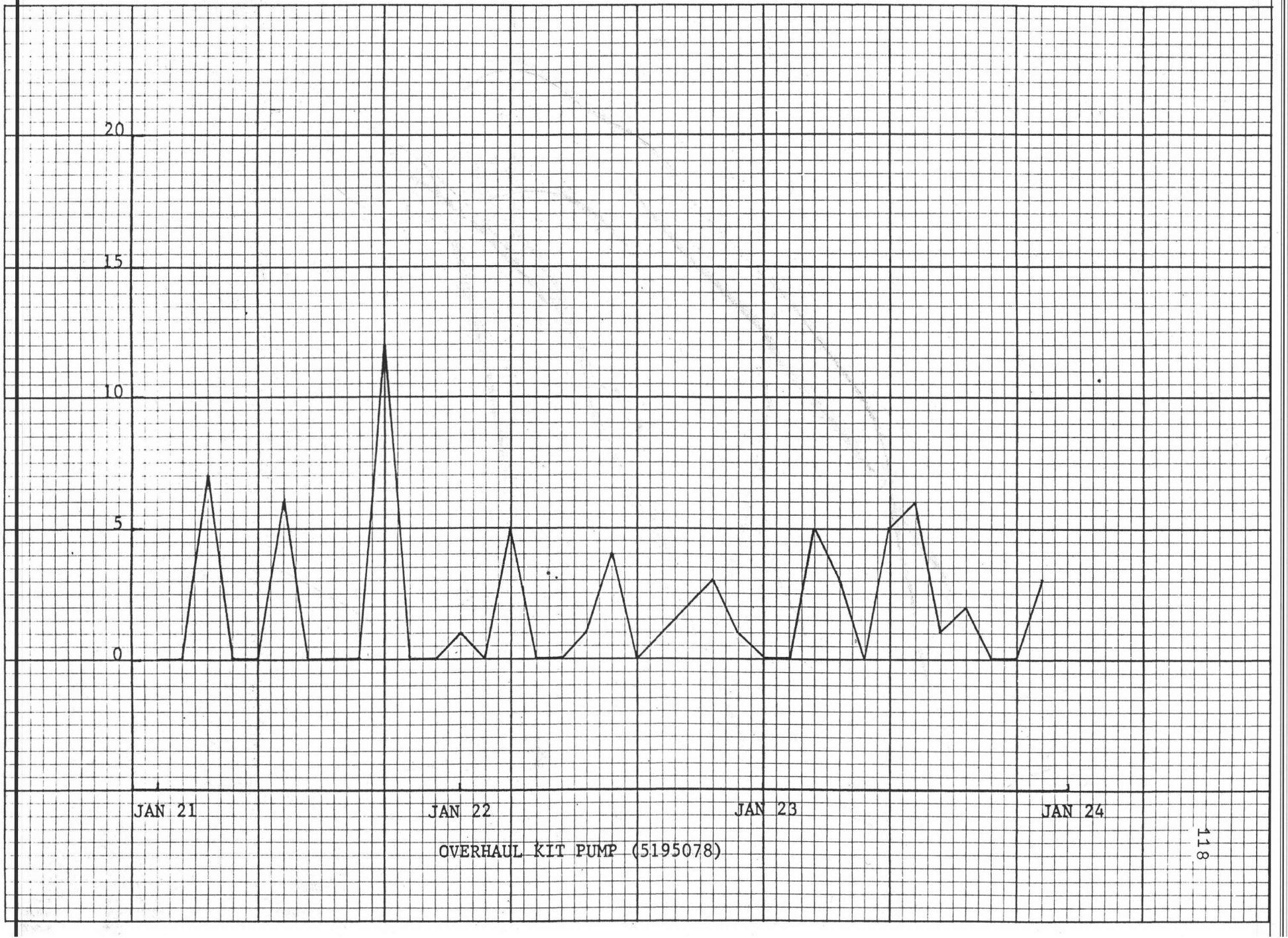


INJECTION HOLE TUBE (5150041)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

MADE IN USA

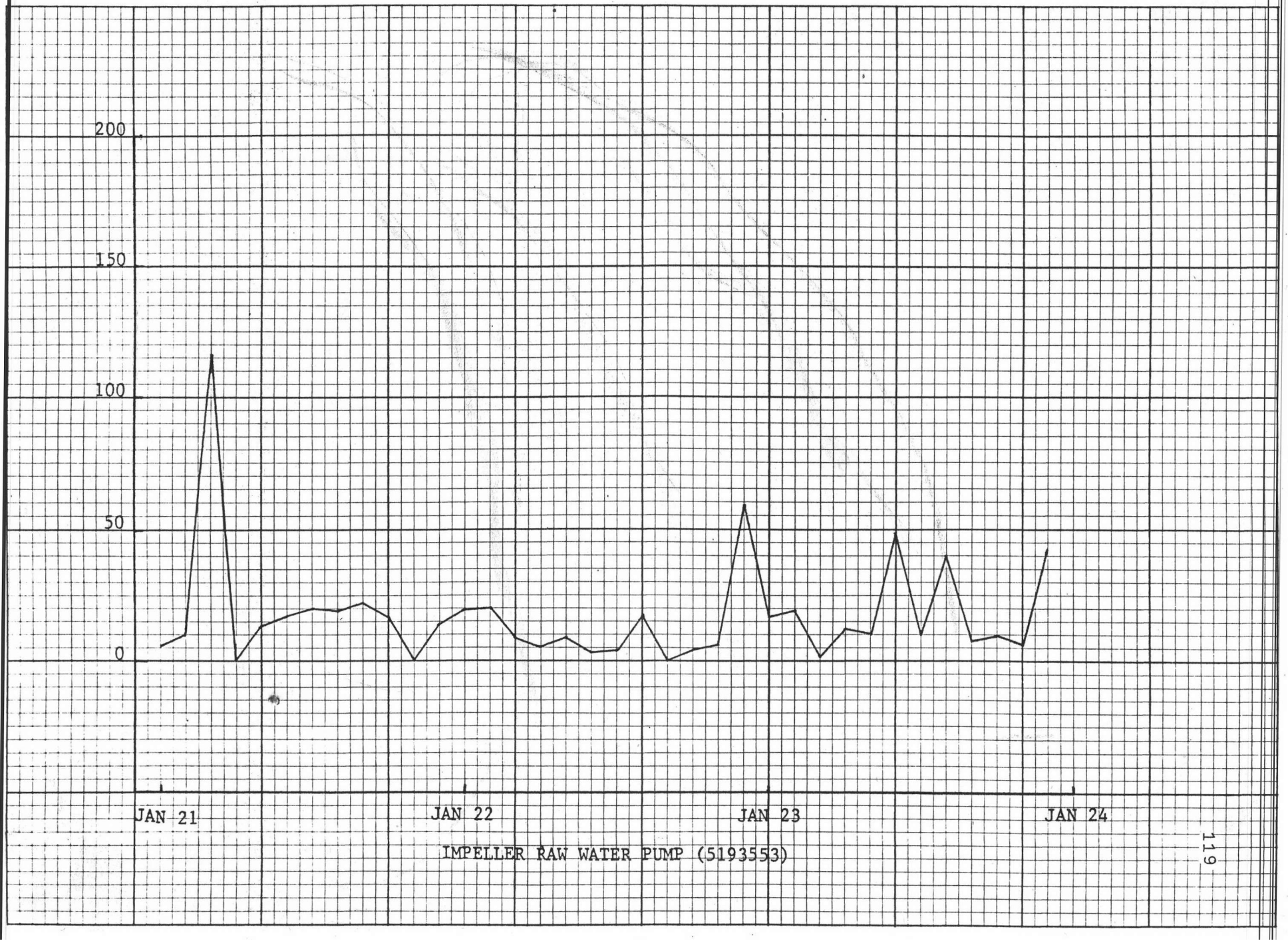


OVERHAUL KIT PUMP (5195078)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

MADE IN USA

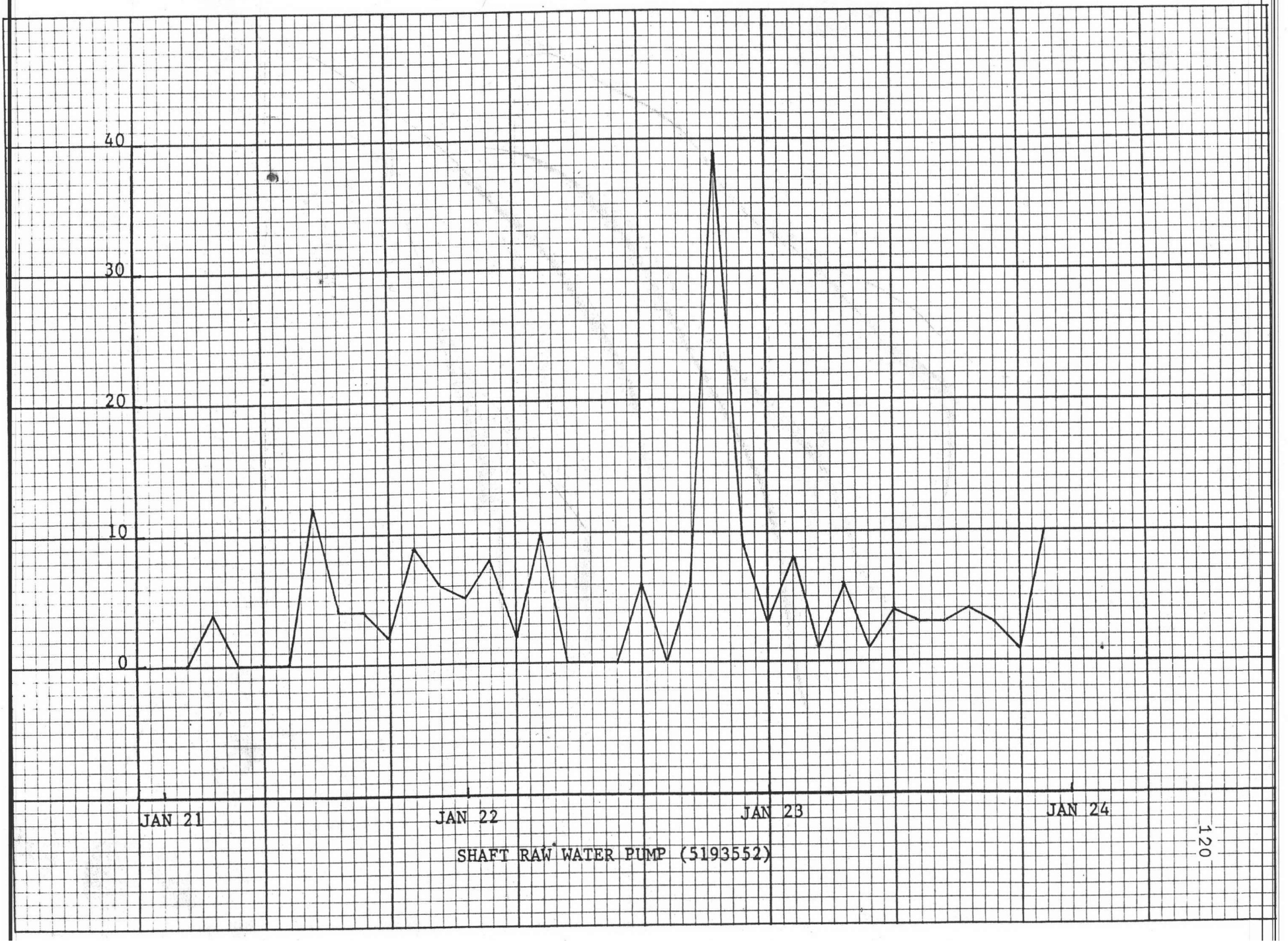


IMPELLER RAW WATER PUMP (5193553)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AGRABEE

MADE IN USA

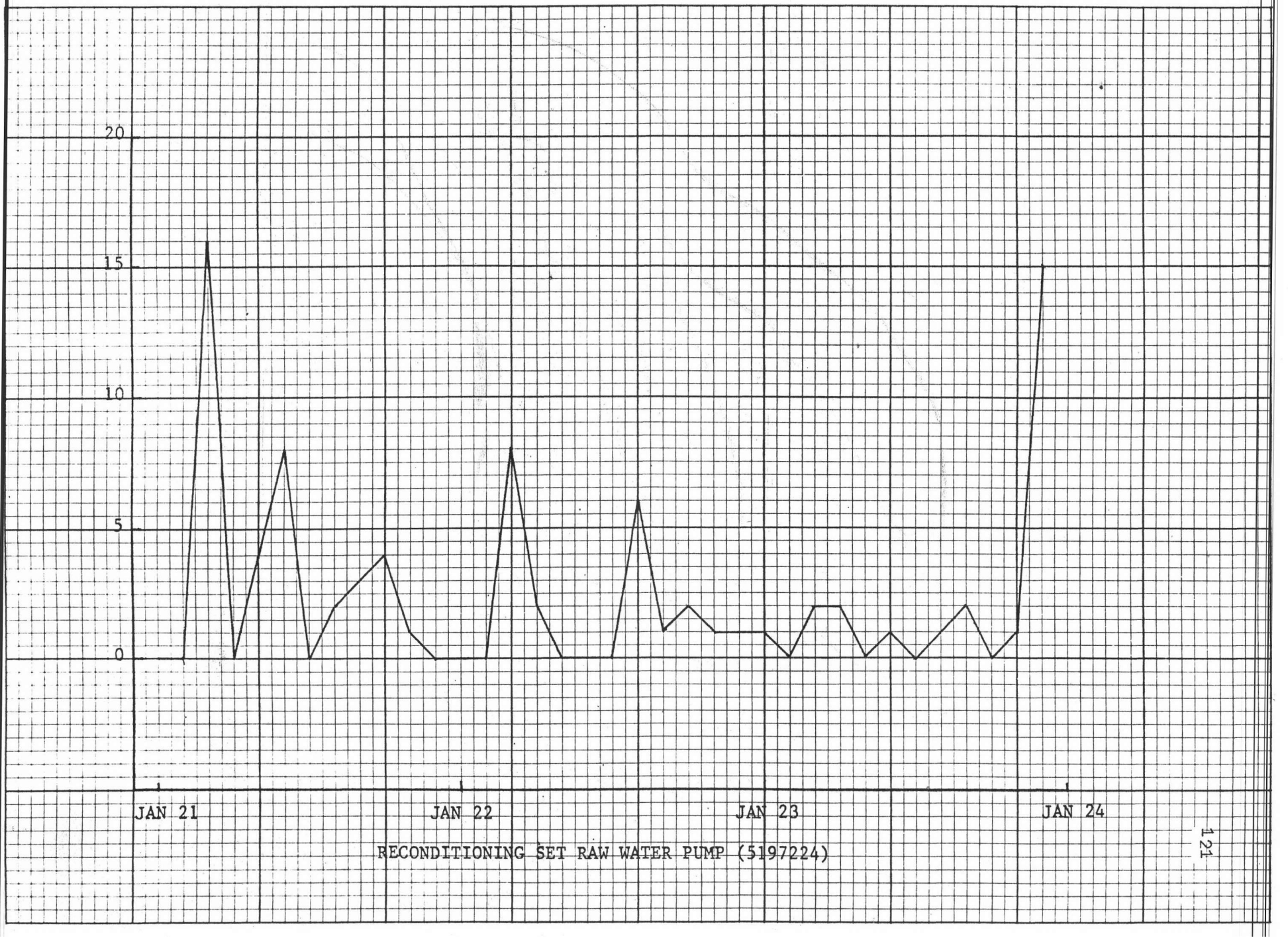


SHAFT RAW WATER PUMP (5193552)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AGLABEE

MADE IN USA

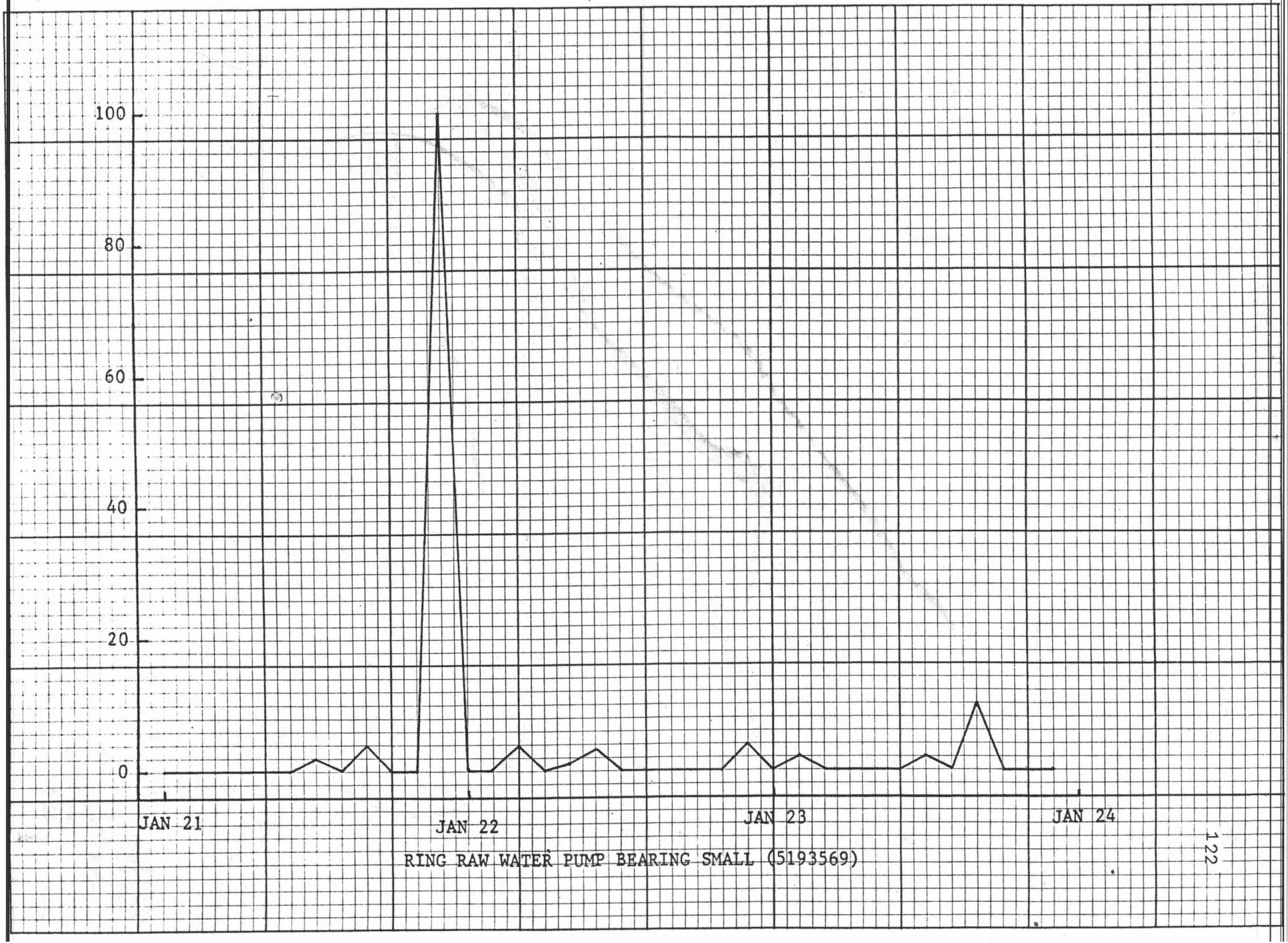


RECONDITIONING SET RAW WATER PUMP (5197224)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

MADE IN USA

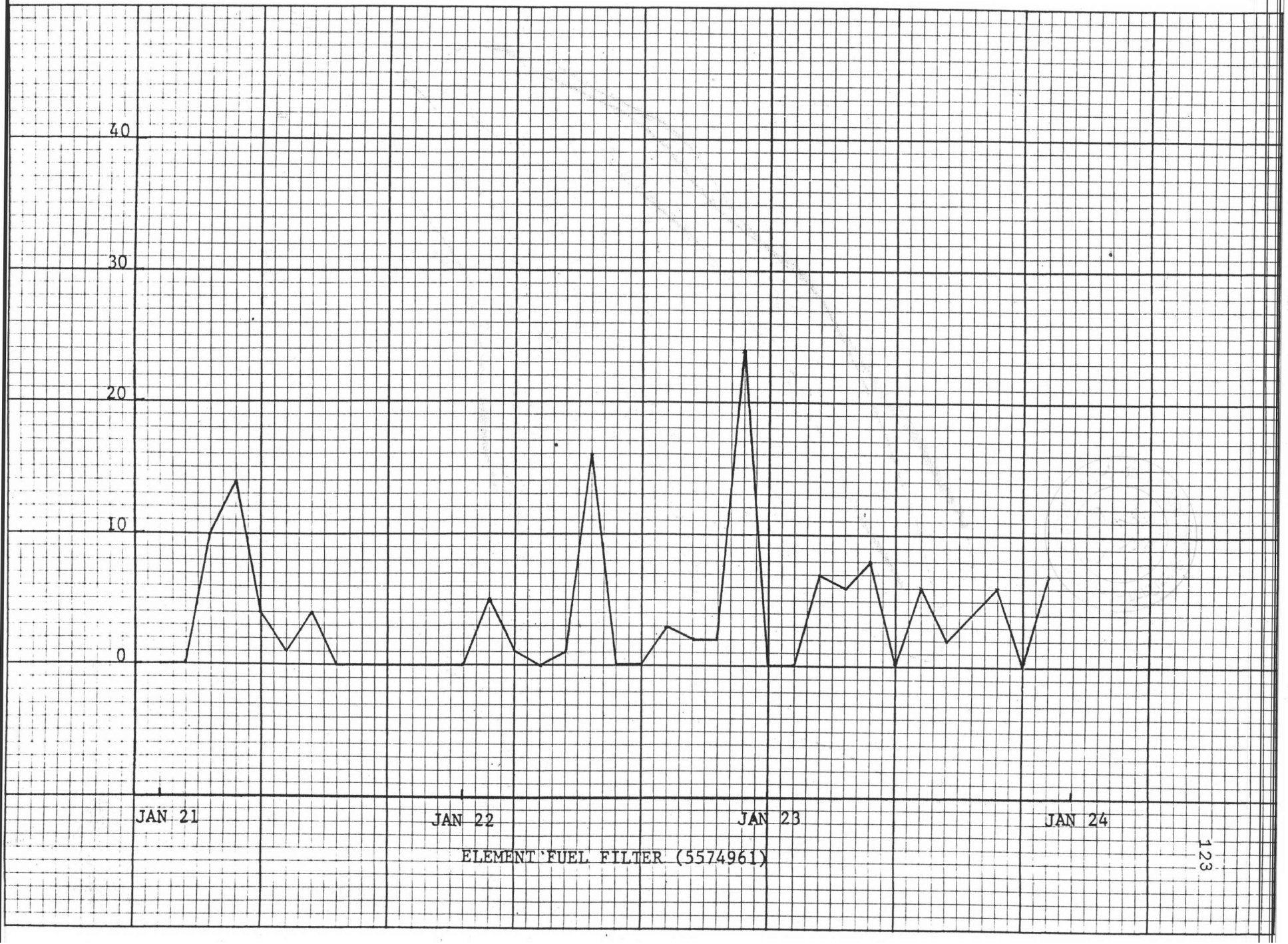


RING RAW WATER PUMP BEARING SMALL (5193569)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

MADE IN USA

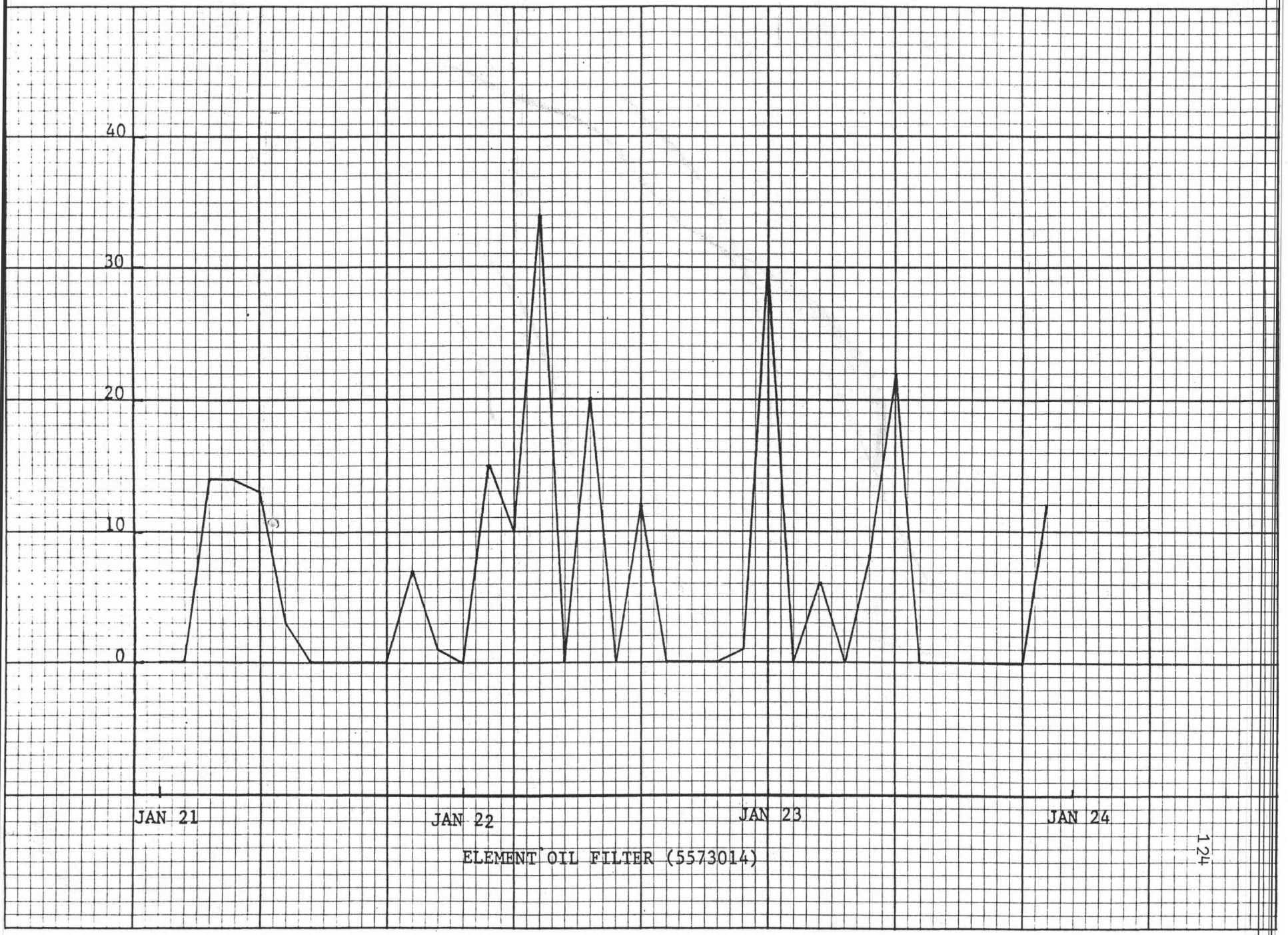


ELEMENT FUEL FILTER (5574961)

DRAWING PAPER NO. 1280-10
TRACING PAPER NO. 1227-10
CROSS SECTION-10X10 TO 1 INCH

AQUABEE

MADE IN USA



ELEMENT OIL FILTER (5573014)

ภาคผนวก ค. แสดงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ

แสดงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยวิธี

Kolmogorov-Smirnov One Sample Test

```
C     PROGRAM BY JR. LT. CHAIYAPHRUK SANTIPANTH
      DIMENSION NAME(20)
      COMMON X(100),PROB(100),FX(100),SX(100),DN(100),XX
      M = 4
      N=36
      CRIT = 0.624
      DO 18 NN=1,22
      READ (1,80) (NAME(J),J=1,15)
      WRITE(3,100) (NAME(J),J=1,15)
      DO 20 I=1,N
      READ (1,90) (X(LL),LL=1,M)
      DO 19 IJ=1,2
      IF(IJ.LE.1) WRITE(3,500)
      IF(IJ.GE.2) WRITE(3,550)
      WRITE (3,110)
      DO 200 J=1,4
      IF(IJ.LE.1) CALL KOLMO
      IF(IJ.GE.2) CALL KOLMOP
      IF(XX.LE.0.0) GO TO 19
  200 WRITE (3,120) X(J),PROB(J),FX(J),SX(J),DN(J)
      WRITE (3,130)
      DMAX = AMAX1 (DN(1),DN(2),DN(3),DN(4))
      IF (DMAX-CRIT) 50,50,55
   50 WRITE (3,140) DMAX,CRIT
      GO TO 19
   55 WRITE (3,150) DMAX,CRIT
   19 CONTINUE
      IF(IJ.GE.2) WRITE(3,160)
   20 CONTINUE
   18 CONTINUE
   80 FORMAT (15A4)
   90 FORMAT (16F5.2)
  100 FORMAT (1H1,T42,15A4,///)
  110 FORMAT (T42,56(1H*),/T42,'*',T51,'*',T64,'*',T75,'*',T86,'*',T97,'
     1*',/T42,'*',T47,'X',T51,'*',T56,'PROB',T64,'*',T69,'FX',T75,'*',T
     20,'SX',T86,'*',T91,'DN',T97,'*',/T42,'*',T51,'*',T64,'*',T75,'*',T
     386,'*',T97,'*',/T42,56(1H*),/T42,'*',T51,T64,'*',T75,'*',T86,'*',T
     497,'*' )
  120 FORMAT (T42,'*',T44,F6.2,T51,'*',T55,F6.4,T64,'*',T67,F6.4,T75,'*'
     1,T78,F6.4,T86,'*',T89,F6.4,T97,'*' )
  130 FORMAT (T42,'*',T51,'*',T64,'*',T75,'*',T86,'*',T97,'*',/T42,56(1H
     **),/)
  140 FORMAT ( /T43,'DNMAX =',F5.4,/T43,'CRITL =',F5.4,/T43,'ACCEPT THE
     1HYPOTHESIS',////)
  150 FORMAT ( /T43,'DNMAX =',F5.4,/T43,'CRITL =',F5.4,/T43,'REJECT THE
     1HYPOTHESIS',////)
  160 FORMAT (1H1)
  500 FORMAT (T42,'UNIFORM TEST',/)
  550 FORMAT (T42,'POISSON TEST',/)
      STOP
      END
```

```
      SUBROUTINE KOLMC
      COMMON X(100),PROB(100),FX(100),SX(100),DN(100),XX
      XX = 0.0
      DO 20 I=1,4
   20 XX = XX+X(I)
      IF (XX.LE.0.0) GO TO 90
      DO 30 J=1,4
   30 PROB(J) = X(J)/XX
      FX(1) = PROB(1)
      SX(1) = 0.25
      DO 40 L=2,4
      FX(L) = FX(L-1)+PROB(L)
   40 SX(L) = SX(L-1)+0.25
      DO 50 M=1,4
   50 DN(M) = ABS(FX(M)-SX(M))
   90 RETURN
      END
```

```
      SUBROUTINE KOLMOP
      DIMENSION PTHY(100),FACT(100)
      COMMON X(100),PROB(100),FX(100),SX(100),DN(100),XX
      XX = 0.0
      DO 4 I=1,4
    4 XX = XX+X(I)
      IF (XX.LE.0.0) GO TO 90
      DO 5 I=1,4
    5 PROB(I) = X(I)/XX
      FX(1) = PROB(1)
      DO 6 I=2,4
    6 FX(I) = FX(I-1)+PROB(I)
      ALA = XX/4.0
      DO 7 I=1,4
      LLL = X(I)
      IF(X(I)-1.0) 8,8,9
    8 FACT(I) = 1.0
      GO TO 11
    9 FAC = 1.0
      DO 10 J=2,LLL
   10 FAC = FAC*FLOAT(J)
      FACT(I) = FAC
   11 PTHY(I) = (ALA**LLL)*(EXP(-ALA))/FACT(I)
    7 CONTINUE
      SX(1) = PTHY(1)
      DO 12 I=2,4
   12 SX(I) = SX(I-1)+PTHY(I)
      DO 13 I=1,4
   13 DN(I) = ABS(FX(I)-SX(I))
   90 RETURN
      END
```

SHELL SET MAIN BEARING STD.

UNIFORM TEST

X	PROB	FX	SX	DN
7.00	0.6364	0.6364	0.2500	0.3864
4.00	0.3636	1.0000	0.5000	0.5000
0.0	0.0	1.0000	0.7500	0.2500
0.0	0.0	1.0000	1.0000	0.0000

DNMAX =.5000
CRITL =.6240
ACCEPT THE HYPOTHESIS

POISSON TEST

X	PROB	FX	SX	DN
7.00	0.6364	0.6364	0.3151	0.6213
4.00	0.3636	1.0000	0.1674	0.3326
0.0	0.0	1.0000	0.2314	0.7686
0.0	0.0	1.0000	0.2953	0.7047

DNMAX =.8326
CRITL =.6240
REJECT THE HYPOTHESIS

แสดงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้หาค่าใช้จ่ายของระบบพัลดุคงคลังตามแบบปัจจุบัน

```
C     B216029  JR.LT. CHAIYAPHRUK  SANTIPANTH
C     IDM = DEMAND
C     IDMU = SHORTAGES ITEM
C     IDM1 = ON HAND
C     IDM2 = ON ORDER
C     CDM1 = CARRYING COST
C     AT,IJ = LEAD TIME
C     CDM2 = TOTAL COST              (CPP & CDM3)
C     COST = SHORTAGES COST
C     ORD = ORDERING COST IF SHORTAGES
C     C1 = CARRYING COST PER UNIT
C     C3 = ORDERING COST
      DIMENSION NAME(10),X(200)
      N = 22
      IRD = 1
      IWR = 3
      DO 40 KLM = 1,N
      READ (IRD,160) (NAME(K),K=1,10)
      READ (IRD,165) (X(L9),L9=1,12)
      READ (IRD,150) IUP,IOL,C1,C2,C3,ORD
      IJ = 6
      AT = 0.5
      IF (X(12).NE.131.0) X(12) = X(12)/10.0
      DO 45 I1 = 1,12
      X(I1+12) = X(I1)
      X(I1+24) = X(I1)
      X(I1+36) = X(I1)
      X(I1+48) = X(I1)
      X(I1+60) = X(I1)
      X(I1+72) = X(I1)
      X(I1+84) = X(I1)
      X(I1+96) = X(I1)
      X(I1+108) = X(I1)
      X(I1+120) = X(I1)
      X(I1+132) = X(I1)
      X(I1+144) = X(I1)
      X(I1+156) = X(I1)
   45 X(I1+168) = X(I1)
      I = 0
      SUM = 0.
      WRITE (IWR,170) (NAME(K),K=1,10)
      WRITE (IWR,90)
      WRITE (IWR,105)
C     WRITE (IWR,105)
      WRITE (IWR,125)
      WRITE (IWR,105)
      WRITE (IWR,115)
      WRITE (IWR,105)
      IDM1 = IUP
      JT = 15
      DO 50 J = 1,180
      IF (J.EQ.120) SUM = 0
      WRITE (IWR,105)
      IDM = X(J)
```

```
      IDM1 = IDM1-IDM
      IF (IDM1.LE.IOL) GO TO 20
   11 CDM1 = IDM1*C1
      CDM2 = CDM1
      IF (I.GE.2) GO TO 13
      SUM = SUM+CDM2
      WRITE (IWR,100) IDM,IDM1,CDM1,CDM2
      GO TO 14
   20 I = I+1
      IF (I.EQ.1) IDM10 = IDM1
      IF (IDM10.LT.0) GO TO 13
   25 IF (IDM10.LT.0) JT = 0
      JT = JT+1
      IF (I.GE.2) GO TO 11
      IDM2 = IOP-IDM1
      CDM1 = IDM1*C1
      CDM3 = IDM1*C1+C3
      SUM = SUM+CDM3
      IF (JT.EQ.1) WRITE (IWR,105)
      IF (JT.EQ.1) WRITE (IWR,110) IDM,IJ,IDM2,IDM1,CDM1,C3,CDM3
      IF (JT.EQ.1) IDM10 = 10
      IF (JT.EQ.1) GO TO 50
      WRITE (IWR,110) IDM,IJ,IDM2,IDM1,CDM1,C3,CDM3
      GO TO 50
   13 IF (IDM1.GE.0) GO TO 15
   30 IDM0 = IABS(IDM1)
      IDM1 = 0
      COST = C2*IDM0*AT
      CPP = COST+ORD
      SUM = SUM+CPP
      IF(JT.EQ.1) IDM2 = 0
      WRITE (IWR,130) IDM,IDM0,AT,IDM2,COST,ORD,CPP
      IF (IDM10) 25,14,14
   14 IF (I.LT.6) GO TO 50
      IDM1 = IDM1+IDM2
      I = 0
      IDM10 = 10
      GO TO 50
   15 WRITE (IWR,120) IDM,IDM2,IDM1,CDM1,CDM2
      SUM = SUM+CDM2
      GO TO 14
   50 CONTINUE
      WRITE (IWR,105)
      WRITE (IWR,115)
      SUM1 =SUM/60.
      WRITE (IWR,140) SUM1
   40 WRITE (IWR,200) (X(K5),K5=1,12),IOP,IOL,C1,C2,C3,ORD
   90 FORMAT (//T3,127(1H*))
  100 FORMAT (1H+,T10,I3,T64,I4,T76,F9.2,T118,F9.2)
  105 FORMAT (T3,'*',T17,'*',T31,'*',T45,'*',T59,'*',T73,'*',T87,'*',T10
     *1,'*',T115,'*',T129,'*')
  110 FORMAT (1H+,T10,I3,T37,I3,T50,I4,T64,I4,T76,F9.2,T104,F8.2,T118,F9.
     *.2)
  115 FORMAT (T3,127(1H*))
```

```
120 FORMAT (1H+,T10,I3,T50,I4,T64,I4,T76,F9.2,T118,F9.2)
125 FORMAT(1H+,T8,'DEMAND',T18,'SHORTAGE ITEM',T34,'LEAD TIME',T49,'C
   1 ORDER',T63,'ON HAND ',T74,'CARRYING COST',T88,'SHORTAGE COST',T1
   32,'ORDERING COST',T118,'TOTAL COST')
130 FORMAT (1H+,T10,I3,T22,I3,T37,F3.1,T50,I4,T90,F8.2,T104,F8.2,T118
   *,F9.2)
140 FORMAT (//T45,'AVERAGE TOTAL COST =',F9.2,2X,'BATH/MONTH')
150 FORMAT (2I3,4F5.2)
160 FORMAT (10A4)
165 FORMAT (11F2.0,F3.0)
170 FORMAT (1H1,T20,10A4)
200 FORMAT (//////T20,12F5.1,//T20,2I5,2X,4F8.2)
    STOP
    END
```

ELEMENT FUEL FILTER (557+961)

DEMAND	SHORTAGE ITEM	LEAD TIME	ON ORDER	IN HAND	CARRYING COST	SHORTAGE COST	ORDERING COST	TOTAL COST
0				61	28.67			28.67
2				59	27.73			27.73
6				53	24.91			24.91
7				46	21.62			21.62
4				42	19.74			19.74
6				36	16.92			16.92
3				33	15.51			15.51
1				32	15.04			15.04
2				30	14.10			14.10
3				27	12.69			12.69
1				26	12.22			12.22
10				16	7.52			7.52
0				16	7.52			7.52
2		0	47	14	6.58		121.09	127.67
6			47	8	3.76			3.76
7			47	1	0.47			0.47
4	3	0.5	47			612.00	63.44	675.44
6	6	0.5	47			1224.00	63.44	1287.44
3	3	0.5	47			612.00	63.44	675.44
1				46	21.62			21.62
2				44	20.68			20.68
3				41	19.27			19.27
1				40	18.80			18.80
10				30	14.10			14.10
0				30	14.10			14.10
2				28	13.16			13.16
6				22	10.34			10.34
7		6	46	15	7.05		121.09	128.14
4			46	11	5.17			5.17
6			46	5	2.35			2.35
3			46	2	0.94			0.94
1			46	1	0.47			0.47
2	1	0.5	46			204.00	63.44	267.44
3				43	20.21			20.21
1				42	19.74			19.74
10				32	15.04			15.04
0				32	15.04			15.04
2				30	14.10			14.10
6				24	11.28			11.28
7				17	7.99			7.99
4		0	48	13	6.11		121.09	127.20
6			48	7	3.29			3.29
3			48	4	1.88			1.88
1			48	3	1.41			1.41
2			48	1	0.47			0.47
3	2	0.5	48			408.00	63.44	471.44
1				47	22.09			22.09
10				37	17.39			17.39
0				37	17.39			17.39
2				35	16.45			16.45

[illegible]				18	[illegible]			8.40
6		6	49	12	5.64		121.09	126.73
3			49	9	4.23			4.23
1			49	8	3.76			3.76
2			49	6	2.82			2.82
3			49	3	1.41			1.41
1			49	2	0.94			0.94
10				41	19.27			19.27
0				41	19.27			19.27
2				39	18.33			18.33
6				33	15.51			15.51
7				26	12.22			12.22
4				22	10.34			10.34
6				16	7.52			7.52
3		6	48	13	6.11		121.09	127.20
1			48	12	5.64			5.64
2			48	10	4.70			4.70
3			48	7	3.29			3.29
1			48	6	2.82			2.82
10	4	0.5	48			816.00	63.44	879.44
0				48	22.56			22.56
2				46	21.62			21.62
6				40	18.80			18.80
7				33	15.51			15.51
4				29	13.63			13.63
6				23	10.81			10.81
3				20	9.40			9.40
1				19	8.93			8.93
2				17	7.99			7.99
3		6	47	14	6.58		121.09	127.67
1			47	13	6.11			6.11
10			47	3	1.41			1.41
0			47	3	1.41			1.41
2			47	1	0.47			0.47
6	5	0.5	47			1020.00	63.44	1083.44
7				40	18.80			18.80
4				36	16.92			16.92
6				30	14.10			14.10
3				27	12.69			12.69
1				26	12.22			12.22
2				24	11.28			11.28
3				21	9.87			9.87
1				20	9.40			9.40
10		6	51	10	4.70		121.09	125.79
0			51	10	4.70			4.70
2			51	8	3.76			3.76
6			51	2	0.94			0.94
7	5	0.5	51			1020.00	63.44	1083.44
4	4	0.5	51			816.00	63.44	879.44
6				45	21.15			21.15
3				42	19.74			19.74
1				41	19.27			19.27
2				39	18.33			18.33
3				36	16.92			16.92
1				35	16.45			16.45
10				25	11.75			11.75
0				25	11.75			11.75
2				23	10.81			10.81
6				17	7.99			7.99
7		6	51	10	4.70		121.09	125.79
4			51	6	2.82			2.82
6			51	0	0.0			0.0
3	3	0.5	51			612.00	63.44	675.44
1	1	0.5	51			204.00	63.44	267.44
2	2	0.5	51			408.00	63.44	471.44
3				48	22.56			22.56

1					47	22.09				22.09	
10					37	17.39				17.39	
0					37	17.39				17.39	
2					35	16.45				16.45	
6					29	13.63				13.63	
7					22	10.34				10.34	
4					18	8.46				8.46	
6			6	49	12	5.64		121.09		126.73	
3				49	9	4.23				4.23	
1				49	8	3.76				3.76	
2				49	6	2.82				2.82	
3				49	3	1.41				1.41	
1				49	2	0.94				0.94	
10					41	19.27				19.27	
0					41	19.27				19.27	
2					39	18.33				18.33	
6					33	15.51				15.51	
7					26	12.22				12.22	
4					22	10.34				10.34	
5					16	7.52				7.52	
3			6	43	13	6.11		121.09		127.20	
1				43	12	5.64				5.64	
2				43	10	4.70				4.70	
3				48	7	3.29				3.29	
1				48	6	2.82				2.82	
10		4	0.5	48			816.00	63.44		879.44	
0					48	22.56				22.56	
2					46	21.62				21.62	
5					40	18.80				18.80	
7					33	15.51				15.51	
4					29	13.63				13.63	
6					23	10.81				10.81	
3					20	9.40				9.40	
1					19	8.93				8.93	
2					17	7.99				7.99	
3			6	47	14	6.58		121.09		127.67	
1				47	13	6.11				6.11	
10				47	3	1.41				1.41	
0				47	3	1.41				1.41	
2				47	1	0.47				0.47	
6		5	0.5	47			1020.00	63.44		1083.44	
7					40	18.80				18.80	
4					36	16.92				16.92	
6					30	14.10				14.10	
3					27	12.69				12.69	
1					26	12.22				12.22	
2					24	11.28				11.28	
8					21	9.87				9.87	
1					20	9.40				9.40	
10			6	51	10	4.70		121.09		125.79	
0				51	10	4.70				4.70	
2				51	8	3.76				3.76	
6				51	2	0.94				0.94	
7		5	0.5	51			1020.00	63.44		1083.44	
4		4	0.5	51			816.00	63.44		879.44	
6					45	21.15				21.15	
3					42	19.74				19.74	
1					41	19.27				19.27	
2					39	18.33				18.33	
8					36	16.92				16.92	
1					35	16.45				16.45	
10					25	11.75				11.75	

AVERAGE TOTAL COST = 83.76 BATH/MONTH

0.0 2.0 6.0 7.0 4.0 6.0 3.0 1.0 2.0 3.0 1.0 10.0

61 15 0.47 403.00 121.09 83.44

แล่ดง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้คำนวณหาค่าที่เหมาะสมของพัสดุคงคลังตามระบบ

Probabilistic Scheduling Period System with Leadtime

ทั้งแบบ Single Item และ Multiple Items

```
C     B216029  JR.LT. CHAIYAPHRUK  SANTIPANTH
C     DEMAND OF P.G.M. 6-71 'S SPARE PARTS
C     TO FIND MEAN AND STANDARD DEVIATION OF DEMAND IN EACH MONTH
C        M = NUMBER OF MONTH
C     XBAR = MEAN OF DEMAND
C        SD = STANDARD DEVIATION OF DEMAND
      DIMENSION ZP50(50),IZP50(50),OPC1(50),IPT5(50)
      DIMENSION R(50),C11(50),C33(50),L1(50),AT1(50)
      DIMENSION NAME(30,12),XBA(30)
      COMMON X(100),M,XBAR,SD
      IRD = 1
      IWR = 3
      WRITE (IWR,80)
      WRITE (IWR,90)
      WRITE (IWR,95)
      WRITE (IWR,100)
      N = 22
      M = 36
      DO 10 I = 1,N
      READ (IRD,110) (NAME(I,J),J = 1,10),(X(L),L = 1,M)
      CALL MESD
      XBA(I) = XBAR
   10 WRITE (IWR,120) (NAME(I,J),J = 1,10),XBAR,SD
      WRITE (IWR,95)
      WRITE (IWR,140)
      WRITE (IWR,145)
      WRITE (IWR,150)
      WRITE (IWR,130)
      WRITE (IWR,155)
      DO 11 K = 1,N
      READ (IRD,125) L,T,AT,C1,C3
      C33(K) = C3
      C11(K) = C1
      L1(K) = L
      AT1(K) = AT
      R(K) = XBA(K)/T
      OPT = SQRT(2.0*C3/(C1*R(K)*(2.0*AT-1.0)))
      IF (OPT-1.0) 1,1,2
    1 IPT1 = 1
      ZPP = R(K)*L*AT+AT*IPT1*R(K)
      IZPP = ZPP
      IF (ZPP-IZPP) 3,3,4
    3 IZPP1 = ZPP
      GO TO 5
    4 IZPP1 = ZPP+1.0
    5 OCT = C1*(IZPP1-R(K)*L-R(K)*IPT1/2)+C3/IPT1
      GO TO 20
    2 IOPT1 = OPT
      IOPT2 = OPT+1.0
      ZPP1 = R(K)*L*AT+AT*IOPT1*R(K)
      ZPP2 = R(K)*L*AT+AT*IOPT2*R(K)
      IZPP1 = ZPP1
      IZPP2 = ZPP2
      IF (ZPP1-IZPP1) 6,6,7
```

```
    6 IZPP1 = ZPP1
      GO TO 8
    7 IZPP1 = ZPP1+1.0
    8 IF (ZPP2-IZPP2) 9,9,15
    9 IZPP2 = ZPP2
      GO TO 12
   15 IZPP2 = ZPP2+1.0
   12 OPCT1 = C1*(IZPP1-R(K)*L-R(K)*IOPT1/2)+C3/IOPT1
      OPCT2 = C1*(IZPP2-R(K)*L-R(K)*IOPT2/2)+C3/IOPT2
      IF (OPCT1-OPCT2) 13,13,14
   13 IPT1 = IOPT1
      ZPP = IZPP1
      OCT = OPCT1
      GO TO 20
   14 IPT1 = IOPT2
      ZPP = IZPP2
      OCT = OPCT2
   20 IPT5(K) = IPT1
   11 WRITE (IWR,135) (NAME(K,J),J=1,10),IPT1,ZPP,OCT
      WRITE (IWR,130)
      WRITE (IWR,140)
      WRITE (IWR,160)
      WRITE (IWR,150)
      WRITE (IWR,130)
      WRITE (IWR,155)
      MIN = IPT5(1)
      DO 25 J = 2,N
      IF (IPT5(J).GT.MIN) GO TO 25
      MIN = IPT5(J)
   25 CONTINUE
      DO 26 J = 1,N
      IF (MIN-IPT5(J)) 26,27,26
   27 J5 = J
   26 CONTINUE
      SUM1 = 0.0
      DO 28 J = 1,N
      ZP50(J) = R(J)*L1(J)*AT1(J)+AT1(J)*IPT5(J5)*R(J)
      IZP50(J) = ZP50(J)
      IF (ZP50(J)-IZP50(J)) 29,29,30
   29 IZP50(J) = ZP50(J)
      GO TO 31
   30 IZP50(J) = ZP50(J)+1.0
   31 OPC1(J) = C11(J)*(IZP50(J)-R(J)*L1(J)-R(J)*IPT5(J5)/2)+C33(1)/(IPT
     15(J5)*N)
      ZP110 = IZP50(J)
      SUM1 = SUM1+OPC1(J)
   28 WRITE (IWR,135) (NAME(J,I),I=1,10),IPT5(J5),ZP110,OPC1(J)
      WRITE (IWR,130)
      WRITE (IWR,165) SUM1
   80 FORMAT (1H1,/T40,'MEAN AND STANDARD DEVIATION OF DEMAND OF SPARE P
     *ARTS',/T40,52(1H*)////)
   90 FORMAT (T30,77(1H*),/T30,'*',T82,'*',T94,'*',T106,'*',/T30,'*',T46
     1,'TYPE OF SPARE PARTS',T82,'*',T87,'XBAR',T94,'*',T100,'SD',T106,'*
     2*')
```

```
 95 FORMAT (T30,'*',T82,'*',T94,'*',T106,'*',/T30,77(1H*))
100 FORMAT (T30,'*',T82,'*',T94,'*',T106,'*')
110 FORMAT (10A4,10F3.0,/26F3.0)
120 FORMAT (T30,'*',T34,10A4,T82,'*',T84,F9.4,T94,'*',T96,F9.4,T106,'*
   1')
125 FORMAT (I5,4F5.2)
130 FORMAT (T18,'*',T66,'*',T86,'*',T100,'*',T113,'*',/T18,96(1H*))
135 FORMAT (T18,'*',T22,10A4,T66,'*',T74,I4,T86,'*',T89,F9.2,T100,'*',
   1T102,F9.2,T113,'*')
140 FORMAT (1H1,/T18,'OPTIMAL SOLUTION OF THE SYSTEM',/)
145 FORMAT (T18,'SINGLE ITEM',////)
150 FORMAT (T18,96(1H*),/T18,'*',T66,'*',T86,'*',T100,'*',T113,'*',/T1
   18,'*',T32,'TYPE OF SPARE PARTS',T66,'*',T68,'SCHEDULING PERIOD',T8
   26,'*',T88,'ORER LEVEL',T100,'*',T102,'TOTAL COST',T113,'*')
155 FORMAT (T18,'*',T66,'*',T86,'*',T100,'*',T113,'*')
160 FORMAT (T18,'MULTIPLE ITEMS',////)
165 FORMAT (//T18,'TOTAL COST OF THE SYSTEM =',F9.3)
    STOP
    END
```

```
      SUBROUTINE MESD
      COMMON X(100),M,XBAR,SD
      SX = 0.0
      SXX = 0.0
      DO 20 J=1,M
      SX = SX+X(J)
   20 SXX = SXX+X(J)**2
      XBAR = SX/FLOAT(M)
      SD = SQRT (SXX/FLOAT(M)-XBAR**2)
      RETURN
      END
```

MEAN AND STANDARD DEVIATION OF DEMAND OF SPARE PARTS

TYPE OF SPARE PARTS	XBAR	SC
GASKET KIT CYLINDER BLOCK (5193115)	2.6389	4.7149
GASKET KIT CYLINDER HEAD (5193118)	2.8056	5.8396
SHELL SET MAIN BEARING STD. (5192874)	16.8611	21.2252
SEAL CRANKSHAFT OIL (FRONT) (5115454)	3.1944	4.9823
SEAL CRANKSHAFT OIL (REAR) (5114335)	3.8889	4.7186
SHELL SET CON. ROD BRG. STD. (5192895)	15.6944	16.9145
PISTON ASSEMBLY (5189054)	14.1944	14.5312
RING SET PISTON (5193477)	10.2222	14.9483
PIN PISTON (5188406)	13.4722	17.7208
WASHER END BEARING (5111424)	6.6667	9.7068
BEARING INTERMEDIATE STD. (5196022)	5.1944	5.6017
VALVE EXHAUST 45. DEG. (5192718)	25.4444	60.6989
SPRING EXHAUST VALVE (5150289)	8.0000	12.7432
RING INJECTION TUBE (5160037)	6.7778	10.6043
INJECTION HOLE TUBE (5150041)	13.3056	24.8572
OVERHAUL KIT FUEL PUMP (5195078)	1.8889	2.7262
IMPELLER RAW WATER PUMP (5193553)	17.4722	21.3196
SHAFT RAW WATER PUMP(5193552)	4.8056	6.7075
RECONDITION SET RAW WATER PUMP (5197224)	2.3333	3.8079
RING RAW WATER PUMP BRG. SMALL (5193569)	3.6667	16.4029
ELEMENT FUEL FILTER (5574961)	3.6944	5.2800
ELEMENT OIL FILTER (5573014)	6.1667	8.9830

OPTIMAL SOLUTION OF THE SYSTEM

SINGLE ITEM

TYPE OF SPARE PARTS	SCHEDULING PERIOD	ORER LEVEL	TOTAL COST
GASKET KIT CYLINDER BLOCK (5193115)	3	24.00	77.99
GASKET KIT CYLINDER HEAD (5193118)	5	31.00	58.19
SHELL SET MAIN BEARING STD. (5192874)	3	152.00	73.31
SEAL CRANKSHAFT OIL (FRONT) (5115454)	8	45.00	31.98
SEAL CRANKSHAFT OIL (REAR) (5114335)	7	51.00	35.43
SHELL SET CON. ROD BRG. STD. (5192895)	4	157.00	62.97
PISTON ASSEMBLY (5189054)	2	114.00	172.83
RING SET PISTON (5193477)	3	92.00	85.60
PIN PISTON (5188406)	4	135.00	60.22
WASHER END BEARING (5111424)	9	100.00	25.45
BEARING INTERMEDIATE STD. (5196022)	4	52.00	55.13
VALVE EXHAUST 45. DEG. (5192718)	3	229.00	77.77
SPRING EXHAUST VALVE (5150289)	9	120.00	25.69
RING INJECTION TUBE (5160037)	13	129.00	18.61
INJECTION HOLE TUBE (5150041)	3	120.00	87.65
OVERHAUL KIT FUEL PUMP (5195078)	7	25.00	35.43
IMPELLER RAW WATER PUMP (5193553)	2	140.00	139.82
SHAFT RAW WATER PUM (5193552)	2	39.00	180.26
RECONDITION SET RAW WATER PUMP (5197224)	5	26.00	60.35
RING RAW WATER PUMP BRG. SMALL (5193569)	12	66.00	20.43
ELEMENT FUEL FILTER (5574961)	8	52.00	32.75
ELEMENT OIL FILTER (5573014)	10	99.00	25.51

OPTIMAL SOLUTION OF THE SYSTEM

MULTIPLE ITEMS

TYPE OF SPARE PARTS	SCHEDULING PERIOD	ORER LEVEL	TOTAL COST
GASKET KIT CYLINDER BLOCK (5193115)	2	22.00	34.29
GASKET KIT CYLINDER HEAD (5193118)	2	23.00	18.72
SHELL SET MAIN BEARING STD. (5192874)	2	135.00	24.65
SEAL CRANKSHAFT OIL (FRONT) (5115454)	2	26.00	7.45
SEAL CRANKSHAFT CIL (REAR) (5114335)	2	32.00	8.92
SHELL SET CON. ROD BRG. STD. (5192895)	2	126.00	19.54
PISTON ASSEMBLY (5189054)	2	114.00	115.03
RING SET PISTON (5193477)	2	82.00	33.56
PIN PISTON (5188406)	2	108.00	17.82
WASHER END BEARING (5111424)	2	54.00	5.69
BEARING INTERMEDIATE STD. (5196022)	2	42.00	16.17
VALVE EXHAUST 45. DEG. (5192718)	2	204.00	28.12
SPRING EXHAUST VALVE (5150289)	2	64.00	5.47
RING INJECTION TUBE (5160037)	2	55.00	4.34
INJECTION HOLE TUBE (5150041)	2	107.00	35.19
OVERHAUL KIT FU L PUMP (5195078)	2	16.00	9.89
IMPELLER RAW WATER PUMP (5193553)	2	140.00	82.02
SHAFT RAW WATER PUM (5193552)	2	39.00	122.47
RECONDITION SET R.W WATER PUMP (5197224)	2	19.00	18.38
RING RAW WATER PUMP BRG. SMALL (5193569)	2	30.00	4.79
ELEMENT FUEL FILTER (5574961)	2	30.00	7.59
ELEMENT OIL FILTER (5573014)	2	50.00	5.69

TOTAL COST OF THE SYSTEM = 625.774

ประวัติผู้เขียน

เรือโทชัยพฤกษ์ คำนดิพันธ์ เกิดเมื่อวันที่ 27 กันยายน 2494 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ ได้รับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตธนบุรี เมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2519 ปัจจุบันรับราชการที่กรมกำลังพลทหารเรือ ตำแหน่งประจำกรมกำลังพลทหารเรือ.